電子回路シミュレータ

LTspiceの基礎操作

1. 初期設定

初期設定1

☑ Control Panel	料め配線を許可(任意) ×
Compression Save Defaults SPICE Drating Options Operation Hacks! Internet Netlist Options Waveforms Style/Convention Convert 'µ' to 'u' [*] Reverse omp. order Semicondu Models Defau ces[*] Defau ies[*]	Operation Ha ernet Netlist Options Compression ults SPICE Drafting Options Allow direct compor horts[*] Font Properties[*] Automatically so e view[*] Arial Mark text justification or points Size[*]: 28 Show schematic grit points[*] Bold[*] Bold[*] Orthogonal snap wires Ortho drag mode[*] Color Scheme[*] Un-do history size: 500 Color Scheme[*]
文字化けを防ぐ [*] Setting remembered between program invocations. Reset to Default Values	Draft with thick lines[*] Hot Keys[*] Show Title Blocks[*] Reverse Mouse Wheel Scroll[*] [*] Setting remembered between program invocations. Reset to Default Values
OK キャンセル ヘルプ	OK キャンセル ヘルプ

初期設定2



4

初期設定3

🎦 Control Panel X	
Internet Internet Compression Save Defaults SPICE Drafting Options Operation Sym. & Lib. Search Paths Waveforms	
Data trace width[*]: 2 ~ Cursor width[*]: 1 ~	グラフの線の太さを変
Use radian measure in waveform expressions[*] Mouse cursor type[*]: Auto Font[*]: Arial Font point size[*]: 10 Font point size[*]: 10 Color Scheme[*] Open Plot Defs Hot Keys[*] Directory for .raw and .log data files[*] Store .raw, .plt and .log data files in a specific directory[*] Browse	デフォルトでは値が11 ているが、プレゼンや ポートでは細くて見え
[*] Setting remembered between program invocations. Reset to Default Values	
OK キャンセル ヘルプ	



カラー設定2



2 例題(過渡応答解析)

回路	<u> К</u>
----	-----------



回路図の作成



- 注意:保存は、ツールバーのディスクアイコンを使用しないで、メニューの[File] [Save As]を使用すること
 - ツールバーから保存すると、ファイル名がDraft1.ascのようなデフォル
 ト名になってしまい、後でファイルを探せなくなる
 - 回路図ファイルの拡張子は、.ascとなる。回路図ファイルをダブルクリックすると、LTspiceを起動することができる

回路定数の書き方

要記憶

- 定数に単位を付けるとき、数値との間にスペース
 を空けないこと(V, A, F, Hなどの単位は省略可)
 - 例:100fF(フェムトファラッド),1mH(ミリヘンリー)
- 2. マイクロはuで表す(※)
- 3. メガはMEG, ミリはmとする
 - SPICE系シミュレータでは大文字と小文字は同じものとして扱われるのでMとmの見分けがつかないため

11

※回路シミュレータ特有の約束だが、回路技術分野では、マイクロを 表すために u が使用されることが多い。

SI接頭辞

SI: International System of Units

- 電子回路で出てくる数 値には、非常に小さい 値や大きい値が多い
- SI接頭辞を用いて表
 記を簡略化する(記憶 すること)

表記	読み方	指数部
PET	ペタ	10 ¹⁵
Т	テラ	10 ¹²
G	ギガ	10 ⁹
MEG	メガ	10 ⁶
k	キロ	10 ³
m	ミリ	10 ⁻³
u	マイクロ	10 ⁻⁶
n	ナノ	10 ⁻⁹
р	ピコ	10 ⁻¹²
f	フェムト	10 ⁻¹⁵

Transient解析(横軸=時間)の設定

回路図エディタの部品や配線がないスペースを右クリック

- → Edit Simulation Cmd. を選択
- → Transientタブを設定(教科書参照)
- → SPICEコマンドの文字列を回路図エディタ画面に配置
- → 再びスペースを右クリックし、Runでシミュレーション開始



3 各種テクニック

画面のコピー

回路図やグラフをコピペしたいとき

- 1. 回路図をコピーしたい場合は、回路図のウインドウをクリック
- 2. グラフをコピーしたい場合は、グラフのウインドウをクリック
- 3. $\checkmark = =$: Tools \rightarrow Copy bitmap to Clipboard
- 4. 貼り付け先でペースト(CTRL + v)を実行

(注意)表示されているままの形でコピーされるので、予め貼り付け 先の大きさに合わせてから実行すること。ビットマップデータなので、 後で拡大縮小するときたなくなる。

エクスポート

回路図の出力

回路図エディタで作成した回路図をOfficeソフト等で使用するとき

- 1. $\checkmark = =$: Tools \rightarrow Write to a .emf file
- 2. 適当なファイル名を付けて保存
- 3. 保存できる形式はEMF(Enhanced Meta File)のみ

シミュレーションデータの出力

シミュレーション結果(数値)をExcelや他のソフトウエアで使用したいとき

- 1. 保存したいグラフのウインドウをクリック
- 2. $\checkmark = =$: File \rightarrow Export
- 3. 保存したい電圧、電流を CTRLキーを押しながら選択し、OKボタン をクリック
- 4. ファイル名は、自動的に"回路名.txt"となる(PRN形式)

波形演算

- グラフの上で右クリック
- Add Plot Paneを選択
- 追加された空のグラフ枠
 内を右クリック
- Add Traceを選択
- Expression(s) to add:欄に V1*I(V1)を入力
 - ALTを押しながらV1をクリ ックでも、電力表示できる
- 縦軸の数字をクリックして、Top = 600mW, Bottom=-100mWに変更



.measの結果の確認

.meas(測定)ディレクティブを 使用した場合は、以下の手 順で結果を表示

- グラフまたは回路図の上で右 クリック
- ポップアップメニューから
 [View] [SPICE Error Log] を 選択
- SPICE Error Logウインドウが
 開き、結果が表示される



ネットリスト

- 回路の接続情報を表すデータをネットリスト(Netlist)と呼ぶ
 - 回路図エディタは、回路図をネットリストに変換する
 - 回路シミュレータは、ネットリストに基づき回路方程式を作成する
- LTspiceでシミュレーションを実行すると、拡張子.ascおよび.netというファイルが作成される
 - *.asc: 回路図エディタのデータ(ダブルクリックで回路図エディタ起動)
 - *.net: ネットリスト(SPICE形式)
- 保存した *.net ファイルをテキストエディタで開いてみよう
 - ネットリストは、終了時に削除される(デフォルト設定の場合)
 - ネットリストを保存したい場合は、メニュー: View → SPICE Netlist
 - ネットリストが表示されるので、ネットリスト上を右クリック → Edit as Independent Netlist で保存(この場合は、拡張子 .spとなる)

SPICEネットリストのフォーマット

* J:\Lecture\Ec2\2016\cir2016\1.3.4.asc	- 行頭の*はコメント行。
Iph 0 N001 {Igen}	
Rsh N001 0 300	- Rshがノード"N001"と
Rs A N001 0.1	ノード"0"の間に接続
V1 A 0 0V	されている。抵抗値
D1 N001 N002 Dsc	は300Ω。ノード番号
D2 N002 N003 Dsc	'0' It, GND(Ground)
D3 N003 0 Dsc	を表す。
.model Dsc D(Is=80n Rs=0.1 N=1.9)	
.dc V1 0 2.4 10mV	
.step param Igen list 0mA 100mA 200mA 300mA	┣. で始まる行はシミュ
.backanno	レータに渡す命令行
.end	☐ (SPICE Directive)。

(参考)ネットリストを使う場面

- SPICEネットリストは標準的なフォーマットなので、他の電子
 回路シミュレータでも読み込める場合が多い
- シミュレーションエラーが発生したときに、ネットリストが読めると、原因の特定がしやすい
- マイクロマシン、論理回路、プログラム、新型デバイスなど を言語記述によりモデリングし、アナログ回路との混在シミ ュレーションをする場合にSPICEネットリストが使用できる