

Chapter 2 Parameter Sweep and Optimization Tutorial

このチュートリアルでは回路でのパラメータの設定方法、パラメータスイープの設定及び実行方法、最適化の設定及び実行方法そしてパラメータスイープと最適化の結果の表示方法を述べます。パラメータスイープ及び最適化についての詳細は **Sonnet User's Guide** の 155 ページの第 10 章 “Parameterization and Optimization of a Geometry project” をご覧ください。

このチュートリアルはユーザが Sonnet プログラム、特に project editor と解析エディタを使い慣れているものと仮定しています。もし Sonnet を使うのが初めてであれば、このチュートリアルを行なう前に **Sonnet Tutorial** の第 2 章と第 3 章にあるチュートリアルを行なってください。

この例題は、Sonnet 例題ファイル [Par_dstub](#) を使います。Sonnet の例題ファイルの入手方法については、いずれかのプログラムメニューから Help ⇒ Examples を選択し、続いて **Instructions** ボタンをクリックします。



TIP

PDF マニュアルを使ってこの節をお読みになっている方は、上の青色のリンクをクリックすると、Par_dstub の例題に入れます。

これはマイクロstripline のインターデュータバンドパスフィルターの例題です。この回路はパラメタスイープとオプティマイゼーションを実行するのに利用されます。ほとんどのパラメタスイープとオプティマイゼーションには、更に難しい問題もありますが、ここでは、意図的にシンプルな例題を選び、Sonnet の方法論をよりわかりやすく説明しています。

ゴールはパスバンドが 5 - 6 GHz で、ストップバンドが 1 - 4 GHz と 7-10 GHz であるようなバンドパスフィルターを設計することです。

- 1 **Project editor で Par_dstub をオープンします。**
- 2 **Project editor のメインメニューから File ⇒ Save As を選択します。**

このファイルは Sonnet の例題なので、読み込み専用のプロジェクトファイルです。回路を修正し、その変更内容を保存できるようにするためには、そのファイルの北°-をお使いのワーキングディレクトリに保存する必要があります。

Save As browse ウィンドウを使って、par_dstub.son の北°-をお使いのワーキングディレクトリに保存します。

Setting Up Parameters

パラメタスイープまたはオプティマイゼーションを実行する前に、まず回路をパラメタライズする必要があります。パラメタライゼーションは回路の応答に対してクリティカルであるとユーザが判断する寸法、すなわち設計が進行するに従って、より変化するものに対して行われるべきです。

この例題では、3 つのパラメタを入力します。リンクされた 2 つの anchored パラメタと、1 つの symmetric パラメタです。

Anchored パラメータは、パラメータの片端を固定ポイント（アソー）とし、その点を基準にして動く点を持つパラメータです。Symmetric パラメータは、2つの参照点があるパラメータで、2つの点はその参照ポイントの間の中心点を基準にして動きます。

回路の中で1つ以上の場所に現れるパラメータで、長さや名前が同じものはリンクされます。片方の値を変えると、もう片方の値も変わります。

パラメータとその定義については *Sonnet User's Guide* の 156 ページの “Parameters” をご覧ください。

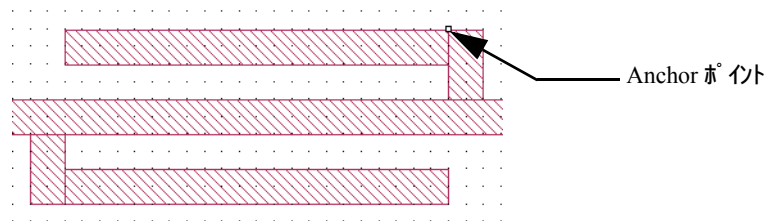
Anchored Parameters

リンクされた anchored パラメータを最初に入力し、次に symmetric パラメータが続きます。

- 3 **Project editor のメニューから Tools ⇒ Add Parameter ⇒ Add Anchored を選択します。**

これで project editor は Add an Anchored Parameter モードに入りますが、それはカールが変化するのでわかります。“Click Mouse to Specify the Anchor Point” というメッセージが project editor ウィンドウの下ステータスバーに表示されることに注目してください。1つのパラメータを追加していくと、各ステップの指示がステータスバーに表示されます。

- 4 **パラメータに Anchor ポイントを指定するために、以下のように上のステップの角をクリックします。**



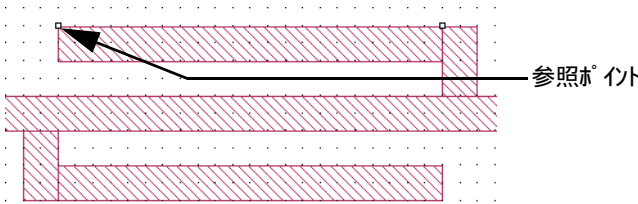
Anchor ポイントは小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。次のステップでは、参照ポイントを選びます。



TIP

Anchor ポイントまたは参照ポイントに間違った点を選んでしまった場合は、**Esc** キーを押すと、パラメータの追加が行われません。この後で初めからやり直すことができます。

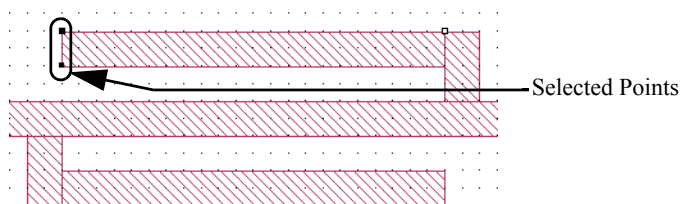
- 5 一番上のスタブの左上端をクリックして参照ポイントを追加します。



参照ポイントは小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。

次のステップでは、残りの調整可能なポイントセットを選びます。点は1つ1つの点をクリックしても、またはマウスで一組の点をラッパ (なげ縄ツール) しても選ぶことができます。参照ポイントは自動的に調整可能なポイントセットの中に入めるので選ぶ必要はありません。

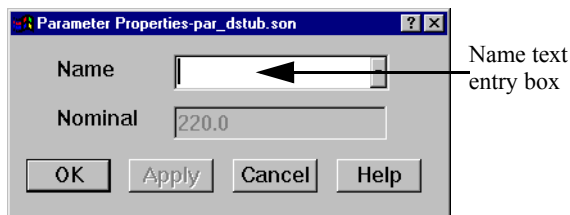
- 6 スタブの端部の両方の点を選ばれるまでマウスをドラッグします。



これらの点は調整可能なポイントセットに追加されます。パラメータ値の変化に従って参照ポイントが動くとこれらの点は参照ポイントに関連して動きます。

- 7 所望するすべての点を除外したら、Enter キーを押します。

これでパラメタの作成は終了です。Parameter Properties ダイアログボックスが画面に表示されます。

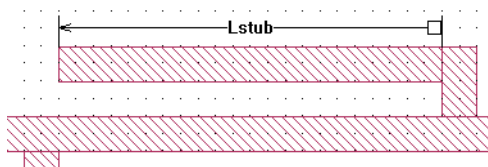


- 8 Parameter Properties ダイアログボックスのName入力ボックスの中に“Lstub”という名前を入力し、OK ボタンをクリックします。

これでパラメタに名前がつけられます。OK ボタンをクリックすると、長さと言前を示した矢印が画面に表示されます。

- 9 スタブの上に名前が載るまでマウスを動かします。名前が置きたい場所に来たら、マウスをクリックします。

下図のようなパラメタが現れます。

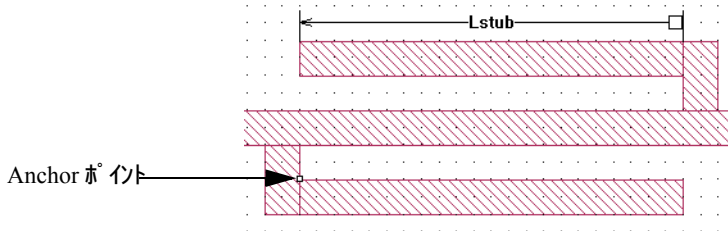


次にリンクされたパラメタを入力します。リンクされたパラメタは、同じ名目値と言前を持った回路の中に確認されたもう1つのパラメタです。

- 10 Project editor のメインメニューから Tools ⇒ Add Parameter ⇒ Add Anchored を選択します。

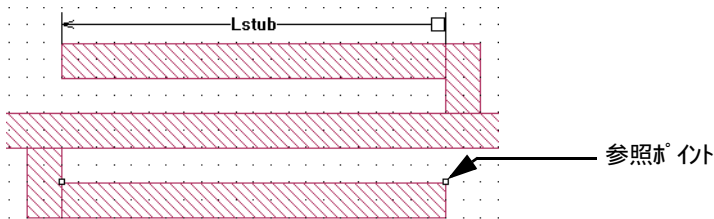
これで project editor が Add an Anchored Parameter モードになります。このことは、カーソルが変わることわかります。

- 11 パラメータに Anchor ポイントを設定するために、以下に示すように下のスタブの角をクリックします。



Anchor ポイントは小さな小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。次のステップでは参照ポイントを選びます。

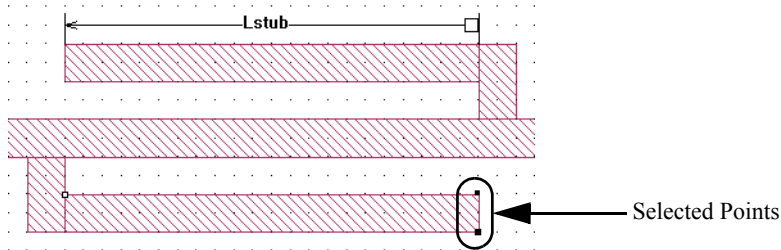
- 12 下のスタブの右の端部をクリックし、参照ポイントを追加します。



参照ポイントは小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。

次のステップでは、残りの調整可能なポイントセットを選びます。点は project editor で使えるポイントマントのどれかを使用して選ぶことができます。

- 13 スタブの端部の両方の点が選ばれるまでマウスをドラッグします。



これらの点は、調整可能なポイントセットに追加されます。これらの点は参照ポイントが動くと、参照ポイントに関連して動きます。

- 14 所望するすべての点を選んだら、Enter キーを押します。

これでパラメタの作成は終了です。Parameter Properties ダイアログボックスが画面に表示されます。

- 15 Properties ダイアログボックスの Name 入力ボックスの中に “Lstub” という名前を入力し、OK ボタンをクリックします。

これでパラメタに名前がつけられます。OK ボタンをクリックすると、長さとお名前を示した矢印が画面に表示されます。マウスを使って所望する位置までラベルを移動し、クリックします。

このパラメタの名目値はユーザが定義した 1 つめのパラメタと同じなので project editor では同じ名前を使えます。これらのパラメタは今、リンクされています。パラメタの 1 つの値が変更されると、両方の値が変わります。パラメタが異なる長さであった場合には、ユーザが同じ名前を使おうとした時に、エラーメッセージが出たはずですが。

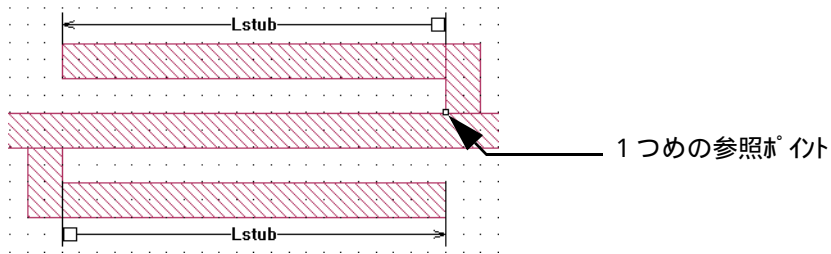
次に最後の symmetric パラメタを定義します。

Symmetric Parameters

- 16 Project editor のメニューから Tools ⇒ Add Parameter ⇒ Add Symmetric を選択します。

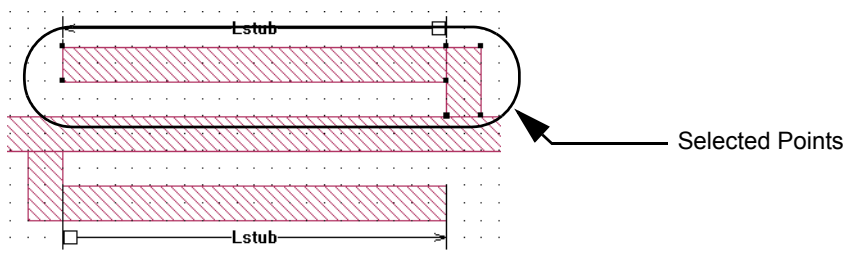
これで project editor は Add a Symmetric Parameter モードになります。このことは、カーソルが変わることで見えます。Project editor ウィンドウの下ステータスバーに “Click mouse to specify first reference point” というメッセージが表示されることに注目してください。パラメータを追加すると、各ステップの方向がステータスバーに表示されます。

- 17 パラメータに 1 つめの参照ポイントを設定するために、以下に示すように一番上のステップの内側と伝送線路の交わる地点をクリックします。



1 つめの参照ポイントは、小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。次のステップでは、1 つめの参照ポイントに置きたいポイントセットを選びます。

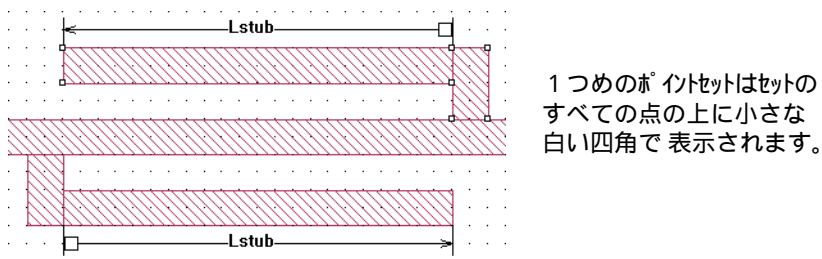
- 18 上のスタブのすべての点を選ばれるまでマウスをドラッグします。



これらの点は1つめの調整可能なポイントセットに追加されます。1つめの参照ポイントが動くと、これらの点は、参照ポイントと同じ方向と距離で動きます。

- 19 所望する点がすべて選ばれたら Enter キーを押します。

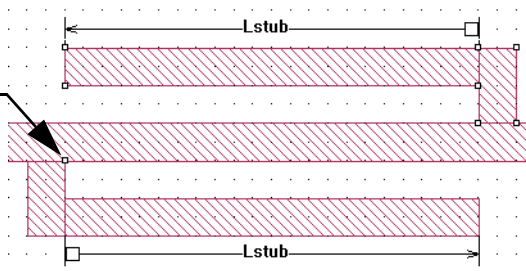
これで1つめのポイントセットができました。回路は下のようになっているはずです。



Project editor ウィンドウの下のステータスバーに“Click Mouse to Specify Second Reference Point”というメッセージが表示されます。次に2つめの参照ポイントとそのポイントセットを設定します。

- 20 パラメータに 2 つめの参照ポイントを設定するために、以下に示すように一番下のスタブの内側と伝送線路の交わる地点をクリックします。

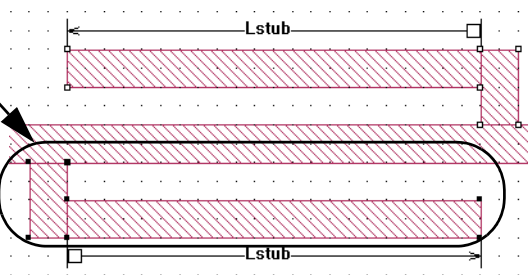
2 つめの
参照ポイント



2 つめの参照ポイントは、小さな四角で表示され、クリックした点のところに現れます。1 つめのポイントセットは、すべての点の上に依然として小さな四角で表示されていることに注目してください。次のステップでは、2 つめの参照ポイントに置きたいポイントセットを選びます。

- 21 下のスタブのすべての点を選ばれるまでマウスをドラッグします。

Selected Points



これらの点は 2 つめの調整可能なポイントセットに追加されます。2 つめの参照ポイントが動くと、これらの点は、参照ポイントと同じ方向と距離で動きます。

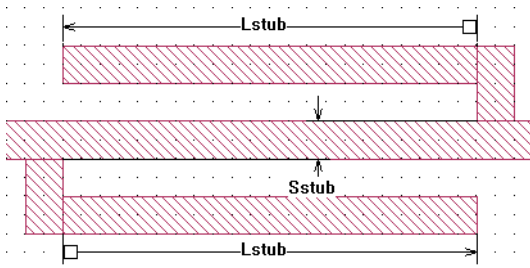
- 22 所望する点がすべて選ばれたら Enter キーを押します。

これで 2 つめのポイントセットと symmetric パラメータが完成しました。Parameter Properties ダイアログボックスが画面に表示されます。

- 23 Parameter Properties ダイアログボックスの Name 入力ボックスの中に “Sstub” という名前を入力し、OK ボタンをクリックします。

これでパラメータに名前がつけられます。OK ボタンをクリックすると、長さや名前を示した矢印が画面に表示されます。参照ポイントの間には x (水平) 方向と y (垂直) 方向ともに距離がとれるので、パラメータを x 方向または y 方向のどちらか一方で定義するには、パラメータ名をうまく移動させる必要があるかもしれません。

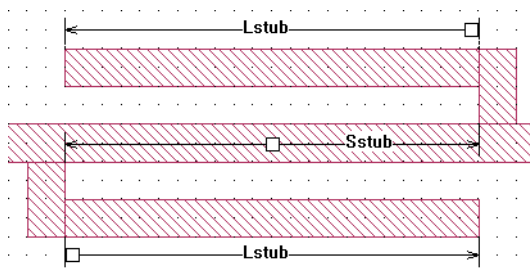
Y 方向を選ぼうとしてパラメータの定義で、両方の参照ポイントの左または右にマウスを動かすと、以下のようなになるでしょう。



しかし、この例題ではマウスを両方の参照ポイントの上や下、或いは上方、下方に動かして、x 方向にパラメータを定義しています。

- 24 ストラインのまん中に名前がくるまでマウスを動かします。置きたい場所に名前がきたら、マウスをクリックします。

これでパラメータを x 方向に設定します。パラメータは今、以下のようになっているはずです。



これでパラメータの入力は終了です。Lstub は Sstub に影響されるということに注目してください。Sstub が増えると、それは直接には Lstub の値には影響しませんが、2 つのスタブは遠く離れます。Lstub は Sstub に依存しています。

25 Project editor のメニューから File ⇒ Save を選択します。

これで、解析できるように回路を修正した内容が保存されます。

チュートリアル次の節では回路上でのパラメータスイープの設定と実行方法を説明します。

Parameter Sweep

パラメータスイープは Lstub の変数だけを使用します。2.0 GHz から 10.0 GHz の周波数帯で、Lstub の 2 つの異なる長さの回路を解析します。このスイープが完了すると、response viewer でレスポンスカーブが表示されます。

パラメータスイープについての詳細は、Sonnet User's Guide の 164 ページの“Parameter Sweep”をご覧ください。

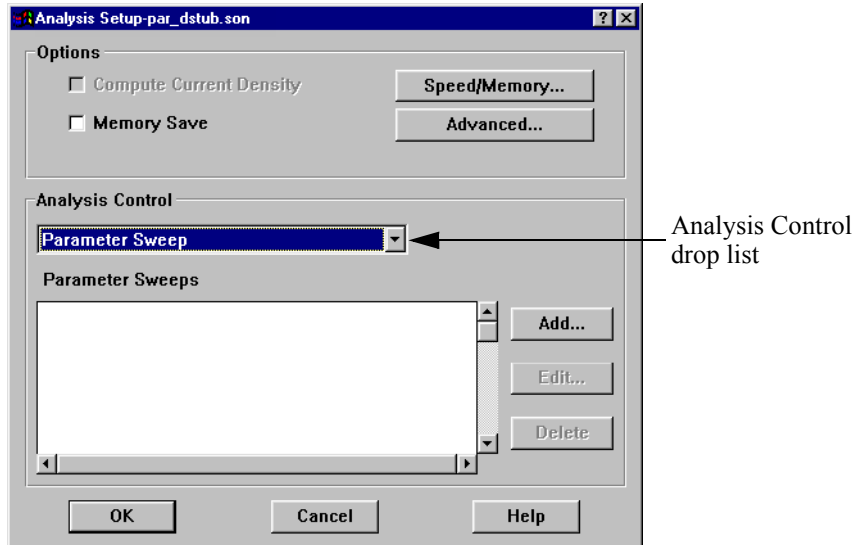
Setting Up a Parameter Sweep

1 Project editor のメニューから Analysis ⇒ Setup を選択します。

Analysis Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。

2 Analysis Control ドロップ リストから Parameter Sweep を選択します。

これでパラメータスイープが解析の種類として選ばれます。パラメータスイープに必要な入力ができるようにダイアログの表示が変わります。Compute Current Density 実行オプションはパラメータスイープでは使用できないことに注意してください。



3 ダイアログボックスの Analysis Control 欄の Add ボタンをクリックします。

Parameter Sweep Entry ダイアログボックスが表示されます。このダイアログボックスからパラメータスイープを追加することができます。

最初のステップは、パラメータスイープに用いたい解析周波数を設定することです。この例題では、2.0 GHz から 10.0 GHz まで ABS スイープを実行します。Adaptive スイープ (ABS) はデフォルトのスイープタイプなので、これを選択するために何もする必要はありません。

4 Parameter Sweep entry ダイアログボックスの Frequency Specification 欄の Start 入力ボックスに 2.0 と入力します。

これは開始の周波数です。

5 Stop 値を入力ボックスに 10.0 と入力します。

これは最高周波数です。これで、2 GHz から 10 GHz の帯域で adaptive スイプすることになります。

次にスイプ したいパラメータを選びます。

6 Lstub のパラメータの入力ボックスのある Sweep 欄のチェックボックスをクリックします。

Parameter Sweep Entry-par_dstub.son

Frequency Specification

Sweep Type: Adaptive Sweep (ABS)

Start [GHz]: 2.0 Stop [GHz]: 10.0

X-Cell Size : 10.0 (mils) Y-Cell Size : 10.0 (mils)

Sweep	Start	Stop	Step	Nominal
<input checked="" type="checkbox"/> Lstub	120.0	280.0	160.0	220.0
<input type="checkbox"/> Sstub	220.0	220.0		200.0

OK Cancel Help

1 つのパラメータスイプ のために複数のパラメータを選ぶことが可能です。しかし、この例題では、パラメータは 1 つだけ使用します。そのパラメータを選びたくないのであれば、チェックボックスをもう一度クリックするだけです。チェックされなかったパラメータは、名目値でシミュレートされます。つまり、Sstub は定数で、このパラメータスイプ では 220 mil に固定されています。

回路の現在のパラメータ値である名目値が、パラメータ入力ボックスの Nom 欄に表示されます。この場合では、Lstub の名目値は 220 mil です。従って、project editor は、パラメータの開始値が異なっているとしてもその長さを 220 mil と表示します。

7 Lstub の列の Start テキスト入力ボックスに 120 と入力します。

Lstub で使用される 1 つめのパラメータ値として 120 mil が設定されます。

8 Lstub の列の Stop テキスト入力ボックスに 280 と入力します。

Lstub で使用される最後のパラメータ値として 280 mil が設定されます。

9 Lstub の列の Step テキスト入力ボックスに 160 と入力します。

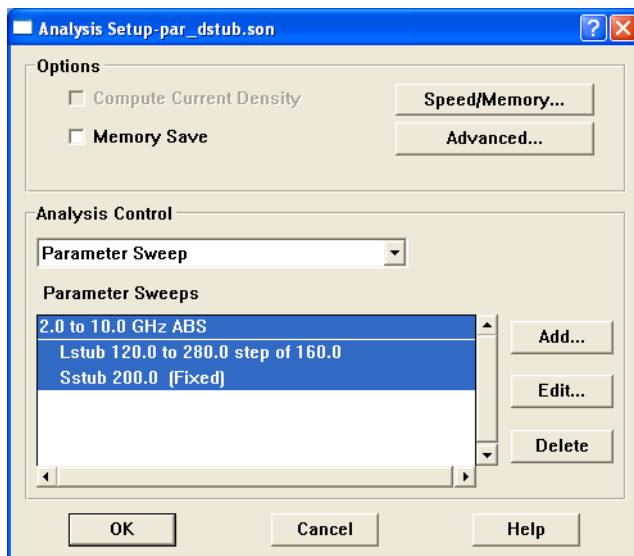
パラメータの間隔が 160 mil に設定されます。従って、パラメータスイープは 120 mil と 280mil の 2 つのパラメータ値で解析します。start、top、stept の 3 つのフィールドがすべて要求されることに注目することが重要です。

これでパラメータスイープの入力の設定は終了です。

10 OK ボタンをクリックしてダイアログをクローズします。

ダイアログボックスがクローズされると、定義されたばかりのパラメータスイープの入力内容で Analysis Setup ダイアログボックスが更新されます。この場合は、単独のパラメータに 2 つの値があるので、2 つのパラメータの組み合わせがあります。各々の組み合わせは各々の解析周波数で解析されます。

2つのパラメータがある場合、例えば、1つめのパラメータに7つの値があり、2つめのパラメータに11の値があるとする、解析には77の組み合わせのパラメータがあることになります。



- 11 OK ボタンをクリックして、Analysis Setup ダイアログボックスを閉じます。

これでパラメータスイープの入力は終了です。

次にこの解析を実行し、その過程を観察するために解析モニターを使います。

Executing the Parameter Sweep

- 12 Project editor のメニューから Project ⇒ Analyze を選択して解析エンジン *em* を起動し、解析を開始します。

保存するように指示が表示されたら、ファイルを保存してください。解析モニターの出力ウィンドウが画面に表示されます。

13 解析モニターの出力ウィンドウの Response Data ボタンをクリックします。

これで解析が進行する様子を観察できます。ウィンドウの一番上にプロットレバーがあり、そこには全解析の何パーセントが完了したかが表示されます。応答データがウィンドウの下に表示されます。

お使いのコンピュータによっては、解析の実行には数分かかるかもしれません。

解析が完了したら、response viewer をオフにして解析結果を見てください。

Observing the Parameter Sweep Data

Lstub = 120 mil と Lstub = 280 mil の S_{21} の応答データを見ることにします。

14 解析モニターの出力ウィンドウのメインメニューから Project ⇒ View Response ⇒ New Graph を選択します。

S_{11} が表示された response viewer が画面に表示されます。

15 Curve Group legend (グラフの左側のキャプション) の par_dstub をマウスの右ボタンでクリックします。

ポップアップメニューが表示されます。

16 ポップアップメニューから Edit Curve Group を選択します。

Edit Curve Group ダイアログボックスが画面に表示されます。

17 Selected リストの DB[S11] をダブルクリックします。

S_{11} の応答が Unselected リストへ移動されます。これでプロット上にはもう表示されません。

18 Unselected リストの DB[S21] をダブルクリックします。

S_{21} の応答が Selected リストへ移動され、プロット上に表示されます。

19 Edit CurveGroup ダイアログボックスの Select Combinations ボタンをクリックします。

Select Parameters ダイアログボックスが画面に表示されます。

20 Selected Parameters リストの上の Select All ボタンをクリックします。

このリストにはたった 1 つのエントリーしかないはずです。Select All ボタンは、この機能を説明するために使用されました。これで Selected リストのすべてのパラメータが選択されました。

21 Up Arrow ボタンをクリックして、すべてのパラメータの組み合わせを Unselected リストへ移動します。

22 Unselected リストの Sstub = 220 mils、Lstub = 120 mils をダブルクリックします。

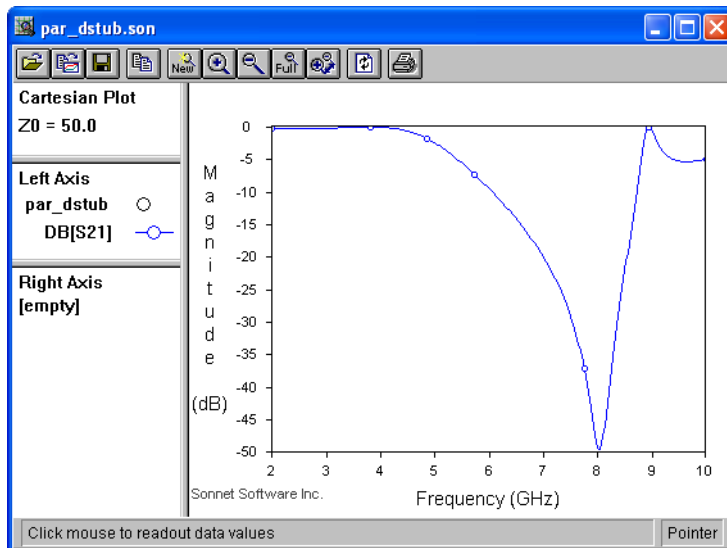
このパラメータの組み合わせが Selected リストへ移動され、この組み合わせのデータがプロットに表示されます。

23 Select Parameters ダイアログボックスの OK ボタンをクリックして、この変更事項を適用し、ダイアログをクローズします。

Edit Curve Group ダイアログボックスの Parameter Combinations 欄に入力された “Lstub = 120.0 Sstub = 220.0” が表示されます。

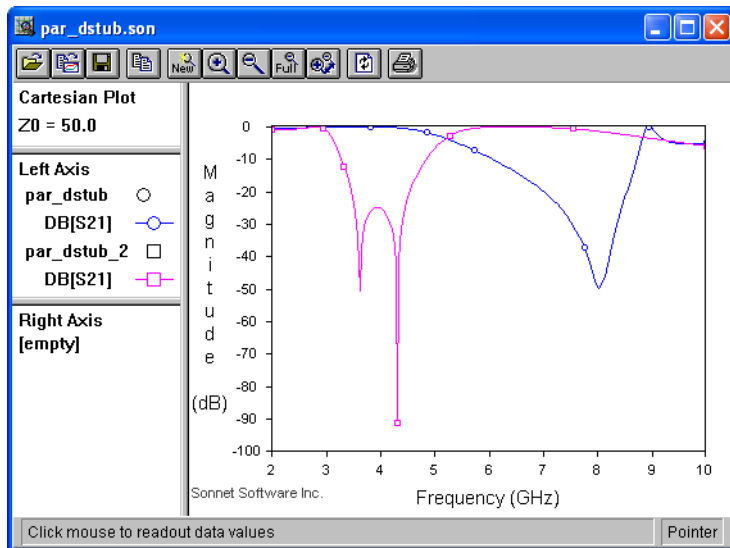
- 24 Edit Curve Group ダイアログボックスの OK ボタンをクリックして、この変更事項を適用し、ダイアログボックスを閉じます。

プロットは $S_{stub} = 220$ mils、 $L_{stub} = 120$ mil への S_{21} の応答に更新されます。
カーブグループ par_dstub への入力値が Curve Group Legend の中に表示されます。プロットは以下のようにになっているはずです。



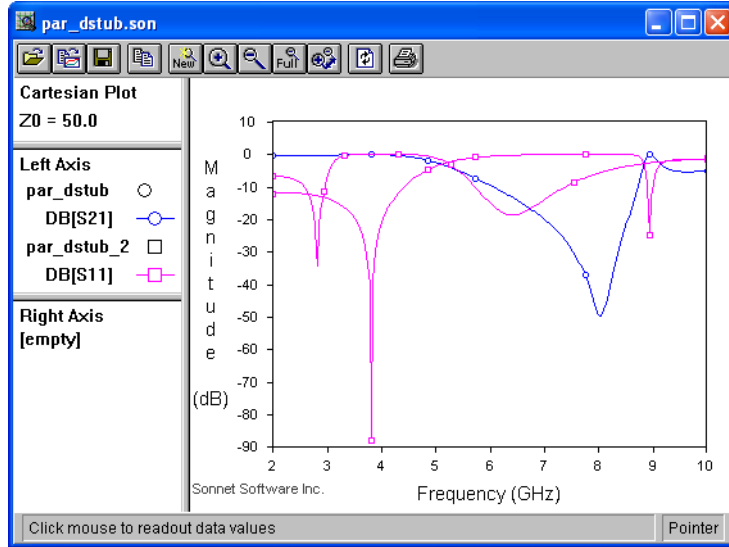
- 25 Lstub = 280 mil での応答を追加するために、response viewer のメインメニューから Curve ⇒ Add Curve Group を選択します。

Add Curve Group ダイアログボックスが表示されます。このカーブグループはデフォルト名である par_dstub_2 を使用します。前に par_dstub で使用した同じ手順に従って、Lstub = 280 mil、Sstub = 220 mil の S_{21} の応答を表示するためにカーブグループを設定します。プロットは以下のようになっています。



これには、legend の Left Axis pane のカーブグループ par_dstub をマウスの右ボタンでクリックし、ポップアップメニューから “Edit Curve Group” を選択する方法もあります。Edit Curve group ダイアログボックスを使い、このパラメタの組み合わせをこのカーブグループに追加することもできます。その結果、両方のパラメタの組み合わせを表現する 1 つのシンボルのついた 1 つのカーブグループとなります。

す。これは複数の表示値（例えば S_{21} と S_{11} ）が必要な時には便利です。各表示値は異なるシボルを使いますが、1つの表示値のついた各パラメータの組み合わせは同じシボルを使います。以下に例を示します。



初めはフィルタ設計のゴールは 5.0 GHz と 6.0 GHz の間のストップバンドでした。Lstub=120 のプロットを Lstub=280 のプロットと比較してみると、要求されたストップバンドのフィルタはおおよそ、2つのカーブの中間で落ち込んでいることがわかります。従って、220 mil の値が、ワテマセーションの Lstub の名目値に選ばれます。220 mil の名目値が Sstub に選ばれます。

Optimization

チュートリアル次の節では、ワテマセーションの設定方法と実行方法を説明します。

ワテマセーションについての詳細は、**Sonnet User's Guide** の 166 ページの“Optimization”をご覧ください。

par_dstub.son がまだ project editor の中でオープンされていないければ、project editor の中でこのファイルをオープンします。

Entering New Nominal Values

定義されたパラメータ Lstub と Sstub の両方を使ってオプティマイズすると、この種類の回路には有効ですが、オプティマイゼーションは処理時間のために Lstub の 1 つのパラメータのみを使用しています。

Sstub に使用される名目値は 200 mil になります。これは実際には両方のパラメータと、オプティマイズされたパラメータのグリッド上の最も近い値を使用して、オプティマイゼーションを実行したことによって到達した値です。

- 26 回路のパラメータ Sstub をダブルクリックします。

Sstub のための Parameter Properties ダイアログボックスが画面に表示されます。

- 27 Nominal Value テキスト入力ボックスの名目値を 200 に変更します。

- 28 OK ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じ、新しい名目値を適用します。

Sstub の新しい名目値を用いて、回路が再表示されます。



WARNING

Properties ダイアログボックスを使用して、パラメータの名目値を変更することをお勧めします。それはこの方法で名目値を変えても、プロジェクトファイルの以前の応答データには何も影響を与えないからです。Reshape のような修正マントを使って回路を変更することによってパラメータの名目値を変更すると、保存する時にすべての以前の応答データがプロジェクトファイルから削除されてしまいます。

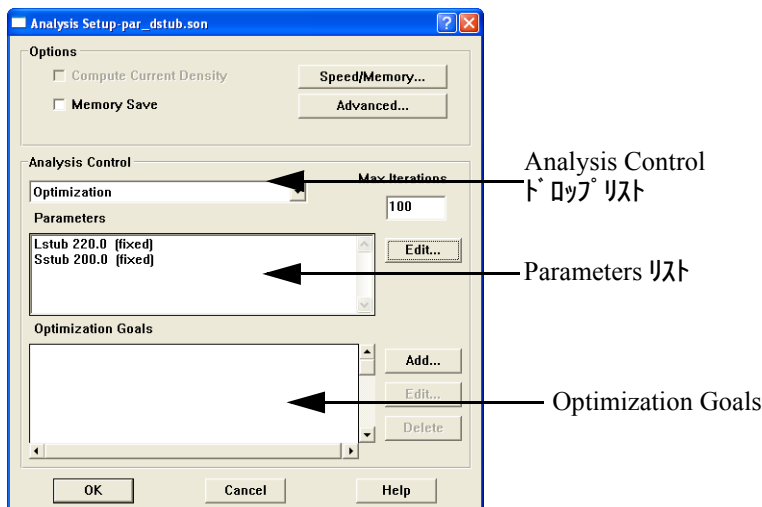
Setting Up an Optimization

- 29 Project editor のメインメニューから Analysis ⇒ Setup を選択します。

Analysis Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。

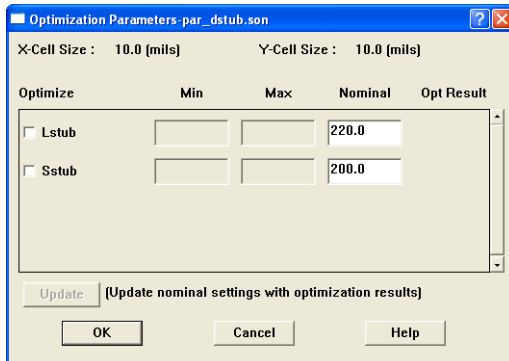
30 Analysis Control ドロップ リストから Optimization を選択します。

解析の種類として optimization が選択されます。最適化に必要の入力ができるようにダイアログボックスの表示が変わります。初めはパラメータ用に名目値が記入されていないことに注目してください。これは、範囲が何も設定されていないためです。



31 Parameters リストの右側の Edit ボタンをクリックします。

Optimization Parameters ダイアログボックスが画面に表示されます。



1 つのパラメータ Lstub だけがこのオプションに使用されます。Lstub の範囲は 100 mil から 300 mil です。

32 Lstub の横の Optimize チェックボックスをクリックします。

Lstub のパラメータがオプションに使用されるために選択されます。名目値が Nominal 入力ボックスに表示されることに注目してください。名目値を変えたいのであれば、新しい値を入力して変えることができます。回路は新しい名目値で再表示されます。これはこのプロジェクトファイルでは最初のオプションなので、Min と Max の入力ボックスは空になっています。もし、以前のオプションが実行されていれば、最後に入力された値が残っているでしょう。



WARNING

パラメータの設定を修正したり、オプションのゴールを変えると、前に存在していたオプションの反復がプロジェクトファイルから削除される原因となります。

33 Lstub の列の Min 入力ボックスに 100 と入力します。

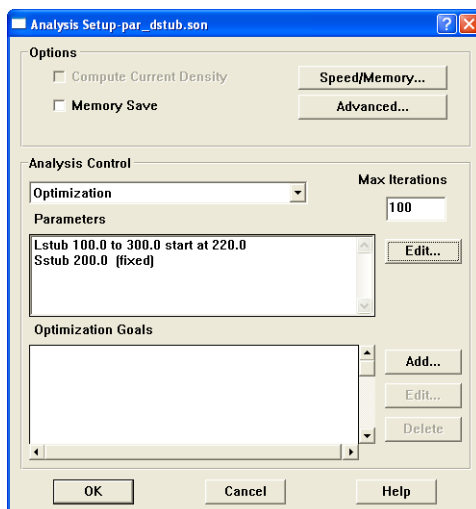
オプションのために、Lstub のパラメータの最小値が 100 mil に設定されます。

34 Lstub の列の Max 入力ボックスに 300 と入力します。

オプションのために、Lstub の最大値が 300 mil に設定されます。

- 35 OK ボタンをクリックしてこの変更事項を適用し、ダイアログボックスを閉じます。

ダイアログボックスが閉じられると、定義したばかりの最適化セッションのパラメータへの入力で、Analysis Setup ダイアログボックスが更新されます。

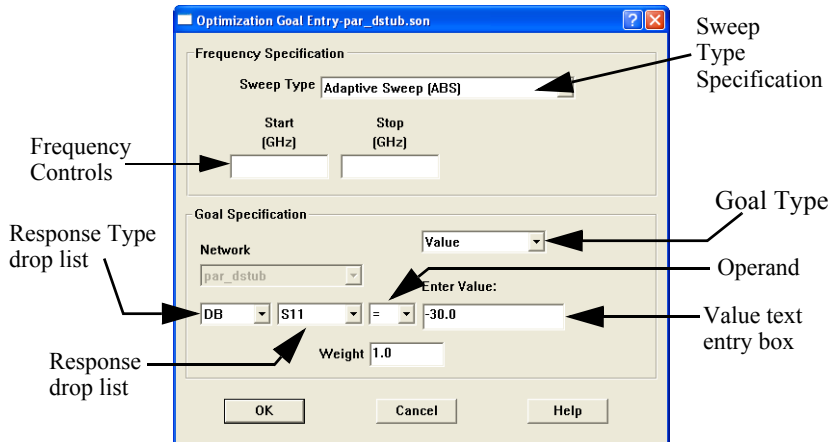


変化させるパラメータとその範囲を指定したので、次は最適化セッションのゴールを設定する必要があります。これはこのプロジェクトでは最初の最適化セッションなので、前に定義された最適化セッションのゴールは何もなく、リストは空になっています。ゴールが存在しないと、Edit ボタンと Delete ボタンは使用できません。Edit ボタンは修正したりゴールをつくれます。Delete ボタンはリストからゴールを削除します。

この例題で前述したように、フィルタのゴールは 1-4 GHz と 7-10 GHz のパスバンドと、5-6 GHz のストップバンドです。最適化セッションのゴールはそれに応じて設定されます。この場合、3 つのゴールはすべて同様に重要なので、各々、デフォルトの Weight 1.0 を使用します。1 つのゴールがより重要となる場合には、他のゴールよりもより大きな値の Weight をそれに割り当てることを *em* に指示すると、よりその特定のゴールに到達することに集中して計算します。

36 Optimization Goals リストの右側にある Add ボタンをクリックします。

Optimization Goal Entry ダイアログボックスが画面に表示されます。



1 つめのゴールは 1 つめのパースパントに該当します。従って、周波数の範囲を 1.0 GHz から 4.0 GHz に設定します。使用できる周波数スイープにはいくつかのタイプがありますが、この最適化では、デフォルトの ABS スイープを使います。

37 ダイアログボックスの Frequency Specification の欄の Start テキスト入力ボックスに 1.0 と入力します。

この最適化のゴールの開始周波数が 1.0 GHz に設定されます。

38 ダイアログボックスの Frequency Specification の欄の Stop テキスト入力ボックスに 4.0 と入力します。

この最適化のゴールの終了周波数が 4.0 GHz に設定されます。これでこの最適化のゴールの周波数スイープの設定が終わります。

これは 1 つめのパースパントなので、ユーザのゴールは -1.0 dB より大きな DB[S21] でなくてはなりません。

39 式の左側にある Response Type ドロップリストから DB を選択します。

これはデフォルトなので、DB は既に選択されています。

40 Response ドロップ リストから S21 を選択します。

41 Operand ドロップ リストから “>” を選択します。

42 Goal Type ドロップ リストから Value を選択します。

ここでの選択により、特定の値を入れることができます。これはデフォルトです。従って、ユーザが別のプロジェクトファイルか（もしプロジェクトがネットワークプロジェクトであれば）、お使いのプロジェクトの別のネットワークを設定することもできます。その場合、ユーザが選んだ応答に合わせたい回路に 1 つの応答を選ぶことができます。

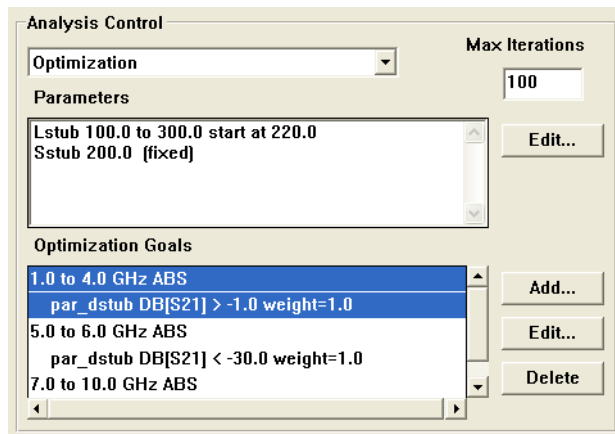
43 Value 入力ボックスの中に -1.0 を入力します。

これでゴールが $\text{DB}[S21] > -1.0 \text{ dB}$ に設定されます。

44 OK ボタンをクリックして、この変更事項を適用し、ダイアログボックスを閉じます。

Analysis Setup ダイアログボックスが更新されます。このオプション化メソッドのゴールの入力が Optimization Goals リストに表示されます。

他の 2 つのゴールも同じ方法で入力します。2 つめのゴールは、5.0 GHz から 6.0 GHz の間で adaptive スweep し、所望の応答は、 $\text{DB}[S21] < -30.0 \text{ dB}$ というものです。これはストップバンドです。3 つめのゴールは 7.0 GHz から 10.0 GHz の間で、adaptive スweep し、所望の応答は、 $\text{DB}[S21] > -1.0$ というものです。これらのゴールの入力が終了すると、Optimization Goals リストは以下のようにになっているはずです。



これでオプティマイゼーションの設定は終了です。

Running an Optimization

このオプティマイゼーションは 2 GHz Pentium 4 上では、およそ 6.5 分 かかりました。

- 45 Project editor のメニューから Project ⇒ Analyze を選択します。

解析エターの出力ウィンドウが画面に表示されます。



TIP

Project editor のツールバーの Analyze ボタンをクリックすることも可能です。

- 46 まだ応答データを表示していなければ、解析エターの 出力ウィンドウの Response Data ボタンをクリックします。

これでオプティマイゼーションが進行する様子を観察することができます。1 つめと、現在と、最良の反復の誤差が表示され、オプティマイゼーションが進行するに従って更新されます。応答データがウィンドウの下に表示されます。

いくつかの反復が他のものよりも早く終わることに気づかれることでしょう。これは、*em* が前の反復で計算された応答データの一部を再利用しているからです。

解析が完了したら、response viewer をオープンして結果を見てください。このオプティマイゼーションは結論を出すのに多くの反復を使用したので、response viewer と Edit Curve Group ダイアログボックスを開くのが少し遅くなるかもしれないことをご承知おきください。



TIP

Response viewer を使用して、パラメータスイープの実行中にパラメータスイープで生成されたデータを観察することができます。Response viewer は、生成されている任意のデータを図示することができます。こうすればパラメータスイープを中止したり、新しいパラメータ範囲または結果が好ましくない時に新しいゴールを用いて再びスタートさせることができます。パラメータスイープを実行している時に、データを観察し続けたいのであれば response viewer の Freshen Files コマンド を使ってください。

Observing your Optimization Data

最良の反復をプロットすると、パラメータのパラメータされた値を使うべきか否かの判断ができます。

- 47 **解析モニター のメニューから Project ⇒ View Response ⇒ New Graph を選択します。**

名目値のパラメータの組み合わせの DB[S11] の応答を表示した response viewer が 画面に表示されます。含まれている応答データの量によっては、プロットが response viewer にロードされるのに若干時間がかかるかもしれません。

- 48 **Legend の中で DB[S11] のカーブグループ をクリックして、これを選択し、response viewer のメニューから Curve ⇒ Edit Curve Group を選択します。**

Edit Curve Group ダイアログボックスが画面に表示されます。

- 49 **Edit Curve Groups ダイアログボックスの Data Collection ドロップリストから Optimized を選択します。**

プロットファイルはパラメータスイープデータと、パラメータされたデータの両方を含んでいるので、このドロップリストが使えるということに注目してください。

- 50 **入力ボックスをダブルクリックして、DB[S11] を Unselected リストへ移動します。**

- 51 **入力ボックスをダブルクリックして、DB[S21] を Selected リストへ移動します。**

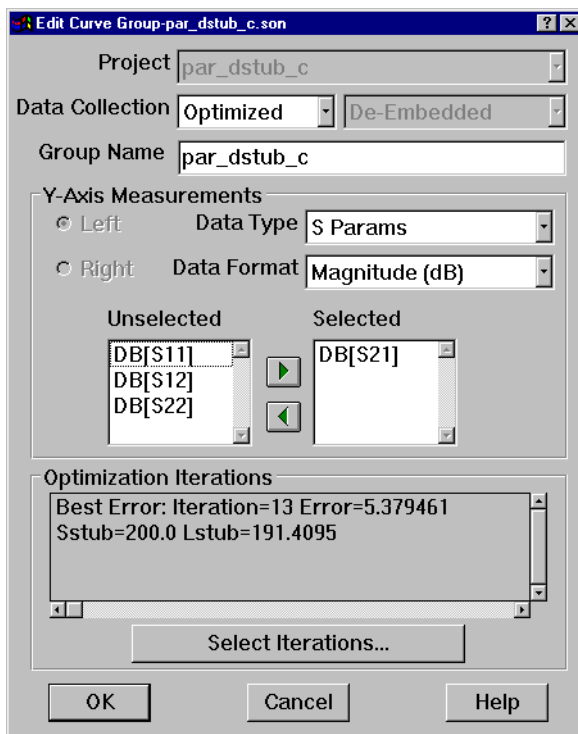
パラメータスイープのゴールは、DB[S21] の応答について設定されたので、この応答をプロットしてみます。

最適化されたデータを選択した時には、パラメタの組み合わせは次のように更新されていることに注目してください。

```
Best Error: Iteration=12 Error=0.096573  
Lstub=191.8066 Sstub=200.0
```

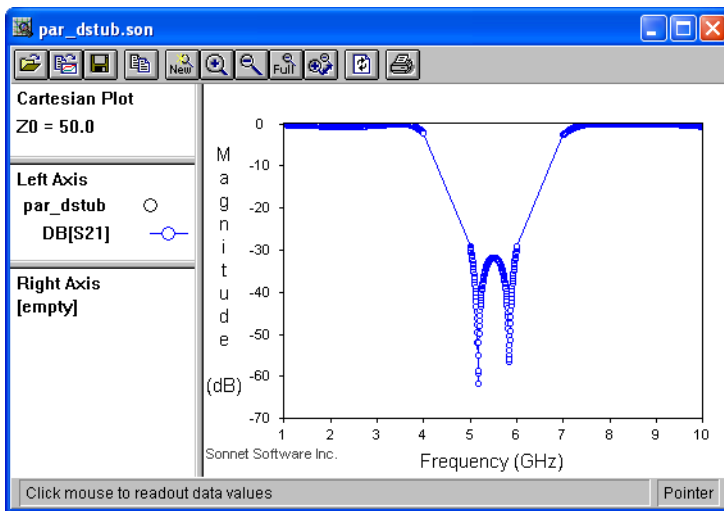
最適化されたデータを選択した時に、デフォルトで最良の反復がプロットされます。もし最適化がまだ実行中であればこれは、それまでに計算された最良の反復を常にプロットするのに便利な方法です。Response viewer のツールバーの Freshen Files ボタンを押すと、常に最良の反復が表示されます。

Select Iterations ボタンをクリックした場合は、プロットが可能な 25 すべてのパラメタ値が表示されたダイアログボックスが表示されます。ここでは、最良の反復での応答を見たいので、このカーブグループのパラメタ値を変える必要はありません。



52 OK ボタンをクリックしてダイアログボックスを加え、変更事項を適用します。

プロットは最良の反復に DB[S21] を示して更新されます。これは以下のようなプロットになっているはずです。



ご覧のように、オプティマイズされた回路は、5 - 6 GHz のパッシブと 1 - 4 GHz と 7-10 GHz のストップバンドの所望の応答を生成しています。

Accepting the Optimized Values

オプティマイゼーションによって所望の応答を得ることが達成されたので、次は project editor に戻ってオプティマイズされた値で、パラメータの名目値を更新します。

もしプロジェクトの par_dstub がまだ project editor でオフンしていたら、Step55 から進んでください。

- 53 Response viewer の Curve Group legend のカーブグループ par_dstub をクリックします。

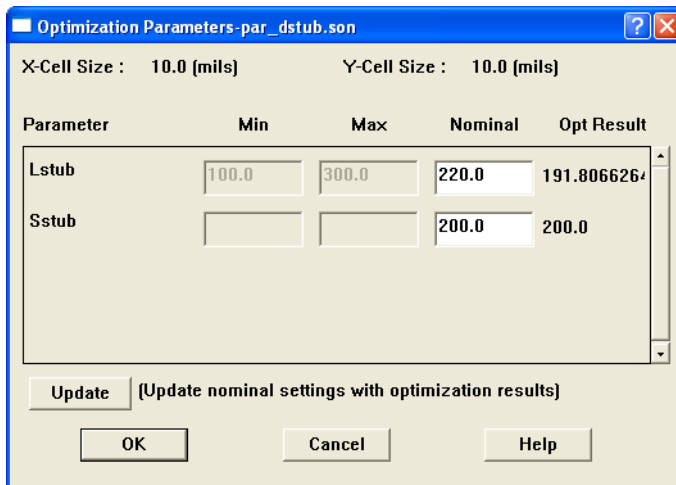
これでプロジェクトファイルが選択され、プロジェクトメニューが使えるようになります。

- 54 Response viewer のメインメニューから Project ⇒ Edit を選択します。

par_dstub がオフンした project editor が画面に表示されます。

- 55 Project editor のメニューから Analysis ⇒ Optimization Results を選択します。

Optimization Results ダイアログボックスが画面に表示されます。



2つのパラメータの名目値は、最適化セッションのはじめに入力された値であることに注目してください。しかし、2つのパラメータの最適化セッション結果は最後の欄に表示されます。Sstub は最適化セッションでは使用されていないので、その最適化セッション結果は名目値と同じです。

- 56 Update ボタンをクリックして、現在の名目値と最適化セッション結果を置き換えます。

Nominal 入力ボックスの入力が最適化された値に更新されていることに注目してください。

- 57 OK ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じ、変更事項を適用します。

回路がパラメータの新しい名目値で再表示されていることに注目してください。パラメータの長さは、セルサイズの整数倍になっていないので、図形はもはや正確なグリッド上にはありません。このことは、Ctrl キーを押しながら M を押してセルの充填を無効にし、現在の図形を見るとわかります。セルの充填は *em* が解析する実際の金属を表わしています。

Em で解析された実際の金属導体は、*ω* ティマイズされた値と同じではありません。*Em* は実際には、“グリッド上”にある回路を解析したものからつくられたデータから補間を施しました。もしも*ω* ティマ化のゴールに全体の周波数スイープが含まれていなければ、全体の帯域が必ず妥当な結果を示すように、お使いの周波数全域に渡って全体のスイープを実行するのがよいでしょう。以下に周波数スイープの実行について説明します。

Em が以前に計算された応答データを使うためには、*ω* ティマ化の結果に、“グリッド上”に最も近いようなパラメータ値を編集すべきです。例えば、この場合では、*Lstub* に*ω* ティマイズされた値は 191.80662641 です。*Lstub* の名目値を編集して 190 にすべきです。これは、*ε* サイズが 10 で、グリッド上にあります。

58 Project editor のメニューから Analysis ⇒ Setup を選択します。

Analysis Setup ダイアログボックスが画面に表示されます。

59 Analysis Control ドロップリストから Adaptive Sweep (ABS) を選択します。

Adaptive スイープに適合するようにダイアログボックスの表示が変わります。この解析に 2 - 10 GHz の周波数帯域を定義するために、Start テキスト入力ボックスに 2.0 GHz、Stop テキスト入力ボックスに 10 GHz と入力します。

60 OK ボタンをクリックしてダイアログボックスを閉じ、変更事項を適用します。

61 Analyze ボタンをクリックして *em* の解析を開始します。

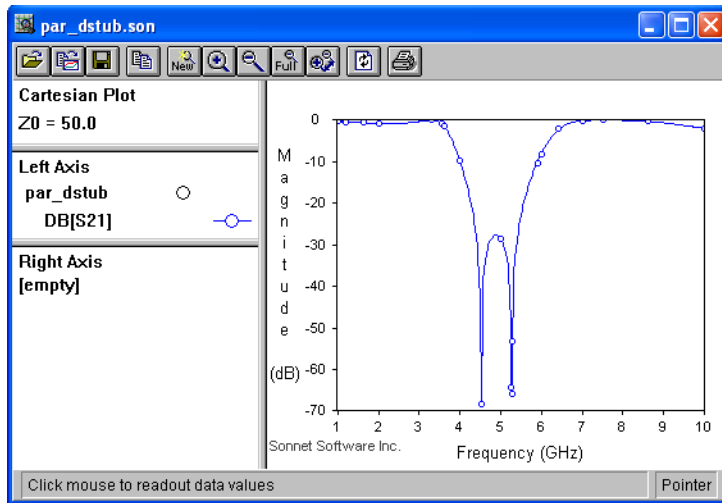
保存するように指示がされたら、解析する前に回路を保存してください。

62 解析が完了したら、解析モニターのツリー - の View Response ボタンをクリックします。

Response viewer が画面に表示され、グラフグループ *par_dstub* の DB[S11] の項目を表示します。

- 63 カーブグループ `par_dstub` をマウスの右ボタンでクリックし、表示されたポップアップメニューから **Edit Curve Group** を選択します。

DB[S21] を選択して表示し、DB[S11] を not selected リストへ移動し、ダイアログボックスを閉じます。プロットは以下のようになっているはずです。



この結果は、設計の基準に十分近いものなので、この最適化セッションは成功であると判断されます。このチュートリアルのはじめで強調したように、最適化セッションの行程をわかりやすく説明するために、シンプルな例題を選びました。

しかし、ほとんどの最適化セッションの問題点はかなり複雑で簡単にはいかないということをご承知おきください。設計者は回路についての知識や設計の経験に基づいてパラメータ、パラメータタイプ、最適化セッションのゴールについて判断をくだす必要があります。時折、進行中の最適化セッションを観察し、その実行の可能性を判断し、必要であれば最適化セッションを中止し、新しい名目値やデータ範囲で最適化セッションを実行し直さねばならないでしょう。