

✦ SPICEとは？

SPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)は、カリフォルニア大学で開発された回路解析を行うシミュレータです。その後開発が進み現在SPICEに限らず電子回路シミュレータにはいろいろな種類がありますが、杉本研究室ではSYNOPTIS社のHspiceというものをNTT-ATを通して購入し、使用しています。

HSPICEは、回路図を直接絵を描くように入力するのではなく、解析したい回路図から自分で素子の名前やノードの名前を決めて、その接続状態をテキスト形式でファイルに入力します。そして出来上がったファイルには回路図の情報だけでなく、細かい解析方法などの命令文を書いておき、それらの指定通りにプログラムが解析を行ってくれるわけです。

✦ シミュレーション

SPICEを用いたシミュレーションは大きく分けて以下の3つがあります。

1. DC解析

回路の直流的な動作を調べる。通常回路設計の初期段階での動作点を決めるときに用いる。実際には単独のシミュレーションでDC解析を使うことは少ないかもしれません。

2. AC解析

回路の交流信号に対する振る舞いを調べる。回路の利得や位相、極や零点などの周波数特性を知りたいときに使用します。

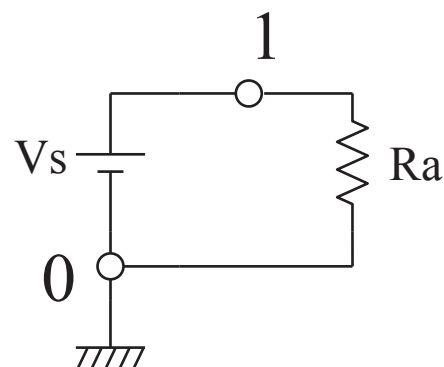
3. トランジェント解析

回路の時間軸に対する応答を調べる。回路内のすべてのノードの時間変化に対する応答を調べることができ、回路の動作を知りたいときに使用します。

✦ 解析例

何はともあれ、具体的にどうやって解析していくか見ていきましょう。以下に簡単な回路解析の例を示します。

1行目	*** ex1. sp ***
2行目	.options post
3行目	
4行目	Vs 1 0
5行目	Ra 1 0 1k
6行目	
7行目	.dc Vs 0 5 0.1
8行目	.probe i(Ra)
9行目	.end
10行目	



左の図のようなテキストデータをEmacsなどのテキストエディタを用いて打ち込みます。左上のテキストデータの場合、回路図のイメージは右のような図となります。

以下、各行ごとにどのような意味を持つか解説していきます。

1行目：

SPICEファイルでは1行目は、SPICE命令を書いても意味をなしません。

1行目は、そのSPICEファイルが何を解析するものなのかを記したりして、自分で分かりやすいように使ってください。尚、先頭が*(アスタリスク)で始まる行は、SPICEファイルではコメント行として扱われ、SPICEをかける時には無視されます。

2行目：

この行はおまじないと思って、必ず記入してください。更に高度な解析を行うにはいくつか追加するオプションがあります。

3行目：

空行です。空行は意味をなしません。ファイルが大きくなってきた時には空行を入れるなりして、意味のあるブロックごとに分けてSPICEファイルが見にくくならないように気をつけましょう。

更にコメント行を挿入して何をしているのか記しておく、後で見た時に分かり易いです。

4行目：

Vで始まる行は電圧源を表します。Vの次にアルファベットもしくは英数字を書いてユニークな電圧源の名前をつけます(例の場合Vs)。その次の 1 0 はノード1と0の間にVsがあることを意味します。慣例として電圧の高いほうを先に書きます(例では1のほうが0より電圧が高いので1を先に書く)。また、0はSPICEファイルでは接地を表すので、電圧のあるノードで0を使わないでください。

5行目：

Rで始まる行は抵抗を表します。Rの次にアルファベットもしくは英数字を書いてユニークな抵抗の名前をつけます(例の場合Ra)。その次の 1 0 はノード1と0の間にRaがあることを意味します。慣例として電圧の高いほうを先に書きます(例では1のほうが0より電圧が高いので1を先に書く)。その次の1kは抵抗値を表します。

7行目：

このSPICEファイルをDC解析で解析することを示します。DC解析については、後で詳しく説明します。解析方法をSPICEファイルには必ず1つ記入しておいて下さい。

8行目：

この場合はRaに流れる電流を見たいので.probe行を用います。()の中は素子名を書きます。なお、電圧に関しては、すべてのノードの電圧が自動的に出力されますので、電圧のみが知りたいときは、この行は不要です。

9行目：

SPICEファイルの終わりであることを示します。

10行目：

必ず改行のみからなる行を、.end文の下につけてください。

以上が各行ごとの解説となります。

大事な部分は赤字にしましたが、もう一度まとめると、

1. SPICEファイルの1行目は何を書いても無効。
2. GND端子は必ず"0"。GND以外で"0"のノードを使わないこと。
3. ファイルの終わり(.end)の後ろは改行しておくこと。

ということです。くどいですが忘れないようにしてください。

※使用する素子について

SPICEで解析する際に使用する素子について説明します。

行の一番始めの文字は素子の種類を決定しています。その後の***の部分に自分で決めた名前を入れます。

なお、素子名は大文字・小文字の区別はありません。

☆線形素子

抵抗やキャパシタ、インダクタなどです。

・抵抗

R*** a b 'value'

・キャパシタ

C*** a b 'value'

・インダクタ

L*** a b 'value' R='value'

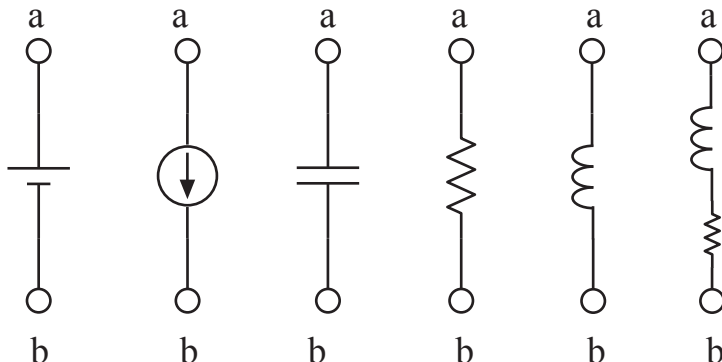
※寄生抵抗を指定しない場合は自動的に0Ωとなります。

・電流源

I*** a b 'value'

・電圧源(直流)

V*** a b 'value'



☆非線形素子

MOSトランジスタやバイポーラトランジスタなどです。

線形素子の場合は何をせずとも利用ができますが、トランジスタのような非線形素子を使用する場合、トランジスタのプロセッスルールの書かれたファイルをネットリストにインクルードする必要があります。

プロセッスルールには0.18umや65nmなど、種々のルールが存在しますが、ここではROHM社の0.18umプロセスのインクルードについて書きます。先ほどの解析例で言うと4行目の手前、オプションの行に以下の文を記述しましょう。

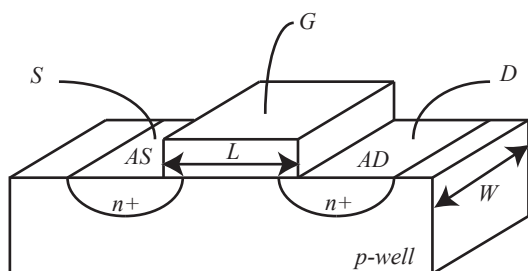
```
.....
.include '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.mdl'
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HNT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HPT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' NT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' PT
.....
```

これを記述すると、ネットリストの中でトランジスタを使うことが出来るようになります。

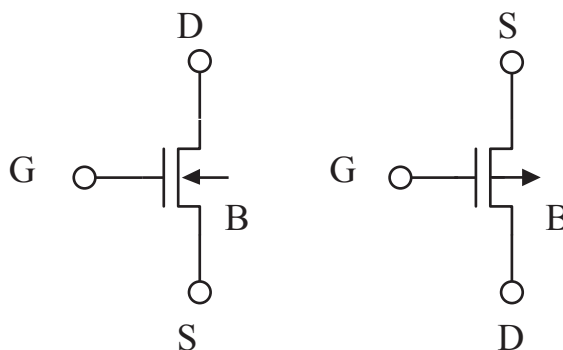
・MOSトランジスタ

M*** d g s b ch l=** w=** (ad=** as=** pd=** ps=**) m=**

l:ゲート長 w:ゲート幅 m:並列数(パラ数)
ad:ドレインの面積 pd:ドレインの周囲長 as:ソースの面積 ps:ソースの周囲長
※各領域の面積と周囲長は記述しなくてもOKです。



N-MOSトランジスタ



N-MOS

P-MOS

✦ 補助単位について

SPICEではミリやキロなどの補助単位が使えます。ただし**大文字と小文字の区別がない**ので注意が必要です。よく使うものとしては

f (femto)□	$\times 10^{-15}$	… f	k (kilo)□	$\times 10^3$	… k
p (pico)□	$\times 10^{-12}$	… p	M (Mega)□	$\times 10^6$	… x(meg)
n (nano)□	$\times 10^{-9}$	… n	G (Giga)□	$\times 10^9$	… g
u (micro)□	$\times 10^{-6}$	… u			
m (mili)□	$\times 10^{-3}$	… m			

などがあります。メガの'm'はミリのところで使われているので、'x'あるいは'meg'となります。間違えないよう気をつけましょう。

✦ 主な解析について

始めに述べた3つの解析方法について説明します。

・ DC解析

```
.dc Vin [start] [stop] [step]
```

DC解析は回路の直流動作を解析します。例えばある電源の電圧値を変化させていった時、各点の電圧、電流はどのように変化するかを知りたい時などに使用します。

DC解析を行うにはファイルに上のような.dc文を入れればいだけです。電圧源の初期値と最終値、刻み幅を指定します。ただしこの場合はVinという名前の電圧源をつくっておき、電圧値を指定しないで

```
Vin a b
```

のようにしておく必要があります。なお、電流源の場合も同様です。

・ AC解析

```
.ac dec [plot 数] [startfreq] [stopfreq]
```

AC解析は、回路の交流信号に対する動作を解析します。例えば増幅器の利得や位相の周波数特性を調べたり、フィルタの周波数特性を解析したりする時に使用します。

AC解析を行うにはDC解析と同様に.ac文を書きます。スタート周波数、ストップ周波数、decadeあたりのプロット数を指定します。また信号を入力する電源をつくっておく必要があります。

```
vin a b [offset] ac=[value]
```

とします。ここでoffsetは正弦波信号の中心電圧、valueは信号の振幅です。

・ トランジェント解析

```
.tran [step] [stop]
```

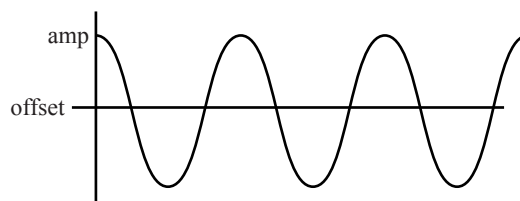
トランジェント解析は回路の時間に対する振る舞いを解析します。例えば入力に三角波を入力した時の出力や、パルスに対する時間的な応答などを調べる時に使用します。

トランジェント解析の場合も同様に.tran文を書きます。終了時間とステップ幅を指定します。また、トランジェント解析でも信号源をつくる必要がありますが、入力する波形を細かく指定することができます。ここでは正弦波と矩形波の書式を示します。

・正弦波

Vin a b sin(offset amp freq td phai theta)

offset □ 中心電圧 td 初期遅延時間
amp □ 振幅 phai 減衰率
freq □ 周波数 theta 初期位相



・矩形波

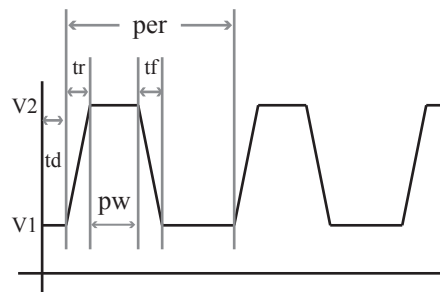
Vin n+ n- PULSE v1 v2 td tr tf pw per

PULSE パルス関数の予約語

n+ +接続ノード □ v1 パルスの初期電圧
n- -接続ノード □ v2 パルスの平坦値

td 最初の立ち上がり時間までの遅延時間
tr 立ち上り遅延時間
tf 立ち下り遅延時間

pw パルス幅
per 立ち上がり・立ち下りを含めたパルスの周期



キ オプションについて

SPICEファイルにはここまで述べてきた以外にもオプションとして書いておかなければならないものがあります。

.options post

解析結果をリストファイルに書き込むためのオプションです。 **これがないと波形を見ることができません。**

.probe il(mp1) i(R1)

素子に流れる電流を見るためのオプションです。抵抗やキャパシタなどの2端子の素子は単に"i(素子名)"でOKですが、トランジスタのような4端子の素子の流れる電流を知りたい場合はどの端子からどの端子へ流れるのか明示する必要があります。

例の場合の"il(素子名)"はドレインからソースへ流れる電流を調べます。通常はこれで十分でしょう。

また、**電圧については何も書かなくても勝手に出力される**ので、電流を見る必要がなければ特に記述する必要はありません。

.probe vdb(out,in) vp(out,in)

AC解析の時、ある端子から見た他のある端子の電圧利得と位相遅れを見る時に使用します。上の例の場合、"in"という端子から見た"out"端子の電圧利得を調べる時に使用します。また、位相についても"in"という端子から見た"out"端子の位相遅れを見ます。

キ SPICEの掛け方

ここまでは解析を掛けるためのネットリストの準備について解説をしてきました。ここではいよいよ作成したネットリストをSPICEにかけてシミュレーションをします。

0. 作成したネットリストを任意のディレクトリに保存する。
1. 作成したネットリスト(.spファイル)のあるディレクトリまでターミナルウィンドウで移動する。
2. hs (ファイル名).sp >! (ファイル名).lis & と、ターミナルウィンドウに打ち込む。

以上でSPICEにシミュレーションを掛けることが出来ます。

ただし、ネットリストに不備があったりした場合、当然のことながらシミュレーションはかかりません。この場合、ターミナルウィンドウには「job aborted.」と帰ってきます。こうなった場合は自分でバグを探してバグを潰さなければなりません。

ネットリストに不備もなく、SPICEにシミュレーションが掛けられた場合は、ターミナルウィンドウに「job concluded.」と帰ってきます。波形を確認しましょう。

※補足 実はこのような長いコマンドを打たずとも、「hsp OOO(ファイル名)&」と打ち込んでもSPICEが掛かるように設定しています。このコマンドでSPICEを掛けた場合、ミスがあると自動でリストファイル(.lis)が開くようになっています。慣れてきたらこちらのコマンドでSPICEを掛けたほうが効率的でしょう。

✖ シミュレーション状況の確認

ネットリストの規模が小さいうちは、SPICEにシミュレーションを投げてみてもすぐに結果が帰ってきますが、回路規模が大きくなってきたり、トランジェント解析で長い時間解析を掛けたりしていると、すぐには結果が帰っては来ません。

シミュレーションの状況を確認したい場合は次のコマンドをターミナルウィンドウに打ち込むと確認ができます。

spstat

これを打ち込むと、現在SPICEにシミュレーションを投げている人とシミュレーション経過時間が表示されます。特にトランジェント解析の場合、いつまで経ってもシミュレーションが帰ってこない場合、ネットリストにルール上のミスがなくても、上手く収束せずにループ動作に陥ってしまっている場合があります。そういう時はシミュレーションを一旦強制終了させて、もう一度ネットリストの中身を確認する必要があります。

✖ シミュレーションの強制終了

シミュレーションを強制終了させたい場合は以下の手順に従って行います。

1. spstatで現在のシミュレーション状況を確認する。
2. 自分の投げたシミュレーションのタスク番号を確認
3. kill -9 ○○○(自分のタスク番号)と入力し、Enter。

以上で、シミュレーションを強制終了させることが出来ます。

なお、3. のコマンドはSPICE以外にも現在実行中の全てのアプリケーションについて、強制終了させたい場合に有効です。

例えば、Cscopeを使って波形を確認する際に、突然フリーズしてしまい操作を受け付けなくなってしまう場合があります。そんな時は

1. ターミナルで“ps”と打ち込む
2. 現在自分が実行しているアプリケーションと、そのタスク番号一覧が表示される。
3. フリーズしてしまったアプリケーションのタスク番号を確認
4. kill -9 ○○○(フリーズしてしまったアプリケーションのタスク番号)と入力し、Enter。

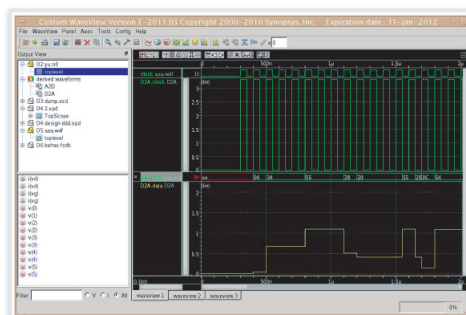
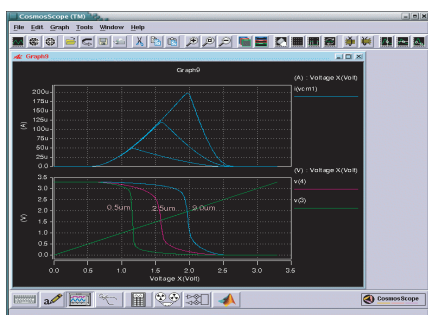
で、強制終了させることが出来ます。フリーズしたままタスクを残しておくと、サーバーの負担増につながりますので、必ず強制終了させておいてください。

✖ 波形の確認

シミュレーションが正しくかかったら、波形を確認しましょう。

波形の確認にはSYNOPTIS社から提供されている「Cosmos Scope(Cscope)」と「Custom Wave Viewer(WV)」の2種類があります。

どちらのソフトウェアを使うかは最終的には個々人の好みにお任せしますが、ここでは両方の基本操作について簡単に述べておくことにします。



✦ Cscopeを使った波形の確認

まず、Cscopeを使った波形の確認の仕方について簡単に説明します。

ターミナルウィンドウに






cscope &

と打ち込みましょう。するとCscopeが立ち上がります。

ここではよく使用するショートカットキーについて書いておきます。

N:新しいグラフウィンドウを開く
O:表示したいファイルを開く
S:展開したファイル一覧の表示/非表示
R:読み込んだファイルの更新

☆基本操作

- ・ 拡大 
- ・ 縮小 
- ・ 全体表示 
- ・ 座標表示 
- ・ グリッド表示 

☆その他、便利な機能

- ・ 計算機



ボタンを押し、演算したい波形をCtrl+Cでコピーした後、計算機にCtrl+Vで貼り付け。

演算記号を押した後、もう一方の波形も同様にCtrl+Cでコピーし計算機上でCtrl+V。最後に出力。

- ・ 波形の画像出力

1. 波形を画像出力する下準備として、まず白黒のグラフにします。
 - 1-1. グラフエリアで右クリックしたまま、Colormap - mono と選択します。
2. 上のMenuバーからFile - Export Imageを選択。出力画像形式はps,epsを選択します。
Illustrator上で扱いやすいように、～.epsまで含めてファイル名を指定して保存しましょう。

✦ WaveViewerを使った波形確認

次にWaveViewerを使った波形の確認の仕方について簡単に説明します。

ターミナルウィンドウで

wv &

と打ち込みましょう。WaveViewerが立ち上がります。

Cscopeではプログラム内にグラフウィンドウをいくらでも立ち上げることが出来ますが、WaveViewerの場合はタブ式での操作となります。以下によく使うショートカットキーについて紹介します。

Ctrl + W → 新しいタブ
Ctrl + O → 解析ファイルを開く
Ctrl + P → 画像出力。Print to Fileにチェックを入れ、保存ディレクトリを指定しましょう。

よく使うSPICEコマンド

最後によく使うSPICEコマンドについて、紹介したいと思います。

.param

→ 変数を文字式で置換できるコマンドです。同じ変数をいくつも使いたい場合にとても役に立ちます。

(使用例)

```
m10 d g s b nch l=0.6u w=wa ad=sw as=sw
.param wa=20.0u sw=`wa*2u`
```

.subckt

→ 回路を一つのブロックとして扱います。同じ記述を繰り返す必要がなくなるので、ファイルを短くすることができます。

(使用例)

```
Vdd vdd 0 3V
```

`.global vdd *` ← `.global` (端子名) で、すべての回路内で共通して使えるようになる。

`.subckt Invtr in out` ← `.subckt` (サブサーキット名) (外に出す端子1) (外に出す端子2) ...

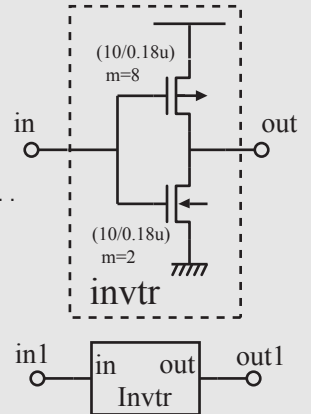
```
.mp out in vdd vdd l=0.18u w=10u m=8
```

```
.mn out in 0 0 l=0.18u w=10u m=2
```

`.ends` ← サブサーキットの終わりには `.ends`

`xInvtr_1 in1 out1 Invtr` ← サブサーキットを利用するときは

`xInvtr_2 in2 out2 Invtr` ← "x*** a b 呼び出すサブサーキット名"



.alter

→ 条件をネットリスト内で変更して再度シミュレーションすることが出来る。

(使用例)

`R * in * x * 'Rx' *` ← Rの素子値をRxと置く

`.param Rx = 100` ← 初回は100を代入する。

```
.alter
```

`.param Rx = 200` ← 再度ターミナル上でコマンドを打つことなく、値を代入しなおしてSPICE側でもう一度シミュレーション

```
.print ac vdb(out, in) vp(out, in)
```

```
.print tran V(out)
```

→ リストファイルに出力を書き込むオプション。

AC解析の場合

`Vdb(a1, b1)` → a1/b1のdBを計算し、出力する。

`Vp (a1, b1)` → a1, b1間の位相差を計算し、出力する。

トランジェント解析の場合

`V(a1)` → a1のノードの時間変位の結果を出力する。

✦ 参考例題

以下に参考例題を挙げます。正しく出力されることを確認してみてください。

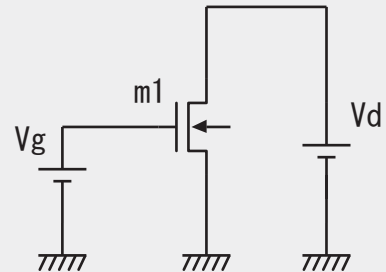
・ DC解析

```
*** nvds.sp ***
.option post

.include '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.mdl'
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HNT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HPT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' NT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' PT

Vd d 0
Vg g 0
m1 d g 0 0 n l=0.18u w=20u ad=40p as=40p

.dc Vd 0 5 0.1 Vg 0 3 1
.probe il(m1)
.end
```



・ トランジェント解析

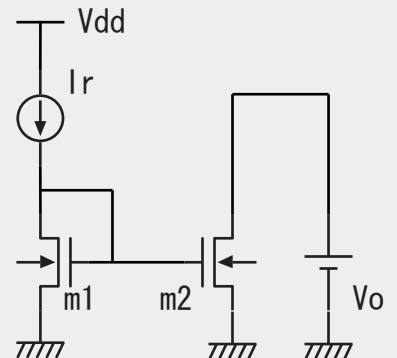
```
*** mirror.sp ***
.options post
.include '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.mdl'
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HNT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HPT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' NT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' PT

Vdd vdd 0 1.5
Ir vdd a pulse(200u 300u 0 25u 25u 0 50u)

m1 a a 0 0 n l=0.18u w=uw ad=ud as=us
m2 b a 0 0 n l=0.18u w=uw ad=ud as=us
.param uw='20u' ud='40p' us='uw*2u'
Vo b 0 1.5

.tran 0.5u 50u

.probe i1(m1) i1(m2)
.end
```



・ AC解析

```
***amp.sp***
.option post
.include '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.mdl'
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HNT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' HPT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' NT
.lib '/home/sugi/sugi13a/share/model/ROHM018/hspice/bu40n1.skw' PT

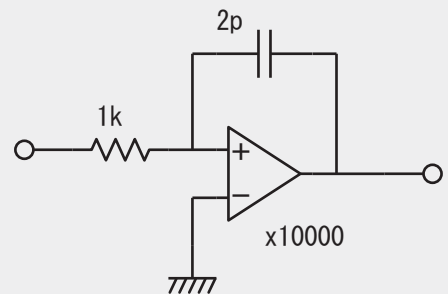
Vin vi 0 0 ac = 0.1

r1 vi a 1k
c1 a vo 2p

Etest vo 0 0 a 10000

.ac dec 100 1 1G

.probe ac vdb(vo,vi) vp(vo,vi)
.end
```



SPICEの制御オプションについて

入出力系	概要
BRIEF	トランジスタなどの細かいシミュレーション条件をリストファイルから省略するオプション。通常は省略して構わない。
CO	リストファイルのカラム数(列数、折り返し文字数)を指定する。デフォルトは80文字折り返し。
INGOLD	リストファイルに出力する数字の表示の仕方について指定するオプション。
INGOLD=0	指数表示の際に「e±x」の形式で表示。(例) 1mA → 1e-3A
INGOLD=2	指数表示の際には接頭辞を付けて表示。(例) 1.2e-13 → 0.12f
INGOLD=1	混合表示。桁数が多い場合は「e±x」の形式で表示
NUMDGT	リストファイルに出力する数字の有効桁数を指定するオプション。デフォルトは4。最大10桁まで指定可能

CPU系	概要
CPTIME	そのシミュレーションに対して割り当てる最大のシミュレーション時間を指定するオプション。この時間内にシミュレーションが終わらなかった場合は掛けたところまでリストファイルに出力され、シミュレーションは強制終了する。デフォルトは1e7(約400日)

インターフェース系	概要
POST	Wave Viewer、あるいはCscopeで波形を閲覧できるようにファイルを出力するオプション。必須
PROBE	波形ビューアで閲覧できる波形を「.print」、「.plot」、「.probe」、「.graph」で指定したノードに限定するオプション

モデル解析系	概要
TNOM	シミュレーション時の温度条件を指定するオプション。デフォルトは25°C

入出力系	概要
CAPTAB	各節点ごとの容量値(寄生容量含む)をリストファイルにプリントするオプション。

収束系	概要
CONVERGE	収束しない場合に次のアルゴリズムを適用する。
CONVERGE=1	擬似過渡解析法(Pseudo Transient Algorithm)を用いてシミュレーションを継続する。CPTIMEで指定した時間内に収束しない場合はシミュレーションを終了する。
GMINDC	MOSやダイオードがOFFしている際に並列に少し大きいgmを並列に入れることによって予期せぬ発振を防ぐオプション。デフォルトは1e-12。あまり大きな値に設定しすぎると逆に低インピーダンス経路となってしまうので注意

精度系	概要
ACCURATE	高利得なコンパレータなどのシミュレーションのために以下のオプションを自動で指定するオプション。
	*LVLTIM=3
	*DVDT=2
	*RELVAR=0.2
	*ABSVAR=0.2
	*FT=0.2
	*RELMOS=0.01
RELTOL	電圧に対する相対誤差許容範囲を指定するオプション。デフォルトは1e-3
VNTOL	電圧の絶対最小電圧を指定するオプション。高精度な収束が必要な場合はこの値を小さくする。デフォルトは50e-6

速度系	概要
ITLPLZ	極・零点解析を行う際の反復回数を指定するオプション。デフォルトは100

タイムステップ系	概要
ABSVAR	ある時間点から次の時間点までの電圧変位に対して最大値を指定するオプション。ここで設定した値よりも大きな電圧変化となった場合はその解は破棄され、タイムステップをさらに短くした上で再計算される。
DELMAX	内部タイムステップの最大値を設定するオプション
DVDT	アルゴリズムを速度優先とするか、精度優先とするかのオプション
	*0 - オリジナル・アルゴリズム
	*1 - 高速
	*2 - 精度
	*3、4 - 速度と精度をバランス
RELVAR	LVLTIM = 1 or 3のとき、相対電圧の変化率を設定する。デフォルトは0.30(30%)
RMAX	

アルゴリズム系	概要
METHOD	過渡解析で使用する数値積分法を指定する。GEAR or TRAP
METHOD = GEAR	台形法に由来するような発振は起こらないが、オペアンプなど非線形要素の強い回路をシミュレーションにかけるとシミュレーション時間がかなり長くなったりするなどの事象はある。
METHOD = TRAP	台形法を用いてシミュレーションを実行する。解析時間が短くなるなどのメリットもあるが、タイムステップが長かったりすると台形法を指定したことによる発振も起こりうる。

詳しくはSPICEの説明書をご覧ください

✦ Emacsの操作について

- ・ (Ctrl + X) + (Ctrl + S) → 名前を付けて保存/上書き保存
- ・ (Ctrl + X) + (Ctrl + W) → 別名で保存
- ・ (Ctrl + X) + (Ctrl + C) → Emacsを閉じる
- ・ (Ctrl + Y) → 貼り付け
- ・ (Ctrl + S) → テキスト内検索
- ・ (Ctrl + X) + (U) → アンドウ

✦ LINUXの基本操作について

最後に、最低限覚えておいたほうがいいコマンドだけ列挙します。

- ・ tcsh
- … LINUXにログインしたらまず打ち込みます。各種コマンドを受け付けるようにするために必要なシェルで、これが打ち込まれてないとターミナルでの操作がうまくいきません。
- ・ cd
- … 今いるディレクトリから別のディレクトリに移動します。上の階層まで戻りたい場合は「cd ../」と打ち込むと戻ることができます。ちなみに「cd」と単発で打ち込むとRootディレクトリまで一気に戻れます。
- ・ pwd
- … 自分の現在いるディレクトリを表示します。SPICEをかけるつもりが、ネットリストのあるディレクトリと別のディレクトリにいて、かけられないなんてミスのないように...
- ・ mkdir
- … 新しくフォルダを生成します。スペースで区切ると一度に複数フォルダを作れたり、○○○¥○○○のように記述すれば、いきなり入れ子でフォルダを作ることもできます。
- ・ mv
- … mvコマンドには名前を変更する機能と、ファイルを移動する(移動元は削除)機能があります。
mv ○○○.sp △△△.sp → ○○○.spというファイルを△△△.spという名前に変更します。
mv ○○○.sp △△△/ → ○○○.spというファイルを△△△/というフォルダの中に移動します。
- ・ cp
- … ファイルをコピーします。
cp ○○○.sp △△△/ → ○○○.spというファイルを△△△というディレクトリ内にコピーします。
- ・ rm
- … ファイルやフォルダを削除します。ただし、そのままでは上手く使えません。
ーファイルを消したい場合
rm -f ○○○.sp → -fオプションを付加することで警告なしに削除出来ます。
ーフォルダを消したい場合
rm -rf △△△ → フォルダの場合は-rfオプションを付加することで、同様に警告なしに削除可能です。
- ・ ls
- … 自分の今いるディレクトリ内のファイルを一覧表示できます。オプションを付加することで表示の仕方を変更可能です

だいたいこの辺りを知ってれば操作に困ることはないかと思います。

LINUXはコマンド操作が基本です。

余程のことがない限り、GUI上での操作は控えるようにして下さい。