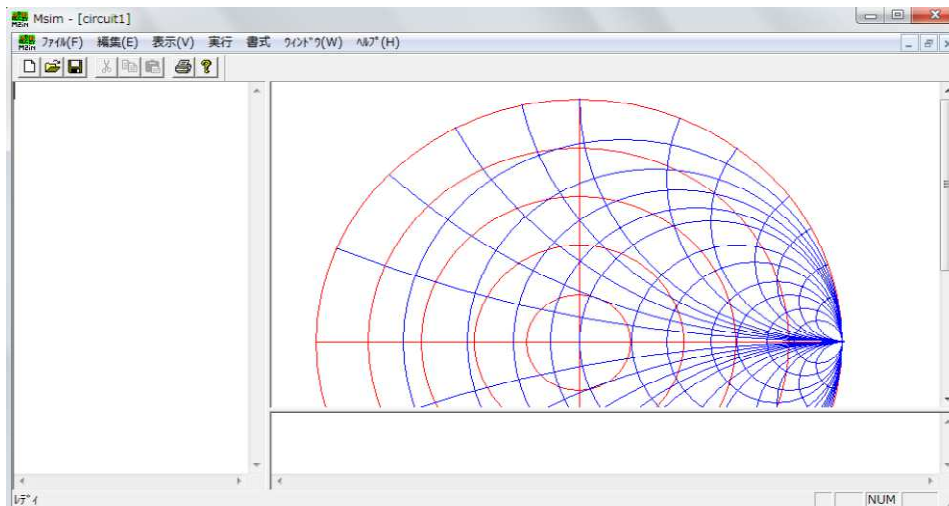


Msim の使い方(1)

ソフトウェアを実行すると下図のようなウィンドウが開きます。ウィンドウは 3つのウィンドウから構成されています。

左 回路データの入力ウィンドウ。テキストデータの入力、編集とファイルから読み込まれたデータを表示します。
右上 グラフを表示するウィンドウ。スミスチャートが表示されていますが、メニューの表示ボタンから選択できます。
右下 計算された数値を出力するウィンドウ。



メニュー

ファイル 回路データの読み込み/書き込みを行います。
編集 回路データのコピー/貼り付けを行います。
表示 表示するグラフを選択します。

<input checked="" type="checkbox"/> ツール P~(T)	smith chart : Z	スミスチャート : インピーダンス表示
<input checked="" type="checkbox"/> ツール P~(S)	smith chart : Y	スミスチャート : アドミッタンス表示
smith chart : Z	Trans Equation	伝達関数表示 (logモード)
smith chart : Y		
Trans Equation		

実行 下図のダイアログボックスが表示されます。実行に必要な設定はここでを行います。OKボタンを押すと計算を開始します。

The screenshot shows the "Trans Equation" dialog box. It has a title bar "Trans Equation" and a close button. The dialog is divided into several sections. The "mode" section has radio buttons for "Trans. eq" (selected), "Av/Ap only", and "Clear Graph". The "Av/Ap only" section has checkboxes for "Av" and "Ap". The "Clear Graph" section has a checkbox. The "Av/Ap only" section has input fields for "input (+)", "input (-)", "output (+)", and "output (-)". The "Clear Graph" section has input fields for "dB/div", "deg/div", "max gain", and "max deg". The "impedance" section has a radio button for "impedance" and input fields for "input node" and "Z0". The "frequency mode" section has radio buttons for "log mode" (selected) and "Linear mode". The "log mode" section has input fields for "start freq", "end freq", and "step freq". The "Linear mode" section has input fields for "start freq", "end freq", and "step freq". At the bottom are "キャンセル" and "OK" buttons.

Trans.eq (伝達関数計算) と impedance (インピーダンス計算) の 2つのモードがあります。

Trans.eq 伝達関数計算のモードを選択するラジオボタン。
電圧利得と電力利得の 2つの計算モードがあります。

Av/Ap only 利得のみの計算を行う時に設定するチェックボックス。

Clear Graph グラフをクリアする時に設定するチェックボックス。
グラフを上書きする時はチェックを外しておきます。

Av 電圧利得計算のモードを選択するラジオボタン。
Ap 電力利得計算のモードを選択するラジオボタン。

Rin 電力利得計算のモードで設定する入力信号源のインピーダンス。(単位 : ohm)
この設定値は回路データに記述している数値と同じ数値を設定します。
Rout 電力利得計算のモードで設定する出力の負荷インピーダンス。(単位 : ohm)
この設定値は回路データに記述している数値と同じ数値を設定します。

input(+) 入力信号源の + 端子の node 番号。
input(-) 入力信号源の - 端子の node 番号。

output(+) + 出力端子の node 番号。
output(-) - 出力端子の node 番号。

dB/div 利得を表示するグラフの目盛間隔を設定します。(単位 : dB)
max gain 利得を表示するグラフの最大値を設定します。(単位 : dB)
deg/div 位相を表示するグラフの目盛間隔を設定します。(単位 : 度)
maxdeg 位相を表示するグラフの最大値を設定します。(単位 : 度)

impedance インピーダンス計算のモードを選択するラジオボタン。
結果をスミスチャート上に出力します。

input node インピーダンスを計算する node 番号です。この node と GND 間のインピーダンスを計算します。

Z0 スミスチャートの規格化インピーダンス。(単位 : ohm)

frequency mode 計算する周波数範囲を設定します。
log モードとリニアモードがあります。

log mode log モードを選択するラジオボタンです。

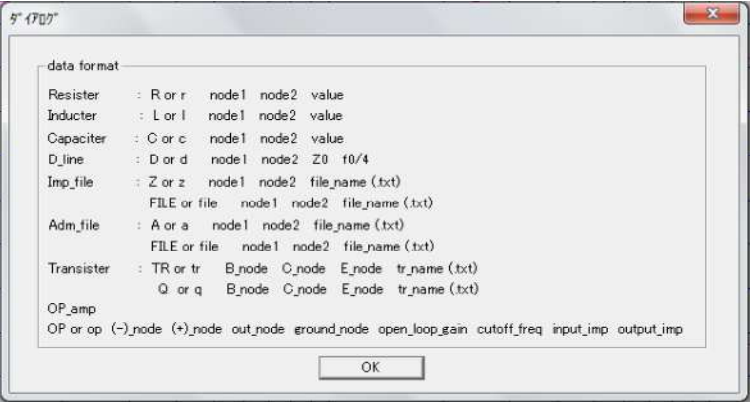
Low log モードで計算する周波数の数値を粗く設定するラジオボタン。
High log モードで計算する周波数の数値を細かく設定するラジオボタン。

start freq log モードの開始周波数。1000倍の周波数まで計算します。

Linear mode リニアモードを選択するラジオボタン。

start freq リニアモードの開始周波数。
end freq リニアモードの終了周波数。
step freq リニアモードのステップ周波数。

書式 下記のダイアログボックスが表示されます。



node1 / node2 回路素子が接続されている node の番号です。

node は 0 から始まる整数値の番号です。

注意 : GND の node 番号は 0 になります。GND 以外の node 番号は任意に割り付けることができますが、node 数が増えるほど計算量が増える為、連続した番号付けを推奨します。

オペアンプの書式

(-)node - 入力端子の node 番号
(+)node + 入力端子の node 番号
out_node 出力端子の node 番号
ground_node GND端子の node 番号 (0 に設定します)
open_loop_gain オープンループゲイン
cutoff_freq オープンループのカットオフ周波数 (単位 : Hz)
input_imp 入力端子の入力抵抗値 (単位 : ohm)
output_imp 出力端子の出力抵抗値 (単位 : ohm)

トランジスタの書式

B_node ベース端子の node 番号
C_node コレクタ端子の node 番号
E_node エミッタ端子の node 番号
tr_name (.txt) トランジスタのデータを記述しているデータファイルのファイル名

注意 : トランジスタのデータファイルはテキストファイルです。Hパラメータ、Sパラメータを記述したサンプルファイルがあります。

インピーダンスファイル / アドミッタンスファイル
インピーダンス or アドミッタンス データを記述したテキストファイルからデータを読み込みます。

分布定数線路の書式

Z0 線路の特性インピーダンス値 (単位 : ohm)
f0/4 線路長が波長の 1/4 になる周波数 (単位 : Hz)

ウィンドウ 複数の回路データの計算結果を並べて表示させるときに使用します。

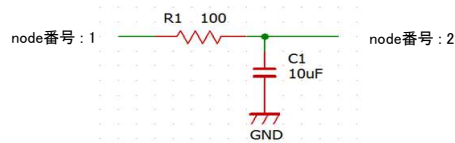
ヘルプ バージョン情報を表示します。

以下は、サンプルファイル CR.txt の実行をとおして動作を説明します。

回路例 : CR フィルタ (カットオフ周波数 159Hz の1次ローパスフィルタ)

伝達関数計算モードで電圧利得の計算を行います。

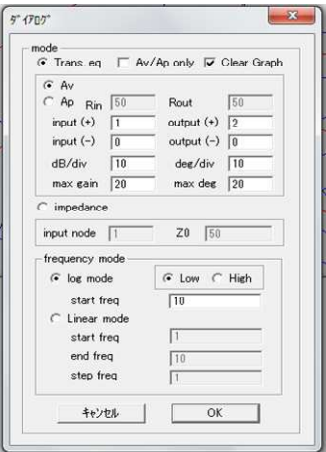
r 1 2 100 //R1 <- //以降のテキストはコメントとして扱われます。
c 2 0 10e-6 //C1



注意 : GND の node番号は 0 になります。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電圧利得計算モード
入力 node : 1
出力 node : 2

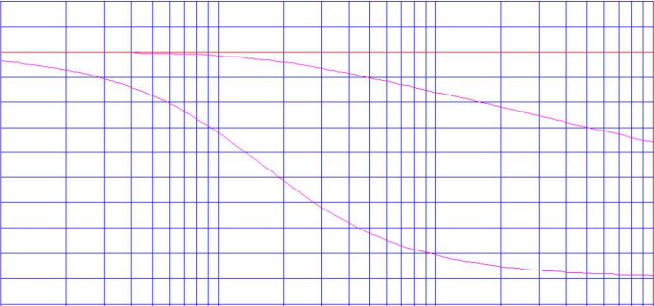
表示 : log モード (Low)
開始周波数 : 10Hz

利得の目盛間隔 : 10dB
利得の最大値 : 20dB

位相の目盛間隔 : 10度
位相の最大値 : 20度

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに結果が出力されます。
グラフ出力を印刷する機能はないので、PrintScreen によりスクリーンの全画面を取り込み、ペイントツールに読み込み、編集します。
また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。コピー&ペーストして編集します。



回路サンプルファイル一覧 (txt 省略)	
ATT_3dB	50ohm, 3dB ATT
CR	カットオフ周波数 159Hz の1次ローパスフィルタ
LC_BPF	30MHz LC BPF
opamp	Gain 20dB, カットオフ周波数 159Hz の1次ローパスフィルタ
opamp_LPF	Gain 30dB, カットオフ周波数 250Hz の5次ローパスフィルタ
opamp_HPF	Gain 15dB, カットオフ周波数 250Hz の5次ハイパスフィルタ
LPF_多重帰還型	Gain 14dB, カットオフ周波数 250Hz の3次ローパスフィルタ
opamp_2K_BT	Gain 0dB, カットオフ周波数 2KHz の3次ローパスフィルタ
opamp_10K_BT	Gain 0dB, カットオフ周波数 10KHz の3次ローパスフィルタ
H_tramp	低周波トランジスタアンプ (Hパラメータを使用した例)
2sc3356_amp	高周波トランジスタアンプ(Sパラメータを使用した例1)
2sc4226_amp	高周波トランジスタアンプ(Sパラメータを使用した例2)
imp_file	インピーダンスファイル使用例
LC_matching	460MHz, 6ohm-50ohm LCインピーダンス整合
データファイル一覧 (txt 省略)	
tr200	HFE=200, トランジスタ
test_z	インピーダンスファイル
2sc3356	Sパラメータ, トランジスタ
2sc4226	Sパラメータ, トランジスタ

電力利得を計算する回路データについて、サンプルファイル ATT_3dB.txt をととして動作を説明します。

回路例：50ohm, 3dB ATT

伝達関数計算モードで電力利得の計算を行います。

```

r 1 2 50      <- 入力信号源のインピーダンス Rin : 50ohm
r 2 0 270
r 2 3 18
r 3 0 270
r 3 0 50      <- 出力の負荷インピーダンス Rout : 50ohm

```

注意：電力利得を計算するには、信号源インピーダンス R_{in} と負荷のインピーダンス R_{out} を回路データの中に記述します。

Rin、Rout は任意の数値を設定することができます。Rin = Rout の制限はありません。
Rin は 入力 node に直列に接続します。また、Rout は出力 node と GND の間に接続します。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。

mode

☒ Trans. eq ☒ Av/Ap only ☒ Clear Graph

☐ Av

☒ Ap Rin Rout

input (+) output (+)

input (-) output (-)

dB/div deg/div

max gain max deg

☐ impedance

input node Z0

frequency mode

☐ log mode ☒ Low ☐ High

start freq

☒ Linear mode

start freq

end freq

step freq

キャンセル OK

下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算): 電力利得計算モード
 入力 node : 1
 出力 node : 3

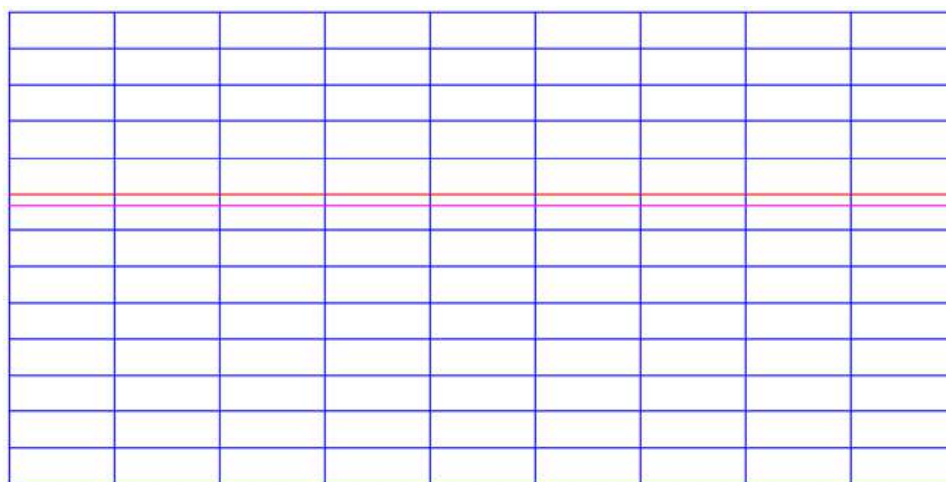
表示：リニアモード
開始周波数：1KHz
終了周波数：10KHz
ステップ周波数：1KHz

利得計算のみ

利得の目盛間隔：10dB
利得の最大値：50dB

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに結果が出力されます。
また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



3dB ATT回路の入力インピーダンスの計算

下図のように実行ダイアログボックスを設定して、インピーダンス計算モードを実行します。

ダイアログボックスのスクリーンショット。モード設定は以下の通りです。

mode	
<input type="radio"/> Trans. eq	<input checked="" type="checkbox"/> Av/Ap only
<input checked="" type="checkbox"/> Clear Graph	
<input type="radio"/> Av	
<input checked="" type="radio"/> Ap	Rin: 50
input (+)	1
input (-)	0
dB/div	10
max gain	50
Rout	50
output (+)	3
output (-)	0
deg/div	40
max deg	200

☒ impedance

input node: 2 Z0: 50

frequency mode

☐ log mode ☒ Low ☐ High

start freq: 10

☒ Linear mode

start freq: 1000

end freq: 10000

step freq: 1000

キャンセル OK

下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード

入力 node : 2

規格化インピーダンス : 50ohm

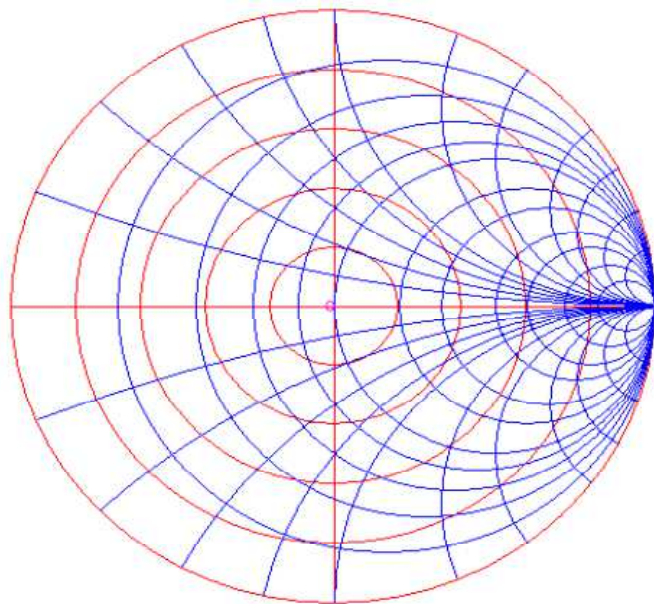
表示 : リニアモード

開始周波数 : 1KHz

終了周波数 : 10KHz

ステップ周波数 : 1KHz

OKボタンを押すとスミスチャート上に計算結果が出力されます。



Msim の使い方(3)

オペアンプを使用した回路を opamp.txt を例に動作を説明します。

回路例 : Gain 20dB, カットオフ周波数 159Hz の1次ローパスフィルタ

伝達関数計算モードで電圧利得の計算を行います。

```
r 1 2 1000
```

```
r 2 3 10000
```

```
c 2 3 0.1e-6
```

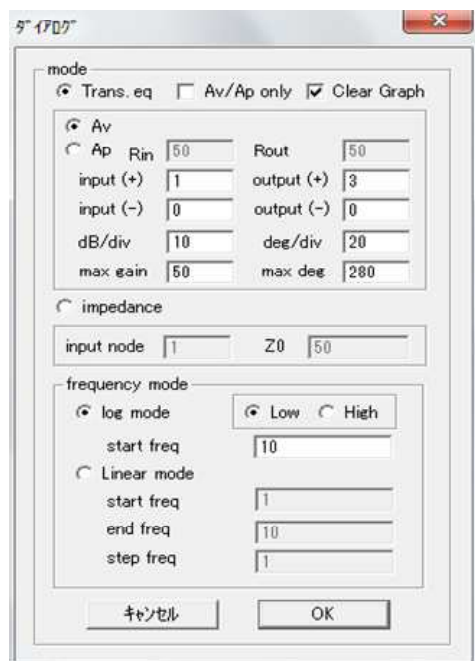
```
op 2 0 3 0 1e5 10 1e7 10
```

← オペアンプ : ゲイン 100000倍、カットオフ 10Hz、Rin 10Mohm、Rout 10ohm

注意 : 理想オペアンプとみなせる数値を設定します。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電圧利得計算モード

入力 node : 1

出力 node : 3

表示 : log モード (Low)

開始周波数 : 10Hz

利得の目盛間隔 : 10dB

利得の最大値 : 50dB

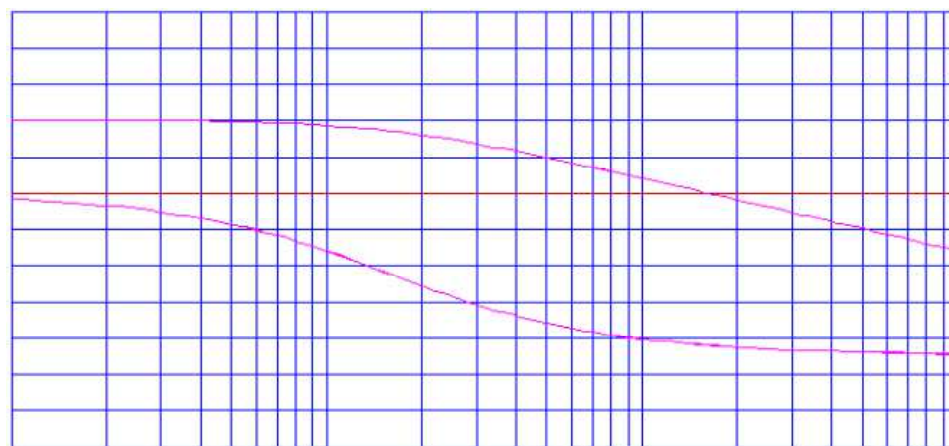
位相の目盛間隔 : 20度

位相の最大値 : 280度

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに結果が出力されます。

また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



次にオペアンプが縦続に接続された場合の回路を opamp_LPF.txt を例に動作を説明します。

回路例 : Gain 30dB, カットオフ周波数 250Hz の5次ローパスフィルタ

伝達関数計算モードで電圧利得の計算を行います。

```
r 1 2 150e3          1段目 :
c 2 0 0.01e-6        入力 node : 1
r 2 3 150e3          出力 node : 2
c 3 4 560e-12
r 2 4 1e6
op 3 0 4 0 1e5 100 1e6 10
r 4 5 15000          2段目 :
c 5 0 0.068e-6        入力 node : 4
r 5 6 100000          出力 node : 8
c 6 0 0.033e-6
r 6 7 330000
c 7 8 56e-12
r 6 8 560e3
op 7 0 8 0 1e5 100 1e6 10
```

全体の特性を計算するには、入力 node 1、出力 node 8 と設定します。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

注意 : 機能制限がかかっている場合は、設定データのリストを削除して実行して下さい。

ダイアログ

mode

☒ Trans. eq ☒ Av/Ap only ☒ Clear Graph

☒ Av

input (+) 1 input (-) 0

output (+) 8 output (-) 0

dB/div 10 deg/div 20

max gain 50 max deg 280

☐ Ap Rin 50 Rout 50

☐ impedance

input node 1 Z0 50

frequency mode

☒ log mode ☐ Low ☐ High

start freq 10

☐ Linear mode

start freq 1

end freq 10

step freq 1

キャンセル OK

下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電圧利得計算モード

入力 node : 1

出力 node : 8

表示 : log モード (Low)

開始周波数 : 10Hz

利得計算のみ

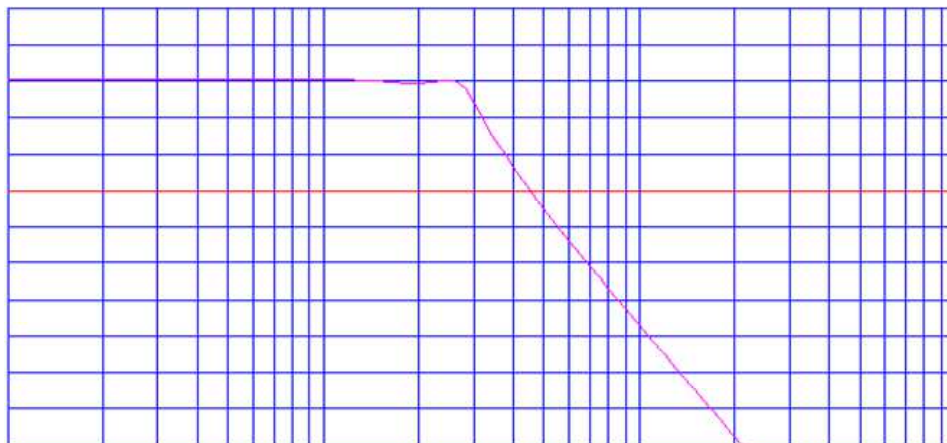
利得の目盛間隔 : 10dB

利得の最大値 : 50dB

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに結果が出力されます。

また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



次に、1段目の特性を計算させます。

5*1707*

mode

☒ Trans. eq ☒ Av/Ap only ☐ Clear Graph

☒ Av

☐ Ap Rin 50 Rout 50

input (+) 1 output (+) 4

input (-) 0 output (-) 0

dB/div 10 deg/div 20

max gain 50 max deg 280

☐ impedance

input node 1 Z0 50

frequency mode

☒ log mode ☒ Low ☐ High

start freq 10

☐ Linear mode

start freq 1

end freq 10

step freq 1

キャンセル OK

下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算): 電圧利得計算モード

入力 node : 1

出力 node : 4

表示 : log モード (Low)

開始周波数 : 10Hz

利得計算のみ

グラフをクリアせず上書きする

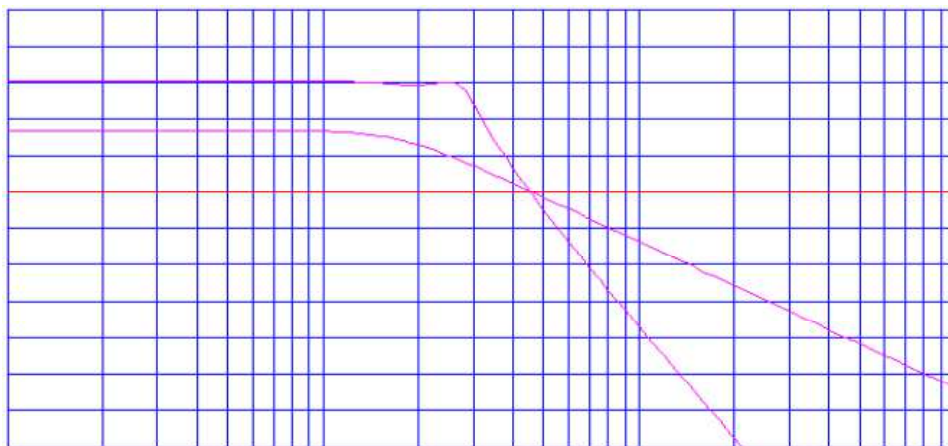
利得の目盛間隔 : 10dB

利得の最大値 : 50dB

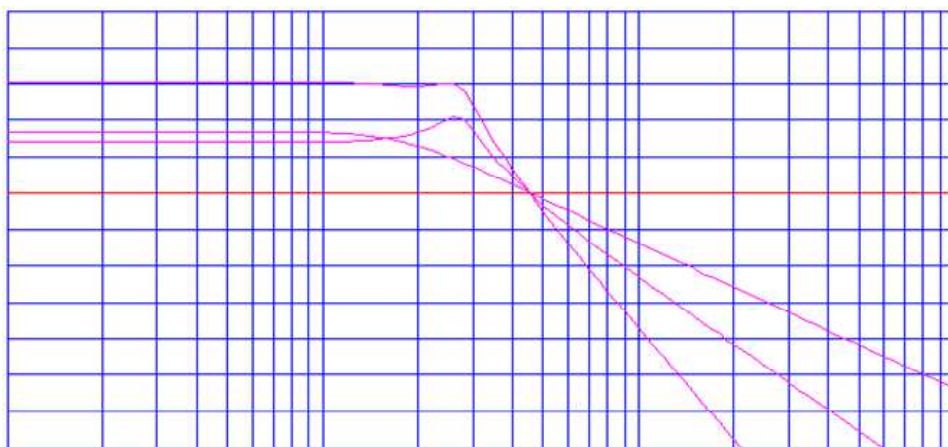
OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに結果が上書き出力されます。

また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



2段目の特性を同様に計算させると下図のように結果が上書き出力されます。



Msim の使い方(4)

高周波回路の計算例として LC_BPF.txt を通して動作を説明します。

回路例 : 30MHz LC BPF

伝達関数計算モードで電力利得の計算を行います。

```
r 1 2 50          <- 入力信号源のインピーダンス Rin : 50ohm
c 2 3 39e-12
c 3 4 120e-12
l 4 5 1e-6
c 5 0 180e-12
l 5 0 0.22e-6
l 5 6 0.22e-6
r 6 0 50          <- 出力の負荷インピーダンス Rout : 50ohm
```

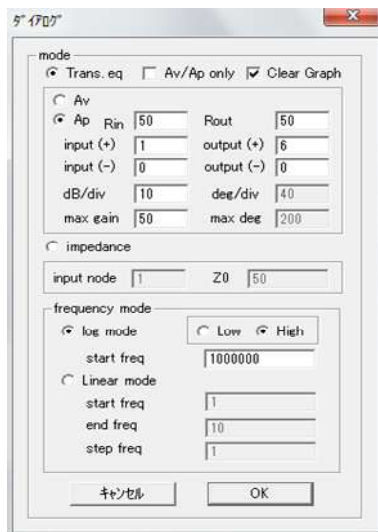
注意 : 電力利得を計算するには、信号源インピーダンス Rin と負荷のインピーダンス Rout を回路データの中に記述します。

Rin、Rout は任意の数値を設定することができます。Rin = Rout の制限はありません。
Rin は 入力 node に直列に接続します。また、Rout は出力 node と GND の間に接続します。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

注意 : 機能制限がかかっている場合は、設定データのリストを削除して実行して下さい。

下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電力利得計算モード
入力 node : 1
出力 node : 6

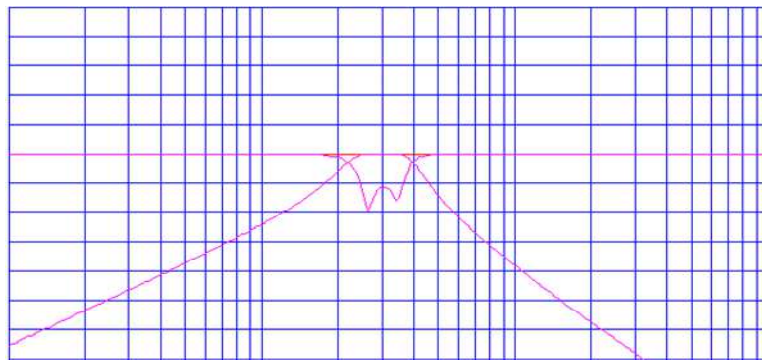
表示 : log モード (High)
開始周波数 : 1MHz
終了周波数 : 1GHz

利得の目盛間隔 : 10dB
利得の最大値 : 50dB

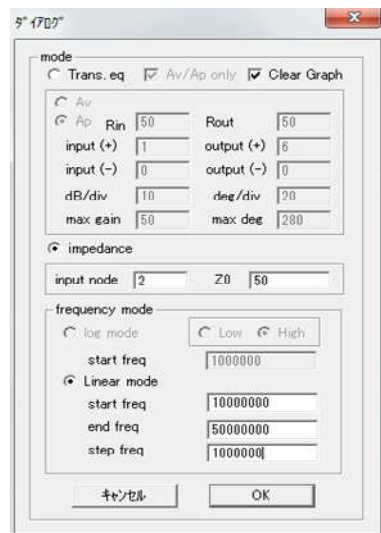
電力利得と入力側リターンロスを表示

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに電力利得と入力側リターンロスの計算結果が出力されます。
また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



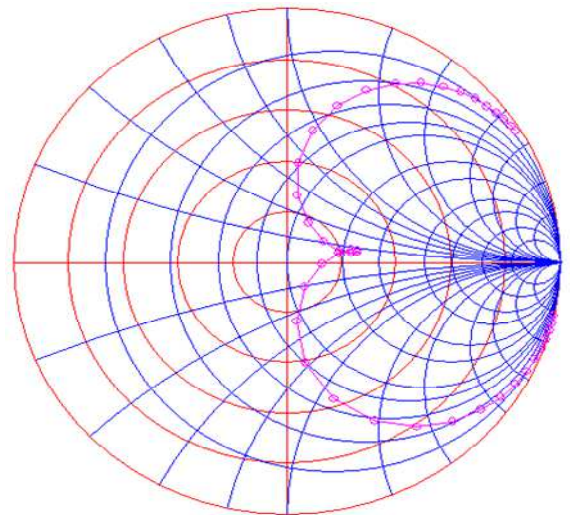
次に入力インピーダンスを計算します。



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 2
規格化インピーダンス : 50ohm

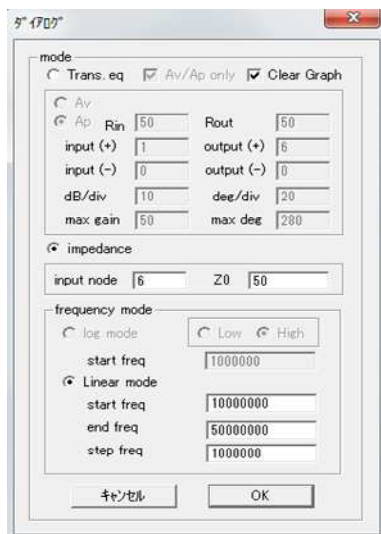
表示 : リニアモード
開始周波数 : 10MHz
終了周波数 : 50MHz
ステップ周波数 : 1MHz



次に出力インピーダンスを計算します。

下記のように回路データを編集して実行します。

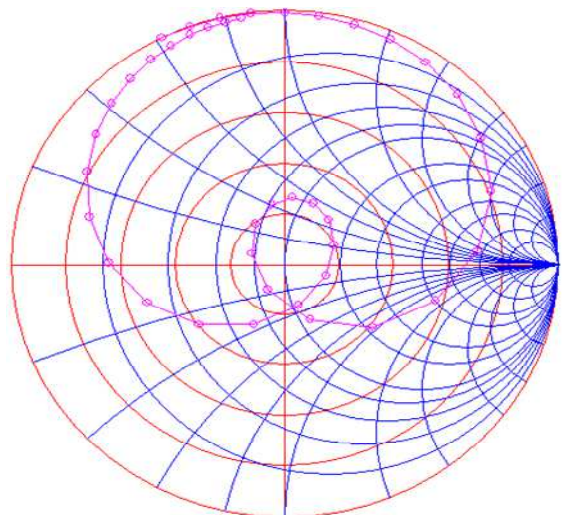
```
r 1 0 0.1      <- 0.1ohm で入力node を GND に接続する。
r 1 2 50
c 2 3 39e-12
c 3 4 120e-12
l 4 5 1e-6
c 5 0 180e-12
l 5 0 0.22e-6
l 5 6 0.22e-6
//r 6 0 50     <- 出力の負荷をコメントアウトする。
```



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 6
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 10MHz
終了周波数 : 50MHz
ステップ周波数 : 1MHz



Msim の使い方(5)

高周波インピーダンス整合回路の計算例として LC_matching.txt を通して動作を説明します。

回路例 : 460MHz, 6ohm-50ohm LCインピーダンス整合

伝達関数計算モードで電力利得の計算を行います。

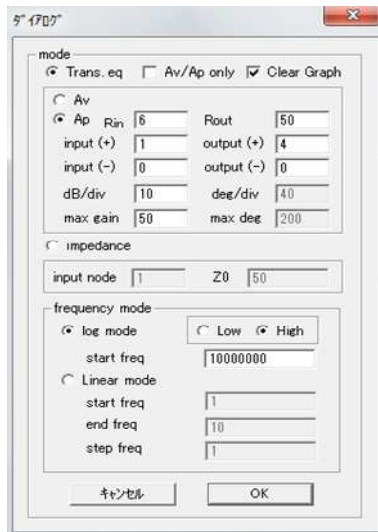
```
r 1 2 6          <- 入力信号源のインピーダンス Rin : 6ohm
l 2 3 6e-9
c 3 0 15e-12
c 3 4 15e-12
r 4 0 50         <- 出力の負荷インピーダンス Rout : 50ohm
```

注意 : 電力利得を計算するには、信号源インピーダンス Rin と負荷のインピーダンス Rout を回路データの中に記述します。

Rin、Rout は任意の数値を設定することができます。Rin = Rout の制限はありません。
Rin は 入力 node に直列に接続します。また、Rout は出力 node と GND の間に接続します。

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログボックスが表示されます。

下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電力利得計算モード
入力 node : 1
出力 node : 4

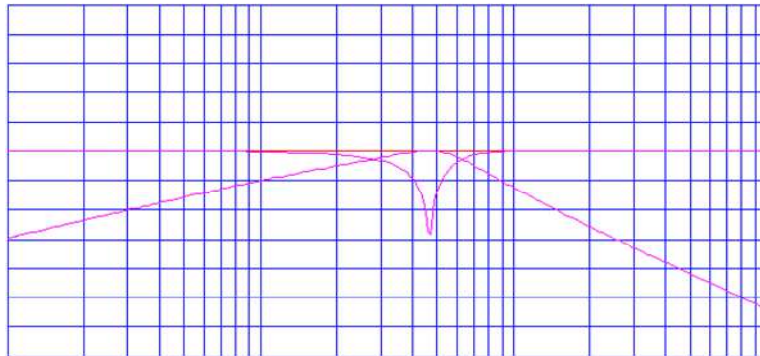
表示 : log モード (High)
開始周波数 : 10MHz
終了周波数 : 10GHz

利得の目盛間隔 : 10dB
利得の最大値 : 50dB

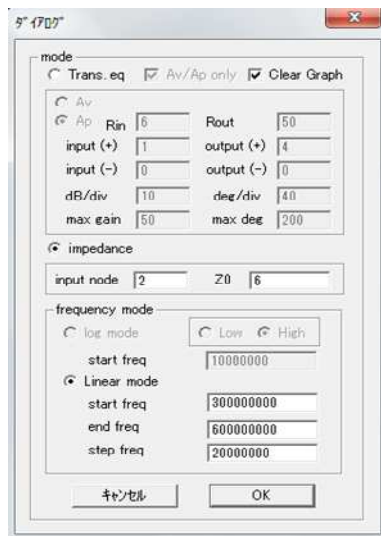
電力利得と入力側リターンロスを表示

OK ボタンを押すと計算を開始します。

グラフを表示するウィンドウに電力利得と入力側リターンロスの計算結果が出力されます。
また、計算された数値はテキストを表示するウィンドウに出力されます。



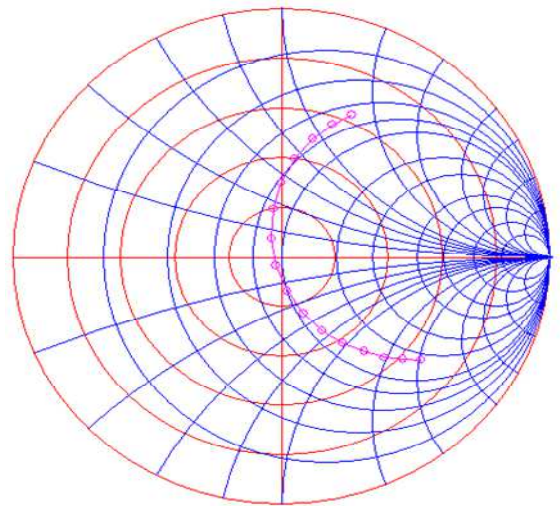
次に入ラインピーダンスを計算します。



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 2
規格化インピーダンス : 6ohm

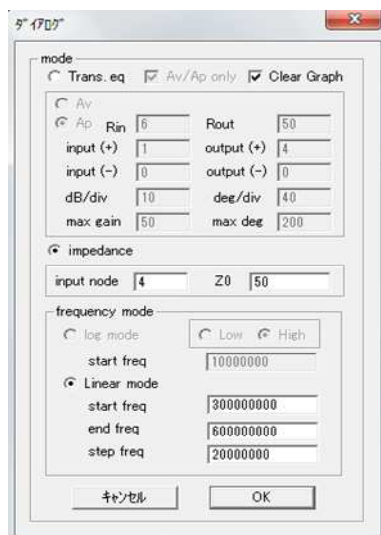
表示 : リニアモード
開始周波数 : 300MHz
終了周波数 : 600MHz
ステップ周波数 : 20MHz



次に出ラインピーダンスを計算します。

下記のように回路データを編集して実行します。

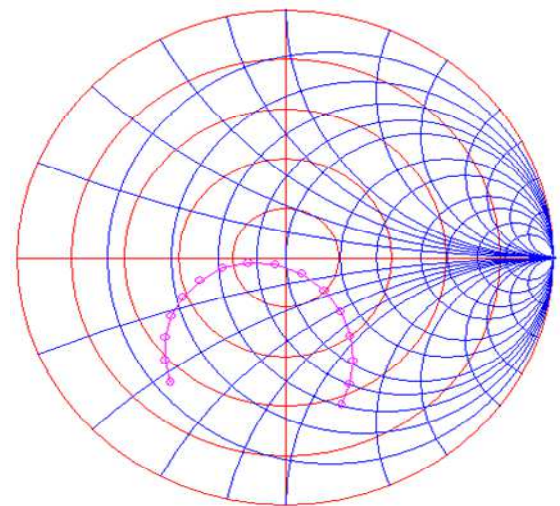
```
r 1 0 0.1      <- 0.1ohm で入力node を GND に接続する。  
r 1 2 6  
l 2 3 6e-9  
c 3 0 15e-12  
c 3 4 15e-12  
//r 4 0 50     <- 出力の負荷をコメントアウトする。
```



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 4
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 300MHz
終了周波数 : 600MHz
ステップ周波数 : 20MHz



Msim の使い方(6)

インピーダンスファイルの使用例を imp_file.txt を通して動作を説明します。

回路例：インピーダンスファイル使用例

インピーダンス計算モードでインピーダンスの計算を行います。

z 1 0 test_z <- test_z.txt インピーダンスファイルの読み込み

test_z.txt のデータは下記のように記述します。

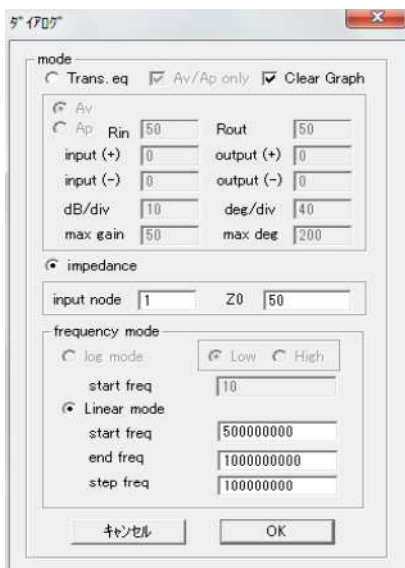
TEST Z 6	<- データ名, Z, データ数
5e8 24.4 -165.2	<- 周波数 (Hz), インピーダンスの実部 (単位: ohm), インピーダンスの虚部 (単位: ohm)
6e8 22 -147	
7e8 19 -127	データ名は空白のない文字列で任意に付けることができます。
8e8 16 -106	Z はインピーダンスファイルを識別する記号です。
9e8 13 -84	以降にデータ数に指定されたインピーダンスデータを記述します。
1e9 11.2 -58.7	

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログが表示されます。



ファイルから読み込んだデータから計算可能な周波数の範囲を表示します。

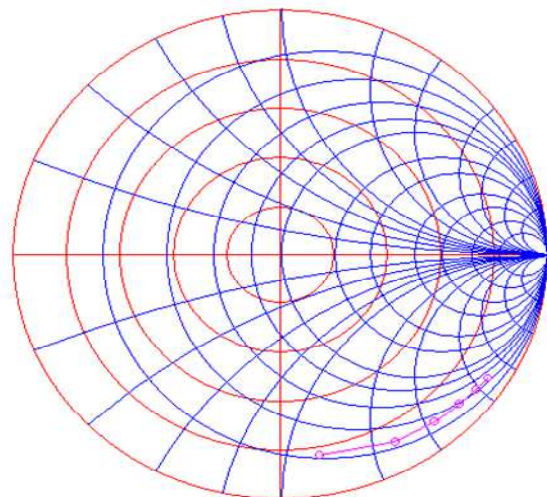
OKボタンを押すと、下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 1
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 500MHz
終了周波数 : 1GHz
ステップ周波数 : 100MHz



Msim の使い方(7)

低周波回路用のトランジスタの使用例を H_tramp.txt を通して動作を説明します。

回路例：低周波トランジスタアンプ (Hパラメータを使用した例)

伝達関数計算モードで電圧利得の計算を行います。

```
tr 1 2 0 tr200      <- tr200.txt : HFE=200, トランジスタファイルの読み込み
r 2 0 1000          負荷 R : 1Kohm
c 2 0 1e-6           負荷 C : 1uF
```

tr200.txt のデータは下記のように記述します。

```
TR200 H 9
1      3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
10     3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
100    3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
1000   3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
10000  3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
100000 3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
1000000 3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
10000000 3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
100000000 3000 0 1e-6 0 200 0 1e-6 0
```

<- データ名, H, データ数
<- 周波数 (Hz), H定数データ (H11, H12, H21, H22 : 実部, 虚部)

データ名は空白のない文字列で任意に付けることができます。
H はH定数ファイルを識別する記号です。
以降にデータ数に指定されたH定数データを記述します。

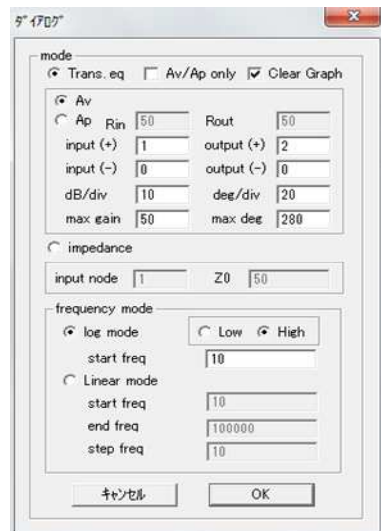
tr200.txt はエミッタ接地, Hfe=200, Hie=3Kohm, Hre=1e-6, Hfe=1e-6 のトランジスタを記述しています。
周波数の範囲：1Hz から 100MHz

メニューの実行を選択すると、下記のダイアログが表示されます。



ファイルから読み込んだデータから計算可能な周波数の範囲を表示します。

OKボタンを押すと、下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



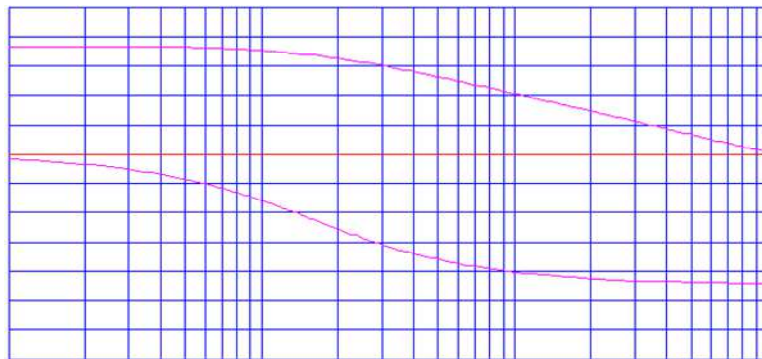
下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電圧利得計算モード
入力 node : 1
出力 node : 2

表示 : log モード (High)
開始周波数 : 10Hz

利得の目盛間隔 : 10dB
利得の最大値 : 50dB

位相の目盛間隔 : 20度
位相の最大値 : 280度



エミッタ接地, Hfe=200, Hie=3Kohm, RL=1Kohm の電圧利得は

電圧利得 = $Hfe \cdot RL / Hie = 200 \cdot 1000 / 3000 = 66.67 = 36.5\text{dB}$

Msim の使い方(8)

高周波回路ではシミュレーションの結果と実際の回路の特性が一致しないことが多く、回路定数の調整を行うことになります。特に高周波フィルタ回路では、実際の特性が設計値とおりにならず、部品の数値を調整することが必要になります。

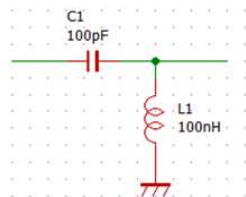
Msim は回路データをテキスト形式で入力している為、ユニークな回路編集が可能になっています。以下では、インピーダンス整合の調整作業を通して動作を説明します。

回路例：下記のフィルタのインピーダンス整合の調整

入力インピーダンスを測定： →

設計値：50ohm @ 100MHz
実測値：90ohm @ 100MHz

入力インピーダンスを調整する。



フィルタ回路の一部

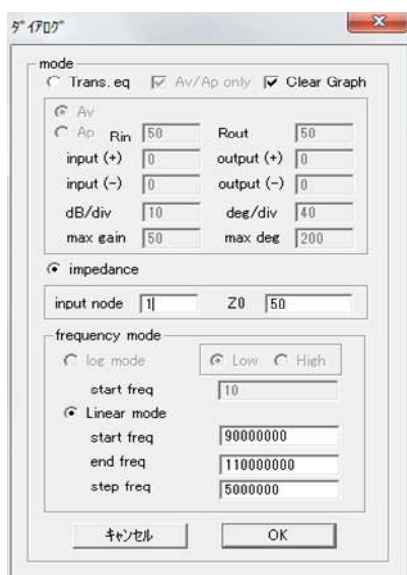
L1 から右側のインピーダンスを計算して、入力インピーダンスが 50ohm になるように L1 と C1 の数値を調整する。

調整値 C1 : 33pF
L1 : 68nH

回路データに実測値：90ohm を入力

r 1 0 90

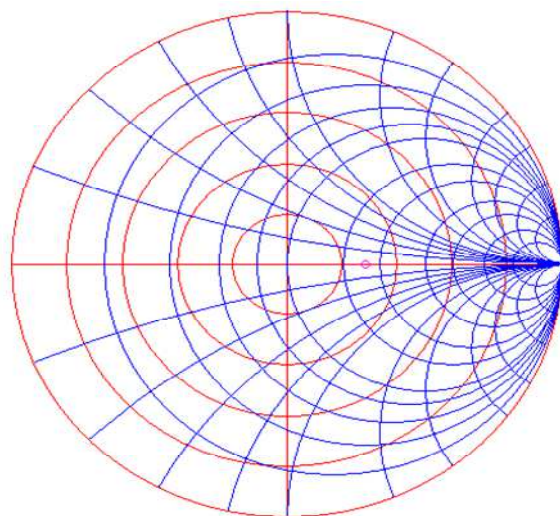
下記のように設定して実行します。



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 1
規格化インピーダンス : 50ohm

表示：リニアモード
開始周波数：90MHz
終了周波数：110MHz
ステップ周波数：5MHz



インピーダンス 90ohm を表示する。

回路データに下記のように追記して、L1 から右側のインピーダンスを計算する。

r 1 0 90

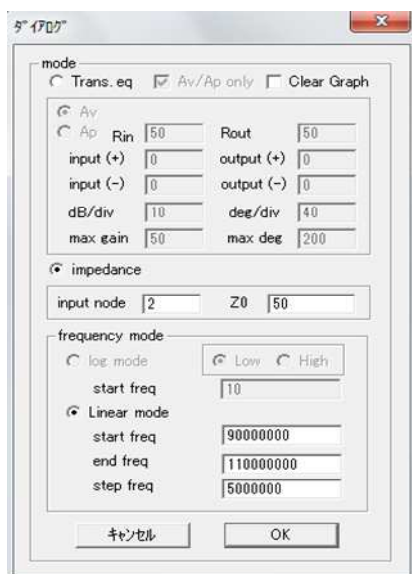
c 1 2 -100e-12

l 2 0 -100e-9

<- C1 のマイナスの数値を入力：-100pF

<- L1 のマイナスの数値を入力：-100nH

下記のように設定して実行します。

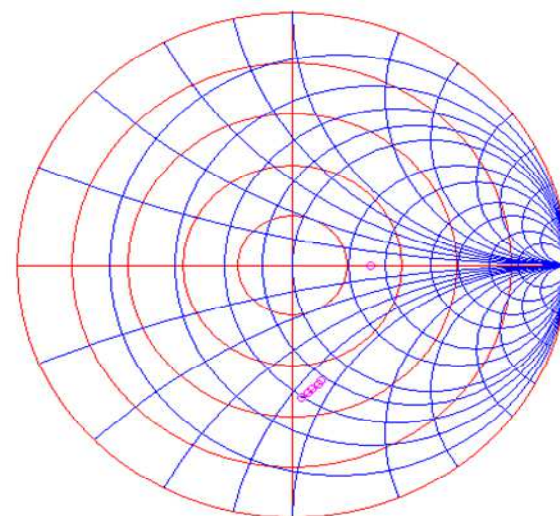


下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 2
規格化インピーダンス : 50ohm

表示：リニアモード
開始周波数：90MHz
終了周波数：110MHz
ステップ周波数：5MHz

グラフをクリアせず上書きする

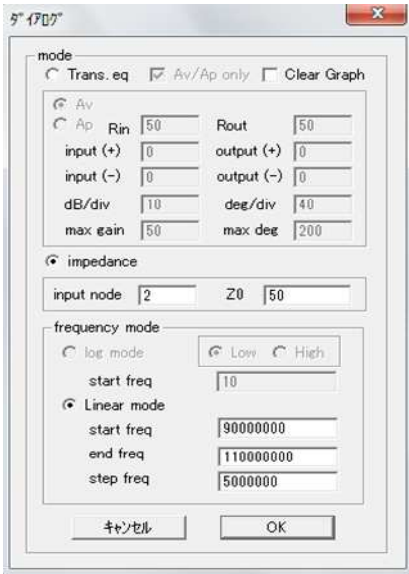


L1 から右側のインピーダンスを上書き。

node 2 と GND の間に L = 68nH を追加する。(インピーダンスが 50ohm 定抵抗円上になるような数値に調整する)

```
r 1 0 90
c 1 2 -100e-12
l 2 0 -100e-9
l 2 0 68e-9      <- L1 の調整値 : 68nH
```

下記のように設定して実行します。

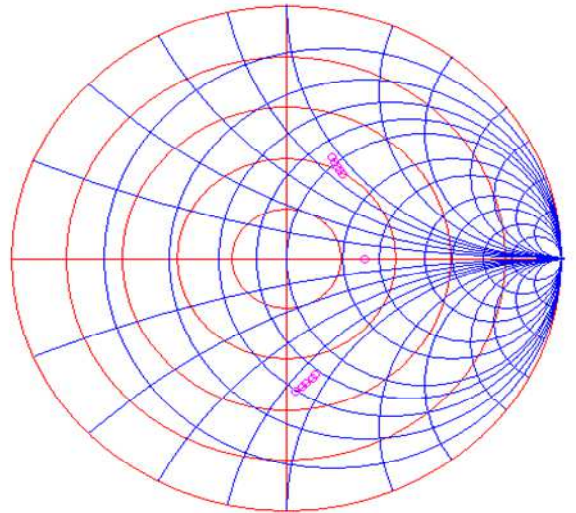


下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 2
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 90MHz
終了周波数 : 110MHz
ステップ周波数 : 5MHz

グラフをクリアせず上書きする

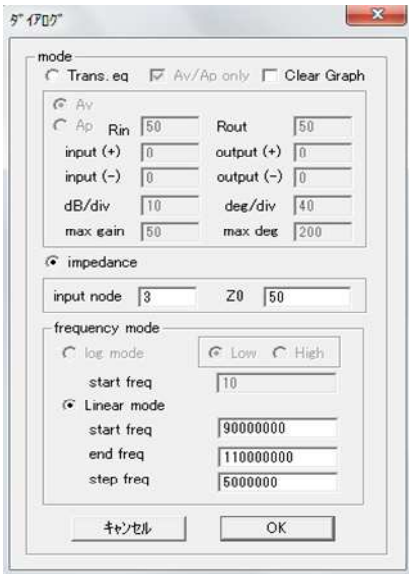


インピーダンスが 50ohm 定抵抗円の上にある。

続いて、下記のように C1 に相当する C = 33pF を追加する。(インピーダンスが 50ohm になるような数値に調整する)

```
r 1 0 90
c 1 2 -100e-12
l 2 0 -100e-9
l 2 0 68e-9
c 2 3 33e-12      <- C1 の調整値 : 33pF
```

下記のように設定して実行します。

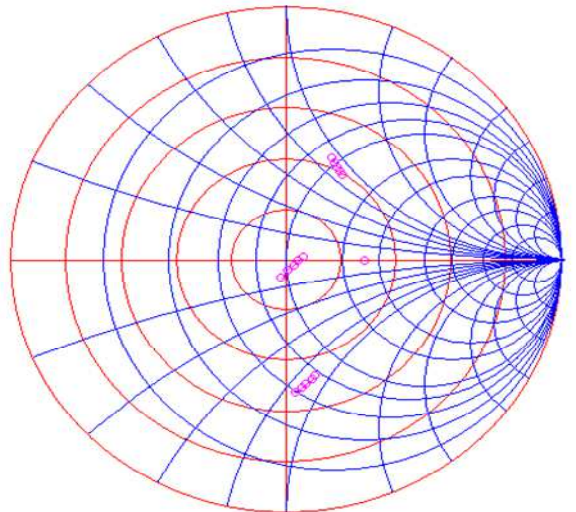


下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 3
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 90MHz
終了周波数 : 110MHz
ステップ周波数 : 5MHz

グラフをクリアせず上書きする



インピーダンスが 50ohm に調整されている。

注意 : Msim では回路データにマイナスの数値を設定することができます。

Msim の使い方(9)

高周波回路用のトランジスタの使用例を 2sc3356_amp.txt を通して動作を説明します。

回路例：高周波トランジスタアンプ(Sパラメータを使用した例1)

伝達関数計算モードで電力利得の計算を行います。

```
r 1 2 50          <- 入力信号源のインピーダンス Rin : 50ohm
l 2 0 5e-9
c 2 3 3e-12
tr 3 4 0 2sc3356  <- 2sc3356.txt : トランジスタファイルの読み込み
l 4 0 7e-9
c 4 5 3e-12
r 5 0 50          <- 出力の負荷インピーダンス Rout : 50ohm
```

2sc3356.txt のデータは下記のように記述します。

```
2SC3356 S 10          <- データ名, S, データ数
//
//      S11      S12      S21      S22
//      abs deg  abs deg  abs deg  abs deg
//
2e+8 .651 -69.3 .051 59.2 10.616 129.3 .735 -28.1 <- 周波数 (Hz), S定数データ (S11, S12, S21, S22 : 絶対値、角度)
4e+8 .467 -113.3 .071 54.4 6.856 104.4 .55 -34.1
6e+8 .391 -139.3 .086 56 4.852 90.9 .468 -33.9
8e+8 .36 -159.2 .101 59.1 3.802 81.2 .426 -33.6
1e+9 .36 -176.9 .118 61 3.098 72.9 .397 -35.7
1.2e+9 .361 172.7 .137 63.5 2.646 67.3 .373 -38.3
1.4e+9 .381 160.3 .157 63.3 2.298 59.3 .36 -43
1.6e+9 .398 152.2 .18 64.1 2.071 55.2 .337 -45.9
1.8e+9 .423 143.3 .203 63.7 1.836 49 .32 -52.3
2e+9 .445 137.6 .22 64.7 1.689 46.2 .302 -52.2
```

データ名は空白のない文字列で任意に付けることができます。
S はS定数ファイルを識別する記号です。
以降にデータ数に指定されたS定数データを記述します。

2sc3356.txt はエミッタ接地, 2SC3356 トランジスタデータを記述しています。
周波数の範囲：200MHz から 2GHz

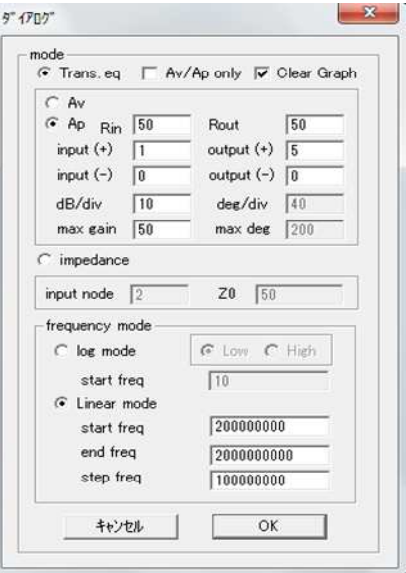
メニューの実行を選択すると、下記のダイアログが表示されます。

注意：機能制限がかかっている場合は、設定データのリストを削除して実行して下さい。



ファイルから読み込んだデータから計算可能な周波数の範囲を表示します。

OKボタンを押すと、下図のように回路データに追記されている設定データが読み込まれます。



下記のモードが選択されています。

Trans.eq (伝達関数計算) : 電力利得計算モード

入力 node : 1

出力 node : 5

表示 : リニアモード

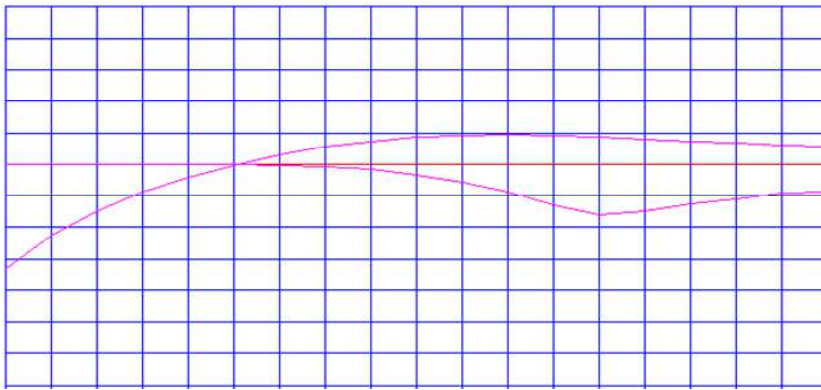
開始周波数 : 200MHz

終了周波数 : 2GHz

利得の目盛間隔 : 10dB

利得の最大値 : 50dB

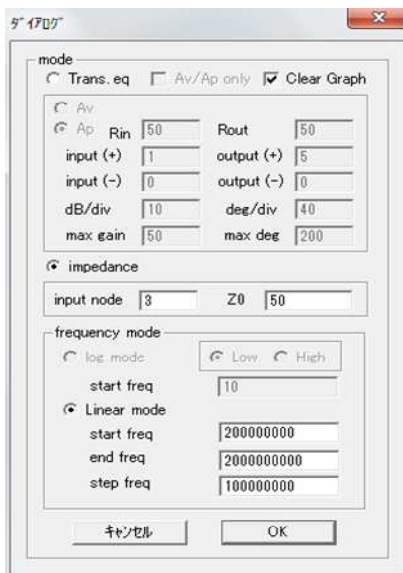
電力利得と入力側リターンロスを表示



次にトランジスタの入力端子から見たインピーダンスを計算します。

回路データを下記のように編集して実行します。

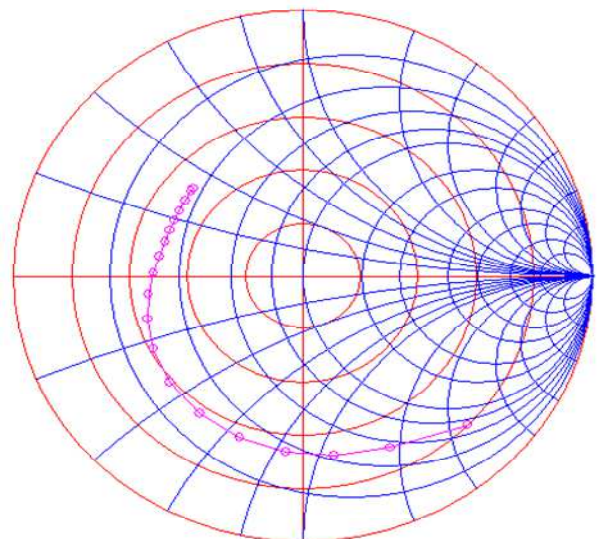
```
//r 1 2 50      <- コメントアウト
//l 2 0 5e-9    <- コメントアウト
//c 2 3 3e-12   <- コメントアウト
tr 3 4 0 2sc3356
l 4 0 7e-9
c 4 5 3e-12
r 5 0 50
```



下記のモードが選択されています。

インピーダンス計算モード
入力 node : 3
規格化インピーダンス : 50ohm

表示 : リニアモード
開始周波数 : 200MHz
終了周波数 : 2GHz
ステップ周波数 : 100MHz



トランジスタの入力端子から見たインピーダンスが表示されます。
これを S 定数では S11 と表記します。
 $|S11| < 1$ であれば回路は安定していると判定されます。

注意：
高周波アンプの計算結果は、様々な要因により実際の測定値と異なることが多く、設計の初期検討に使用することを推奨します。