

UserManual for SCAT K.492 PR2

はじめに

本マニュアルは、SCAT を初めてご使用頂くユーザーを対象に記述しております。SCAT の各機能の詳細をお調べになる際は、崇城大学 中原 正俊教授 執筆によるリファレンスマニュアルを参照ください。

本マニュアルの構成は

第1章 SCAT の起動と終了	メニュー構成、デフォルト設定などの解説
第2章 シミュレーション	各種シミュレーション機能の紹介
第3章 回路入力	回路作成の注意事項
第4章 素子モデル	各素子モデルとパラメータ
第5章 プログラム	プログラム記述言語の解説
第6章 スクリプト言語	スクリプト言語の解説
第7章 DSP について	DSP 素子に関する解説
第8章 付録	エラーメッセージ等

となっています。

また、回路シミュレータ「SCAT」の最新情報及びFAQについては下記のWEBを参照ください。

<http://www.keisoku.co.jp/pw/faq/scat/>

「UserManual for SCAT K.492PR2」は崇城大学 中原 正俊教授の著作物である回路シミュレータ SCAT K492PR2 のリファレンスマニュアルを基にして、(株)計測技術研究所で執筆しています。

目 次

はじめに.....	1
目 次.....	2
第1章 SCAT の起動と終了.....	8
1.1 プログラムの起動.....	8
1.2 プログラムの終了.....	8
1.3 実行時のステータス表示.....	8
1.4 SCAT のメニュー構成.....	9
1.4.1 File(ファイル)メニュー.....	9
1.4.2 Analysis(解析)メニュー.....	9
1.4.3 Parameter(パラメータ)メニュー.....	10
1.4.4 Window(ウィンドウ)メニュー.....	10
1.4.5 View(ビュー)メニュー.....	11
1.4.6 フロートメニュー.....	11
1.5 起動時のデフォルト設定.....	12
1.5.1 印刷のデフォルト設定.....	12
1.5.2 表示画面のデフォルト設定.....	12
1.5.3 解析コンディション(Parameter:Condition)のデフォルト設定.....	13
第2章 シミュレーション.....	14
2.1 過渡応答解析:Transient.....	16
2.2 波形解析:Waveform.....	18
2.3 ステップ応答解析:Step.....	19
2.3.1 ステップ過渡応答解析:Step Transient.....	19
2.3.2 ステップ波形解析:Step Waveform.....	20
2.4 継続解析:Continue.....	21
2.5 定常解析:Steady.....	22
2.6 スweep解析:Sweep.....	23
2.7 周波数特性解析:Frequency.....	24
2.7.1 一巡周波数特性.....	24
2.7.2 部分周波数特性.....	26

2.7.3	オープンループ周波数特性	27
2.7.4	周波数特性解析の注意点	27
2.8	FFT解析	29
2.9	スクリプト解析	30
2.10	スコープ画面とステート画面	31
2.10.1	WVF SCOPE(スコープ)画面	31
2.10.2	高調波解析[HA]画面と、FFT SCOPE 画面	34
2.10.3	FRA SCOPE 画面	36
2.10.4	CMP SCOPE 画面	37
2.10.5	STATE(ステート)画面	38
第3章	回路入力	40
3.1	回路入力での素子選択	40
3.1.1	部品メニューの階層構造	40
3.1.2	回路入力での素子編集機能	41
3.2	回路入力での素子定数設定	42
3.3	回路作成時のエラーメッセージについて	42
3.3.1	回路作成時の警告メッセージ	42
3.3.2	回路作成時の解析エラーメッセージ	43
3.4	カスタム回路について	43
3.4.1	カスタム回路の作成	43
3.4.2	カスタム回路の変更	45
3.4.3	カスタム回路のシンボル	45
3.4.4	カスタム回路のデータファイル	46
3.4.5	カスタムウィンドウ	46
3.5	テンプレート化について	47
3.5.1	テンプレートの作成	47
3.5.2	テンプレートによるパラメータ設定	47
第4章	素子モデルとパラメータ	48
4.1	RCL	48
4.1.1	抵抗: Resistor	48
4.1.2	コンデンサ: Capacitor	48
4.1.3	コンデンサ: Capacitor-RL	48

4.1.4	インダクタ:Inductor	49
4.1.5	インダクタ:Inductor-R	49
4.1.6	可飽和インダクタ:Sat Inductor	50
4.2	Switch	50
4.2.1	スイッチ:Switch	50
4.2.2	PWMスイッチ:PWM Switch	51
4.2.3	NチャンネルMOSFET:Nch MOSFET	51
4.2.4	PチャンネルMOSFET:Pch MOSFET	52
4.2.5	NPトランジスタ:NPN Transistor	52
4.2.6	PNトランジスタ:PNP Transistor	52
4.3	Diode	53
4.3.1	ダイオード:Diode	53
4.3.2	ダイオードブリッジ:Diode Bridge	53
4.3.3	ツェナーダイオード:Zener	54
4.3.4	サイリスタ:Thyristor	54
4.3.5	シャントレギュレータ:Shunt Regulator	55
4.3.6	フォトカップラ:Photo Coupler	55
4.4	Source	55
4.4.1	直流電圧源:DC Voltage	55
4.4.2	交流電圧源:AC Voltage (サンプルホールド動作)	56
4.4.3	交流三相電圧源:3Phase Voltage (サンプルホールド動作)	56
4.4.4	プログラマブル電圧源:Prg. Voltage (サンプルホールド動作)	57
4.4.5	テーブル電圧源:Tbl Voltage (サンプルホールド動作)	57
4.4.6	直流電流源:DC Current	58
4.4.7	交流電流源:AC Current (サンプルホールド動作)	58
4.5	Transformer	59
4.5.1	変圧器:Winding, Winding -R,	59
4.5.2	三相 Y-Y 変圧器:3Phase Y-Y	59
4.5.3	三相 Y-D 変圧器:3Phase Y-D	60
4.5.4	三相 D-D 変圧器:3Phase D-D	60
4.6	Sensor	60
4.6.1	電圧センサー:V Sensor	60

4.6.2	電流センサー:I Sensor.....	61
4.6.3	電圧電流センサー:VI Sensor.....	61
4.6.4	電流電圧センサー:IV Sensor.....	61
4.7	Connection	61
4.7.1	接続線:Wire.....	61
4.7.2	自由接続線:Free Wire.....	61
4.7.3	ジャンパー線: Jumper	62
4.7.4	遠ジャンパー線:Far Jumper.....	62
4.7.5	グランド端子:Ground.....	62
4.7.6	グランド端子2:Ground 2.....	62
4.7.7	オープン素子:Open	62
4.7.8	ターミネータ素子:Terminator.....	62
4.7.9	カスタム端子 (Cmt Terminal).....	62
4.7.10	テキスト (Text).....	62
4.8	Generator	63
4.8.1	パルス発生器:Pulse.....	63
4.8.2	のこぎり波発生器:Saw Tooth.....	63
4.8.3	波形発生器:Function LFG (サンプルホールド動作).....	64
4.8.4	周波数特性信号源:AC-sweep.....	65
4.9	Modulator	66
4.9.1	パルス変調器:PWM.....	66
4.9.2	周波数変調器:SFM.....	67
4.9.3	素子パラメータ変調器:DPM	68
4.9.4	同期制御器:SYC	69
4.9.5	プログラマブル制御器:PRC	70
4.9.6	スイッチング周波数発生器:FRD.....	70
4.10	OpAmp.....	71
4.10.1	オペアンプ:OpAmp	71
4.10.2	理想オペアンプ:Ideal OpAmp	71
4.10.3	積分器:Integrator	72
4.10.4	微分器:Defferentiator.....	72
4.10.5	ボルテージフォロワ:V FOLLOWER:	72

4.10.6	リミッタ: Limiter	73
4.11	Comparator	74
4.11.1	コンパレータ: Comparator	74
4.11.2	ラッチ: Latch	74
4.11.3	単安定マルチバイブレータ: Vibrator	75
4.11.4	トリガ: Trigger	75
4.12	Operator.....	76
4.12.1	算術演算器: Arithmetic (平均サンプルホールド動作)	76
4.12.2	関数演算器: Function (平均サンプルホールド動作)	77
4.12.3	プログラマブル演算器: Program (平均サンプルホールド動作)	78
4.12.4	テーブル演算器: Table (平均サンプルホールド動作)	79
4.12.5	三相二相変換器: DQC (平均サンプルホールド動作)	80
4.12.6	二相三相変換器: DQI (平均サンプルホールド動作)	81
4.12.7	正相逆相変換器: DQP (平均サンプルホールド動作)	82
4.13	Logig.....	83
4.13.1	論理演算器: Logic	83
4.13.2	ブール演算器: Bool	84
4.14	DSP	85
4.14.1	DSP素子 (DSP)	85
4.14.2	DSP初期ブロック (Initial)	85
4.14.3	DSP入力ブロック (Input).....	85
4.14.4	DSP出力ブロック (Output)	85
4.14.5	DSP検出ブロック (Detector).....	85
4.14.6	DSP機能ブロック (Block1、Block2、Block3、Block4).....	85
第 5 章 プログラム素子の文法.....		86
5.1	予約語・予約定数・数学関数・機能関数・演算子	86
5.2	プログラム素子の使用方法	89
5.2.1	定電力回路例	89
第 6 章 スクリプト言語の文法		90
6.1	予約語・予約定数・数学関数・機能関数・演算子	90
第7章 DSP について		93
7.1	DSP 制御.....	93

7.1.1	メイン回路の作成	93
7.1.2	DSPウィンドウ	93
7.1.3	ブロック図の作成	94
7.1.4	ブロックプログラムの読み込み	94
7.1.5	ブロック図の作成	96
7.1.6	出力変数の設定	96
7.1.7	全体プログラムの確認	96
7.1.8	ブロックプログラムの作成	97
7.2	DSP プログラムライブラリ	98
7.2.1	Block1 用	98
7.2.2	Block2 用	100
7.2.3	Block3 用	100
7.2.4	Block4 用	100
7.2.5	Input 用	100
7.2.6	Output 用	100
第8章	付録	101
8.1	エラーメッセージ	101
8.1.1	解析エラーメッセージ	101
8.1.2	入出力エラーメッセージ	101
8.1.3	警告メッセージ	102

第 1 章 SCAT の起動と終了

1.1 プログラムの起動

SCATを起動すると、右図のようにプログラムクレジットが表示されます。OK ボタンをクリックするか、Enter キーを押すとプログラムが起動します。



図 1-1-1

- *プログラム起動時には Analysis モードとなっています。
- * SCAT には Analysis モード(解析モード) と Topology モード(回路入力モード) の 2 種類のモードがあります。

- * 例えば 回路図を入力する場合は Topology モードに変更します。変更方法は次の通りです。
Window ▶ Topology

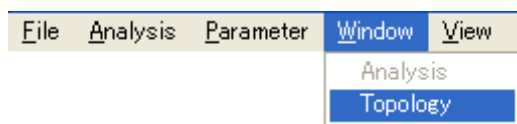


図 1-1-2

1.2 プログラムの終了

プログラムの終了には右図のように File▶Exit を選択してクリックします。

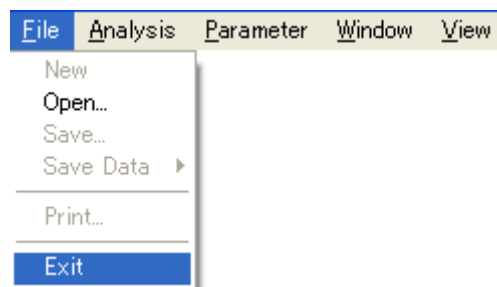


図 1-2-1

1.3 実行時のステータス表示

SCAT実行時のステータスは下図のようにメニューバーに表示されています。特に解析実行時には Status Error 表示に注意してください。

エラー表示がでている場合には [第 8 章 付録](#)を参照してください。

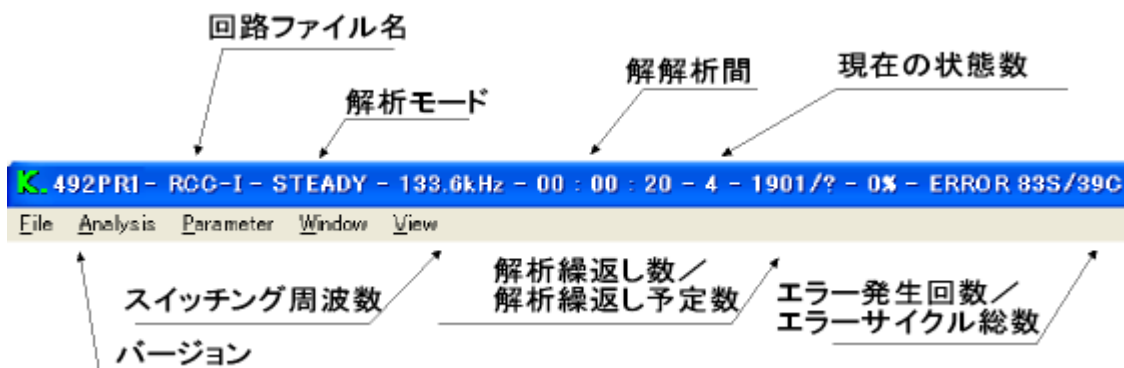


図 1-3-1

1.4 SCAT のメニュー構成

1.4.1 File(ファイル)メニュー

File メニューでは下図のように、回路データファイルの保存・読み込み、波形データファイルの保存・読み込み・印刷、SCAT プログラムの終了動作などが実行できます。

* 動作時のモードにより
実行できない動作は
表示が反転しており
選択できません。

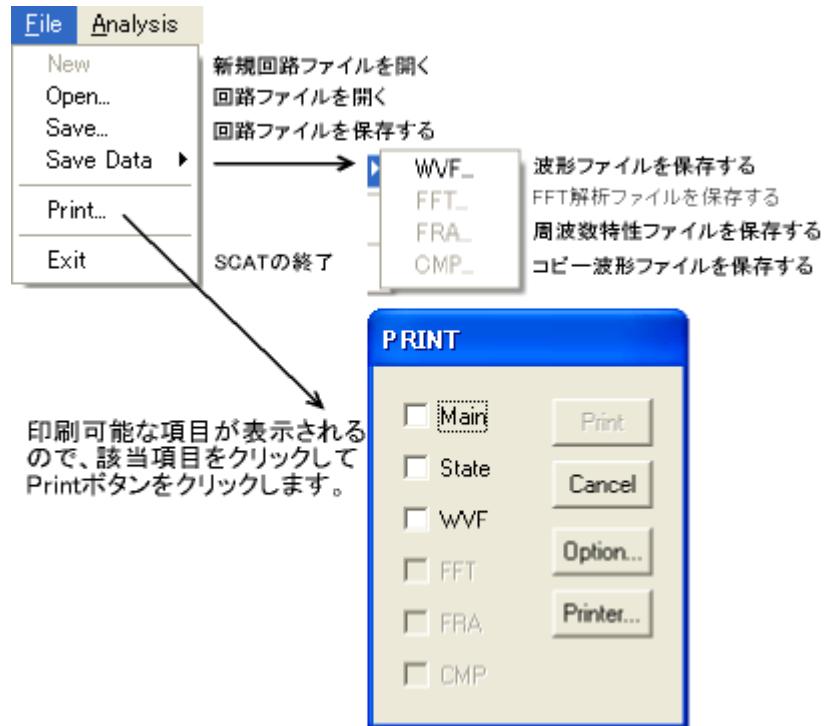


図 1-4-1

1.4.2 Analysis(解析)メニュー

Analysis メニューでは下図のように、各解析モードの選択・実行、解析の中断などが実行できます。各解析モードの詳細については第2章 シミュレーションを参照ください。

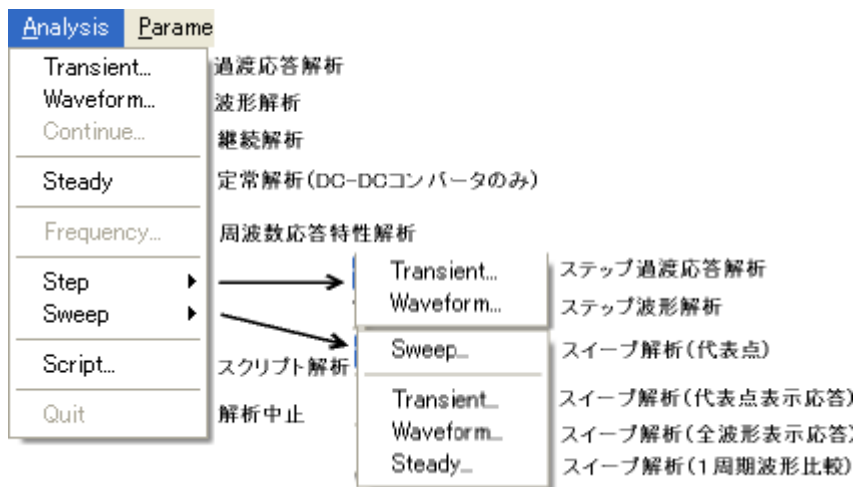


図 1-4-2

1.4.3 Parameter(パラメータ)メニュー

解析実行時のパラメータ制御メニューです。

Clear, Update は回路素子中の電圧初期値(コンデンサ)、電流初期値(インダクタ)等の初期条件パラメータに対する初期化、又は解析終了時の値の更新を行います。

Frequency はスイッチング周波数を設定します。

Output では解析したい回路素子の選択と解析項目(電圧・電流)の等を選択します。詳細は第2章 シミュレーションを参照してください。

Device は回路中の全素子定数の編集が順次行えますが、通常は該当素子の付近でマウスの右クリックにて個々の素子定数の確認・編集を行います。

Condition については、1.5.3 解析コンディションのデフォルト設定を参照してください。

Parameter	Window
Clear	内部保持値の初期化 * 1
Update	内部保持値の更新 * 1
Frequency_	スイッチング周波数の設定
Output_	出力変数の設定
Device_	回路内全素子の設定
Condition_	解析コンディションの設定

図 1-4-3

1.4.4 Window(ウィンドウ)メニュー

Window メニューでは、Analysis モードと Topology モードの切り替えが行え、現在実行中のモードは色が薄く表示されています。

[Window]ボタンでは、[State]・[WVF]・[FFT]・[FRA]・[CMP]ボタンにより各画面表示の On/Off が制御できます。

[Copy]ボタンでは、[Main]ボタンで回路図イメージが Windows のクリップボードにコピーされますので、Word 等の他のアプリケーションで [Ctrl]+[V]のキー操作でイメージを貼り付けることができます。

[State]・[WVF]・[FFT]・[FRA]・[CMP]ボタンは該当画面が表示されているときに有効となります。

[Information]では[Memo]により回路図と同じ名前で、ファイル拡張子が.memとなっているテキスト形式のメモファイルを表示します。回路シミュレーション時の注意事項や覚え書きにご利用ください。

[Netlist]では回路のネットリストを表示しますが、編集は行わないでください。

[About]ではプログラム情報を表示します。

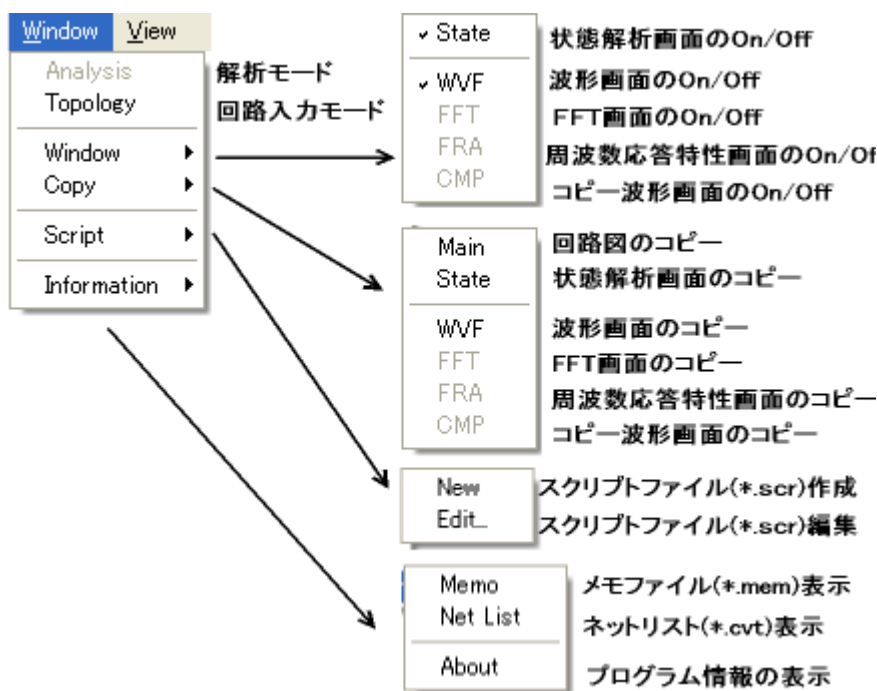


図 1-4-4

1.4.5 View(ビュー)メニュー

表示画面の制御メニューです。
 [Home]表示位置を原点に復帰させます。
 [Zoom in]画面を拡大します。
 [Zoom out]画面を縮小します。
 [Default]表示関係のデフォルト設定画面です。
 設定の詳細は、[1.5.2 表示画面のデフォルト設定](#)の説明を参照ください。

Home	表示位置を原点に復帰										
Zoom in Zoom out	表示の拡大 表示の縮小										
Initialize Refresh	表示設定を回路全体に適用する 表示色をもとに戻す										
Node ▶ Option ▶	<table border="1"> <tr> <td>Create</td> <td>ノードの表示</td> </tr> <tr> <td>Delete</td> <td>ノードの消去</td> </tr> <tr> <td>Default...</td> <td>表示の設定</td> </tr> <tr> <td>State...</td> <td>状態解析画面の設定</td> </tr> <tr> <td>Scope...</td> <td>スコープ画面の設定</td> </tr> </table>	Create	ノードの表示	Delete	ノードの消去	Default...	表示の設定	State...	状態解析画面の設定	Scope...	スコープ画面の設定
Create	ノードの表示										
Delete	ノードの消去										
Default...	表示の設定										
State...	状態解析画面の設定										
Scope...	スコープ画面の設定										

図 1-4-5

1.4.6 フロートメニュー

SCAT でのメニュー制御は、画面上部のメニューバーでの操作以外にも、右図のように画面の空白部分で、マウスの右クリック操作によりフロートメニューが表示されます。

1.4.1~1.4.5に記載した各メニューの階層構造の中で使用頻度の高いメニュー項目がフロートメニューに組み込まれています。

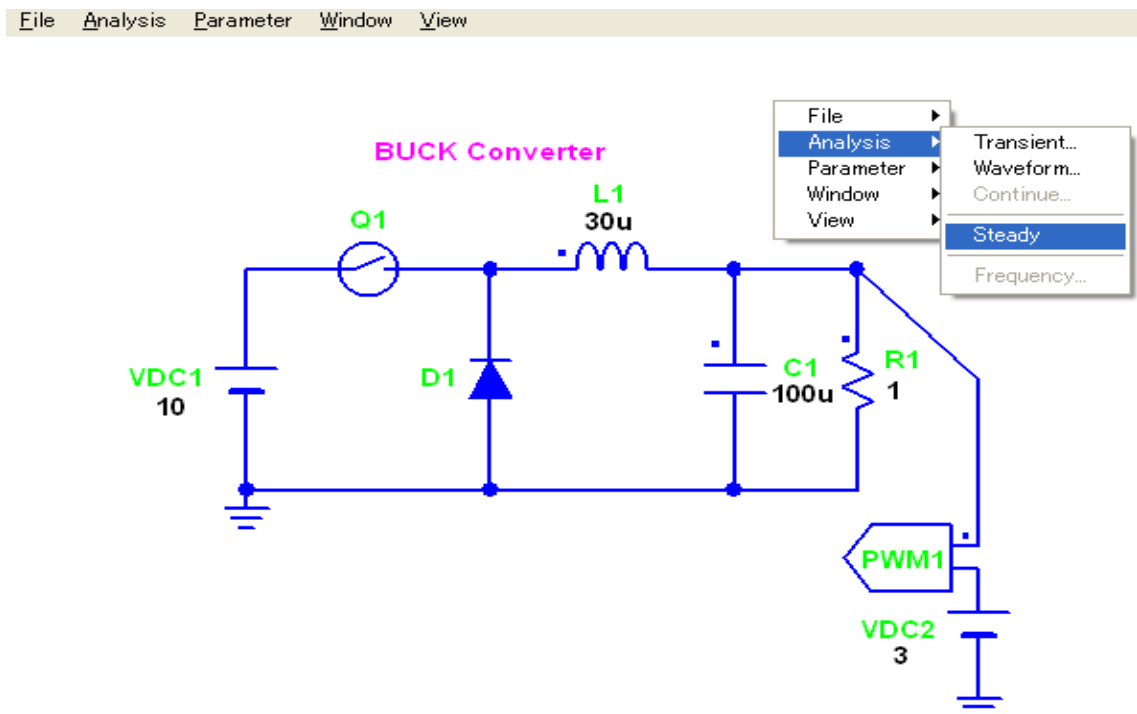


図 1-4-6

1.5 起動時のデフォルト設定

初回ご使用時、もしくは設定変更されていない場合には下記の項目がデフォルト設定となっており、適宜ご希望の設定に変更してください。プログラム終了時に環境設定ファイル(K492PR2.cfg)に設定内容が保存され、次回起動時からは設定内容が反映されます。

1.5.1 印刷のデフォルト設定

<State>

C : ステート印刷時のフォントサイズ

<Scope>

X : スコープ印刷時の横幅[mm]

Y : 縦幅[mm]

C : フォントサイズ

<Scope>により、WVF、FFT、FRA、CMP 画面の設定を行えます。

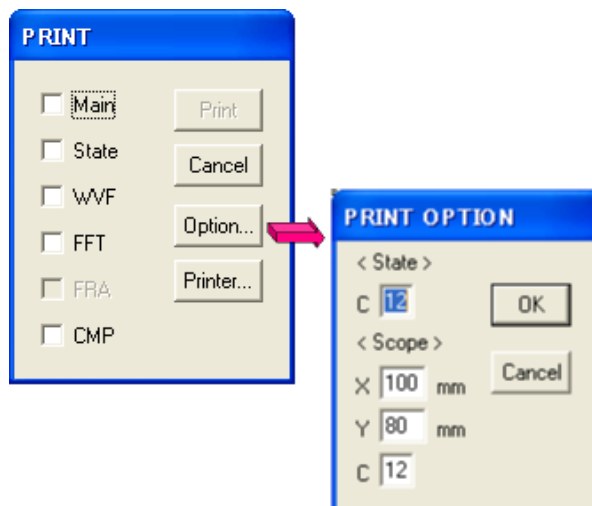


図 1-5-1

1.5.2 表示画面のデフォルト設定

右図のように View(表示画面)のデフォルトが設定されています。回路作成時の素子サイズ・色・表示フォントのサイズ・色、線幅などの設定ができます。

Device Width	素子の横幅[Pixel]
Device Height	素子の縦幅[Pixel]
Device Color	素子の色*1.
Device Line Width	回路図の線幅[Pixel]
Font	回路図のフォント*2
Font Size	フォントサイズ[Pixel]
Font Color	フォントの色*1.
Limit Color	出力変数の制限値を超えた場合の表示色
Value Mode	数値表現形式: Mode1.(指数記号)*3、 Mode2(記号無し)
Value Unit	単位表示の On/Off *4
Node Mode	自動ノード機能のオン・オフを設定します。
Highlight Color	素子選択時のハイライト表示色*1.
Highlight Handle Radius	配線の自動接続や選択時の動作半径[0.1mm 単位]
Program Font Size	プログラマブル素子のプログラム記述欄での表示フォントサイズです。
OFF1 Color	オフ状態の第一表示色
OFF2 Color	オフ状態の第二表示色

*1 表示色は **Black, Gray, White, Red, Green, Blue, Yellow, Magenta, Cyan, None** の10色が選択できま

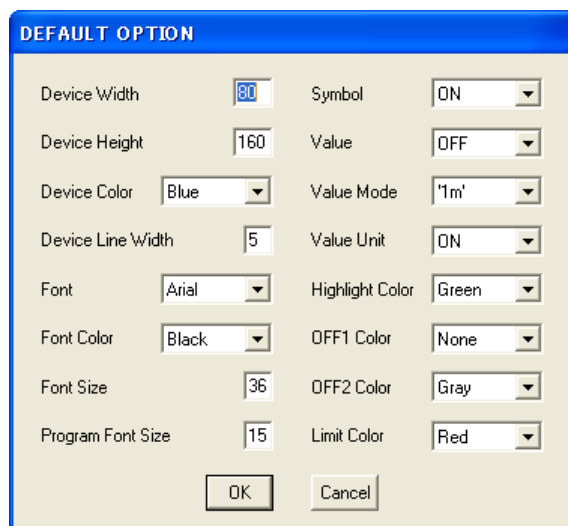


図 1-5-2

す。(None は非表示色となります)

*2 フォントは Arial, Courier, Times, Symbol が選択できます。

*3 SCAT の指数記号は

p	1.0e-12	
n	1.0e-9	
u	1.0e-6	(注 μ (ミュー)では無く u を使用します。)
m	1.0e-3	
k	1.0e+3	(注 大文字の K では無く小文字のkを使用します。)
M	1.0e+6	
G	1.0e+9	
T	1.0e+12	

*4. 単位記号が OFF の場合にはインダクタンスの H 等の単位記号は表示されません。

1.5.3 解析コンディション(Parameter: Condition)のデフォルト設定

解析実行時の刻み時間や低周波近似補正に関する設定です。

Nta は、減衰波形に対する刻み時間を制御します。デフォルト設定値は 1 であり、この値を大きくすると解析精度は上がりますが、解析時間は長くなります。減衰波形が正しくないとき、1~100 の範囲で増加してください。

Ntw は、正弦波形に対する刻み時間を制御します。デフォルト設定値は 100 であり、この値を大きくすると解析精度は上がりますが、解析時間は長くなります。正弦波形が正しくないとき、100~1000 で増加してください。

Fta は、刻み時間の繰り返し時間を制御します。デフォルト設定値は 10 であり、この値を大きくすると解析精度は上がりますが、解析時間は長くなります。パルス波形が正しくないとき、10~20 で増加してください。

これらのパラメータは、通常、変更する必要はありません。特別に精度が必要な場合増加させてください。デフォルト値より減少させるのは推奨できません。

Compensate は、解析実行時の PWM・SFM 制御に対する低周波近似補正のチェックボックスです。アナログ制御の場合のみチェックを ON にしてください。なお FRD を使用した場合はチェックできません。

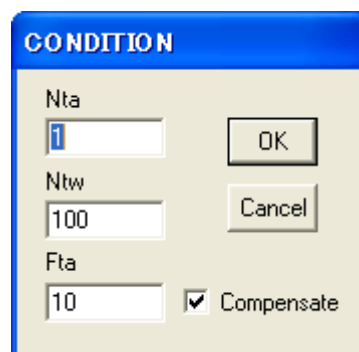


図 1-5-3

第2章 シミュレーション

作成した回路データは、拡張子名称 *.CVT(ネットリスト)と拡張子名称 *.SHP(回路配置)の二つのファイルで構成されています。

すでに作成済みの回路データをシミュレーションする場合には File▶Open にてファイルを指定します。

回路データが正常に読み出されたら右図のように回路図が表示されて解析(Analysis)が可能な状態となります。

この Analysis モードには

- ・過渡応答解析
 - *過渡応答
 - *波形解析
- ・ステップ応答解析
 - *過渡応答
 - *波形解析
- ・継続解析
- ・定常解析 (DC-DC コンバータのみ)
- ・スイープ解析
- ・周波数応答特性解析
- ・FFT 解析
- ・スクリプト解析

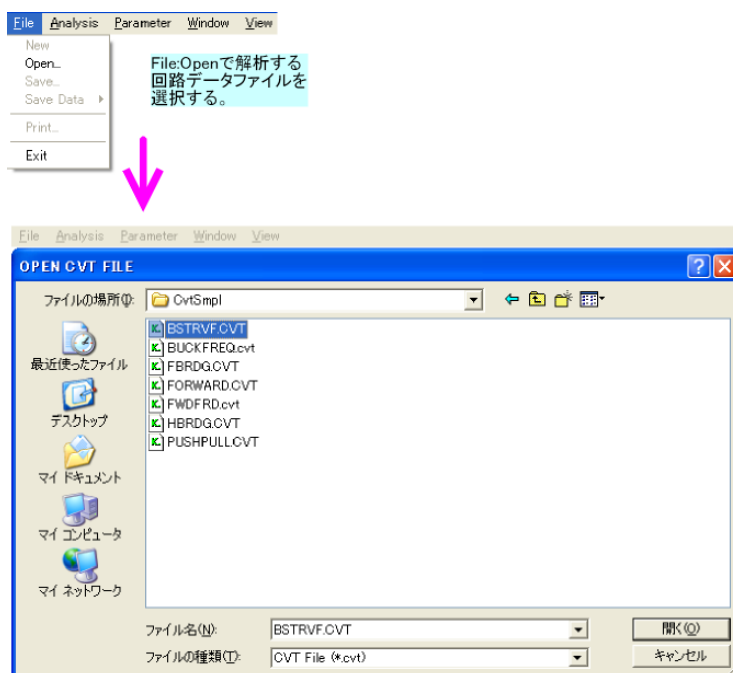
の9種類の解析モードがあります。各解析モードの使用方法は次ページ以降の各章を参照してください。

また、解析結果の表示には

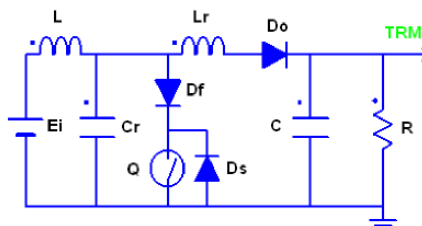
- ・波形(WVF)ウインドウ
- ・状態(STATE)ウインドウ
- ・FFTウインドウ
- ・周波数特性(FRA)ウインドウ
- ・比較(CMP)ウインドウ

の5種類の表示ウインドウがあり、豊富な機能が用意されています。

*解析実行中で、シミュレーションを中断する場合には、回路が存在しない部分で右クリックしてQuitを選択してください。



SFM Controlled ZVS Resonant Boost Converter



BSTRVF.CVTの回路データが表示されて解析ができる状態になりました。

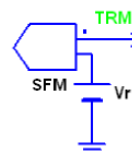


図 2-1

シミュレーションを行う前に、メインスイッチング周波数の設定を右図の手順1のように Parameter▶Frequency と行います。なお、スイッチングを伴わない回路の場合にはデジタルオシロのサンプリング周波数を想定して、このメインスイッチング周波数を設定してください。

次に、解析を行う素子(シンボル名、内部シンボル)を Parameter▶Output で順次指定します。最初に、Elements ボックスに回路中の全素子のシンボル(内部シンボルがある場合にはシンボル名の後に内部シンボルが表示されます)を選択し、解析タイプ(V:電圧、I:電流)、モード(Pkv, Min, Max, Ave, Ini, Fin)をチェックして [Set]ボタンをクリックします。

モードでの各項目は右図最下部に記しています。

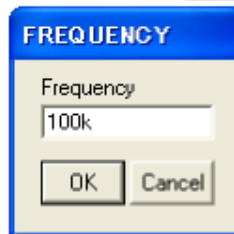
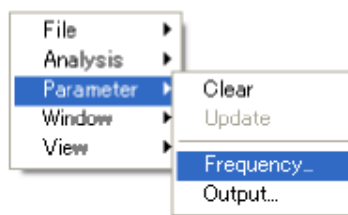
また、選択した出力間での四則演算(加算[A], 減算[S], 乗算[M], 除算[D])もこの出力設定ダイアログボックスにて行えます。

出力間の四則演算指定は、最初に対象の出力を左クリックで選択し反転表示されている状態で、加算[A], 減算[S], 乗算[M], 除算[D]ボタンのいずれかをクリックしてから、四則演算する相手の出力をクリックします。

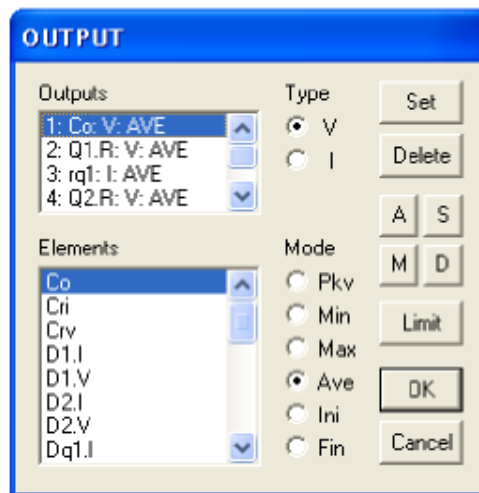
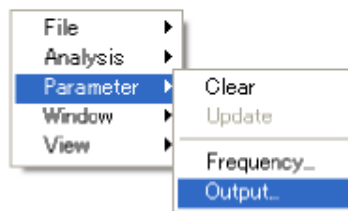
右図で、2行目に設定している Q1.R:V:AVE と4行目の Q2.R:V:AVE を加算した場合には %2+4として最終行に追加されます。

なお、四則演算指定が設定されている出力を [Delete]ボタンで削除しようとするとき
 “Cannot delete an operating operand”
 の警告メッセージがでますので、削除するには先頭に%表示されている四則演算出力を削除した後に、該当の出力を削除してください。

手順1 メインスイッチング周波数の設定



手順2 解析結果出力素子の指定



A: 加算
 S: 減算
 M: 乗算
 D: 除算
 上限値と
 下限値を
 設定

Mode
 Pkv : Min/Maxで絶対値の大きい値
 Min : 最小値
 Max : 最大値
 Ave : 平均値
 Ini : 初期値
 Fin : 最終値

図 2-2

[Limit]ボタンで、出力変数の上限値と下限値を設定すると、解析時にこの範囲を超えた場合に、その素子の色が変わります(Rating 機能)。(View▶Option▶Default の Limit Color で設定) View▶Refresh でもとに戻ります。

また、スコープのコントロールパネルにおいて、Ctrl キー+Outputs 変数クリックで、上限値と下限値が表示され、スコープにその制限値直線(veiw▶Option▶Scope の Limit Line)が表示されます。出力変数をクリックすることでもとに戻ります。

2.1 過渡応答解析 : Transient

過渡応答解析は、出力に指定された各素子の値について、周期内の代表値のみを表示しますので、回路の初期状態から安定状態に移行するまでの過渡状態解析に使用します。

右図で示すように、最初に回路の無い空白部で右クリックするとフローティングメニューが表示されますので、Analysis▶Transient と選択してクリックすると、解析を実行する周期数設定ダイアログが表示されますので、周期数を入力します。

この周期数設定ダイアログボックスのアップ・ダウンボタンでは100周期単位で設定を変えることができます。

周期数設定が終わって[OK]ボタンをクリックすると解析がスタートします。

解析中の進行状況はSCATウィンドウ上部のメニューバーに逐次表示されるので、エラー発生などを確認できます。

解析が無事終了すると“Congratulations”のダイアログボックスが表示され、[OK]ボタンのクリックまたは[Enter]キーの操作により解析結果が表示できます。

Window▶WVF(波形)又は、Window▶State(状態)を選択するとそれぞれの画面が表示されます。

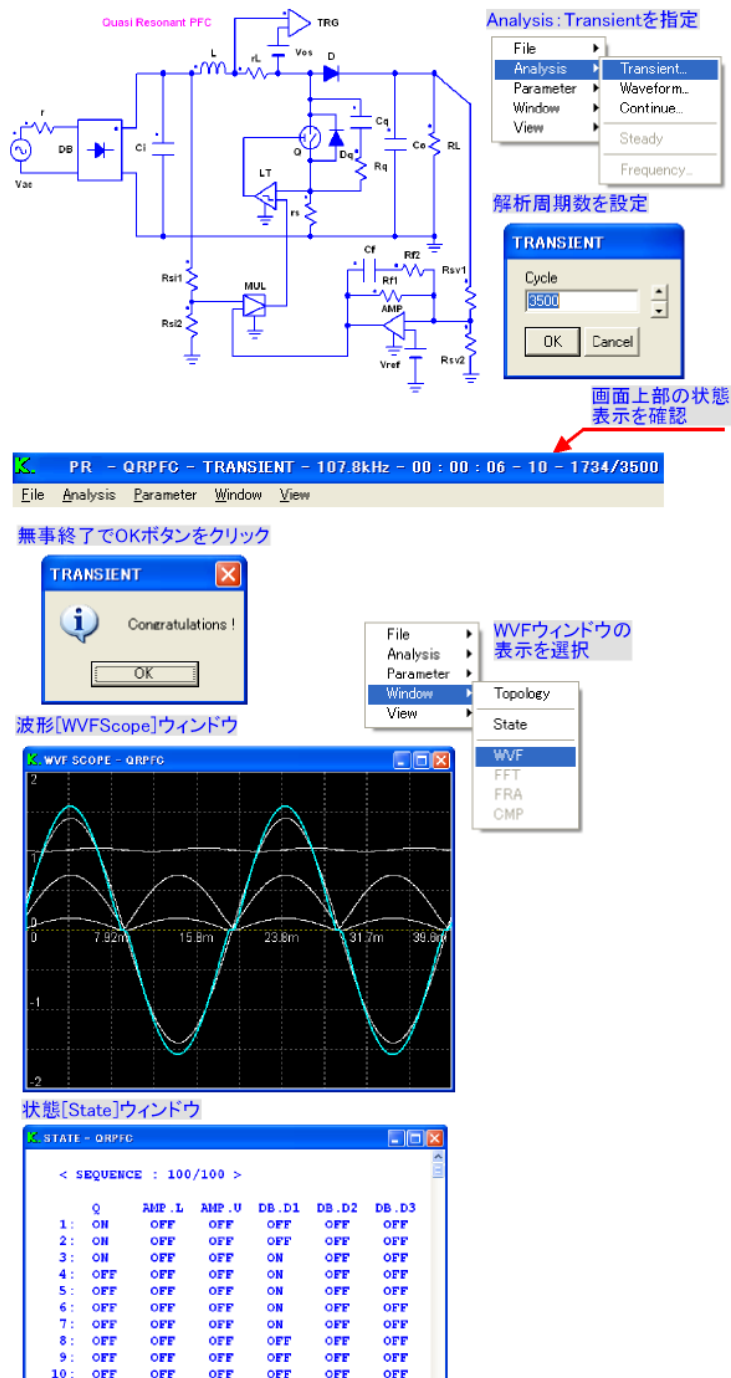


図 2-1-1

波形画面の詳細な機能については [2.10.1 WVF SCOPE\(スコープ\)画面](#)を、状態画面の詳細は [2.10.5 STATE\(ステート\)画面](#)参照ください。

* 解析実行時には、このウィンドウ表示のチェックを外しておいた方が実行時間は短縮されます。この過渡応答解析では、周期内での代表値のみ表示を行いますので、詳細な解析結果が必要な場合には波形解析を実行してください。

参考: 過渡応答解析での波形データ内容(右図の波形データ先頭部分)

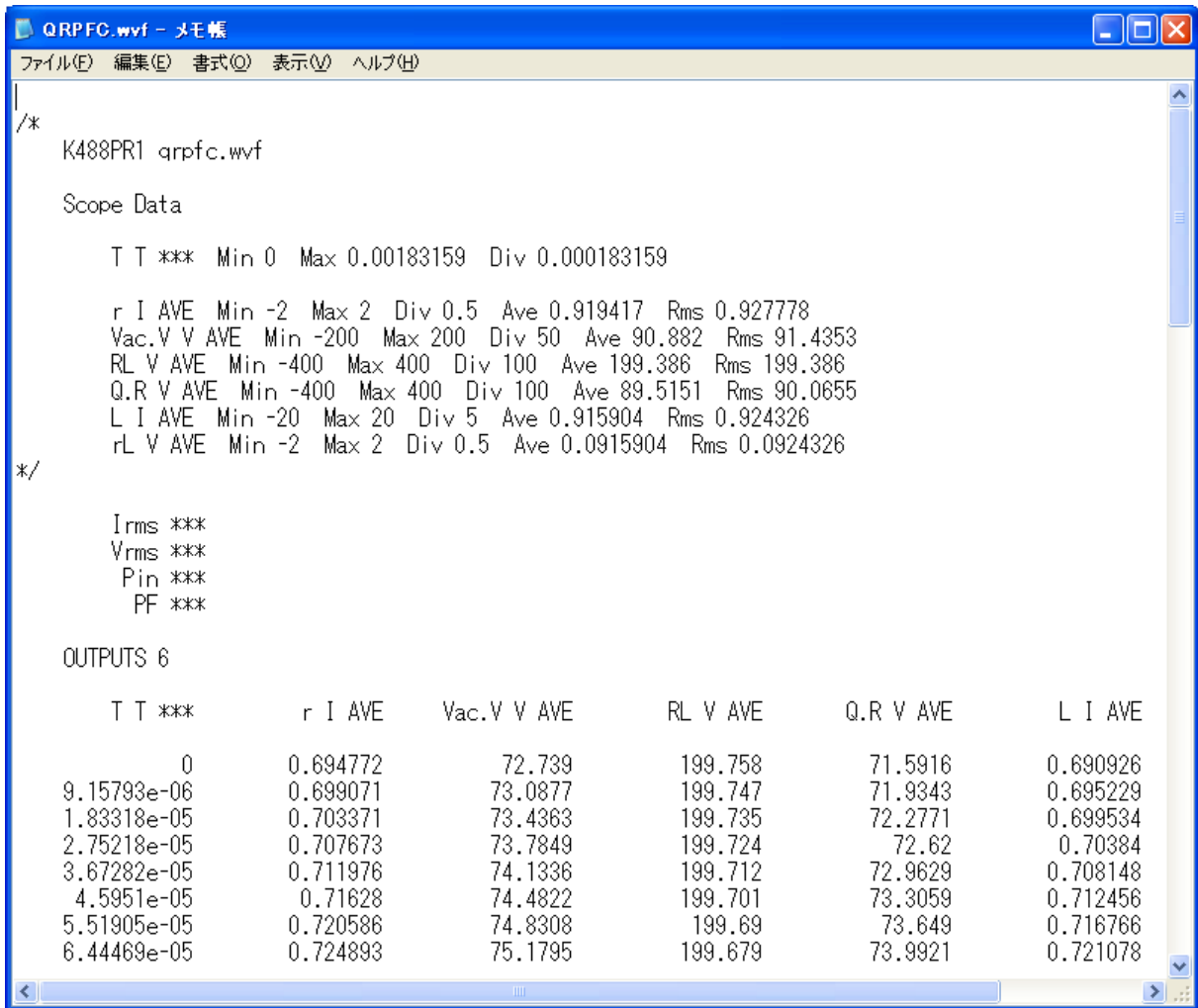


図 2-1-2

データは周期毎の代表値が保存されています。

2.2 波形解析 : Waveform

波形解析は、出力に指定された各素子の値について詳細解析を行います。

右図で示すように、最初に回路の無い空白部で右クリックするとフローティングメニューが表示されますので、Analysis ▶ Waveform を選択してクリックすると、解析を実行する周期数設定ダイアログが表示されますので、周期数を入力します。

この周期数設定ダイアログボックスのアップ・ダウンボタンでは10周期単位で設定を変えることができます。

周期数設定が終わって[OK]ボタンをクリックすると解析がスタートします。

解析中の進行状況はSCATウィンドウ上部のメニューバーに逐次表示されるので、エラー発生などを確認できます。

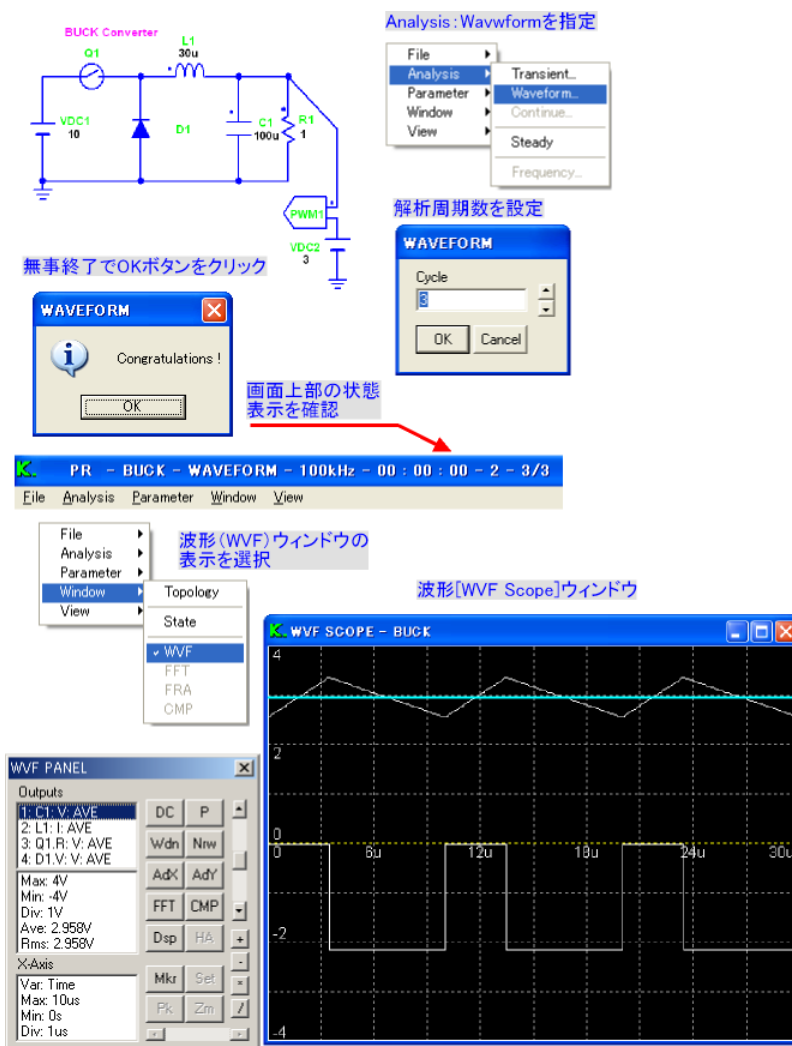


図 2-2-1

解析が無事終了すると“Congratulations”のダイアログボックスが表示され、[OK]ボタンのクリックまたは[Enter]キーの操作により解析結果が表示できます。

Window ▶ WVF (波形) 又は、Window ▶ State (状態) を選択するとそれぞれの画面が表示されます。波形画面の詳細な機能については [2.10.1 WVF SCOPE \(スコープ\) 画面](#) を、状態画面の詳細は [2.10.5 STATE \(ステート\) 画面](#) 参照ください。

* 波形解析では下記のデータに示すように、きざみ時間を自動的に解析してデータが保存されています。(データ保存の時間間隔は一定ではありません)

T T ***	ri I AVE	Vi.V V MAX	R V MAX
0	0	112.697	4.73044e-25
1e-08	0.112685	112.697	-5.94365e-11
1e-08	0.112685	112.697	-5.94365e-11
1e-07	1.12584	112.697	-5.437e-10
2e-07	2.24943	112.697	-9.75025e-10
3e-07	3.37079	112.697	-1.29431e-09

表 2-2-1

2.3 ステップ応答解析 : Step

2.3.1 ステップ過渡応答解析 : Step Transient

ステップ過渡応答解析は、回路中の任意の素子定数(内部シンボルがある場合には内部シンボル定数)を時間指定して変化させた場合の回路特性を解析します。

右図のように、SCATウィンドウ上部のタイトルバーメニューから Analysis▶Step▶Transient を選択してクリックします。

右図中段のように、Step Transient の設定ダイアログボックスが表示されるので、ステップ応答の対象になる素子のシンボルと、内部シンボルがある場合には該当素子の内部シンボルを Parameter ボックスで選択します。

Value1にはTime1で設定した区間に適用する素子定数を、Value2にはTime2で設定した区間に適用する素子定数を設定します。

右図の例では、負荷抵抗R1の初期抵抗値を1Ωとして5msの期間適用し、次の5msには100Ωとした解析事例です。

一般に、Time1に設定する時間は回路が定常状態に達する十分な安定時間を設定してください。

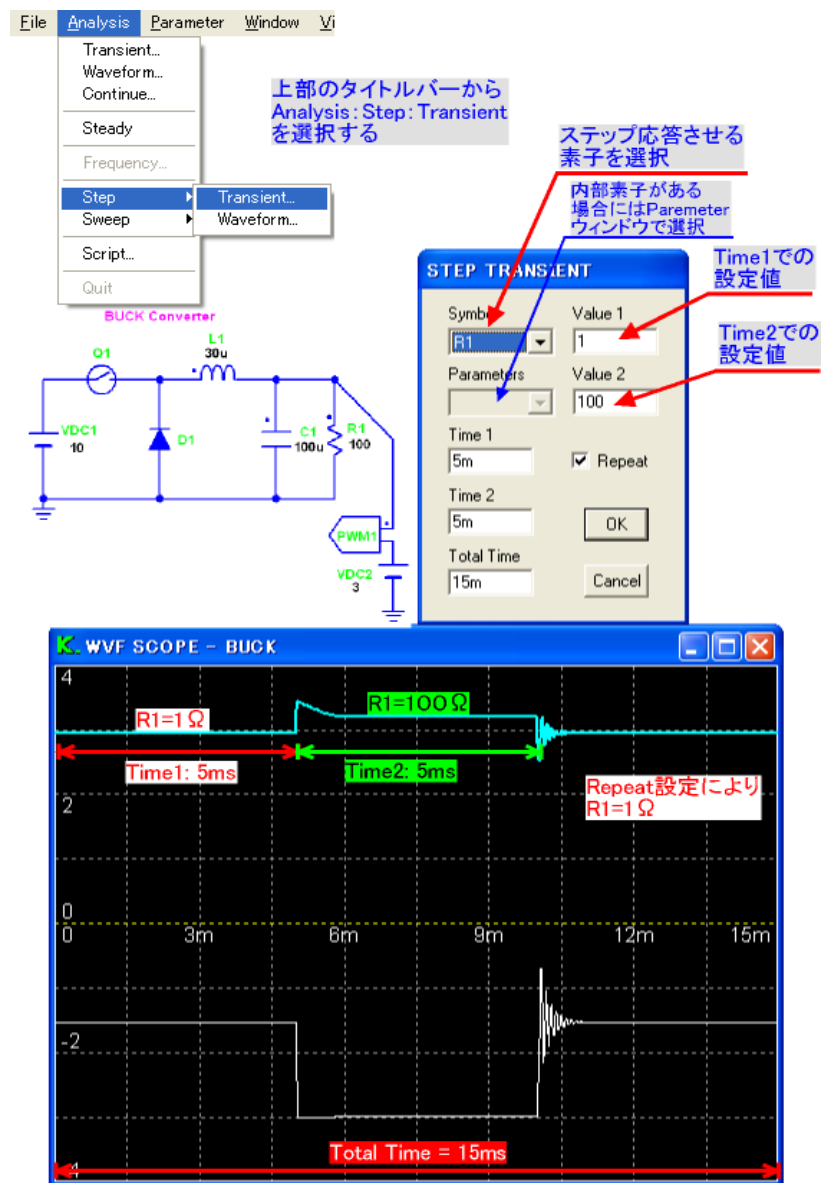


図 2-3-1

また、Time1・Time2に設定した時間が経過した後、再び同じ繰り返しの挙動解析を行う場合には、Repeatチェックボックスをクリックしておいてください。Repeat チェックボタンが設定されていない状態では、Time2の設定時間経過後に、再びTime1の値が設定され、この状態を保持します。

このステップ過渡応答では、シミュレーション周期数は Total Time により自動設定されます。

2.3.2 ステップ波形解析: Step Waveform

ステップ波形応答解析は、回路中の任意の素子定数（内部シンボルがある場合には内部シンボル定数）を時間指定して変化させた場合の回路特性を波形解析します。

右図のように、SCATウィンドウ上部のタイトルバーメニューから Analysis ▶ Step ▶ Waveform を選択してクリックします。

右図中段のように、Step Waveform の設定ダイアログボックスが表示されるので、ステップ応答の対象になる素子のシンボルと、内部シンボルがある場合には該当素子の内部シンボルを Parameter ボックスで選択します。

Value1にはTime1で設定した区間に適用する素子定数を、Value2にはTime2で設定した区間に適用する素子定数を設定します。

右図の例では、負荷抵抗R1の初期抵抗値を1Ωとして5msの期間適用し、次の5msには100Ωとした解析事例です。

一般に、Time1に設定する時間は回路が定常状態に達する十分な安定時間を設定してください。

(右図の例では定常解析: Stedayを実行後に解析しています。)

また、Time1・Time2に設定した時間が経過した後に、再び同じ繰り返しの挙動解析を行う場合には、Repeatチェックボックスをクリックしておいてください。Repeat チェックボタンが設定されていない状態では、Time2の設定時間経過後に、再びTime1の値が設定され、この状態を保持します。

このステップ波形解析では、シミュレーション周期数は Total Time により自動設定されます。

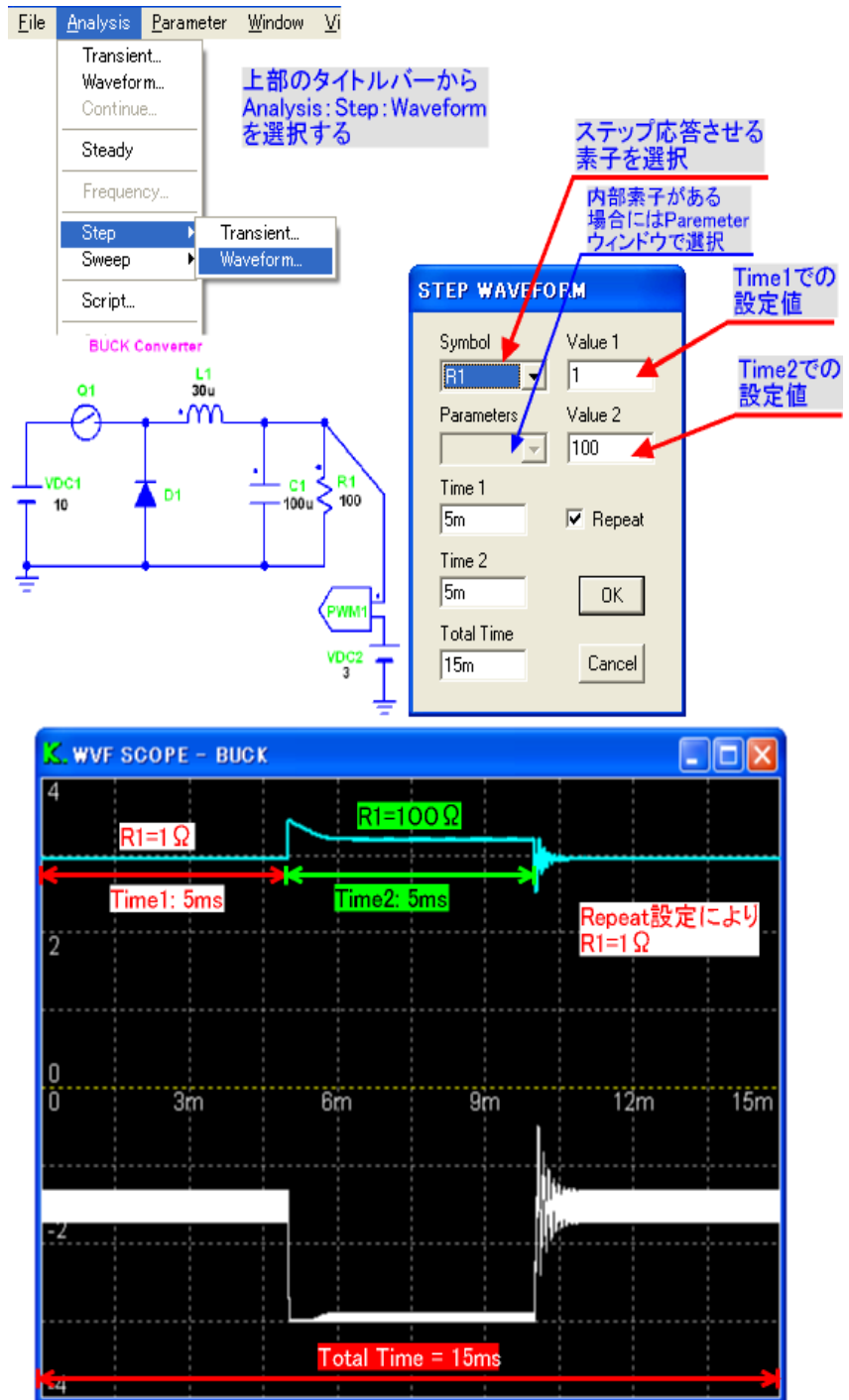
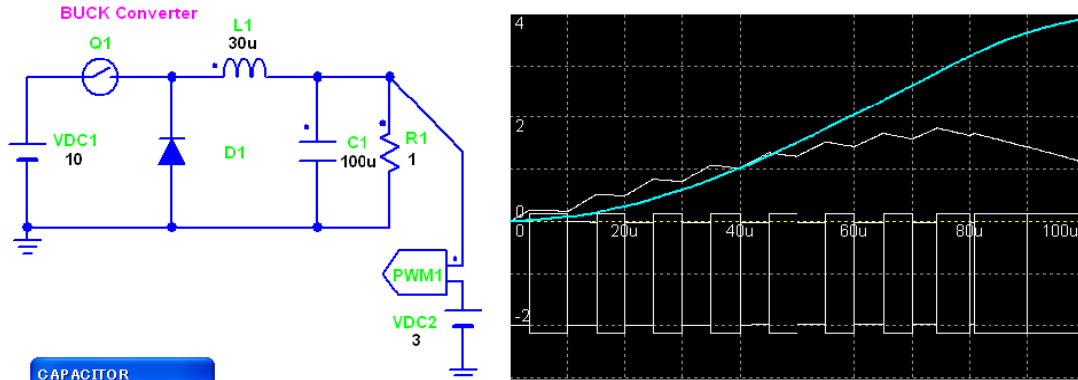


図 2-3-2

2.4 継続解析 : Continue

前回行った過渡応答解析 [Transient]、又は波形解析 [Waveform]を継続延長して行う解析モードです。このモードでは、回路の初期状態は更新されません。

また、Parameter▶Update と Steady では、初期状態が解析終了時の値に更新されます。

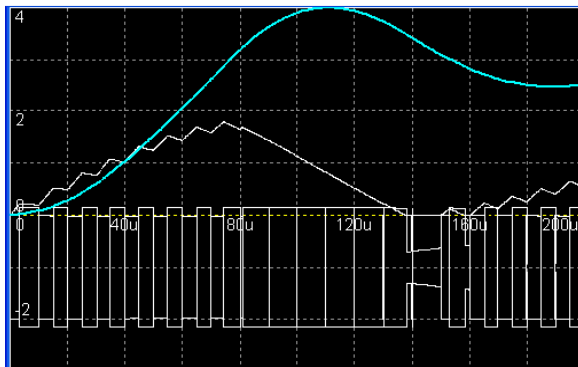


CAPACITOR	
Symbol	C1
Value	100u
Vini	0

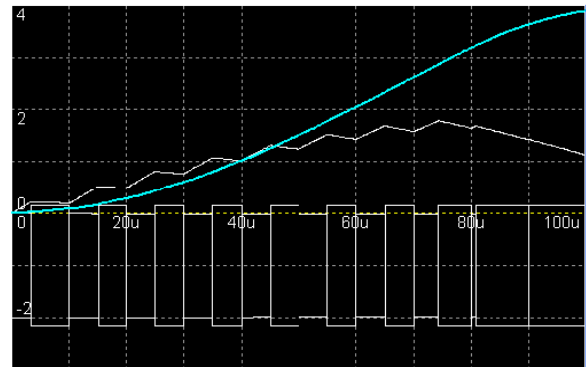
回路中の初期状態Vini, Iini, Phini等は、通常の過渡応答・波形解析では保持されない。



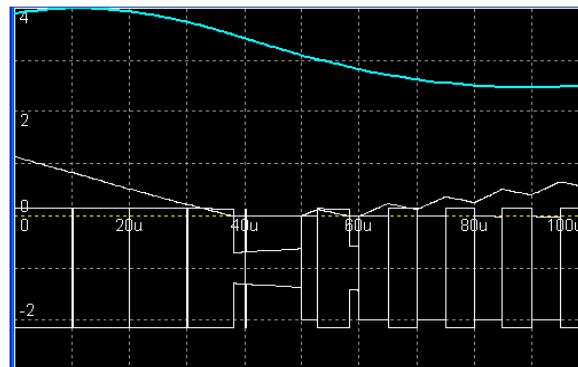
上記解析後、Continue解析を実行



上記解析後、再度同じ解析を実行



上記解析後、Parameter→Updata後、同じ解析を実行



CAPACITOR	
Symbol	C1
Value	100u
Vini	2.955

継続解析 (Continue)
Parameter→Update
Steady
の場合のみ、周期終了
時点での初期値が
保持される

図 2-4-1

2.5 定常解析 : Steady

定常解析[Steady]は、DC-DC コンバータに適用され、回路中のインダクタンス電流、キャパシタンス電圧が、スイッチング周期の開始・終了時点で同一となる定常状態を自動的に探索します。

また、Steady では、初期状態が解析終了時の値に更新されます。

探索課程での進捗状況の目安がSCATウインドウ上部のタイトルバーに%で表示されます。また、解析周期数表示の分母は当然のことながら?となっており、回路状態によって収束しない場合には Analysis ▶ Quit にて解析を中断できます。

Steady 解析が有効にならない回路は過渡応答解析[Transient]を繰り返して、定常状態になったと判断できた時点で、Parameter ▶ Update を実行して1周期分の波形を表示します。

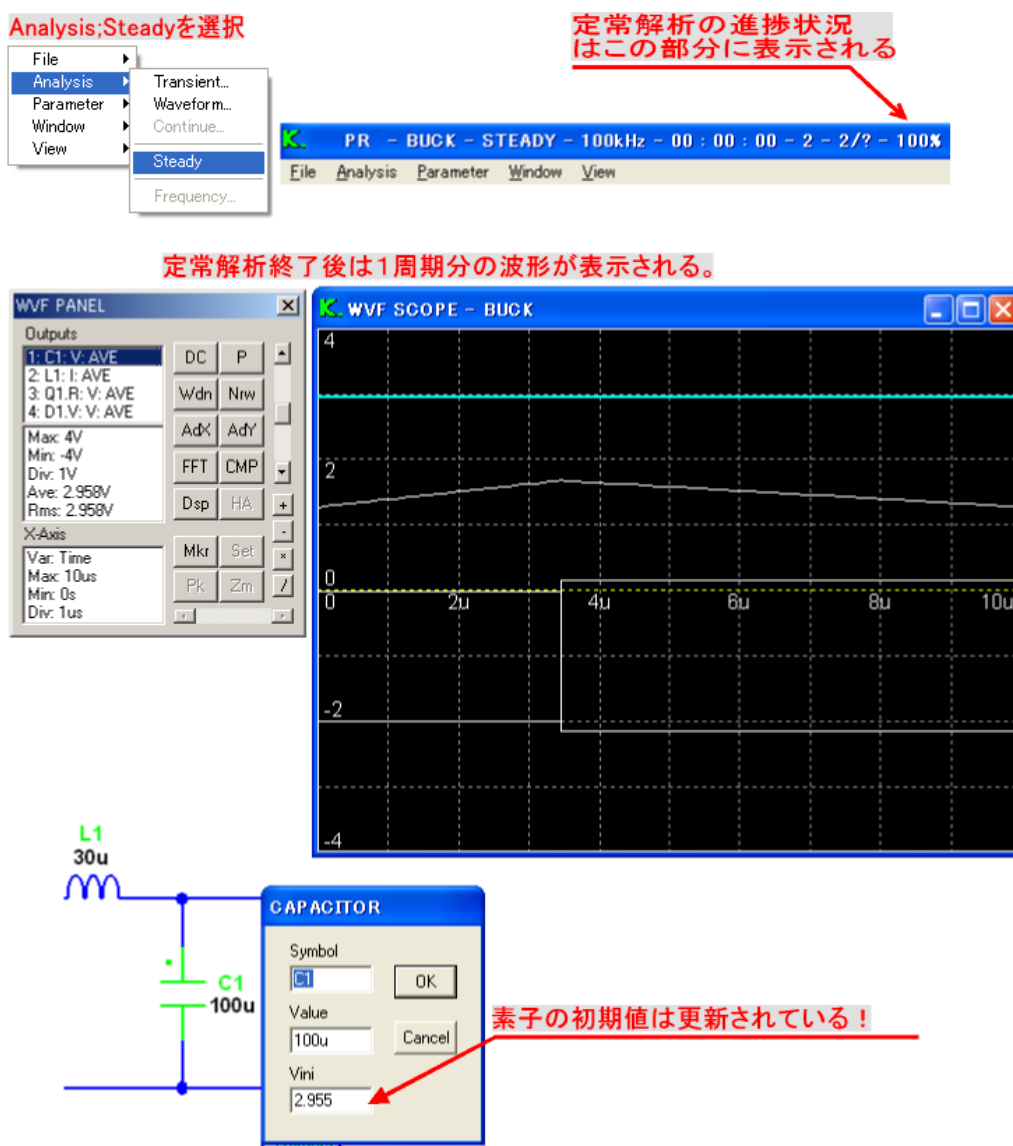


図 2-5-1

2.6 スイープ解析 : Sweep

スイープ解析は、回路中の任意素子定数を、開始値(Begin)から終了値(End)の範囲で、任意の刻み数(Division)変化させた場合の解析を行います。

解析の種類は下記4種類があります。

① Sweep

全ての出力変数の最終解析値をCMP スコープへ表示。CMP スコープのX軸が、変化させた素子の回路定数となります。

Cycle="0": Steady解析
(DC-DC コンバータのみ)

Cycle=">0": Transient 解析

② Transient

初期状態は変更せずにWVF スコープで選択している出力変数を Cycle 数だけ Transient 解析を行い、CMP スコープへ表示

③ Waveform

初期状態は変更せずにWVF スコープで選択している出力変数を Cycle 数だけ Waveform 解析を行い、CMP スコープへ表示

④ Steady

WVF スコープで選択している出力変数の最終解析値におけるスイッチング1周期の波形をCMP スコープへ表示

Cycle="0": Steady解析
(DC-DC コンバータのみ)

Cycle=">0": Transient 解析

右図では、負荷抵抗となるR1の抵抗値を50m Ω ~150m Ω の範囲で10分割でスイープ解析した場合の一例です。

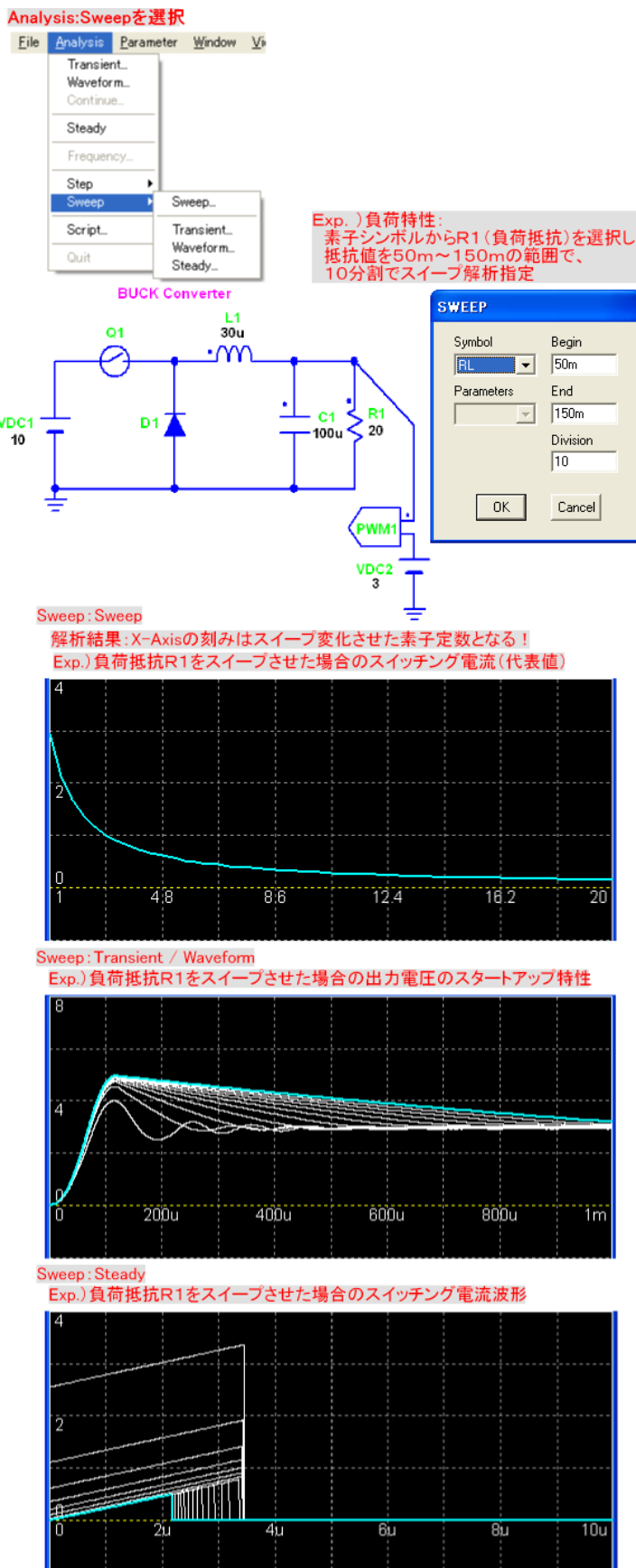


図 2-6-1

2.7 周波数特性解析 : Frequency

周波数特性解析には二つのコマンドが用意されています。Analysis:Frequency:Fastを使用すると高速かつ容易に周波数特性解析が実行できるので、通常はこれを使用します。Fastでどうしても解析できない場合にSlowを使用します。解析手順は以下のとおりです。

2.7.1 一巡周波数特性

フィードバック制御された回路の一巡周波数特性解析を行うには、右図に示すように、負荷抵抗 R での電圧を PWM 制御している制御ループの間に AC-sweep 素子を挿入し、その前後に入出力波形検出用のオープン素子 OUT2・OUT3 を追加します。

Parameter▶Output で OUT2 と OUT3 の電圧を Mode:Ave(平均値)で出力変数に追加します。

(* 1)

(* 1)

K492 での周波数特性解析では、解析対象が出力変数リストから自由に選択できますが、Aveを選択することを推奨します。

また、解析のループにPWM制御器が含まれますので、AC Sweep素子の“PWM/SFM”チェックボックスをチェックしてください。これにより最終値の位相の遅れを改善します。PWM・SFM制御器を使用しない場合には、AC Sweep素子のPWM/SFMチェックボックスを外します。

解析周波数範囲を AC-sweep 素子の Fmin・Fmax に設定し、周波数分割数をNdivに設定します。Fast 解析で解析結果が乱れている場合は、Fmin を低く設定すると正しく解析できる場合があります。(解析周波数範囲の上限はメインスイッチング周波数の1/4程度です)なお、解析周波数は対数で行われます。

次に、解析時間: Tanl(※Slow のときのみ)を設定しますが、この時間は解析する回路の過渡応答が十分安定する時間となりますので、事前に解析周波数の上下限にて過渡応答解析を行い、安定時間を確認しておいてください。

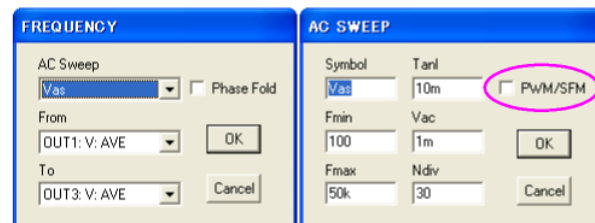
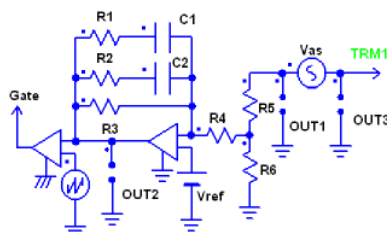
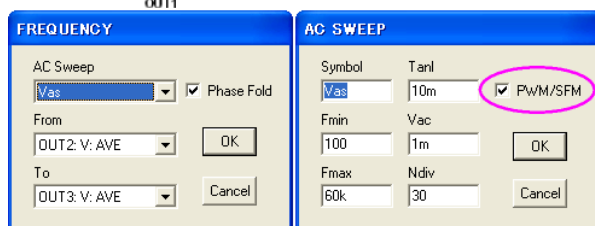
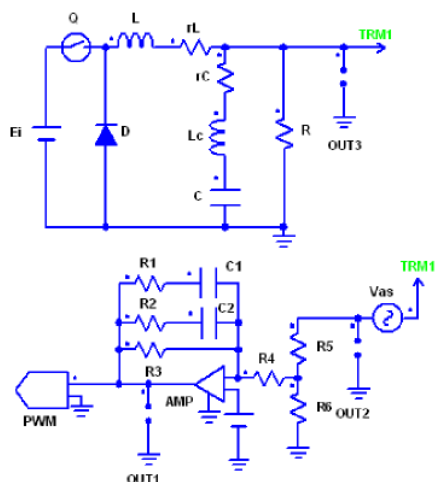
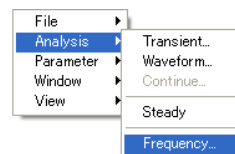


図 2-7-1

AC Sweep素子が出力する交流電圧源:Vacの設定値は、通常はデフォルト設定の1mVを使用しますが、変更する場合には1u~1Vの範囲で使用されることを推奨します。



以上の設定が終わって、Analysis▶Frequency▶Slow を選択してクリックすると、周波数刻みで設定した回数分、過渡応答解析が自動実行され、解析時間に達したところでの周波数応答解析結果が Freq Responsウインドウにプロットされていきます。

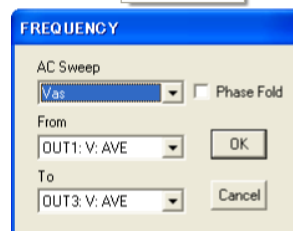


図 2-7-2

右図が、周波数応答特性解析実行後の画面でGain (利得)とPhase (位相)が、指定された周波数区間でプロットされます。

利得の解析結果はデシベル (db)で表示され、位相は度で表示されます。

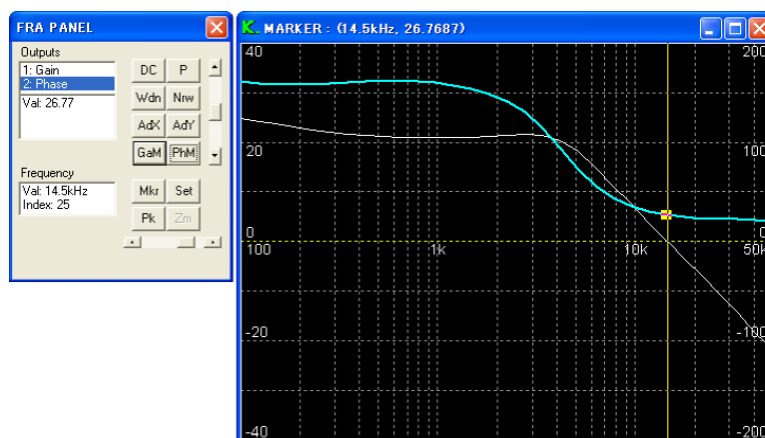


図 2-7-3

周波数応答特性ウインドウの上にカーソルを移動して、マウス右クリックをすると右図上部に示されているFRA制御パネルダイアログボックスが表示されます。

この制御パネルの[GaM]ボタンをクリックすると、位相0度での利得余裕が自動的にマーカ表示され、解析結果が数値ボックスに表示されます。

この利得余裕が負であれば、数値の下に“STABLE”が、正であれば“UNSTABLE”が表示されます。

このとき、位相0度が検出できなかった場合には“Not defined”が表示されます。

また、[PhM]ボタンをクリックすると利得0dbでの位相余裕が同様に表示されます。

位相余裕が正であれば“STABLE”が、負であれば“UNSTABLE”が表示されます。

FileメニューのData保存でFRAを選択して保存したデータは右図のように、解析周波数・利得・位相が文字形式で記録されており、ファイル拡張子名は *.fraとなります。

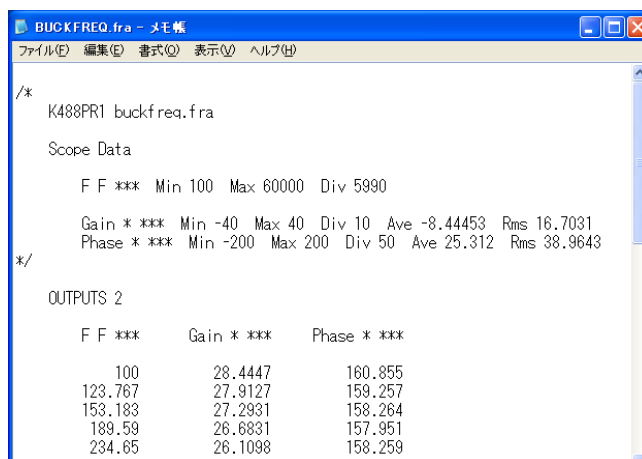


図 2-7-4

2.7.2 部分周波数特性

回路中の部分周波数特性を解析するには、例えば右図では、負荷抵抗 R の出力電圧が Far Jumper: TRM1 で接続されている位相補償制御回路の入り口にオープン素子 OUT3 を設置し、位相補償制御回路の出口に設置したオープン素子 OUT2 との間での部分周波数特性を解析しています。

この場合、PWM 制御器は解析のループに含まれませんので、AC Sweep 素子の PWM/SFM チェックボックスを外します。

またオープン素子 OUT2・OUT3 は、共に電圧測定モードを Ave と設定します。

Analysis ▶ Freq. Responce をクリックして From に OUT3 を選択し、To に OUT2 を選択して OK ボタンをクリックすれば右図の回路における位相補償制御回路の部分周波数特性解析が開始されます。

この部分周波数特性解析では、Parameter ▶ Output で設定されている各素子の電圧・電流値を任意に指定して周波数特性解析が実行できます。ただし、出力の測定モードは Ave を選択しておいたほうが一般的です。特に測定部分の波形にリップル成分がある場合には出力変数の測定モード (Pkv, Max, Min. . .) の影響を受けるので注意してください。

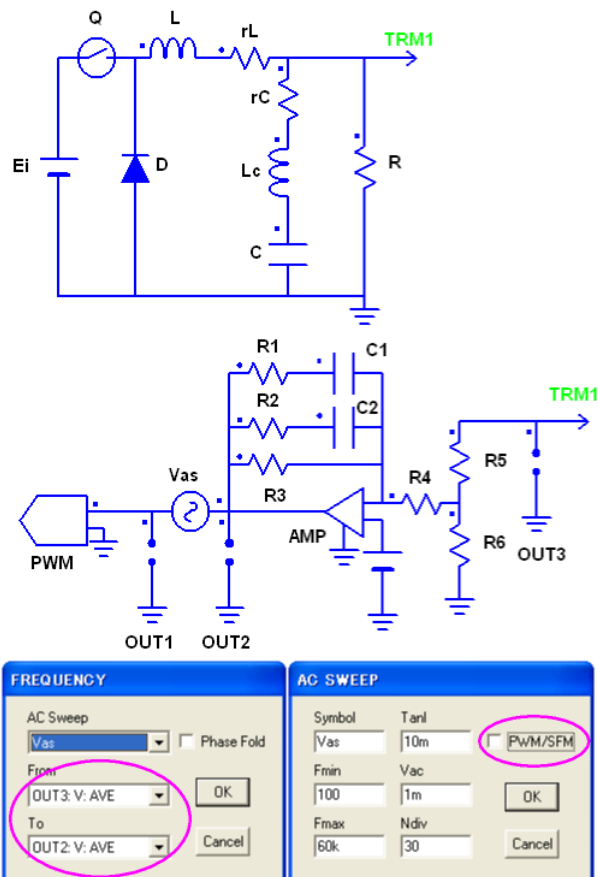


図 2-7-5

2.7.3 オープンループ周波数特性

右図に示すように、入出力電圧特性などのフィードバック制御が掛かっていない回路でのオープンループ特性解析には、回路中にAC-Sweep素子を挿入して

“PWM/SFM”チェックボックスを外しておきます。

次に、AC-Sweep素子の出力電圧(Vas.V)の電圧値を測定モードAveで出力に設定し、周波数特性解析を行う素子も出力に設定しておきます。(右図では出力抵抗:R1の電圧平均値 R1:V:Aveを設定している)

Analysis▶Frequency▶Slow を選択して周波数特性解析の開始点(From)をAC-Sweep素子の出力電圧(Vas.V:V:Ave)に設定し、終了点(To)を抵抗Rの電圧(R1:V:Ave)に設定してOKボタンをクリックすればオープンループでの周波数特性解析が開始されます。

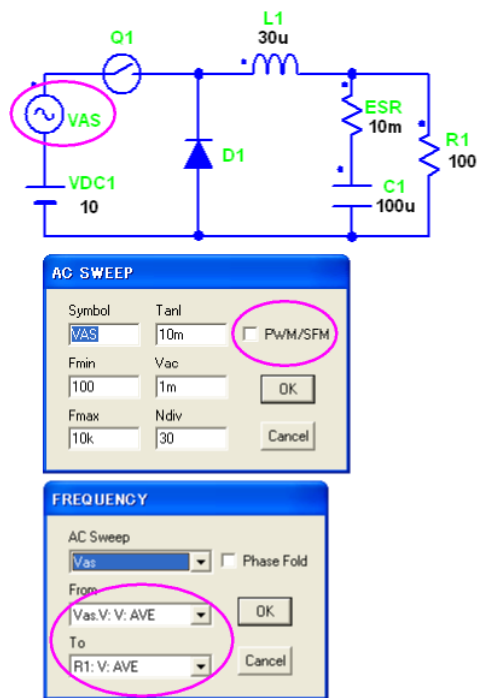


図 2-7-6

2.7.4 周波数特性解析の注意点

周波数特性を解析する場合は以下の点に注意してください。

[1]回路の安定化

周波数特性は、回路が安定に動作しなければ解析できません。設計段階では、各素子のパラメータ設定によっては回路が不安定になる場合がありますが、この場合 Freq Response 解析は失敗します。まずは、Transient 解析などを行って、回路が安定に動作しているか確認してください。安定に動作していなければ、素子パラメータの値を変更し回路が安定に動作するようにしてください。

また、PWM 素子や FRM 素子を使用しており、Parameter▶Condition の Compensation がチェックされている場合、低周波近似補償が行われます。しかし、Freq Response 解析では、この補償が効かなくなるため、回路が安定限界近くで動作している場合、Transient 解析では補償が効いて安定しているのに、Freq Response 解析では補償が効かず失敗する場合があります。この場合も、Compensation がチェックされてなくても、回路が安定に動作するように設定しなおして、Freq Response 解析を行ってください。

また、AC Sweep の正弦波信号が乱されてしまうので、交流電源や他の理由で波形が振動する場合、周波数特性は解析できません。直流波形にして解析してください。

[2]解析時間 Tanl (Slow のみ)

AC Sweep 素子の解析時間 Tanl(デフォルト 10ms)は、およその値を設定すれば自動的に最適値が計算されます。このとき、最適値の範囲は Tanl の100分の1から10倍までとなっていますので、この範囲以外で最適値が存在する場合や最適値が不適切な場合は Tanl を変更する必要があります。このような場合、特性がなめらかではなくジグザグ状になることが多く、そのときは、Tanl を 20ms、30ms…という具合に増加してください。特に、時定数が非常に大きい回路では注意してください。

[3]入力波形、出力波形の出力変数モード

基本的には、入力波形、出力波形には任意の出力変数が指定できます。出力変数モードは任意ですが、周波数特性としては、平均値の特性が一般的と考えられるので通常 Ave を設定します。

2.8 FFT解析

FFTによる高調波解析を行うには、パラメータの出力設定を下記のように設定する必要があります。

(手順1)

交流電圧源の出力に、電流測定用の抵抗を接続する。右図では R1 が該当します。

(手順2)

出力リストの先頭に、電流測定用抵抗の平均電流値を設定します。右図では、R1:I:AVE.

(手順3)

2番目の出力に、交流電圧源の最大電圧を設定します。右図では VAC1:V:AVE.

3番目以降の出力設定は任意です。

回路全体が定常状態になるまで、Transient解析を繰り返して、Parameter▶Updateで解析状態を更新します。

次に高調波解析を行います。SCATでは次の2通りの高調波解析モードを用意しています

①交流電圧源の1周期分以上をTransient解析して、[HA]ボタンをクリックすると、高調波解析モードとなり、WVFウィンドウのX軸範囲は入力電圧の1周期に自動的に設定されます。

②200mSec以上Transient解析して、Altキー+[HA]ボタンをクリックすると高調波解析モードとなり、WVFウィンドウのX軸範囲は200mSecに自動的に設定されます。

引き続き、[FFT]ボタンをクリックするとFFT解析結果と高調波規制による各クラスでの規制ライン及びグループを表示できます。元の波形表示画面に戻るには[HA]ボタンをクリックします。

* 高調波規制での測定方法、クラス判別及びグループの詳細は最新の高調波規制関係法令・省令・政令・ガイドラインなどを参照ください。

なお、このFFT解析画面での詳細な機能については [2.10.2 高調波解析\[PF\]画面と、FFT SCOPE画面](#)の説明参照してください。

交流入力1周期以上又は200mS以上、Transient解析

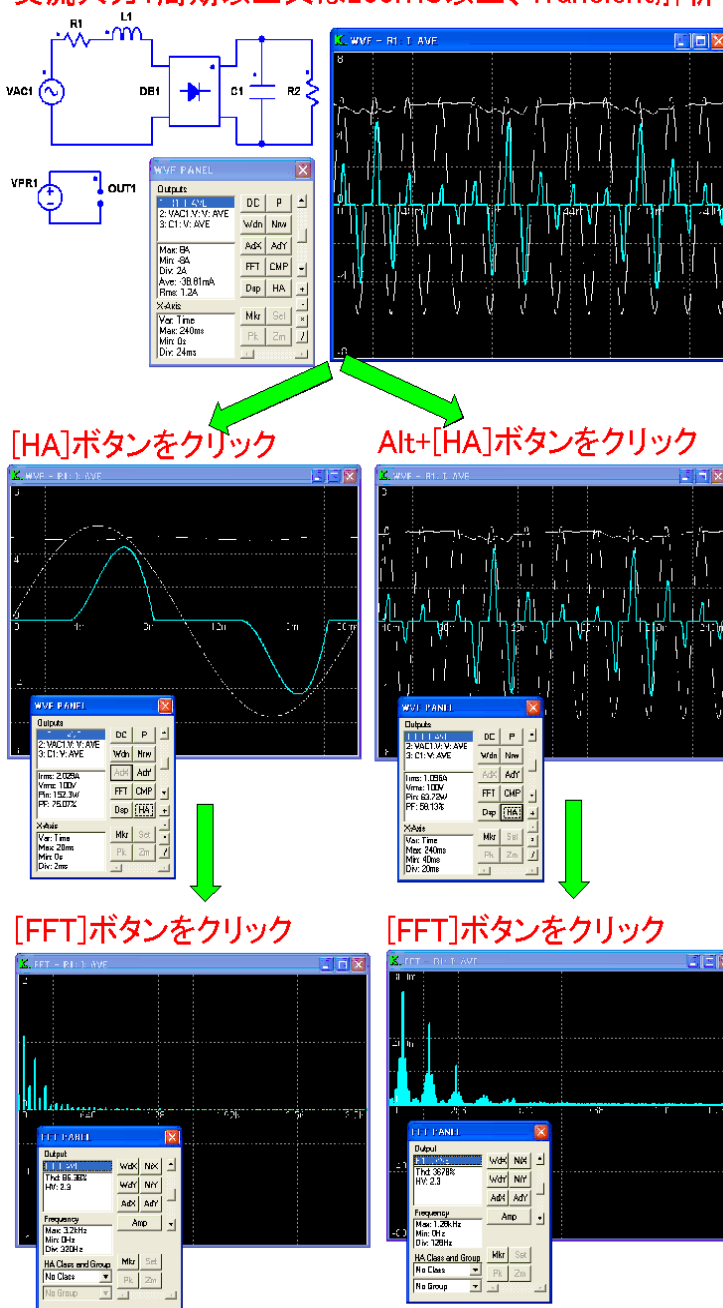


図 2-8-1

2.9 スクリプト解析

スクリプト言語を利用することによりシミュレーション全体を自動化できます。

このスクリプト言語はC言語に似た言語で、テキストでプログラムを書き、拡張子を scr としてファイルに保存します。これを行うには、新規作成の場合は Window ▶ Script ▶ New を、既存のスクリプトファイルを編集するには Window ▶ Script ▶ Edit を利用します。

スクリプトファイルを実行するには、K492 を起動したのち、Analysis ▶ Script をクリックし、スクリプトファイルを指定するか、コマンドラインでスクリプトファイルをパラメータとして K492 を起動します。コマンドライン起動については Windows のマニュアルを参照してください。

また、スクリプト言語の文法については、[6. スクリプト言語の文法](#)を参照してください。

以下に、2つのスクリプトファイルの例を示します。

(1) ステップ解析とFFT解析

ReadCircuit("c:%scat%cvt%buck.cvt");	(回路を読み込む)
ClearOutput();	(出力変数をクリアする)
SetOutput("R","V","AVE");	(負荷Rの電圧平均値を出力変数に設定する)
OpenWVF(false);	(WVFウィンドウを画面に表示せず生成する)
SetParam("R","Value", 10);	(負荷Rの値を10Ωに設定する)
Steady();	(定常解析を行う)
Transient(500);	(Transient 解析を500周期行う)
SetParam("R","Value", 1);	(負荷Rの値を1Ωに設定する)
SetAC(0);	(0番目の出力変数の表示をACに設定する)
ShowWVF(true);	(WVFウィンドウを表示する)
Continue();	(継続解析にする)
Transient(1000);	(Transient 解析を1000周期行う)
ExecuteFFT(0, true);	(0番目の出力変数に対してFFTを実行し、FFTウィンドウを表示する)

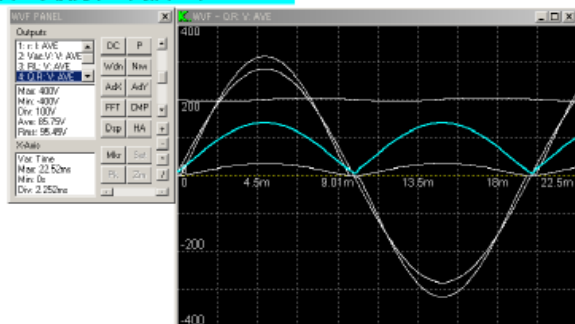
(2) スイープ解析

ReadCircuit("c:%scat%cvt%buck.cvt");	(回路を読み込む)
ClearOutput();	(出力変数をクリアする)
SetOutput("R","V","AVE");	(負荷Rの電圧平均値を出力変数に設定する)
SetAC(0);	(0番目の出力変数の表示をACに設定する)
OpenWVF(true);	(WVFウィンドウを画面に表示して生成する)
Rbgn = 100;	(負荷の開始値)
Rend = 1;	(負荷の終了値)
n = 10;	(繰り返し数)
i = 1;	(初期設定)
while (i <= n) {	(繰り返しループ)
Ro = Rbgn + i * (Rend - Rbgn) / n;	(スイープ値の計算)
SetParam("R","Value", Ro);	(負荷Rをスイープ値に設定する)
Steady();	(定常解析を行う)
Waveform(0);	(現在の波形を表示する)
ExecuteCMP(0, true);	(0番目の出力変数をCMPウィンドウに登録し表示する)
i = i + 1;	(繰り返しの更新)
}	

2.10 スコープ画面とステート画面

2.10.1 WVF SCOPE(スコープ)画面

通常のX軸: 時間表示モード
X-Axis: Var: T

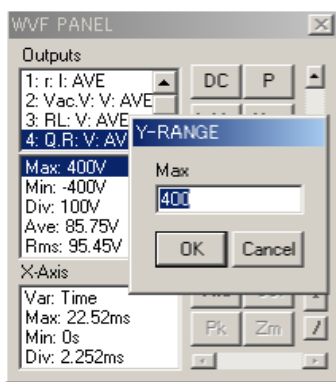
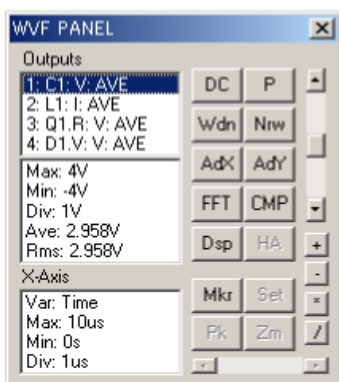


X-Y表示モード
X-Axisは選択波形となる



表示波形リスト

Y軸表示エリア
表示最大値
表示最小値
目盛り刻み
平均値
実効値
X軸表示エリア
表示選択
表示最大値
表示下限値
目盛り刻み



X・Y軸のMax/Min値は
直接設定できます。
カーソルを該当項目に移動
してクリックして、入力！

備考

Scope画面での数値表示データは、保存波形データ(ファイル拡張子:WAV)の先頭部分に文字形式で保存されています。

/*

K488PR1 crmpfc.wvf

Scope Data

```
T T *** Min 0 Max 0.02071 Div 0.002071
r i I AVE Min -80 Max 80 Div 20 Ave 0.764461 Rms 23.4769
V i V V MAX Min -200 Max 200 Div 50 Ave 3.50271 Rms 100.086
R V MAX Min -800 Max 800 Div 200 Ave 256.6 Rms 278.446
```

*/

図 2-10-1

WVF スコープ画面の数値表示領域には、出力リストを表示する[Outputs]ウィンドウ、縦軸(Y-Axis)ウィンドウ、横軸(X-Axis)ウィンドウがあります。

出力リストウィンドウで、表示したい出力波形名にカーソルを移動すると、選択色に波形表示が変わり、表示区間内の計測値が縦軸ウィンドウに表示されます。リストを Shift キー+左クリックすると選択波形の表示制御ダイアログボックスが表示され、縦軸の表示上限値、下限値、線幅、表示色が設定できます。

縦軸・横軸ともに Max.Min.の値はカーソルを該当位置に移動してクリックすれば直接設定することができます。

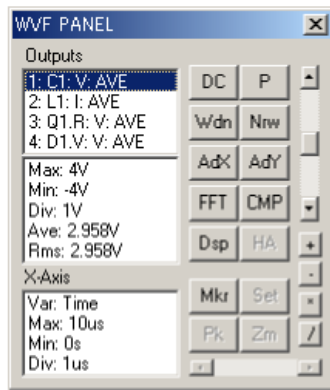
縦軸表示ウィンドウには、表示上限値(Max)・下限値(Min)、目盛り刻み(Div)、選択波形の平均値(Ave.)、選択波形の実効値(Rms.)が表示されます。

横軸には、表示モード(Var.)、最大値(Max.)、最小値(Min.)、目盛り刻み(Div.)が表示され、表示モードをクリックすると、選択波形の値を X 軸として表示する X-Y スコープモードになります。

なお、右上図の下段に表示しているように、スコープ画面での計測結果は、波形データを保存すると“/*”から“*/”で区切られたヘッダー部分に文字形式で記録されています。

Scope画面の制御パネル

制御ボタンの機能



カップリング切替

DC P

極性切替

波高縮小

Wdn Nrw

波高拡大

X軸リセット

AdX AdY

Y軸リセット

FFT表示

FFT CMP

CMP画面にコピー

表示有無

Dsp HA

PF解析

マーカ表示

Mkr Set

マーカ解除

ピーク検出

Pk Zm

区間拡大



加算

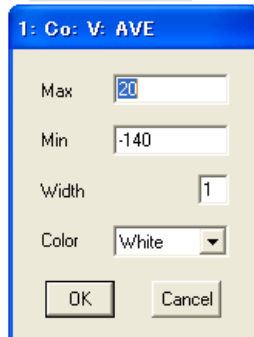
減算

乗算

除算

出力リストウィンドウ[Outputs]内のリストを
Shiftキー+左クリック

表示波形の設定



選択波形の表示上限値

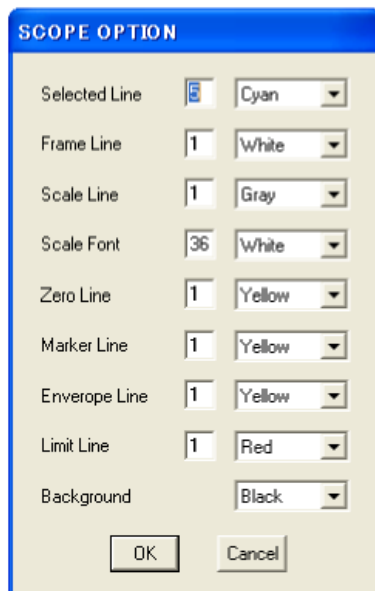
選択波形の表示下限値

選択波形の表示線幅

選択波形の表示色

Scope画面の表示設定

Scope画面の表示設定



選択波形の線幅・表示色

枠の線幅・表示色

スケール線の線幅・表示色

目盛の文字サイズ・表示色

GND表示線の線幅・表示色

マーカ表示線の線幅・表示色

高調波規制の包絡線の線幅・表示色

高調波規制値直線の線幅・表示色

背景色 (SCOPEウィンドウを一度OFFし、
再度表示させてください)

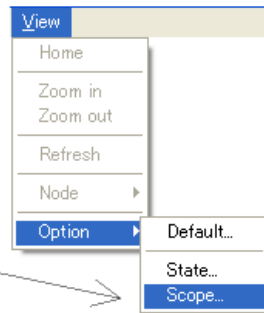


図 2-10-2

スコープ画面の制御パネルには上図のように各種ボタンがあります。

制御パネルの縦スライダーは、選択波形のグランド位置を上下でき、横スライダーはマーカ位置を水平移動できます。

マーカーによる部分平均値表示

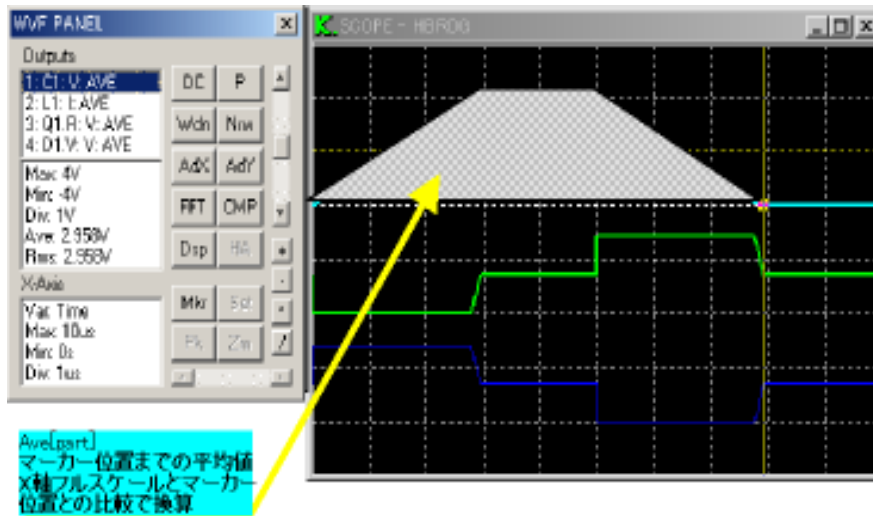


図 2-10-3

各素子の損失計算などに使用できるマーカー指定による部分平均値表示機能が追加されました。

[Mkr]ボタンをクリックして計測したい位置に移動させると上図のように Ave[part]の計測結果が表示されます。この計測結果は、選択波形の開始時点からマーカー位置までの波形面積を表示スコープのX軸フルスケールに対する比率で換算したとなります。

上図ではマーカーで指定された 7.938 μ Sec までの Lt:I:MAX の平均値にX軸比率が乗算されて Ave[part]:4.149mA として表示されています。

保存された波形データファイル(*.wvf) をエクセルに読み込んで同様な計算を行う場合には、選択波形の X-Axis ウィンドウに表示されている Index 番号までの測定値の平均を計算し、計算結果にX軸フルスケールに対するマーカー位置比率(上図ではフルスケール 10 μ sec に対して 7.938 μ sec がマーカー位置なので 0.7938 が比率となる)を乗算した結果が Ave[part]の値となります。

各スイッチング素子やダイオード素子での損失計算を行う場合には定常状態解析を実行し、State 画面での各素子ON/OFF時間を参照しながらマーカーによる部分平均を逐次表示させてゆくと各スイッチング素子の損失解析が行えます。

2.10.2 高調波解析[HA]画面と、FFT SCOPE 画面

高調波解析モードでは、出力リスト [Output]、測定結果表示、横軸[X-Axis]のウィンドウがあり、右図中段の測定結果ウィンドウには

- 入力電流実効値 [Irms]、
- 入力電圧実効値 [Vrms]、
- 入力実効電力 [Pin]、
- 力率 [PF]

が表示されます。

FFTモードでの解析結果には

- Thd: 全高調波歪率、
- PF: 力率、

HV: 公称電圧に対する補正係数が表示され、HVについてはカーソルを移動してクリックすると公称電圧入力ダイアログボックスが表示され、任意の値が設定できます。

HA Class and Group でのラジオボタンにより、FFTスペクトル分布に対する各クラスの規制曲線及び、グルーピングの種類を任意に選択することができます。

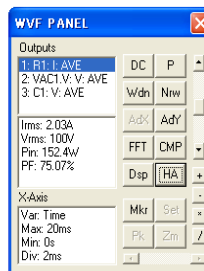
* 高調波規制でのクラス判別及びグループの詳細は最新の高調波規制関係法令・省令・政令・ガイドラインなどを参照ください。

(グループの割り当てについて)

- Group1: 高調波グループ
- Group2: 高調波サブグループ
- Group3: 次数間高調波中心サブグループ
- Group4: 次数間高調波サブグループ

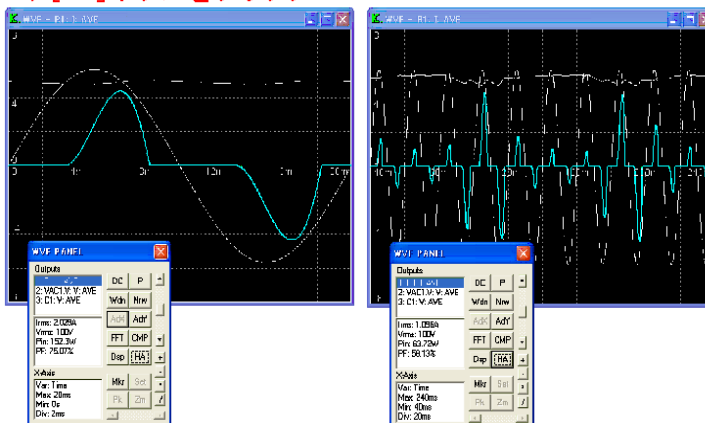
高調波解析モード[HA]での数値表示

- Irms: 入力電流実効値
- Vrms: 入力電圧実効値
- Pin: 入力実効電力
- PF: 力率



高調波解析モード[HA]での表示画面

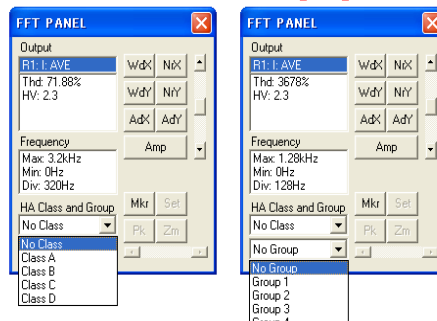
- A) [PF]ボタンをクリック
- B) Alt+[PF]ボタンをクリック



FFT モード[HA]での数値表示

- Thd: 全高調波歪率
- PF: 力率
- HV: 公称電圧補正係数

Alt+[PF] 時



規制クラス及びグループは任意に選択できます

FFT 実行値振幅 (Amp)モードでの表示画面

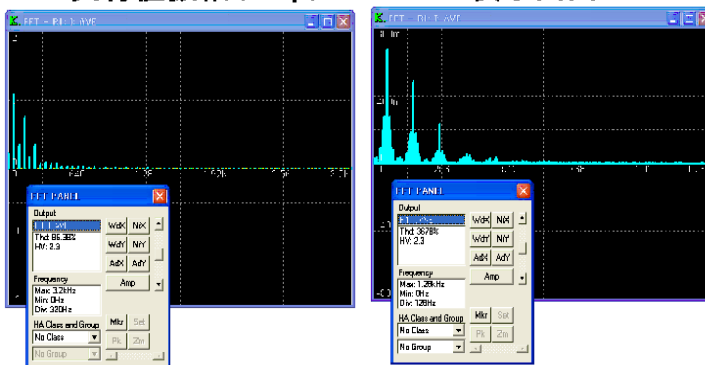
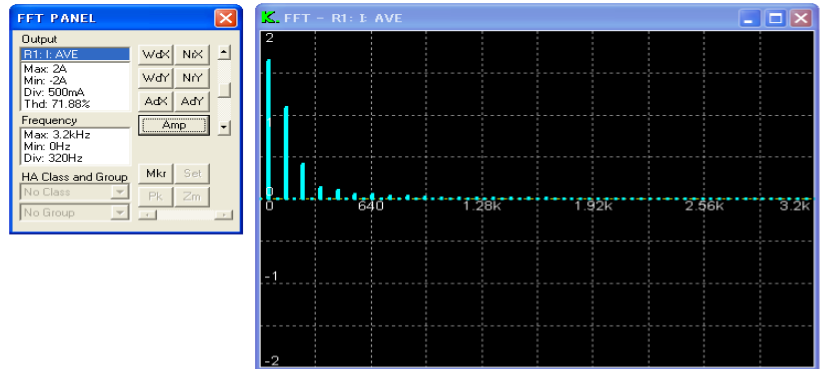


図 2-10-4

なお、制御ボタンの[Amp]:振幅モードをクリックすると右図下段の[Phs]:位相モードに表示画面が切り替わります。

FFT 実行値振幅(Amp)モードでの表示画面



FFT 位相(Phs)モードでの表示画面

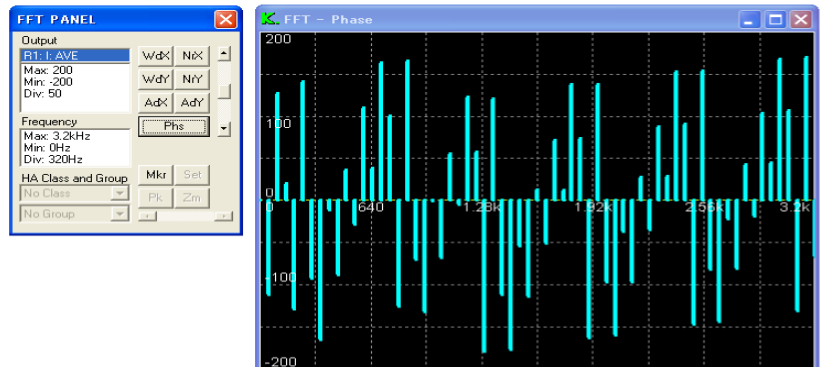


図 2-10-5

FFT解析画面での保存データ内容 (ファイル拡張子名 *.fft)
(データ部分のみ抜粋)

FF ***	ri I AVE	PHASE	Class D
0	0.133596	121.566	
50	21.2196	63.5137	
100	5.4826	-131.201	
150	4.78718	-52.7819	16.32
200	3.2328	35.1629	
250	1.52938	129.782	9.11998
300	0.553409	-39.9566	
350	1.46579	78.6598	4.79999

- FF : スペクトル周波数
- ri:I:Ave : ライン入力電流
- PHASE : 各スペクトルでの位相
- Class D : クラス選択時のライン入力電流規制値

2.10.3 FRA SCOPE 画面

周波数解析ウィンドウの制御パネルでは、出力変数はGain(利得)、Phase(位相)が自動設定されます。

Y軸の解析結果ウィンドウには、表示区間の利得又は位相の測定値が表示され、解析区間での利得又は位相のMax(最大値)、Min(最小値)、Div(目盛刻み)がデシベル(db)単位で表示されます。

また、Y軸及びX軸のMax, Min 値はカーソルを移動して、クリックすると入力ダイアログボックスが表示されますので、直接設定することができます。

また、[GaM]:利得余裕、[PhM]:位相余裕ボタンを押すと右図中段、下段の図のように利得余裕及び位相余裕の位置にマーカーが表示され測定結果が制御パネルに自動表示されます。

[GaM]:利得余裕は位相0度での利得を算出しますが、この時の利得が負であれば“STABLE”を、正であれば“UNSTABLE”を表示し、位相が0度に達していなければ“Not defined”を表示します。

[PhM]:位相余裕は利得0dbでの位相を算出しますが、この時の位相が正であれば“STABLE”を、負であれば“UNSTABLE”を表示し、利得が0dbに達していなければ“Not defined”を表示します。

[GaM]・[PhM]ボタンともにもう一度操作をすればマーカー表示モードに戻り、通常が表示モードに戻るには再度[Mkr]ボタンを操作してください。

[DC/AC]・[P/N]・[Wdn]・[Nrwn]・[Adx]・[Ady]ボタンと、縦・横スクロールバーの機能、スコープ画面設定については [2.10.1のWVFスコープ画面](#)での説明を参照してください。

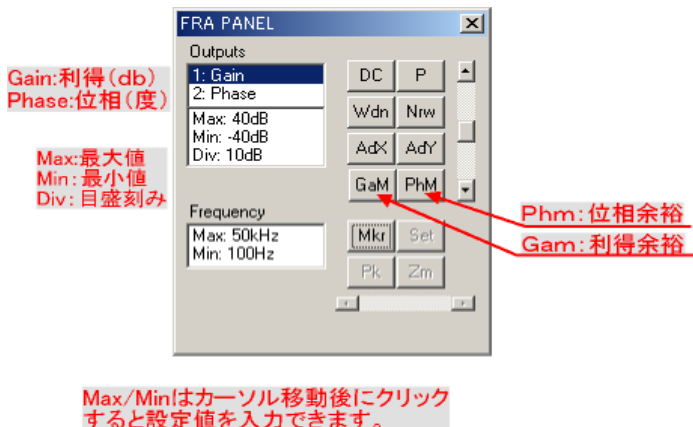
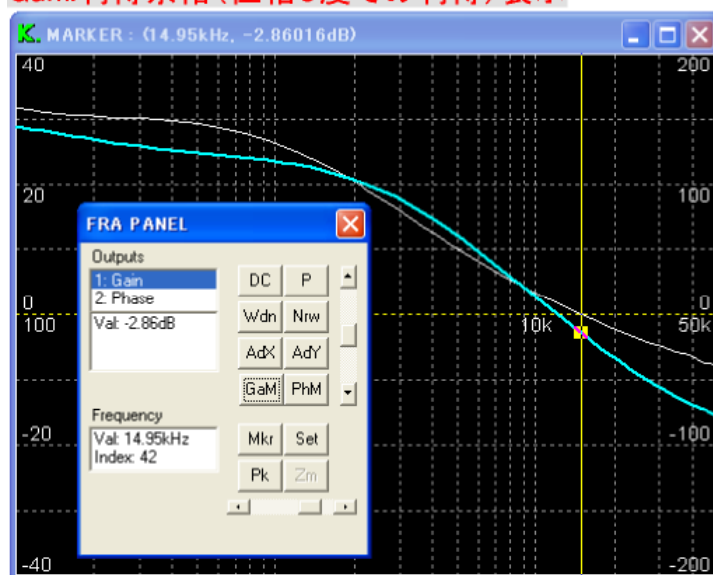


図 2-10-6

Gam:利得余裕(位相0度での利得)表示



Phm:位相余裕(利得0dbでの位相)表示

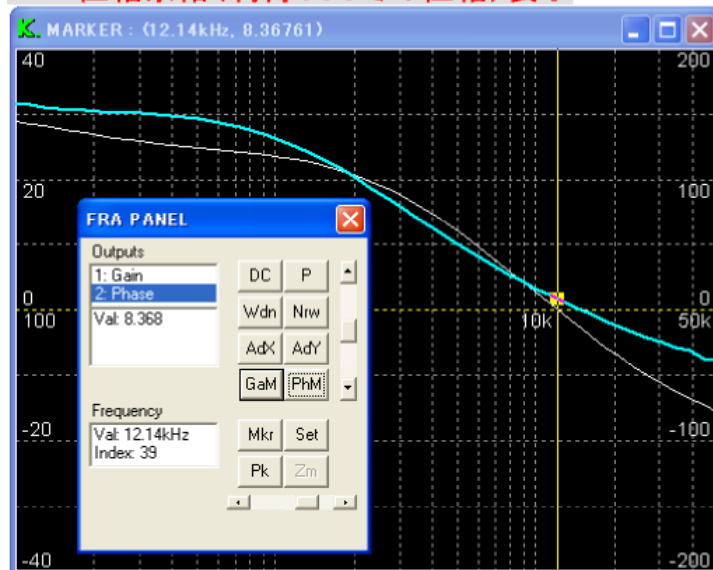


図 2-10-7

2.10.4 CMP SCOPE 画面

CMPウィンドウは、波形比較用のスコープウィンドウです。

CMPウィンドウは、WVFウィンドウのコントロールパネルの CMP ボタンをクリックするか、Analysis▶Sweep のシミュレーションを実行すると自動的に画面に表示されます。

CMPウィンドウが開いた状態で Window▶Window▶CMP を実行するとCMPウィンドウは最小化され、メニューのチェックマークが消えます。さらに、最小化された状態で Window▶Window▶CMP を実行すると、以前の位置にCMPウィンドウが開きます。

CMPウィンドウを閉じるには、右上のクローズボタンをクリックします。

CMPウィンドウ内で右クリックするとコントロールパネルが現れます。

以下に、コントロールパネルの機能について説明します。

(Fit) 出力調整ボタン

選択されている出力変数のY軸範囲が、残りの出力変数に対して適用されます。この機能は、Analysis:Sweep 解析で得られた複数の波形を同じY軸範囲で比較したいとき使用します。

(Ren) 変数名変更ボタン

選択された出力変数の名前を変更します。この機能は、Analysis:Sweep 解析で得られた同じ名前を持つ複数の波形に異なる名前をつけるときに使用します。

(Del) 消去ボタン

選択された出力変数を消去します。このとき確認メッセージが表示されます。出力変数が全て消去されるとCMPウィンドウは、自動的に閉じられます。

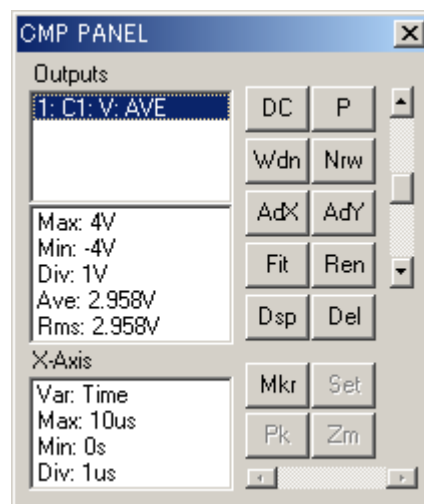


図 2-10-8

出力変数リスト(Output)、出力変数データリスト、X軸変数データリスト (X-Axis)と、[DC/AC]・[P/N]・[Wdn]・[Nrw]・[Adx]・[Ady]・[Dsp]・[Mkr]・[Set]・[Pk]・[Zm]ボタンと、縦・横スクロールバーの機能、スコープ画面設定については [2.10.1 の WVF スコープ画面](#) での説明を参照してください。

2.10.5 STATE(ステート)画面

状態表示(ステート)画面は、回路中の状態変化素子(スイッチ、ダイオード等)の1周期毎の状態変化、持続時間、経過時間を下図(最上段)のように表示します。

	P1	Q	AMP.L	AMP.U	PC1.I	PC1.O	D	Dq	LTH	TRG	Ti	Tt
1:	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	4.023e-07	4.023e-07
2:	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	3.359e-06	3.761e-06
3:	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	9.743e-08	3.859e-06
4:	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	3.698e-06	7.557e-06
5:	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	2.443e-06	1.000e-05
6:	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	3.609e-07	1.036e-05
7:	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	1.443e-06	1.180e-05

図 2-10-9

特に、作成された回路の解析が安定するまでは、必ずこのステート画面を開いて回路中の状態変化素子の動作シーケンスが想定通りかどうか確認を行ってください。

メニューの View▶Option▶State を行うと、右図のようにステート画面制御パネルが表示されます。

このステート画面での表示フォントサイズ、ステート表示色、範囲表示色、エラーラップの有無(チェックボックスをクリックするとエラー発生時に解析を停止します。)が設定できます。

State画面の表示設定



図2-10-10

さらに

Shiftキー+左クリックで、1状態ハイライト表示

CTRLキー+左クリックで、1状態ハイライト追加

(ハイライト色は、View▶Option▶StateのMark Colorで設定)

上記キー+右クリックで、全状態ノーマル表示

ALT キー+左クリックで、メインウインドウの OFF 状態の素子の色に変化

Switch, PWM Switch, Diode, Thyristor の素子色

View▶Option▶Default の OFF1 Color で設定

Pulse, Sat Inductor, Comparator, Latch, Trigger, Logic, Bool の素子色

View▶Option▶Default の OFF2 Color で設定

このときWVFウインドウにスイッチング一周期の波形が表示されている場合には、WVFウインドウに以下のマーカー表示が行われます。

①マーカーモード: マーカーがクリックされた状態の開始時刻に移動する。

②非マーカーモード: マーカーがクリックされた状態の開始時刻と終了時刻に移動する。

が可能です。

また、可飽和インダクタについては正バイアスで飽和した場合には“ON+”、負バイアスで飽和した場合には“ON-”を表示します。

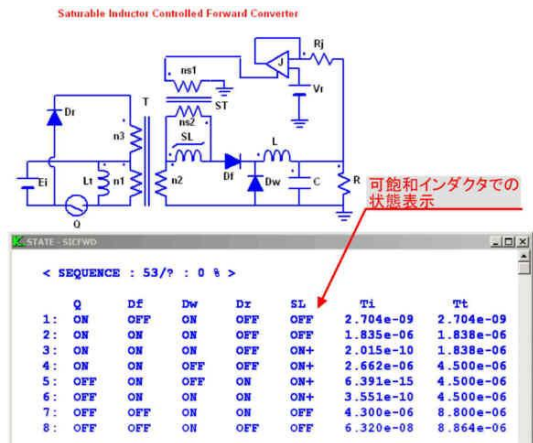


図 2-10-11

なお、ダイオードの逆回復特性: Qmaxに値を設定した場合には、逆回復状態を“REC”で表示し、逆回復に要した時間もTiで測定できます。



図 2-10-12

ステート画面の右列には状態持続時間(Ti)、状態変化が発生した周期はじめからの経過時間(Tt)が表示されます。

エラー発生時には、左端・右端のいずれか又は両方に
 [S] 状態決定失敗
 [T] 状態変化時刻決定失敗
 のエラー表示と、エラー発生行が赤色で表示されます。



図 2-10-13

このエラーが表示された場合の対策は第7章 付録を参照ください。

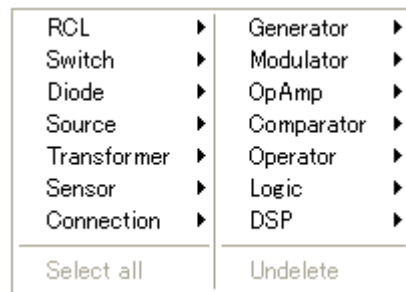
なお、1周期での状態変化が1000回を超えると“State Over”として解析を中断して、解析中断又は解析継続を選択するメッセージが表示されます。この場合の対策についても第7章 付録を参照ください。

第3章 回路入力

この章では、回路入力時の操作方法と回路・部品ファイルの保存・読み出しについて解説します。

3.1 回路入力での素子選択

Window ▶ Topology を選択すると Topology モードになります。
素子の無いところでマウスの右クリックを行うと右図の部品メニューが表示されるので、下図の階層に従って配置する素子を選んで左クリックで配置する素子を決定します。



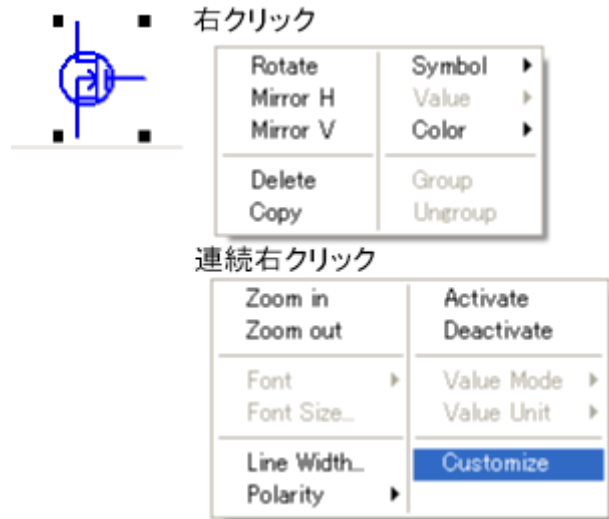
3.1.1 部品メニューの階層構造

<p>[RCL] 抵抗、コンデンサ、インダクタなど</p> <p>[Switch] スイッチ、MOSFET など</p> <p>[Diode] ダイオードなど</p> <p>[Source] 電圧源、電流源など</p> <p>[Transformer] トランス、三相トランスなど</p> <p>[Sensor] 電圧センサ、電流センサなど</p> <p>[Connection] ワイヤー、ジャンパ、グランド等</p> <p>[Generator] パルス発生器、周波数発生器 等</p> <p>[Modulator] PWM、SFM 等の制御素子など</p> <p>[OP Amp] OP アンプ、微分器など</p> <p>[Comparator] コンパレータ、ラッチなど</p> <p>[Operator] 算術演算、プログラム素子など</p> <p>[Logic] 論理素子、テーブル素子など</p> <p>[DSP] DSP 素子など</p> <p>各素子の詳細は次章に記載してありますので、階層構造図の各素子名右側に茶色で表示している項目見出し番号にて参照ください。</p>	<p>SCAT 部品メニューの階層構造 [..]は該当素子の項目番号</p> <table border="0"> <tr> <td>RCL</td> <td>▶ Resistor</td> <td>[4.1.1]</td> <td>Generator</td> <td>▶ Pulse</td> <td>[4.8.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Capacitor</td> <td>[4.1.2]</td> <td></td> <td>▶ Saw Tooth</td> <td>[4.8.2]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Capacitor-RL</td> <td>[4.1.3]</td> <td></td> <td>▶ Function</td> <td>[4.8.3]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Inductor</td> <td>[4.1.4]</td> <td></td> <td>▶ AC Sweep</td> <td>[4.8.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Inductor-R</td> <td>[4.1.5]</td> <td>Modulator</td> <td>▶ PWM</td> <td>[4.9.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Sat Inductor</td> <td>[4.1.6]</td> <td></td> <td>▶ SFM</td> <td>[4.9.2]</td> </tr> <tr> <td>Switch</td> <td>▶ Switch</td> <td>[4.2.1]</td> <td></td> <td>▶ DPM</td> <td>[4.9.3]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ PWM Switch</td> <td>[4.2.2]</td> <td></td> <td>▶ SYC</td> <td>[4.9.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Nch MOSFET</td> <td>[4.2.3]</td> <td></td> <td>▶ PRC</td> <td>[4.9.5]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Pch MOSFET</td> <td>[4.2.4]</td> <td></td> <td>▶ FRD</td> <td>[4.9.6]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ NPN Transistor</td> <td>[4.2.5]</td> <td>OpAmp</td> <td>▶ OpAmp</td> <td>[4.10.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ PNP Transistor</td> <td>[4.2.6]</td> <td></td> <td>▶ Ideal OpAmp</td> <td>[4.10.2]</td> </tr> <tr> <td>Diode</td> <td>▶ Diode</td> <td>[4.3.1]</td> <td></td> <td>▶ Integrator</td> <td>[4.10.3]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Diode Bridge</td> <td>[4.3.2]</td> <td></td> <td>▶ Differentiator</td> <td>[4.10.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Zener</td> <td>[4.3.3]</td> <td></td> <td>▶ V Follower</td> <td>[4.10.5]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Thyristor</td> <td>[4.3.4]</td> <td></td> <td>▶ Limiter</td> <td>[4.10.6]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Shunt Regulator</td> <td>[4.3.5]</td> <td>Comparator</td> <td>▶ Comparator</td> <td>[4.11.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Photo Coupler</td> <td>[4.3.6]</td> <td></td> <td>▶ Latch</td> <td>[4.11.2]</td> </tr> <tr> <td>Source</td> <td>▶ DC Voltage</td> <td>[4.4.1]</td> <td></td> <td>▶ Vibrator</td> <td>[4.11.3]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ AC Voltage</td> <td>[4.4.2]</td> <td></td> <td>▶ Trigger</td> <td>[4.11.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ 3Phase Voltage</td> <td>[4.4.3]</td> <td>Operator</td> <td>▶ Arithmetic</td> <td>[4.12.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Prg Voltage</td> <td>[4.4.4]</td> <td></td> <td>▶ Function</td> <td>[4.12.2]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Tbl Voltage</td> <td>[4.4.5]</td> <td></td> <td>▶ Program</td> <td>[4.12.3]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ DC Current</td> <td>[4.4.6]</td> <td></td> <td>▶ Table</td> <td>[4.12.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ AC Current</td> <td>[4.4.7]</td> <td></td> <td>▶ DQC</td> <td>[4.12.5]</td> </tr> <tr> <td>Transformer</td> <td>▶ Winding</td> <td>[4.5.1]</td> <td></td> <td>▶ DQI</td> <td>[4.12.6]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Winding-R</td> <td></td> <td></td> <td>▶ DQP</td> <td>[4.12.7]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Core</td> <td></td> <td>Logic</td> <td>▶ Logic</td> <td>[4.13.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Make</td> <td></td> <td></td> <td>▶ Bool</td> <td>[4.13.2]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ 3Phase Y-Y</td> <td>[4.5.2]</td> <td>DSP</td> <td>▶ DSP</td> <td>[4.14.1]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ 3Phase Y-D</td> <td>[4.5.3]</td> <td></td> <td>▶ Initial</td> <td>[4.14.2]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ 3Phase D-D</td> <td>[4.5.4]</td> <td></td> <td>▶ Input</td> <td>[4.14.3]</td> </tr> <tr> <td>Sensor</td> <td>▶ V Sensor</td> <td>[4.6.1]</td> <td></td> <td>▶ Output</td> <td>[4.14.4]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ I Sensor</td> <td>[4.6.2]</td> <td></td> <td>▶ Detector</td> <td>[4.14.5]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ VI Sensor</td> <td>[4.6.3]</td> <td></td> <td>▶ Block1</td> <td>[4.14.6]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ IV Sensor</td> <td>[4.6.4]</td> <td></td> <td>▶ Block2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Connection</td> <td>▶ Wire</td> <td>[4.7.1]</td> <td></td> <td>▶ Block3</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Half Wire</td> <td></td> <td></td> <td>▶ Block4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Free Wire</td> <td>[4.7.2]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Jumper</td> <td>[4.7.3]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Far Jumper</td> <td>[4.7.4]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Ground</td> <td>[4.7.5]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Ground2</td> <td>[4.7.6]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Open</td> <td>[4.7.7]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Terminator</td> <td>[4.7.8]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Cmt Terminal</td> <td>[4.7.9]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>▶ Text</td> <td>[4.7.10]</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	RCL	▶ Resistor	[4.1.1]	Generator	▶ Pulse	[4.8.1]		▶ Capacitor	[4.1.2]		▶ Saw Tooth	[4.8.2]		▶ Capacitor-RL	[4.1.3]		▶ Function	[4.8.3]		▶ Inductor	[4.1.4]		▶ AC Sweep	[4.8.4]		▶ Inductor-R	[4.1.5]	Modulator	▶ PWM	[4.9.1]		▶ Sat Inductor	[4.1.6]		▶ SFM	[4.9.2]	Switch	▶ Switch	[4.2.1]		▶ DPM	[4.9.3]		▶ PWM Switch	[4.2.2]		▶ SYC	[4.9.4]		▶ Nch MOSFET	[4.2.3]		▶ PRC	[4.9.5]		▶ Pch MOSFET	[4.2.4]		▶ FRD	[4.9.6]		▶ NPN Transistor	[4.2.5]	OpAmp	▶ OpAmp	[4.10.1]		▶ PNP Transistor	[4.2.6]		▶ Ideal OpAmp	[4.10.2]	Diode	▶ Diode	[4.3.1]		▶ Integrator	[4.10.3]		▶ Diode Bridge	[4.3.2]		▶ Differentiator	[4.10.4]		▶ Zener	[4.3.3]		▶ V Follower	[4.10.5]		▶ Thyristor	[4.3.4]		▶ Limiter	[4.10.6]		▶ Shunt Regulator	[4.3.5]	Comparator	▶ Comparator	[4.11.1]		▶ Photo Coupler	[4.3.6]		▶ Latch	[4.11.2]	Source	▶ DC Voltage	[4.4.1]		▶ Vibrator	[4.11.3]		▶ AC Voltage	[4.4.2]		▶ Trigger	[4.11.4]		▶ 3Phase Voltage	[4.4.3]	Operator	▶ Arithmetic	[4.12.1]		▶ Prg Voltage	[4.4.4]		▶ Function	[4.12.2]		▶ Tbl Voltage	[4.4.5]		▶ Program	[4.12.3]		▶ DC Current	[4.4.6]		▶ Table	[4.12.4]		▶ AC Current	[4.4.7]		▶ DQC	[4.12.5]	Transformer	▶ Winding	[4.5.1]		▶ DQI	[4.12.6]		▶ Winding-R			▶ DQP	[4.12.7]		▶ Core		Logic	▶ Logic	[4.13.1]		▶ Make			▶ Bool	[4.13.2]		▶ 3Phase Y-Y	[4.5.2]	DSP	▶ DSP	[4.14.1]		▶ 3Phase Y-D	[4.5.3]		▶ Initial	[4.14.2]		▶ 3Phase D-D	[4.5.4]		▶ Input	[4.14.3]	Sensor	▶ V Sensor	[4.6.1]		▶ Output	[4.14.4]		▶ I Sensor	[4.6.2]		▶ Detector	[4.14.5]		▶ VI Sensor	[4.6.3]		▶ Block1	[4.14.6]		▶ IV Sensor	[4.6.4]		▶ Block2		Connection	▶ Wire	[4.7.1]		▶ Block3			▶ Half Wire			▶ Block4			▶ Free Wire	[4.7.2]					▶ Jumper	[4.7.3]					▶ Far Jumper	[4.7.4]					▶ Ground	[4.7.5]					▶ Ground2	[4.7.6]					▶ Open	[4.7.7]					▶ Terminator	[4.7.8]					▶ Cmt Terminal	[4.7.9]					▶ Text	[4.7.10]			
RCL	▶ Resistor	[4.1.1]	Generator	▶ Pulse	[4.8.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Capacitor	[4.1.2]		▶ Saw Tooth	[4.8.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Capacitor-RL	[4.1.3]		▶ Function	[4.8.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Inductor	[4.1.4]		▶ AC Sweep	[4.8.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Inductor-R	[4.1.5]	Modulator	▶ PWM	[4.9.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Sat Inductor	[4.1.6]		▶ SFM	[4.9.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Switch	▶ Switch	[4.2.1]		▶ DPM	[4.9.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ PWM Switch	[4.2.2]		▶ SYC	[4.9.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Nch MOSFET	[4.2.3]		▶ PRC	[4.9.5]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Pch MOSFET	[4.2.4]		▶ FRD	[4.9.6]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ NPN Transistor	[4.2.5]	OpAmp	▶ OpAmp	[4.10.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ PNP Transistor	[4.2.6]		▶ Ideal OpAmp	[4.10.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Diode	▶ Diode	[4.3.1]		▶ Integrator	[4.10.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Diode Bridge	[4.3.2]		▶ Differentiator	[4.10.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Zener	[4.3.3]		▶ V Follower	[4.10.5]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Thyristor	[4.3.4]		▶ Limiter	[4.10.6]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Shunt Regulator	[4.3.5]	Comparator	▶ Comparator	[4.11.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Photo Coupler	[4.3.6]		▶ Latch	[4.11.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Source	▶ DC Voltage	[4.4.1]		▶ Vibrator	[4.11.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ AC Voltage	[4.4.2]		▶ Trigger	[4.11.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ 3Phase Voltage	[4.4.3]	Operator	▶ Arithmetic	[4.12.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Prg Voltage	[4.4.4]		▶ Function	[4.12.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Tbl Voltage	[4.4.5]		▶ Program	[4.12.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ DC Current	[4.4.6]		▶ Table	[4.12.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ AC Current	[4.4.7]		▶ DQC	[4.12.5]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Transformer	▶ Winding	[4.5.1]		▶ DQI	[4.12.6]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Winding-R			▶ DQP	[4.12.7]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Core		Logic	▶ Logic	[4.13.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ Make			▶ Bool	[4.13.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ 3Phase Y-Y	[4.5.2]	DSP	▶ DSP	[4.14.1]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ 3Phase Y-D	[4.5.3]		▶ Initial	[4.14.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ 3Phase D-D	[4.5.4]		▶ Input	[4.14.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Sensor	▶ V Sensor	[4.6.1]		▶ Output	[4.14.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ I Sensor	[4.6.2]		▶ Detector	[4.14.5]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ VI Sensor	[4.6.3]		▶ Block1	[4.14.6]																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	▶ IV Sensor	[4.6.4]		▶ Block2																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Connection	▶ Wire	[4.7.1]		▶ Block3																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	▶ Half Wire			▶ Block4																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	▶ Free Wire	[4.7.2]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Jumper	[4.7.3]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Far Jumper	[4.7.4]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Ground	[4.7.5]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Ground2	[4.7.6]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Open	[4.7.7]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Terminator	[4.7.8]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Cmt Terminal	[4.7.9]																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	▶ Text	[4.7.10]																																																																																																																																																																																																																																																																																									

図 3-1-1

3.1.2 回路入力での素子編集機能

選択した素子の付近でマウスの左クリックを行うと、素子の四隅に■マークの選択シンボルが表示されます。この状態でマウスの右クリック、または、連続右クリックを行うと右図の素子編集メニューが表示され、編集が行えます。



- [Rotate] 素子の回転(時計回り)
- [Mirror H] 水平方向反転
- [Mirror V] 垂直方向反転
- [Delete] 削除 (Delete キーでも可)
- [Copy] コピー*1
- [Symbol] シンボル表示 On/Off *2
- [Value] 数値表示 On/Off *2
- [Color] 色の指定 (Black, Gray, White, Red, Green, Blue, Yellow, Magenta, Cyan, None)
- [Group] グループ指定 *3
- [Ungroup] グループ指定解除

図 3-1-2

- [Zoom in] 拡大
- [Zoom out] 縮小
- [Line Width] 線幅
- [Font] フォントタイプ
- [Font Size] フォントサイズ
- [Activate] 素子活性化指定(通常はこの状態です)*4
- [Deactivate] 素子不活性化指定 *4
- [Polarity] 素子の極性表示 On/Off
- [Value Mode] 素子定数表示形式選択. 詳細は [1.5.2 表示画面のデフォルト設定](#)参照
- [Value Unit] 素子定数単位記号の表示 On/Off. . 詳細は [1.5.2 表示画面のデフォルト設定](#)参照
- [Customize] 回路のカスタム化 詳細は [3.4 カスタム回路について](#)参照

- *1 回路入力でのコピー機能を使用した場合にはシンボル名の変更を必ず実行してください。同一素子名が許されるのは [Far Jumper](#) だけです。
- *2 [第4章 素子モデルとパラメータ](#)で説明する素子定数の設定にて記載されたシンボル名、素子定数の表示 On/Off を指定します。
- *3 回路ブロックなどの複数の素子をマウスの左ボタンを押したまま領域指定して、右クリックすると上図の素子編集アイコンが表示されますのでグループ指定を行ってください。
- *4 素子不活性化を設定した場合には、該当素子は単なる図形として扱われ回路素子としては認識されません。

選択した素子の四隅に■マークが表示されている状態で、シフトキーを押しながら■マークをマウスでドラッグすると素子の拡大・縮小ができます。

また Connection▶Text によりテキスト入力が可能ですので、コメントを入力し、入力終了後にコメントを左クリックで選択してフォントサイズ・色などを編集してください。

3.2 回路入力での素子定数設定

素子付近でマウスを右クリックすると右図のように素子のシンボル色が [1.5.2 表示画面のデフォルト設定](#) での Highlight 色に変わり、各素子の素子定数設定ダイアログボックスが表示されます。

右図は NchMOSFET の素子定数設定例ですが、各素子の設定定数の詳細については第 4 章に記載している素子モデルの該当項目を参照してください。

なお、各素子に設定するシンボル名は半角英数字 3 文字以内を推奨します。また、[Far Jumper](#) 以外の素子で同一のシンボル名がある場合には、回路作成終了後に Topology モードから Analysis モードに移行する際に回路作成エラーとなりますのでご注意ください。

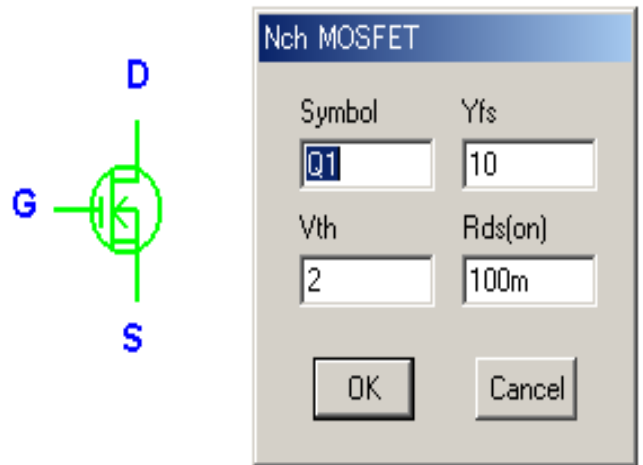


図 3-2-1

3.3 回路作成時のエラーメッセージについて

作成した回路を、Window ▶ Analysis を選択して Analysis モードに移行する際に、警告メッセージと解析エラーメッセージが表示された場合には下記の手順により回路データを修正してください。

3.3.1 回路作成時の警告メッセージ

(a) “Invalid Device”

右図のエラー発生例では、Zeta コンバータの回路作成時にキャパシタ C をコピー操作で貼り付け後に、シンボル名が同じ素子ができていたために、[Analysis] 実行時に Invalid Device の警告がでました。

この警告ダイアログの OK ボタンをクリックするか Enter キーを押すと、エラーの原因となった素子の色が Highlight 色に変わります。

この事例ではシンボル名を訂正して、OK ボタンをクリックして、再度 [Analysis] 実行して Analysis モードに移行できました。

このエラーが発生する原因は

- ・ 素子シンボルの欠如・重複
- ・ 値の範囲エラー
- ・ 変調器の制御対象エラー *1

です。

*1 PWM・SFM・SYC 等の素子で制御対象素子名を間違っている場合等に発生します。

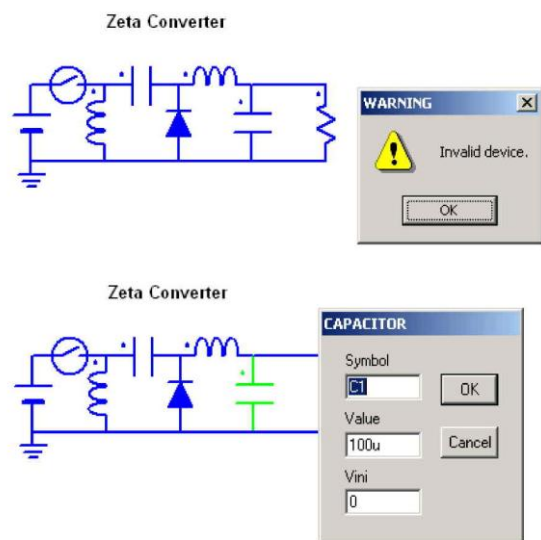


図 3-3-1

(b)“Invalid Connection”

作成した回路で接続が正しく行われていなかった場合に右図のように該当素子またはコンexionワイヤが Highlight 色で表示されます。

また、Far Jumper を使用された回路で、同一シンボルの Far Jumper が存在しない場合にも、このエラーが表示されます。

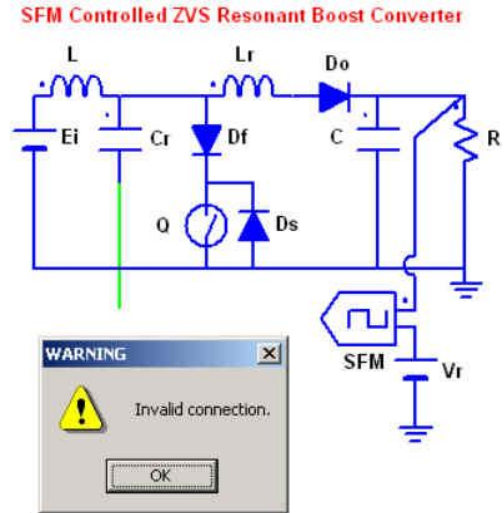


図 3-3-2

3.3.2 回路作成時の解析エラーメッセージ

回路作成を終わって[Analysis]モードに移行するときに

- ・ Inverse matrix may be invalid (逆行列が不正です)
- ・ Reduced matrix may be invalid (縮約行列が不正です)
- ・ Topology may be invalid (回路のトポロジーが不正です)

等のエラーが表示され、Analysis モードに移行できない場合があります。

このエラーメッセージの原因は回路解析条件が満たされない不正接続です。

最初に、電圧源は短絡とし、電流源は解放として Analysis モードへの移行を行ってください。

この状態で、インダクタの並列接続やキャパシタの直列接続が不正接続となりますので、インダクタには寄生インピーダンス相当の小さな値の抵抗を直列に接続し、キャパシタと電圧源には大きな値の抵抗を並列に接続します。

なお、インダクタンスの並列接続によるトポロジーエラーは、トランスを経由した並列接続でも発生しますので、トランス二次側のインダクタンス接続が必要な場合には、トランス巻き線抵抗相当の小さな値の抵抗をインダクタンスに直列に挿入してください。

3.4 カスタム回路について

カスタム回路とは、回路を一つの素子として表現するものです。非常に複雑な回路や、同じような回路部分が複数ある場合に非常に便利な機能です。K492 では、このカスタム回路を簡単に作成変更ができます。

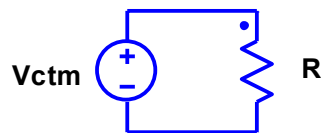
3.4.1 カスタム回路の作成

カスタム回路の作成手順は次のとおりです。

- [1]カスタム素子の作成
- [2]カスタム回路の作成

次にそれぞれの手順について説明します。

例えばTopologyモードにて、図 3-4-1のような簡単な回路を作成します。右図で、“Vctm”はPrg Voltageを選択し、シンボルをVctmに変更したものです。



本例では“カスタム素子”として、この“Vctm”を使用します。

なおカスタム素子の選択は自由で、他の素子を選択してもかまいません。

図 3-4-1

(但し、作成したカスタム回路が2端子回路の場合、2端子の素子を選択しなければなりません。)

[1]カスタム素子の作成

①カスタム化(カスタム素子へ変換)

“Vctm”(Prg Voltage)をクリックして選択し、連続右クリックして図 3-4-2の機能メニューを表示させ、“Customize”をクリックすれば、“Vctm”はカスタム化されカスタム素子となります。



図 3-4-2

* 一度カスタム化すると元の素子に戻すことはできません。

また、シンボル“Vctm”も変更できませんので、カスタム化する前に設定しておきます。

[2]カスタム回路の作成

①“Vctm”を右クリックすると、新たにカスタムウィンドウが表示されます。

(このカスタムウィンドウは基本的に解析機能がないこと以外はメインウィンドウと同じです。)

そこで通常の回路を作成する方法と同様に、カスタム化する回路(=カスタム回路)を作成します。

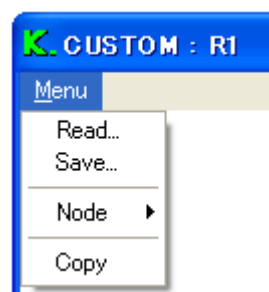


図 3-4-3

②入力または出力用の端子に**カスタム端子(Cmt Terminal)**を接続します。

カスタム端子には自動的にシンボルが“*CMT1”などのように設定され、数字が端子番号となります。(このシンボルは変更できません。)

このカスタム端子を、前の手順[1]で説明しましたカスタム素子の端子番号に合わせて、カスタム回路に接続します。

例えば、下図において左図がカスタム回路、右図がカスタム素子を表しています。素子に定義されている端子番号については、[第4章 素子モデルとパラメータ](#)を参照してください。カスタム回路のカスタム端子と、カスタム素子の端子は1対1に対応していなければならない、同じ端子(Wireなどの接続線を含む)に複数のカスタム端子を接続することはできません。

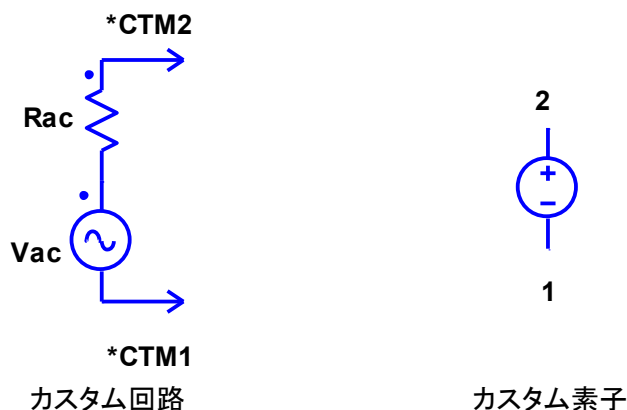


図 3-4-4

③Menu▶Saveをクリックして、カスタム回路を保存すれば、カスタム回路の作成は完了です。

このとき回路データはCVTファイルとして保存されます。

また、すでに作成したCVTファイルをMenu▶Readをクリックで読み込むこともできます。

④これでカスタム回路作成の手順は全て完了です。右上のWindows標準のクローズボタンをクリックしてカスタムウィンドウを閉じ、Analysisモードに移行すれば解析可能となります。

カスタムウィンドウのその他の機能については、[3.4.5 カスタムウィンドウ](#)を参照してください。

次の例は、降圧形コンバータを2台並列にした応用例です。カスタム素子には、Operator▶Functionを使用しており、これら二つのカスタム素子で同じカスタム回路ファイルを読み込んで並列化しています。

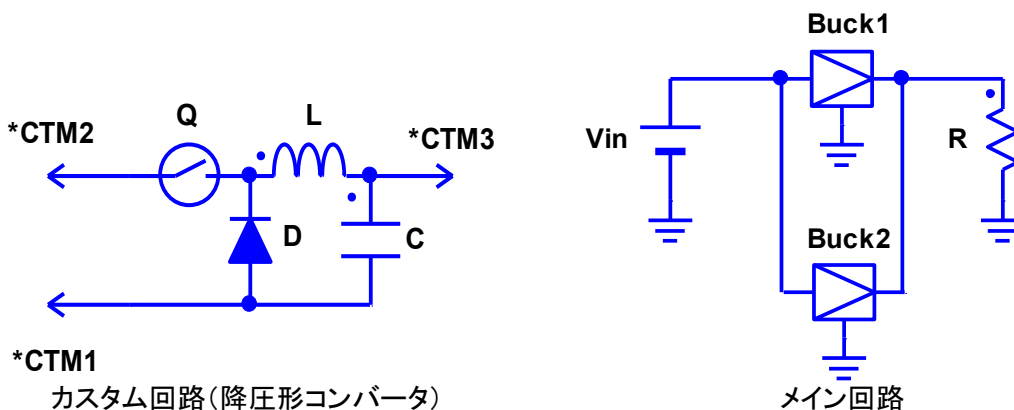


図 3-4-5

カスタム回路は、ネスト可能(カスタム回路内にカスタム回路を含むことができます)です。

3.4.2 カスタム回路の変更

作成したカスタム回路のパラメータや、回路構成を変更する場合は、カスタム素子を右クリックして、カスタムウィンドウを表示させます。あとは、メインウィンドウの方法と同じです。

但し、Analysis, Topology モードの変更は、全てのカスタムウィンドウを閉じた状態で、必ずメインメニューで行います。

Analysis モードでは、パラメータの値が変更でき、Topology モードでは、パラメータと回路構成の両方が変更可能です。

3.4.3 カスタム回路のシンボル

カスタム回路内の素子には、二つのシンボルがあります。カスタム回路内で定義される局所シンボルとメイン回路を含む回路全体で定義される大域シンボルです。

大域シンボルは以下の規則によって、局所シンボルから生成されます。

大域シンボル = カスタム素子シンボル. 局所シンボル

例えば、前図において、“Buck1”内の“Q”の大域シンボルは“Buck1.Q”となります。

もし、カスタム回路がネストされていれば、対応するカスタム素子シンボルがピリオドで接続されます。

カスタムウィンドウ内での素子シンボルは必ず局所シンボルとなり、出力変数は必ず大域シンボルとなり、メインウィンドウで指定されます。

3.4.4 カスタム回路のデータファイル

カスタム素子に読み込まれているカスタム回路のデータファイルは、メインメニューでメイン回路を保存するとき、次のファイル名に変更されて自動的に保存されます。ただし、すでに変更されていればそのままのファイル名で保存されます。

カスタム回路のデータファイル名

= CTM+メイン回路データファイル名+カスタム素子の局所シンボル+元のカスタム回路データファイル名

各部分の接続には、アンダーバー'_'が使用されます。たとえば、最初に作成したカスタム回路のファイル名が"Buck"、それを読み込んでいるカスタム素子の局所シンボルが"Buck1"、メイン回路のファイル名が"Parallel"であれば、新しいカスタム回路データファイル名は、
"CTM_Parallel_Buck1_Buck"となります。

したがって、カスタム素子ごとにデータファイルが生成されるので、個別にパラメータ変更や回路構成が自由にできます。また、最初に読み込んだデータファイルは変更されませんので、何度でも再利用可能です。

3.4.5 カスタムウィンドウ

カスタムウィンドウは、カスタム素子用のウィンドウであり、カスタム回路のパラメータの変更や、回路構成の変更を行うウィンドウです。その方法はメインウィンドウと同じです。ただし、Analysis、Topology モードの変更は、メインウィンドウで行います。以下のメニューが用意されています。

(1) カスタム回路の読み込み (Read)

カスタム回路を読み込みます。このとき、カスタム回路のカスタム端子数とカスタム素子の端子数が一致していなければなりません。カスタム回路データファイルの拡張子は"CVT"です。

(2) カスタム回路の保存 (Save)

カスタム回路データを保存します。

(3) ノードの表示 (Node ▶ Create)

接続点にノードを表示します。

(4) ノードの削除 (Node ▶ Delete)

接続点のノードを削除します。

(5) クリップボードへのコピー (Copy)

カスタム回路をクリップボードへコピーします。

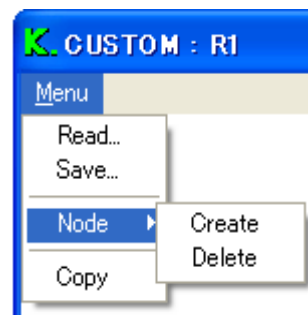


図 3-4-6

3.5 テンプレート化について

素子パラメータは、テンプレート化できます。
 テンプレート化すると、別な回路の同じ素子に対して、共通のパラメータ設定が可能となります。
 その使用方法は、以下のとおりです。

3.5.1 テンプレートの作成

まず、テンプレート化する適当なパラメータ値を素子に設定します。

Analysis(解析)モードにおいて、その素子を、Ctrl キーを押しながら右クリックします。すると、テンプレート作成ダイアログボックスが表示されますので、Name 入力ボックスに、適当なテンプレート名を入力します。

例えば、型名等を入力します。

次に、Make ボタンをクリックすると、List ボックスに、テンプレート名が表示され、そのテンプレート名によって、素子の現在のパラメータ値が K492 のデータベースに登録されます。

Show ボタンで、List ボックスのハイライト表示されているテンプレートの内容を表示変更でき、Delete ボタンで、削除することができます。

また、登録されているテンプレートは、K492 の終了時に K492 と同じディレクトリにある“SCAT.SDB”というファイルに保存され、次の実行時に自動的に読み込まれます。

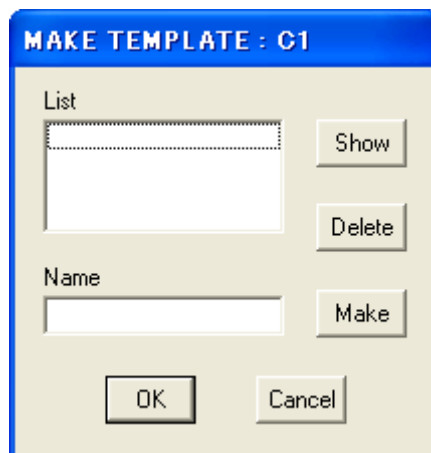


図 3-5-1

3.5.2 テンプレートによるパラメータ設定

作成したテンプレートを使用するには、Analysis(解析)モードにおいて、素子を、Shift キーを押しながら右クリックします。

すると、テンプレート設定ダイアログボックスが表示されるので、List ボックスの設定したいテンプレートをクリックして選択し、OK ボタンを押せば、素子のパラメータ値がテンプレート値に設定されます。

ただし、素子シンボルは変更されません。Show ボタンでテンプレート内容を表示できますが、変更はできません。変更するには、3.5.1 のテンプレート作成ダイアログボックスを使用します。

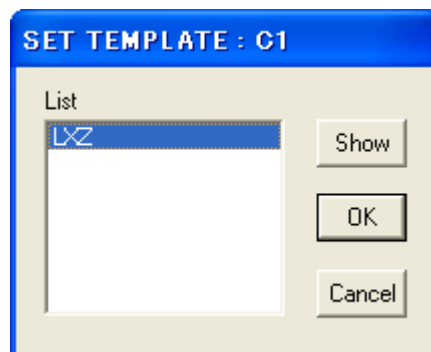


図 3-5-2

第4章 素子モデルとパラメータ

端子についている番号は、カスタム化する場合に参照される端子番号です。
詳しくは [3.4 カスタム回路について](#) を参照してください。

4.1 RCL

4.1.1 抵抗: Resistor



線形素子です。
Value に抵抗値を設定します。

パラメータ

シンボル (Symbol) 抵抗値 (Value)



図 4-1-1

4.1.2 コンデンサ: Capacitor



線形素子です。
Value にキャパシタンス値を設定します。

パラメータ

シンボル (Symbol)
キャパシタンス (Value)
電圧初期値 (Vini) *1

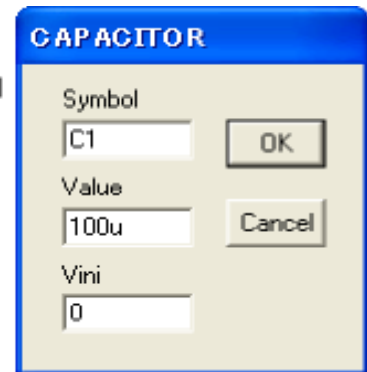


図 4-1-2

- * 1 電圧初期値はシミュレーション実行時には自動計算されていますが、手動で初期値を入力設定してシミュレーションを開始することもできます。なお、素子が従属的に動作している場合にはこの項目は灰色となります。

4.1.3 コンデンサ: Capacitor-RL



等価直列抵抗 (ESR), 等価直列インダクタンス (ESL) を含んだコンデンサです。Capacitor-RL の ESR と ESL は 0 に設定すると短絡となります。ESL が 0 の場合、その初期値は無視されます。

内部シンボルは素子電圧 (V) と素子電流 (I) です。

等価直列インダクタンスは、あまり小さな正の値を設定すると、計算時間と計算精度が悪くなるので、通常は 0 に設定してください。



図 4-1-3

パラメータ

シンボル (Symbol) 等価直列抵抗 (ESR)
キャパシタンス (Value) 等価直列インダクタンス (ESL)
電圧初期値 (Vini) *1 等価直列インダクタンスの電流初期値 (Iini)

4.1.4 インダクタ:Inductor



線形素子です。
Value にインダクタンス値を設定します。

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- インダクタンス (Value)
- 電流初期値 (Iini)*2

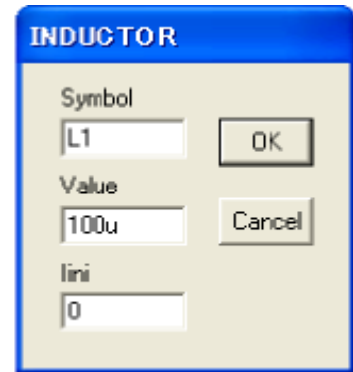


図 4-1-4

*2 電流初期値はシミュレーション実行時には自動計算されていますが、手動で初期値を入力設定してシミュレーションを開始することもできます。なお、素子が従属的に動作している場合にはこの項目は灰色となります。

4.1.5 インダクタ:Inductor-R

等価直列抵抗 (ESR) を含んだインダクタです。
Inductor-R の等価直列抵抗は、0 に設定すると短絡となります。



内部シンボルは素子電圧 (V) と素子電流 (I) です。

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- インダクタンス (Value)
- 電流初期値 (Iini)
- 等価直列抵抗 (ESR)

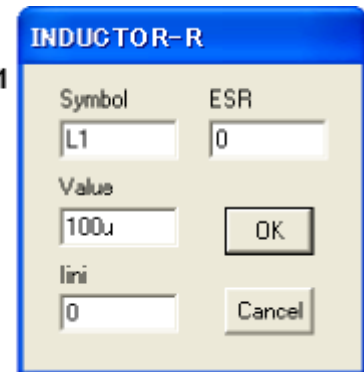


図 4-1-5

4.1.6 可飽和インダクタ: Sat Inductor

右図に示す特性をもつインダクタで、インダクタ電流の絶対値がしきい値電流 (I_{th}) 以下の時には L_{high} に設定したインダクタンス値で動作し、しきい値電流より大きい時には L_{low} に設定したインダクタンス値で動作します。

この可飽和インダクタの動作状態はステート画面に正電圧で飽和した場合には“ON+”が表示され、負電圧の場合には“ON-”が表示されます。

内部シンボルとして、インダクタンス:L があり、シミュレーション実行時の出力にシンボル名+L で動作中のインダクタンス値をモニタリングできます。(右図の例では SL1.L)

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- 非飽和時インダクタンス (L_{low})
- 飽和時インダクタンス (L_{high})
- しきい電流 (I_{th})
- 電流初期値 (I_{ini})

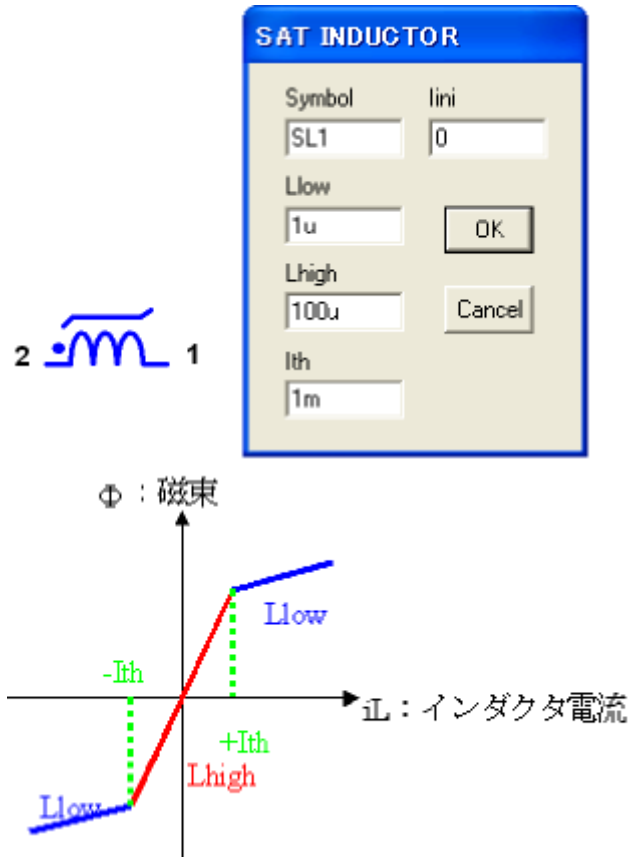


図 4-1-6

4.2 Switch

4.2.1 スイッチ: Switch

このスイッチ素子は理想FETとして動作し、ゲート(G)・ソース(S)・ドレイン(D)の3端子で構成されています。

ゲート側電位を+とし、ソース側電位を-とした電圧が $(V_{th} + V_{hys}/2)$ より高くなったらドレイン・ソース間が導通(ON)し、ドレイン・ソース間がオン抵抗になります。逆にゲート・ソース間電圧が $(V_{th} - V_{hys}/2)$ より低いとオフになり、ドレイン・ソース間がオフ抵抗となります。

内部シンボルとして、ドレイン・ソース間抵抗(R)とゲート・ソース間電圧(V_s)があります。*1

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- オン抵抗 (R_{on})
- オフ抵抗 (R_{off})
- しきい電圧 (V_{th})
- ヒステリシス電圧 (V_{hys})

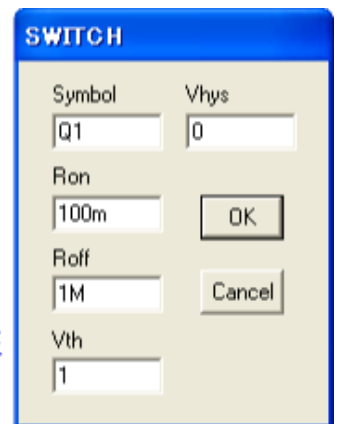


図 4-2-1

*1 内部シンボル R・ V_s で計測できる電流・電圧はいずれもドレイン側を+、ソース側を-としています。

4.2.2 PWMスイッチ:PWM Switch

PWMスイッチは、パルス発生器とスイッチを合成した素子で、ソース(S)とドレイン(D)の二端子で構成されています。

スイッチング周期毎に Initial State で設定した初期状態(On/Off)で始まり、状態変化テーブル(Transition)に記載されたデューティ(0~1.0: Mode=Ratio)もしくは時間 (Mode=Time)でソース(S)・ドレイン(D)間が On/Offします。

なお、Mode=Time で設定する時間はスイッチング周期の時間を超えることはできません。
同様に Mode=Ratio での設定範囲は 0~1となります。

内部シンボルとして、ソース・ドレイン間抵抗(R)があります。*1

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- オン抵抗 (Ron)
- オフ抵抗 (Roff)
- 状態変化テーブル (Transition)

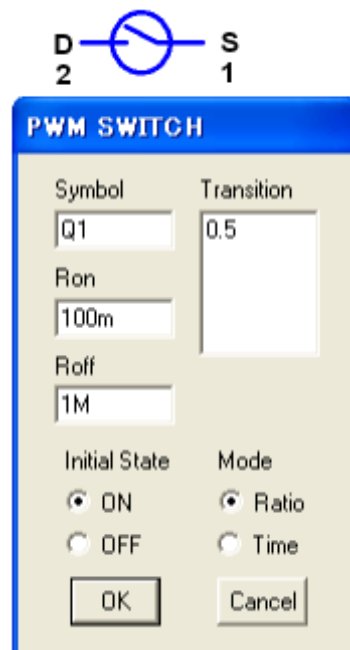


図 4-2-2

*1 内部シンボル R で計測できる電圧・電流はいずれもドレイン側を+、ソース側を-としています。

4.2.3 NチャンネルMOSFET:Nch MOSFET

NチャンネルMOSFETで、ゲート(G)・ドレイン(D)・ソース(S)の三端子で構成されています。ボディダイオードも内蔵しています(順方向電圧の設定はなく、オン抵抗 (Rds(on))のみとなります)。

内部シンボルとしてゲート・ソース間電圧(Vgs)、ドレイン・ソース間電圧(Vds), ドレイン電流(Id)があります。

このMOSFETは、増幅動作が必要な場合に使用します。オン・オフのスイッチング動作だけが必要な場合は、スイッチまたはPWMスイッチを使用してください。

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- ゲート・ソース間しきい電圧 (Vth)
- 順方向伝達アドミタンス (Yfs)
- ドレイン・ソース間オン抵抗 (Rds(on))

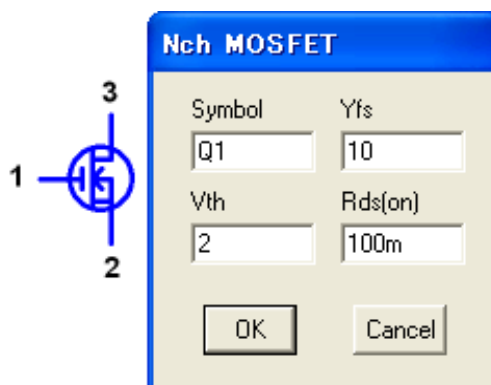


図 4-2-3

4.2.4 PチャンネルMOSFET:Pch MOSFET

PチャンネルMOSFETで、ゲート(G)・ドレイン(D)・ソース(S)の三端子で構成されています。ボディダイオードも内蔵しています(順方向電圧の設定はなく、オン抵抗(Rds(on))のみとなります)。

特に、ゲート・ソース間しきい電圧(Vth)は、負の値にする必要はなく、正の値で設定します。

内部シンボルとパラメータは、NチャンネルMOSFETと同様です。

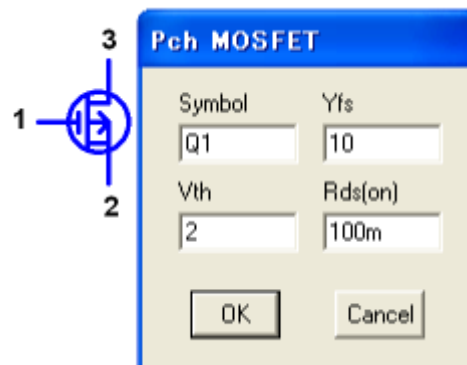


図 4-2-4

4.2.5 NPNTランジスタ:NPN Transistor

NPNTランジスタで、ベース(B)・コレクタ(C)・エミッタ(E)の三端子で構成されています。

内部シンボルとして、ベース・エミッタ間電圧(Vbe)、コレクタ・エミッタ間電圧(Vce)、ベース電流(Ib)、コレクタ電流(Ic)があります。

このトランジスタは、増幅動作が必要な場合に使用します。オン・オフのスイッチング動作だけがが必要な場合は、スイッチまたはPWMスイッチを使用してください

またダーリントン接続はできません。その場合は1個のトランジスタで、2個分のhfeやVbeを設定して使用してください

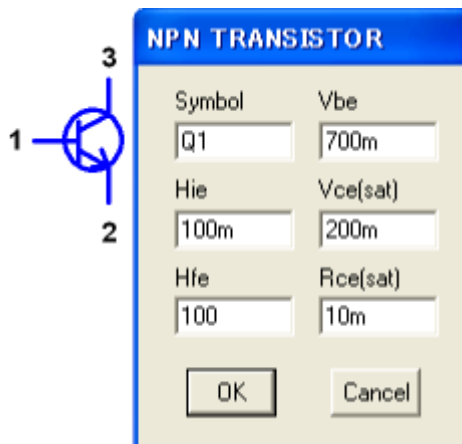


図 4-2-5

パラメータ

シンボル(Symbol)	ベース・エミッタ間電圧(Vbe)
エミッタ接地Hパラメータ(Hie,Hfe)	コレクタ・エミッタ間飽和電圧(Vce(sat))
	ベース・エミッタ間飽和抵抗(Rce(sat))

4.2.6 PNPTランジスタ:PNP Transistor

PNPTランジスタで、ベース(B)・コレクタ(C)・エミッタ(E)の三端子で構成されています。

内部シンボルとパラメータは、NPNTランジスタと同様です。

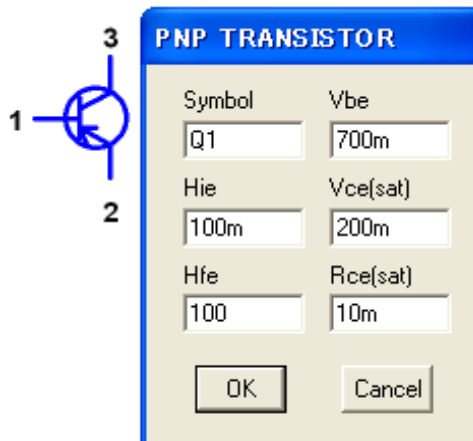


図 4-2-6

4.3 Diode

4.3.1 ダイオード:Diode

ダイオードは、アノード(A)とカソード(K)の2端子で構成されており、抵抗と直流オン電源との直列回路で表されます。

アノード・カソード間のバイアス電圧がオン電圧 (V_{on}) より高いとオン状態となり、ダイオードはオン抵抗(R_{on})とオン電圧の直列回路となり、バイアス電圧がオン電圧より低いとオフ抵抗(R_{off})とオン電圧の直列回路となります。

内部シンボルとして、順方向電圧(V)と順方向電流(I)があります。

最大蓄積電荷 Q_{max} が正の値の場合は、下図に示すようにダイオードが逆バイアスされた状態で、逆方向電流の積分値が Q_{max} (単位:クーロン)に達するまで逆方向電流が流れ続けON状態が持続(右図の網掛け部分)、蓄積電荷量が Q_{max} に達するとオフとなります。

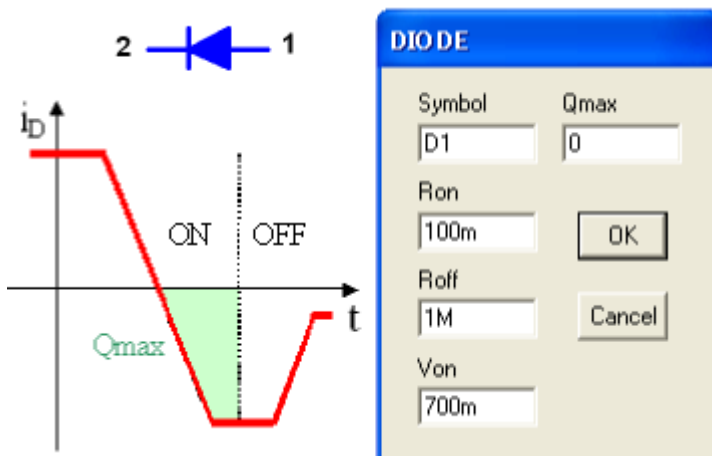


図 4-3-1

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- オン抵抗(R_{on})
- オフ抵抗(R_{off})
- オン電圧(V_{on})
- 最大蓄積電荷(Q_{max})

4.3.2 ダイオードブリッジ:Diode Bridge

4個のダイオードから構成されるダイオードブリッジで下図の回路構成になっています。

内部シンボルとして、入力電圧(V_i)と出力電圧(V_o)があります。

設定するパラメータは4個のダイオードに対して共通となります。

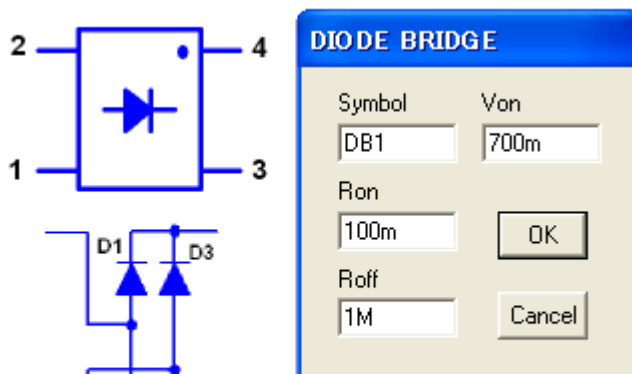


図 4-3-2

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- オン抵抗(R_{on})
- オフ抵抗(R_{off})
- オン電圧(V_{on})

4.3.3 ツェナーダイオード: Zener

ツェナーダイオードは、アノード(A)とカソード(K)の2端子で構成されており、順バイアス時はダイオード同様な動作となります。逆バイアス時は、ツェナー電圧(Vzn)を境に導通し、ツェナー抵抗(Rzn)となります。

内部シンボルとして、ツェナー電圧(V)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)	ツェナー電圧(Vzn)
オン抵抗(Ron)	ツェナー抵抗(Rzn)
オフ抵抗(Roff)	
オン電圧(Von)	

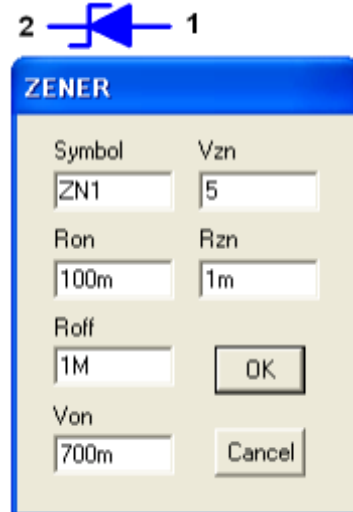


図 4-3-3

4.3.4 サイリスタ: Thyristor

アノード(A)、カソード(K)、トリガ(T)の三端子で構成されており、アノード・カソード間が順バイアスの時にトリガを+側、カソードを一側とした電圧がトリガ電圧(Vtrg)より高ければオンとなり通常のダイオードと同じ動作となり、アノード・カソード間が逆バイアスされるとリセットされます。

内部シンボルとして、順方向電圧(V)、順方向電流(I)、トリガ・カソード間電圧(Vt)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)	トリガ電圧(Vtrg)
オン抵抗(Ron)	
オフ抵抗(Roff)	
オン電圧(Von)	



図 4-3-4

4.3.5 シヤントレギュレータ: Shunt Regulator

アノード(A)、カソード(K)、リファレンス(R)の三端子で構成されており、リファレンス・アノード間電圧が基準電圧 (Vref) と等しくなるように、カソード端子電圧が変化します。

内部シンボルとして、アノード・基準間電圧(Vr), 出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol) 基準電圧 (Vref)
 ゲイン(Gain)
 最小出力電圧(Vmin)
 最大出力電圧(Vmax)

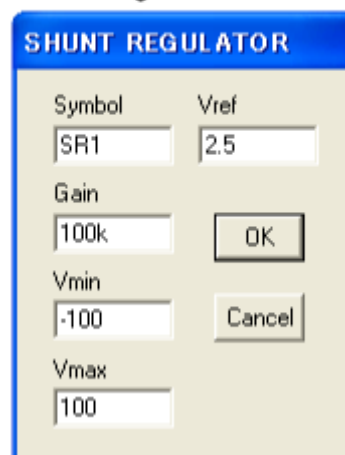


図 4-3-5

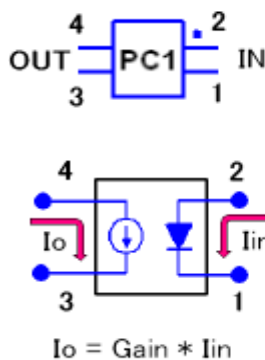
4.3.6 フォトカプラ: Photo Coupler

図 IN が入力端子、OUT が出力端子です。

入力側と出力側は絶縁されており、入力電流が電流ゲイン倍されて出力電流となります。

パラメータ

シンボル(Symbol)
 入力ダイオードのオン抵抗(Ron)
 オフ抵抗(Roff)
 オン電圧(Von)
 電流ゲイン(Gain)



* OUT(3-4間)は、トランジスタではありません。

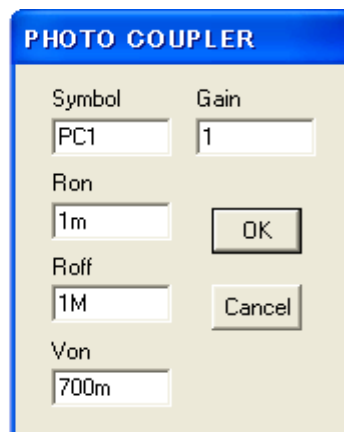


図 4-3-6

4.4 Source

4.4.1 直流電圧源: DC Voltage

直流電圧を発生する線形素子であり、Valueに設定した直流電圧を発生します。

なお、出力電流値を計測する場合には電流測定用の抵抗を直列に接続してください。

また、出力可能な電流に制限はありません。

パラメータ

シンボル(Symbol)
 電圧値(Value)

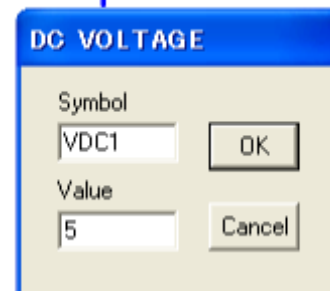


図 4-4-1

4.4.2 交流電圧源: AC Voltage (サンプルホールド動作)

交流電圧を発生する線形素子です。交流電圧振幅はVrmsに実効値を設定し、周波数はFreqに設定し、初期位相はPhiniに度で設定します。発生波形モードは、正弦波(Sin)・半波(Half)・全波(Full)が選択できます。

内部シンボルとして出力電圧(V)があります。

なお、高調波解析などで交流電圧源の電流を計測する場合には電流測定用の抵抗を交流電圧源に直列に接続してください。

スイッチング周期の最初に計算された電圧が周期内は一定の電圧として保持されます(サンプルホールド動作)ので、交流電圧源に設定する周波数はスイッチング周波数に比べ100分の1以下に設定してください。

パラメータ

シンボル(Symbol)	初期位相 (Phini)
電圧振幅(Vrms)	モード (Mode) Sin,Half,Full
周波数 (Freq)	

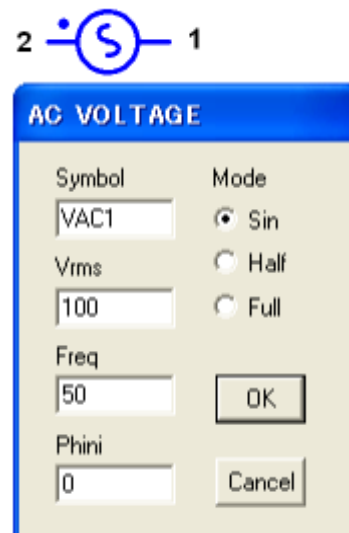


図 4-4-2

4.4.3 交流三相電圧源: 3Phase Voltage (サンプルホールド動作)

交流三相電圧を発生させる線形素子です。設定するパラメータは各相の交流電圧源に対して共通となっており、電圧振幅の実効値を Vrms に設定し、周波数を Freq に、初期位相を Phini に度で設定します。

スイッチング周期の最初に計算された電圧が周期内は一定の電圧として保持されます(サンプルホールド動作)。このため交流三相電圧源に設定する周波数はスイッチング周波数の1/100以下を推奨します。

内部シンボルとして、上の電圧源から順に V1,V2,V3 があります。

なお、初期位相は V1 に対して設定され、Mode 設定が Normal か Reverse で下記のように各相の初期位相のずれが設定されます。

Normal	Reverse
V1: Phini+ 0 度	V1: Phini + 0 度
V2: Phini+ 240 度	V2: Phini + 120 度
V3: Phini+ 120 度	V3: Phini + 240 度

パラメータ

シンボル(Symbol)	
電圧振幅(Vrms)	
周波数 (Freq)	
初期位相 (Phini)	
モード (Mode)	Normal, Reverse

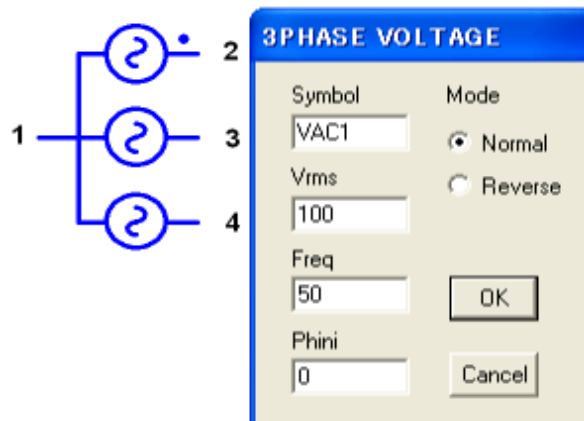


図 4-4-3

4.4.4 プログラマブル電圧源:Prg. Voltage (サンプルホールド動作)

プログラムに記載した任意の電圧波形を発生させることができる線形素子です。

プログラムの詳細は [第5章 プログラム素子の文法](#) を参照してください

右図の例では

```
/* Sin Wave */
Va = 100 * sqrt(2);
f = 60;
th = PI / 3;
PrgV = Va * sin(PI2 * f * t + th);
```

と記述して 60Hz の正弦波電圧を発生させています。内部シンボルとして、出力電圧(V)があります。

スイッチング周期の最初に計算された電圧が周期内は一定の電圧として保持されます(サンプルホールド動作)。

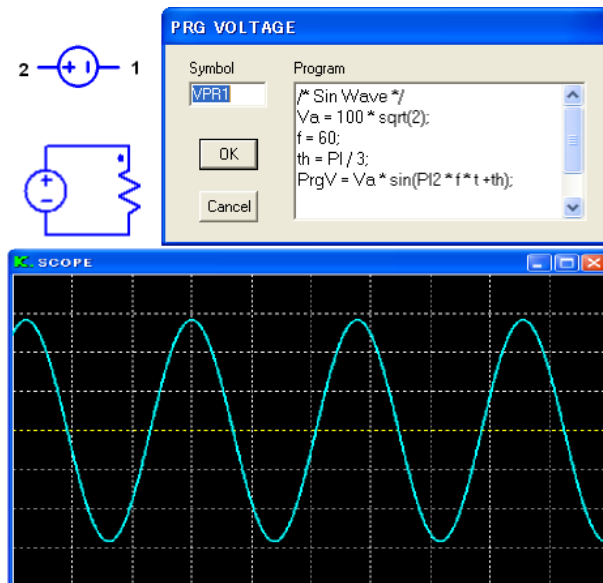


図 4-4-4

4.4.5 テーブル電圧源:Tbl Voltage (サンプルホールド動作)

この電圧源は、右図のメモ帳に表示されているように時間と電圧をカンマで区切ったテキストファイル形式(ファイル拡張子 src)のテーブルに記載された電圧波形を発生します。

応用例として、デジタルオシロスコープでサンプリングした電圧波形をテキスト形式で保存し、テキストエディターで右図のように書式を整えて、ファイル保存時の拡張子名をsrcに変えて回路データと同一のフォルダーに保存しておけば実測波形によるシミュレーションが可能となります。

なお、シミュレーション実行時には記載されている時間間隔の中間値は線形補間され、定義されている時間の最大値を超えた場合には最終電圧値が保持されます。

スイッチング周期の最初にサンプルホールドされた電圧値が周期内は一定の電圧として保持されます(サンプルホールド動作)。

内部シンボルとして、出力電圧のVがあります。

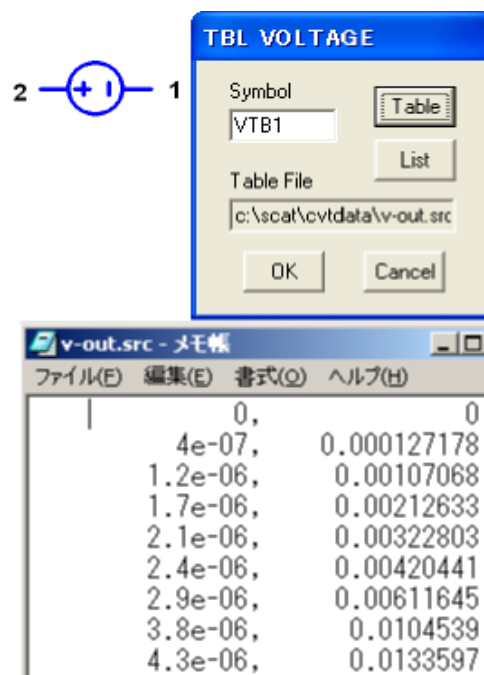


図 4-4-5

パラメータ

シンボル(Symbol)

また、SCATでのシミュレーションデータもScope画面に表示された電圧波形をWAV形式で保存した後に、ファイル拡張子名をsrcに変更して保存すればテーブル電圧源のデータとして利用できます。

4.4.6 直流電流源:DC Current

直流電流を発生する線形素子です。
電流値(Value)に設定した電流を無制限に流し続けます。

パラメータ

シンボル(Symbol)
電流値(Value)

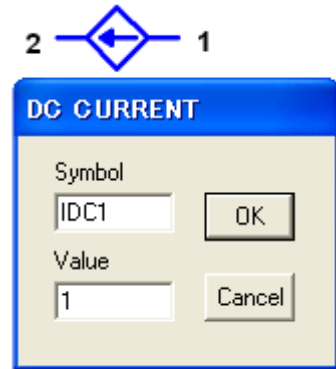


図 4-4-6

4.4.7 交流電流源:AC Current (サンプルホールド動作)

交流電流を発生させる線形素子です。交流電流振幅はIrmsに実効値を設定し、周波数はFreqに設定し、初期位相はPhiniに度で設定します。発生波形モードは、正弦波(Sin)・半波(Half)・全波(Full)が選択できます。

内部シンボルとして、出力電流(I)があります。

スイッチング周期の最初に計算された電流値が周期内は一定の電流として出力されます(サンプルホールド動作)。交流電流源に設定する周波数はスイッチング周波数の1/100を推奨します。

パラメータ

シンボル(Symbol) モード (Mode) Sin,Half,Full
電流振幅(Irms)
周波数(Freq)
初期位相(Phini)

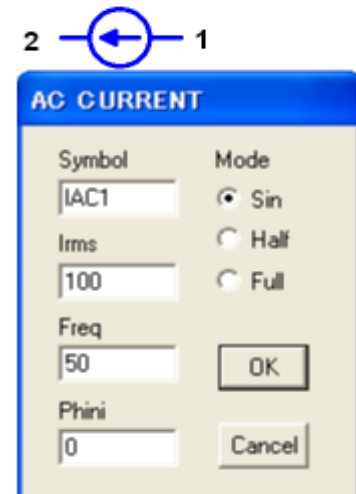


図 4-4-7

4.5 Transformer

4.5.1 変圧器:Winding, Winding-R, Core, Make

変圧器を構成するには、巻線(Winding)を選択し必要な数だけ配置した後に、コア(Core)を配置します。

Winding-R は、等価直列抵抗(ESR)を含んだ巻線です。

この状態では右図のように作成した変圧器全体が赤色で表示されていますので、Make を選択してクリックすると、表示が青色(Highlight 色)に変わり、ひとつの変圧器として一体化されます。

この Make 操作実行後に、変圧器を構成する各巻線の巻数(Value)を設定します。

なお、SCATで作成した変圧器は理想変圧器をなっているため、励磁インダクタンス(一次側巻線に並列に接続)や漏れインダクタンス(一次側巻線に直列に接続)は外付けしてください。

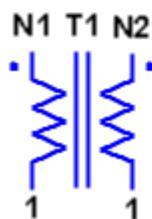
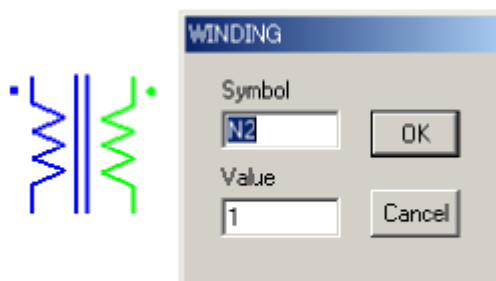
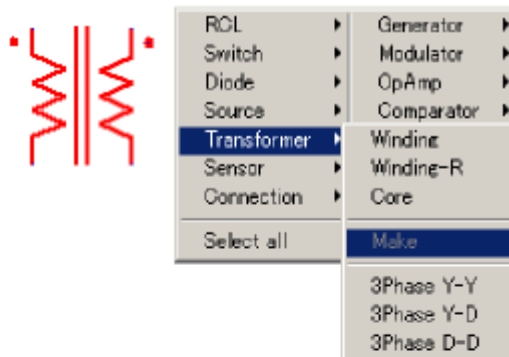


図 4-5-1

パラメータ

巻線

シンボル(Symbol)

巻数(Value)

等価直列抵抗(ESR) * Winding-R のみ

コア

シンボル(Symbol)

4.5.2 三相 Y-Y 変圧器:3Phase

Y-Y

Y-Y結線の三相変圧器です。右図で中央の二つの下向き端子は中性端子です。

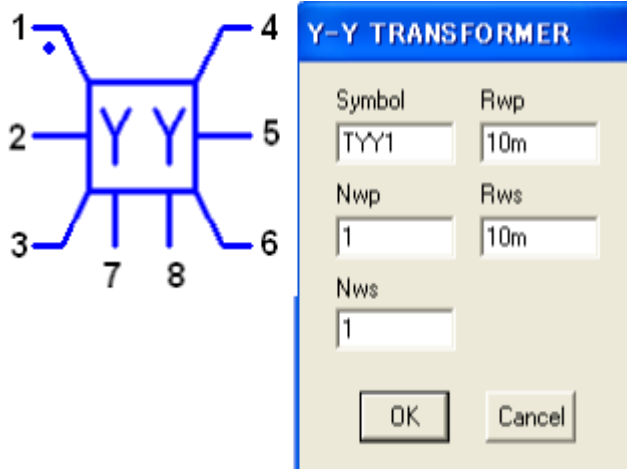


図 4-5-2

パラメータ

シンボル(Symbol)

一次巻数(Nwp)

二次巻数(Nws)

一次巻線抵抗(Rwp)

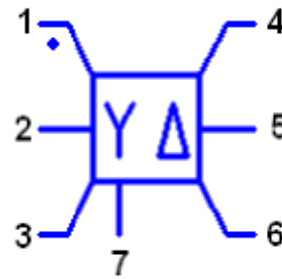
二次巻先抵抗(Rws)

4.5.3 三相 Y-D 変圧器: 3Phase Y-D

Y-D 結線の三相変圧器です。右図で中央の下向き端子は中性端子です。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 一次巻数(Nwp)
- 二次巻数(Nws)
- 一次巻線抵抗(Rwp)
- 二次巻線抵抗(Rws)



Y-D TRANSFORMER	
Symbol	Rwp
TYD1	10m
Nwp	Rws
1	10m
Nws	
1	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

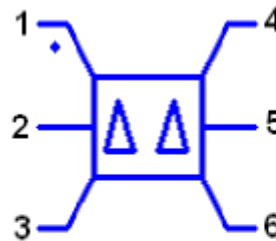
図 4-5-3

4.5.4 三相 D-D 変圧器: 3Phase D-D

D-D結線の三相変圧器です。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 一次巻数(Nwp)
- 二次巻数(Nws)
- 一次巻線抵抗(Rwp)
- 二次巻線抵抗(Rws)



D-D TRANSFORMER	
Symbol	Rwp
TDD1	10m
Nwp	Rws
1	10m
Nws	
1	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

図 4-5-4

4.6 Sensor

4.6.1 電圧センサー: V Sensor

電圧入力-電圧出力の電圧センサーで、入力・出力間は絶縁されており、入力・出力間インピーダンスによる回路への影響はありません。

右図で、左側の●印が入力端子側での正極性を示しており、入力・出力間の増幅率を Gain に設定します。

内部シンボルとして、入力電圧(Vi)、出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

- シンボル(symbol)
- ゲイン(Gain)



V SENSOR	
Symbol	<input type="button" value="OK"/>
VS1	
Gain	<input type="button" value="Cancel"/>
1	

図 4-6-1

4.6.2 電流センサー:I Sensor

電流入力ー電流出力の電流センサーです。

その他の設定は電圧センサーと同様です。

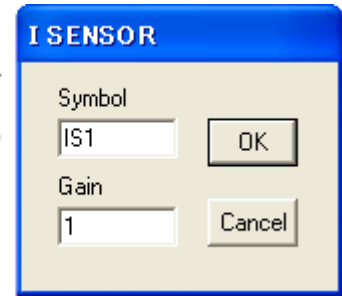


図 4-6-2

4.6.3 電圧電流センサー:VI Sensor

電圧入力ー電流出力のセンサーです。

その他の設定は電圧センサーと同様です。

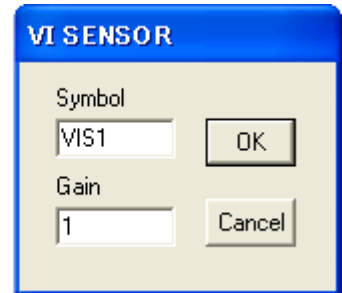


図 4-6-3

4.6.4 電流電圧センサー:IV Sensor

電流入力・電圧出力のセンサーです。

その他の設定は電圧センサーと同様です

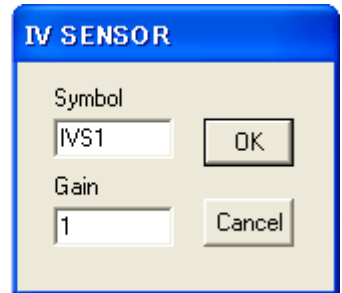


図 4-6-4

4.7 Connection

4.7.1 接続線:Wire

接続線は図形全体が導体であり、任意の部分に接続することができますが、Wire を交差させた場合は、その交差点は接続とはみなされません。

両端に■マークが出ている状態では、■マークをマウスでドラッグすることで拡大・縮小ができます。また Wire 選択時、Space キーを押しながら左ドラッグで、任意の長さの Wire を作成することができます。

図 4-7-1

4.7.2 自由接続線:Free Wire

自由接続線は、接続線が水平・垂直であるのに対して自由な方向に伸縮させることができ、図形全体が導体です。

両端に■マークが出ている状態で、■マークをマウスでドラッグすることにより、任意の方向への拡大・縮小ができます。

図 4-7-2

4.7.3 ジャンパー線: Jumper

ジャンパーは両端のみが導体で、他の部分は絶縁体となっています。



図 4-7-3

4.7.4 遠ジャンパー線: Far Jumper

遠ジャンパー線は、矢印の根本だけが導体の接続線で、同じシンボル名の遠ジャンパー線同士を接続します。

パラメータ

シンボル (Symbol)

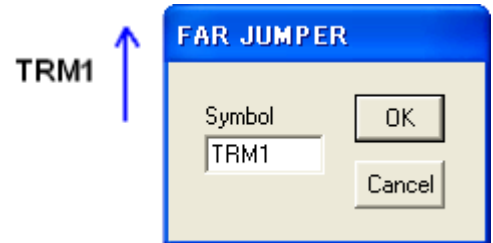


図 4-7-4

4.7.5 グランド端子: Ground

グランド端子で、すべてのグランド端子は接続されていると見なされます。またWire 選択時、Spaceキーを押しながら右クリックするとGroundを作成することができます。



図 4-7-5

4.7.6 グランド端子2: Ground 2

グランド端子2は、グランド端子とは別のグランドを定義する場合に図使用されます。



図 4-7-6

4.7.7 オープン素子: Open

オープン素子は絶縁素子であり、回路には影響しません。端子間の電圧を測定する場合に使用します。

パラメータ

シンボル (Symbol)

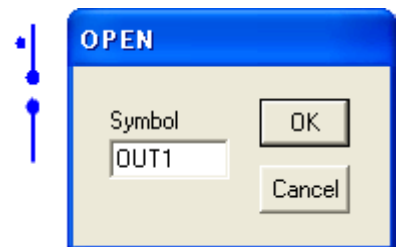


図 4-7-7

4.7.8 ターミネータ素子: Terminator

ターミネータは、使用しない接続端子を終端するための素子です。



図 4-7-8

4.7.9 カスタム端子 (Cmt Terminal)

カスタム回路の入出力端子を決める素子です。



4.7.10 テキスト (Text)

テキストボックスに入力することによりテキストを表示できます。テキストも図形として扱われます。

4.8 Generator

4.8.1 パルス発生器:Pulse

矩形波のパルスを発生します。各スイッチング周期の最初に、初期状態(Initial State)で設定された On/Off のモードにリセットされ、設定された On または Off の初期状態により On であれば Von に設定された電圧を、Off であれば Voff に設定された電圧を出力します。

スイッチング周期の1周期内では状態変化(Transition)テーブルに記載された時比率(Ratio)または時間(Time)で発生するパルス電圧を交互に切り替えていきます。

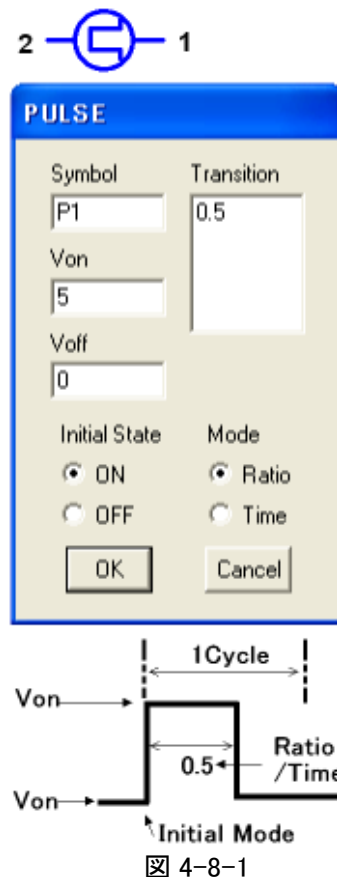
時比率(Ratio)の設定範囲は 0.0~1.0 迄の範囲であり、時間(Time)はスイッチング周期1サイクル分の時間が最大値となります。

右図の設定では、初期状態が ON であるために、スイッチング周期の最初に、Von で設定された5V が出力され、状態変化テーブルが時比率モードで 0.5 と記載されていることから時比率 0.5(デューティ50%)で Voff に設定された0V が出力されます。

内部シンボルとして、出力電圧(V)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)	状態変化時刻(Transition)
オン電圧(Von)	モード(mode)
オフ電圧(Voff)	
初期状態(Initial State)	



*状態変化テーブルをで [4.9 Modulator](#) で制御する場合には状態変化テーブルの先頭行は T0, 次行は T1 のように行番号-1の値にタイミング指定シンボルのTをつけて指定します。

4.8.2 のこぎり波発生器:Saw Tooth

のこぎり波を発生する素子です。

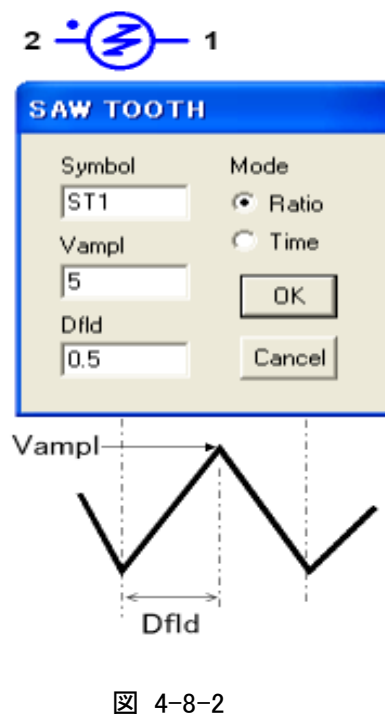
スイッチング周波数または FRD 素子 ([4.9.6 スwitching周波数発生器:FRD](#) 参照)により決定された周波数で動作し、右図に示しているように、Vamplに設定した電圧振幅の、のこぎり波の電圧波形を発生し、折れ曲がり時間(Dfld)を時比率(Ratio)又は時間(Time)で設定します。

モード:Ratioでの設定範囲は0~1で、モード:Timeの設定時間範囲はスイッチング周波数又はFRD素子で設定した周波数の1周期時間内です。

内部シンボルとして、出力電圧(V)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)	モード(mode)
振幅(Vampl)	
折れ曲がり時間率(Dfld)	



4.8.3 波形発生器:Function LFG (サンプルホールド動作)

矩形波 (Square)・直線波 (Linear)・指数波 (Exponential) を発生させます。

モードにより発生する波形が選択でき、矩形波と直線波では電圧波形のピーク電圧を増幅電圧 (VampL) で設定し、指数波では電圧波形の下限電圧を増幅電圧で設定します。

スイッチング周期の最初に計算された電圧が周期内では一定の電圧として出力されます (サンプルホールド動作)。

このため、電圧波形の発生周波数は周波数 (Freq) で設定しますが、設定する周波数はスイッチング周波数に比べ 100 分の 1 以下に設定してください。

また、スイッチング周波数との初期遅延時間は Tini に設定します。

内部シンボルは、出力電圧 (V) です。

矩形波 (Square)

スイッチング周期毎に 0V になり、補助係数 (Kaux) に設定した時比率経過後に、Vamp で設定した電圧が出力されます。

$$V_{out} = 0 \quad (0 < t < Kaux)$$

$$= Vamp \quad (Kaux < t < 1)$$

直線波 (Linear)

スイッチング周期毎に 0V になり、経過時間に比例して Vamp に設定した電圧に到達します。

$$V_{out} = Vamp * t / T$$

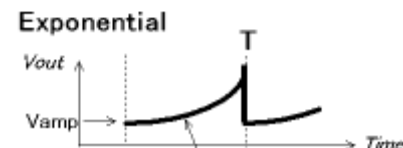
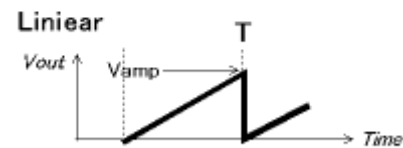
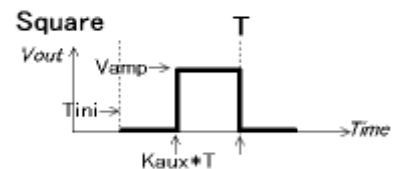
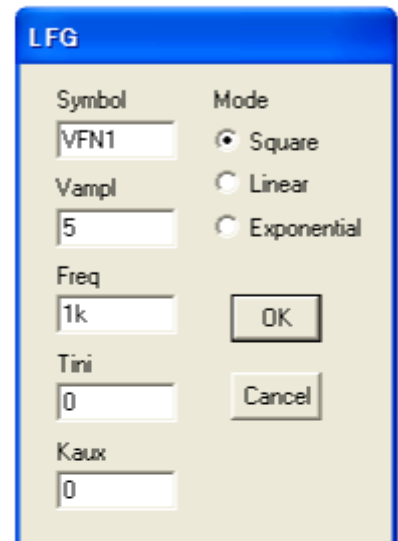
指数波 (Exponential)

スイッチング周期毎に Vamp で設定した電圧になり、下記の式で表される電圧波形を出力します。

$$V_{out} = Vamp * \exp(Kaux * 1 / T)$$

パラメータ

- シンボル (Symbol)
- 振幅 (Vamp)
- 周波数 (Freq)
- 初期位相時間 (Tini)
- 補助定数 (Kaux)
- モード (Mode) Square・Linear・Exponential



$$V_{out} = Vamp * \exp(Kaux * 1 / T)$$

図 4-8-3

4.8.4 周波数特性信号源:AC-sweep

周波数特性信号源は、一巡周波数特性・部分回路周波数特性・オープンループモード周波数特性等の解析を行うための素子です。

素子左側の極性表示マーク●がついている端子が信号出力側で、周波数解析実行時のみ動作します。

解析する周波数範囲を Fmin と Fmax に設定しますが Fmax の設定値はメインスイッチング周波数の1/4程度が限度となります。

解析実行時の周波数分割数を Ndiv に設定します。なお、周波数分割は対数的に行われます。

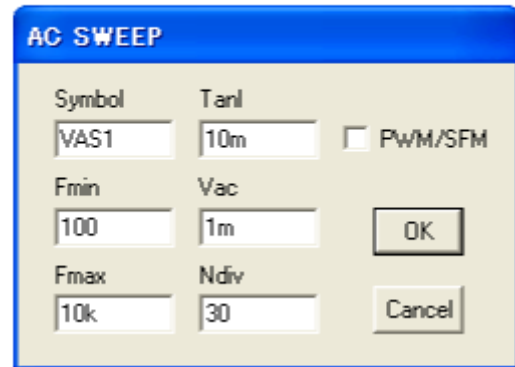


図 4-8-4

周波数特性解析に必要な過渡応答の安定時間を Tanl に設定しますが、この安定時間は事前に Transient 解析で確認してください。

Vac に設定する電圧はデフォルト設定の 1mV で通常の解析には問題ありませんが、変更する場合には 1u~10mV の範囲で使用することを推奨します。

周波数特性を解析する回路中にPWM又はSFM素子がある場合にはPWM/SFMのチェックを入れてください。

なお、周波数特性解析の詳細は [2.7 周波数特性解析](#) を参照してください。

内部シンボルとして、出力電圧(V)があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 最小周波数(Fmin)
- 最大周波数(Fmax)
- 過渡応答時間(Tanl)
- 交流信号振幅(Vac)
- 周波数分割数(Ndiv)

4.9 Modulator

4.9.1 パルス変調器:PWM

PWM制御を行う素子で、素子右側の極性表示マーク●側端子に+電圧を、下側の端子に-電圧を接続します。この入力端子間の電位差により右図に示すように制御されます。

まず、入力電位差に対する Gain を設定しますが、このGainが高すぎると右図の関係式のように Dmin 又は Dmax による制御出力のクランプが掛かりますので注意してください。

次に、制御出力のオフセットが必要であれば Dref にその値を設定します。

Dmin・Dmax には制御出力をクランプする上下限値を設定します。

Modulated はこのPWM制御器の出力が反映される素子:[PWM Switch\(4.2.2\)](#)、[Pulse\(4.8.1\)](#)のシンボル名と遷移状態テーブルの行番号を右図のように設定します。

制御出力はモード設定により時比率(Ratio)又は時間となりますが、時間モードで使用する場合には特に Dmax がスイッチング周期の時間を超えないように注意してください。

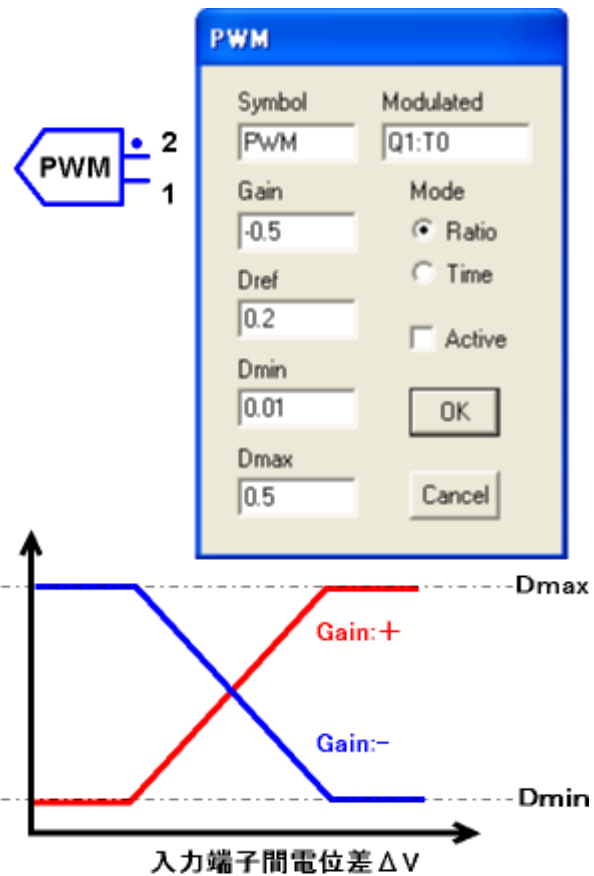
内部シンボルとして入力電圧(Vi)がありません。(極性表示マーク●側端子が+側)

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 変換ゲイン(Gain)
- 基準時比率(Dref)
- 最小時比率(Dmin)
- 最大時比率(Dmax)
- 変調信号(Modulated)
- モード(Mode)

オプション

- アクティブ(Active)



PWM制御出力 D_{out}の関係式

$$D_{out} = \Delta V \times \text{Gain} + D_{ref}$$

If $D_{out} < D_{min} \rightarrow D_{out} = D_{min}$
 If $D_{out} > D_{max} \rightarrow D_{out} = D_{max}$

図 4-9-1

4.9.2 周波数変調器:SFM

SFM制御を行う素子で、素子右側の極性表示マーク●側端子に+電圧を、下側の端子に-電圧を接続します。この入力端子間の電位差により右図に示すように制御されます。

このSFM制御では、基準となるスイッチング周波数をFrefに設定しますが、SFM制御素子を停止状態(Activeのチェックを外す)にして、メインのスイッチング周波数を変えて定常状態解析を行い、出力が目的の値になるスイッチング周波数を求めて、Frefに設定します。

次に、スイッチング周波数の変化による入力電位差に対するGainを設定しますが、このGainが高すぎると右図の関係式のようにFmin又はFmaxによる制御出力のクランプが掛かりますので注意してください。

Modulated は、スイッチング周波数(Frequency)又はスイッチング周期終端(Period)が選択できます。

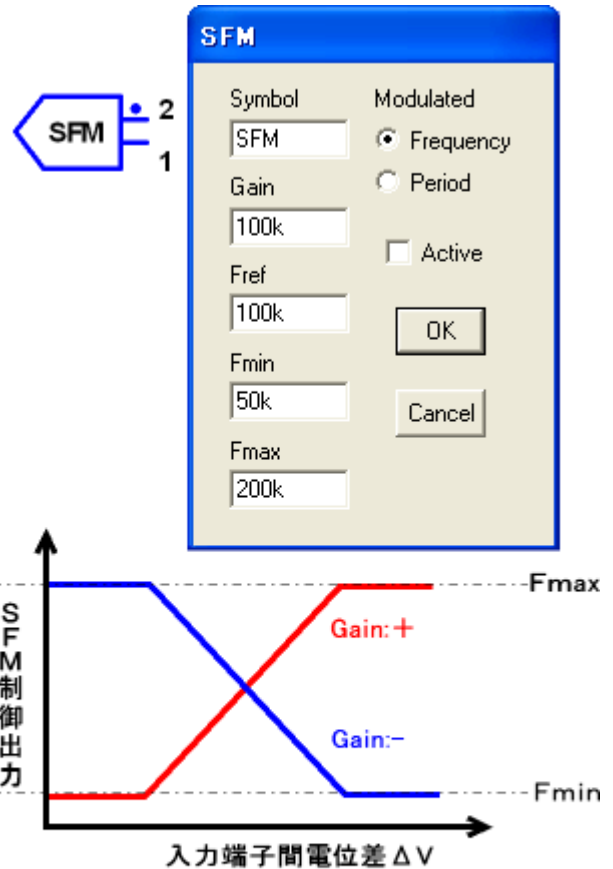
内部シンボルとして入力電圧(Vi)があります。(極性表示マーク●側端子が+側)

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 変換ゲイン(Gain)
- 基準周波数(Fref)
- 最小周波数(Fmin)
- 最大周波数(Fmax)
- 変調信号(Modulated)

オプション

- アクティブ(Active)



SFM制御出力 F_{out} の関係式

$$F_{out} = \Delta V \times \text{Gain} + F_{ref}$$

If $F_{out} < F_{min} \rightarrow F_{out} = F_{min}$
 If $F_{out} > F_{max} \rightarrow F_{out} = F_{max}$

図 4-9-2

4.9.3 素子パラメータ変調器:DPM

DPM素子は、回路中の任意素子のパラメータを入力端子間電圧に従って変調制御を行います。まず、Modulatedに表示される回路中の素子を選択します。選択された素子が複数の内部シンボル定数を持っている場合には Parameters に内部シンボルが表示されるので、目的とするパラメータを選択します。

入力端子間の電位差によるPWM・SFMと同様の計算式で素子パラメータの変調が行われるので、Gain・Xref・Xmin・Xmaxを設定してください。

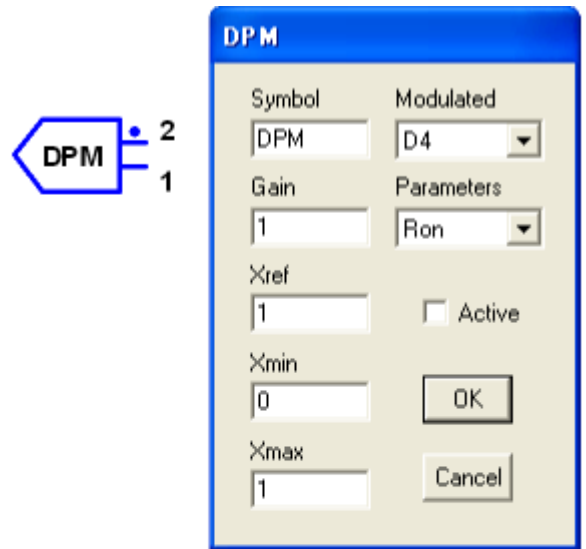
内部シンボルとして入力電圧(Vi)があります。(極性表示マーク●側端子が+側)

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 変換ゲイン(Gain)
- 基準パラメータ値(Xref)
- 最小パラメータ値(Xmin)
- 最大パラメータ値(Xmax)
- 変調信号(Modulated)
- パラメータ(Parameters)

オプション

- アクティブ(Active)



変調対象素子の選択

素子内部パラメータの選択

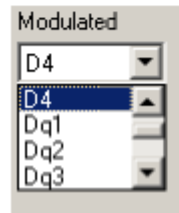


図 4-9-3

4.9.4 同期制御器:SYC

同期制御器は複数の素子(PWM Switch,Pulse)の同期制御を行います。

基準タイプ(Base Type)は、

Begin

スイッチング周期の基点を同期基準とする

End

スイッチング周期の終点を同期基準とする

Transition

スイッチング周期内の遷移時間(状態変化時間)を同期基準とする

があります。

右図では、Transitionモードを選択して、同期基準となるタイミングをPWMスイッチQ1の遷移時間テーブル第0行と設定しています。この同期基準時間に対して、他の素子の同期状態をSynchronizedのテーブルに記載していきます。右図ではPWMスイッチQ3の第0行に対してはオフセット遅延0で、PWMスイッチQ2, Q3については第1行に記載したタイミングにオフセットデューティ0.5を加算して同期制御するように設定しています。

(*このオフセットはマイナスの値も設定できます)

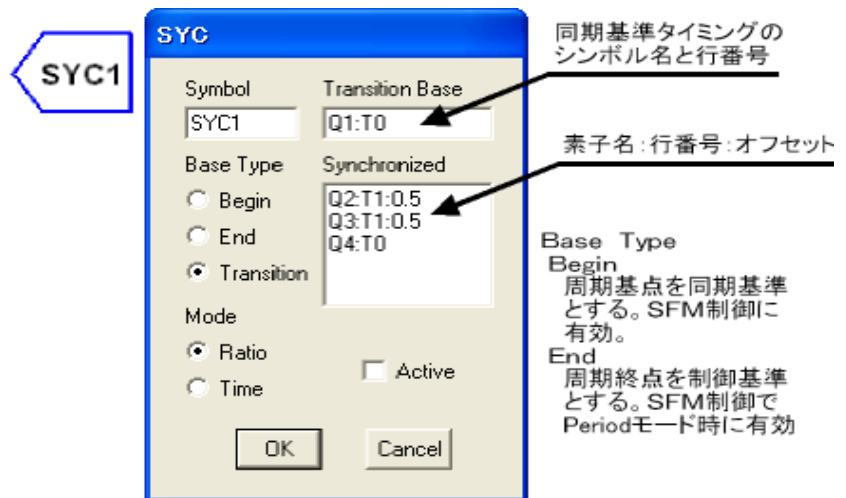


図 4-9-4

パラメータ

シンボル(Symbol)

基準タイプ(Base Type) Begin・End・Transition

モード(Mode)

基準状態変化時刻(Transition Base)

同期制御信号(Synchronized)

オプション

アクティブ(Active)

4.9.5 プログラマブル制御器:PRC

右図のように、Programテーブルに記載した任意のプログラムによる制御を行う素子です。

右図の例では、シミュレーション時間(予約変数 t により参照できる)が3ミリ秒以下ではESR相当分の寄生抵抗を1ミリオームに、5ミリ秒までは3.3ミリオーム、それ以降では4ミリオームとして変数 Resrに代入し、シンボル名Rc10で定義されている抵抗の抵抗値にResrの値を setparam 関数により設定しています。

このSCATIによるプログラム制御の記述言語の詳細は [第5章 プログラム素子の文法](#)を参照してください。

パラメータ

シンボル(Symbol)

オプション

アクティブ(Active)

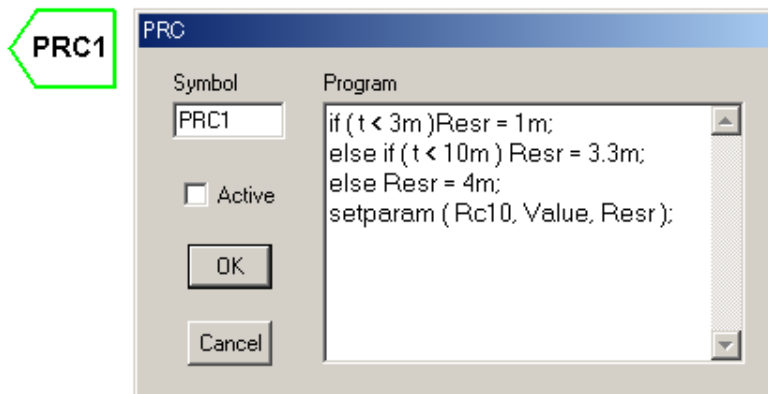


図 4-9-5

4.9.6 スイッチング周波数発生器:FRD

Parameter: Frequency で設定するメインのスイッチング周波数とは異なるスイッチング周波数を発生させる素子です。

制御対象となる素子は、[PWM Switch \(4.2.2\)](#)・[Pulse \(4.8.1\)](#)・[Saw Tooth \(4.8.2\)](#)・[PWM \(4.9.1\)](#)・[SFM \(4.9.2\)](#)・[DPM \(4.9.3\)](#)・[SYC \(4.9.4\)](#)・[PRC \(4.9.5\)](#)・[Latch \(4.11.2\)](#)・[Trigger \(4.11.4\)](#)・[DSP \(4.14\)](#) の 10 種類で、Device のテーブルにシンボル名を右図のように記載します。

制御周波数を Freq に設定し、メインのスイッチング周波数との位相差時間は Tini に設定します。

この FRD 素子の設定個数の制限はありませんが、Scope 画面での表示を見やすくするには回路中で最も低い周波数を Parameter メニューで設定するメインのスイッチング周波数に設定してください。

また、FRD 素子を使用した場合には PWM・SFM 制御素子の動作が周期内の低周波近似補正が動作せず、スイッチング周期終了時点でのサンプリング制御となるために注意が必要です。

なお、Transient 解析ではメインのスイッチング周波数が使用されます。

パラメータ

シンボル(Symbol)

周波数 (Frequency)

位相差時間 (Tini)

素子名 (Device)

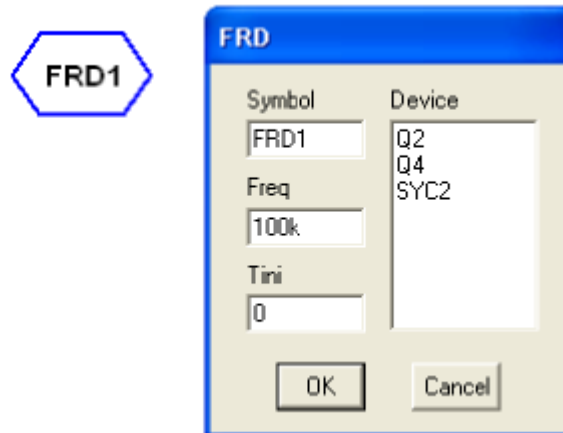


図 4-9-6

4.10 Op Amp

4.10.1 オペアンプ:OpAmp

通常のオペアンプです。

入力の極性は Vi1 が負で、Vi2 が正であり、入力差電圧 $V_i (= V_{i2} - V_{i1})$ がゲイン倍されて出力電圧 V_o となります。

内部シンボルとして、出力電圧 (V_o) があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 最小出力電圧(Vmin)
- 最大出力電圧(Vmax)
- ゲイン(Gain)

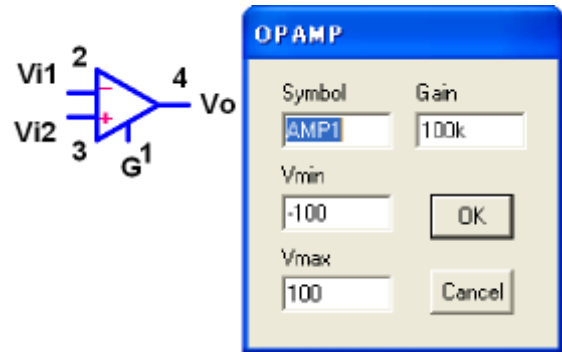


図 4-10-1

4.10.2 理想オペアンプ:Ideal OpAmp

二つの入力端子と、一つの出力端子、グランド端子で構成される理想オペアンプ素子です。

右図にも記載していますが、入力端子には極性が無く、入力端子間の電位差がゼロになるように、出力電圧 V_o を調整します。

なお、 V_o と入力端子間のどちらに帰還をかけても負帰還動作しますのでご注意ください。

内部シンボルとして、出力電圧 (V_o) があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)

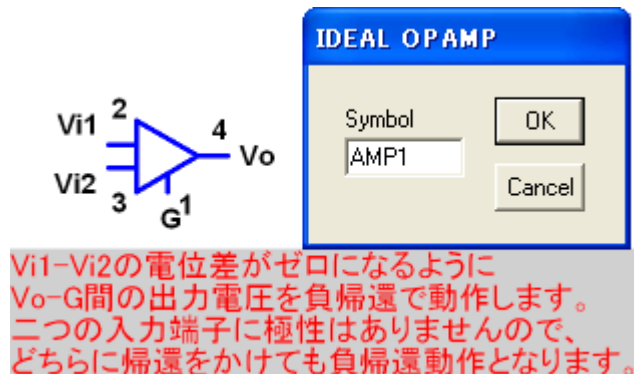


図 4-10-2

4.10.3 積分器: Integrator

積分器は、入力端子(Vi)・出力端子(Vo)・グランド端子(G)の三端子で構成され、内部等価回路は右図のように構成されており、設定したゲインと制限周波数(Flim)により、内部の R1・R2・C は自動計算されます。

内部シンボルは、入力電圧(Vi)、出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- ゲイン(Gain)
- 制限周波数(Flim)

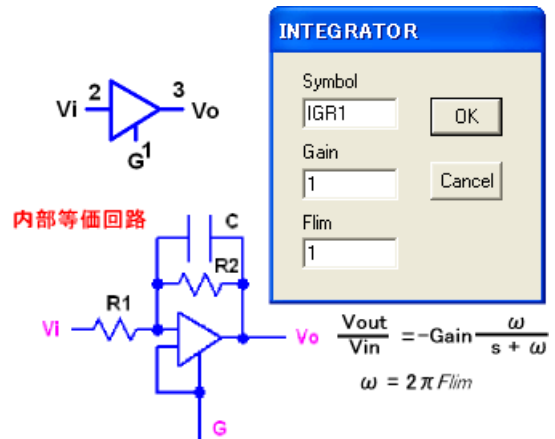


図 4-10-3

4.10.4 微分器: Defferentiator

微分器は、入力端子(Vi)・出力端子(Vo)・グランド端子(G)の三端子で構成され、内部等価回路は右図のように構成されており、設定したゲインと制限周波数(Flim)により、内部の R1・R2・C は自動計算されます。

内部シンボルは、入力電圧(Vi)、出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- ゲイン(Gain)
- 制限周波数(Flim)

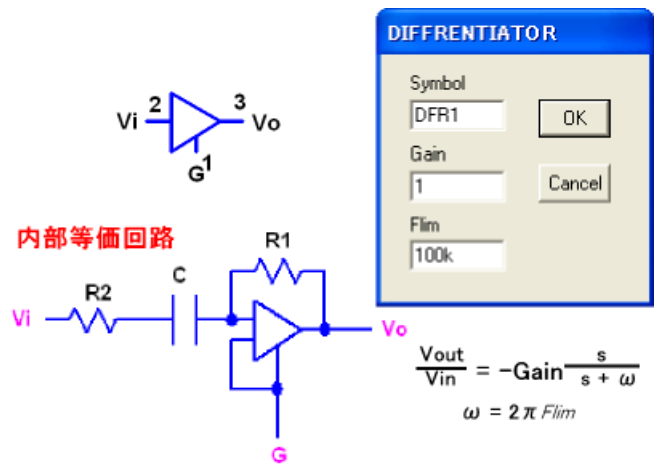


図 4-10-4

4.10.5 ボルテージフォロワ: V FOLLOWER:

利得が1倍、入力インピーダンスは無限大、出力インピーダンスが零で、主にインピーダンス変換に利用する素子です。

内部シンボルは、出力電圧“Vo”です。

パラメータ

- シンボル(Symbol)

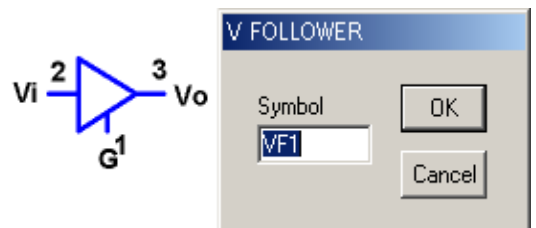


図 4-10-5

4.10.6 リミッタ: Limiter

電圧を制限する素子です。入力端子(Vi)・出力端子(Vo)・グランド端子(G)の三端子で構成されています。

内部シンボルは、入力電圧(Vi)、出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 最小電圧(Vmin)
- 最大電圧(Vmax)

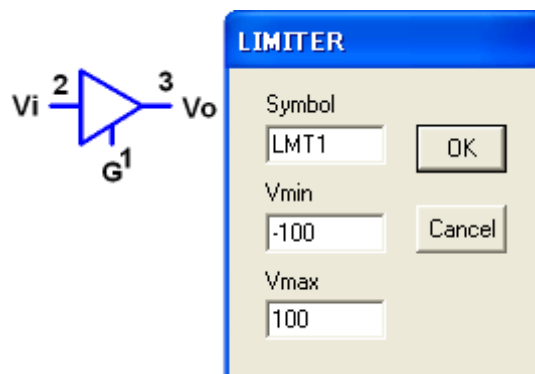


図 4-10-6

4.11 Comparator

4.11.1 コンパレータ:Comparator

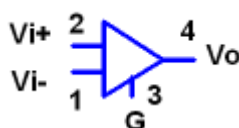
理想コンパレータで入力端子 (V_{i+} , V_{i-}) と出力端子 (V_o , G) の四端子で構成されます。

入力電圧 ($V_{in} = V_{i+} - V_{i-}$) が正の場合に出力電圧は V_{on} に設定されている電圧となり、入力電圧が負の場合には V_{off} に設定されている出力電圧となります。

ヒステリシス動作電圧 V_{hys} が設定された場合には、ON動作時には入力電圧から $V_{hys}/2$ の電圧が減算された電圧が正となったときにONとなります。

逆にOFF動作時には入力電圧から $V_{hys}/2$ の電圧が加算された電圧が負となったときにOFFとなります。

内部シンボルは、入力差電圧 (V_i) と出力電圧 (V_o) があります。



V_{hys} に設定された電圧値の $1/2$ の値がヒステリシス値となる。
ON動作時 = $V_{in} - V_{hys}/2$ 、
OFF動作時 = $V_{in} + V_{hys}/2$
でコンパレータ出力にヒステリシス遅延が発生する。

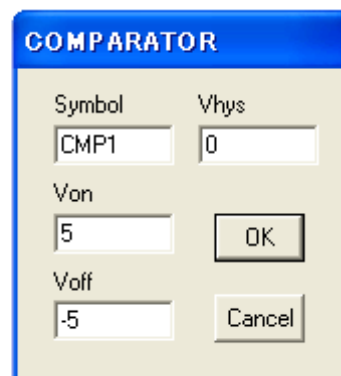
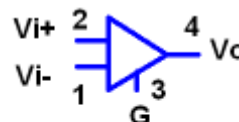


図 4-11-1

4.11.2 ラッチ:Latch

周期内に入力電圧 ($V_{i+} - V_{i-}$) が負から正に変化した場合にのみ、出力電圧を V_{on} に設定した電圧に変化させます。なお、スイッチング周期の1周期が終了すると自動的にラッチ状態は解除され出力電圧には V_{off} に設定した電圧が出力されます。



なお、スイッチング周期の1000分の1以下の期間での電圧変化に対しては動作しません。

内部シンボルは、入力差電圧 (V_i) と出力電圧 (V_o) があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- オン電圧(V_{on})
- オフ電圧(V_{off})

オプション

- アクティブ(Active)



図 4-11-2

4.11.3 単安定マルチバイブレータ: Vibrator

入力トリガ電圧により、矩形パルスが発生させる素子です。通常状態では出力電圧は V_{off} であり、入力差電圧 $V_i (= V_{i+} - V_{i-})$ が負から正に変化したときトリガされ、電圧 V_{on} 、時間幅 T_{on} のパルスを発生します。ただし、メイン周期の開始時刻や V_i が正から負に変化したときはトリガされません。

内部シンボルは、入力差電圧 (V_i) と出力電圧 (V_o) があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)

オン電圧(V_{on})

オフ電圧(V_{off})

パルス時間(T_{on})

オプション

アクティブ(Active)

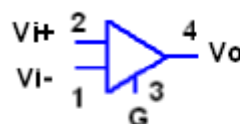


図 4-11-3

4.11.4 トリガ: Trigger

一つのスイッチング周波数に対して、一つだけ使用できるスイッチング周波数をトリガ制御できる素子です。

入力電圧 ($V_{i+} - V_{i-}$) がスイッチング周期の基点から T_{max} に設定した時間内に負から正に極性が変化した場合にトリガ動作して、スイッチング周波数によるスイッチング周期を更新させて、次のスイッチング周期に移行させます。

また、アクティブ状態の場合で T_{max} に設定している時間内に、入力電圧が負から正に変化しない場合には T_{max} の時間で強制的に次のスイッチング周期に移行するために、スイッチング周期は T_{max} に設定しているスイッチング周期となります。

なお、 T_{max} に設定している時間の20分の1の期間より短い電圧変化に対しては動作しません。

内部シンボルは、入力差電圧 (V_i) があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)

最大時刻(T_{max})

オプション

アクティブ(Active)

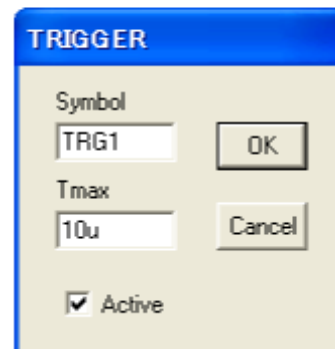
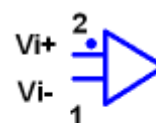


図 4-11-4

4.12 Operator

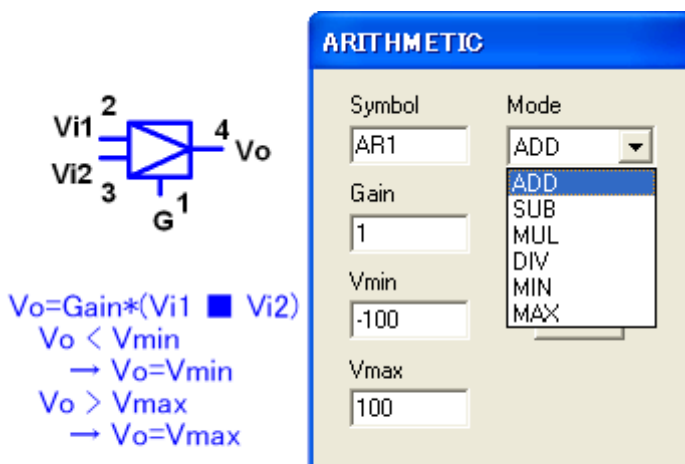
4.12.1 算術演算器: Arithmetic (平均サンプルホールド動作)

算術演算器は入力端子(Vi1,Vi2)と出力端子(Vo)、グランド端子(G)で構成されます。

右図に示すように、二つの入力端子の電圧に対してモードで選択された演算(算術または最大値・最小値検出)を行い、ゲインに設定された増幅率により増幅され、Vmin・Vmax に設定された上下限電圧値によりクランプされてVoに出力されます。

この算術演算は、各スイッチング周期の最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われます。出力電圧Voは次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルとして入力電圧1(Vi1)、入力電圧2(Vi2)、出力電圧(Vo)があります。



“■” = 加算 (ADD)、減算 (SUB)、
乗算 (MUL)、除算 (DIV)、
入力最小値 (MIN)、入力最大値 (MAX)

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- ゲイン(Gain)
- 最小出力電圧(Vmin)
- 最大出力電圧(Vmax)
- モード(Mode) Add・Sub・Mul・Div・Max・Min

図 4-12-1

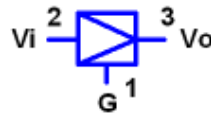
4.12.2 関数演算器:Function (平均サンプルホールド動作)

関数演算器は、入力端子(Vi)と出力端子(Vo)とグランド端子(G)で構成される三端子の素子です。

入力電圧(Vi)は、モードにより選択された関数演算を行い、ゲインに設定された増幅率により増幅され、Vmin・Vmax に設定された上下限電圧値によりクランプされて Vo に出力されます。

関数Fには以下の関数があります。

- Sin : sin関数
- Cos : cos関数
- Tan : tan関数
- Sin-1 : sin逆関数
- Cos-1 : cos逆関数
- Tan-1 : tan逆関数
- Sqrt : 平方根関数
- Exp : exp指数関数
- Log : log関数
- ABS : 絶対値関数
- Function: $F(x) = |x|$
- AMP : 比例関数 $F(x) = x$



$$V_o = \text{Gain} * \text{Function}(V_i)$$

$$V_o < V_{\min} \rightarrow V_o = V_{\min}$$

$$V_o > V_{\max} \rightarrow V_o = V_{\max}$$

Function
 SIN,COS,TAN,SIN-1,COS-1,TAN-1
 SQRT,EXP,LOG,ABS,AMP
 *AMP :比例関数 $F(x)=x$

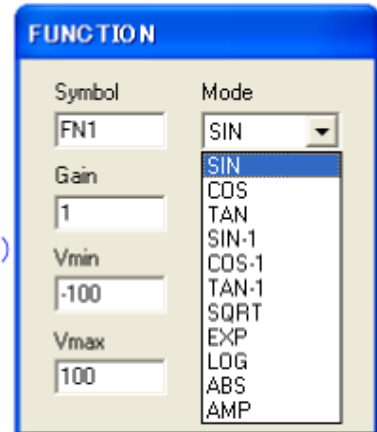


図 4-12-2

この関数演算は、各スイッチング周期の最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われます。出力電圧 Vo は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルとして入力電圧(Vi)、出力電圧(Vo)があります。

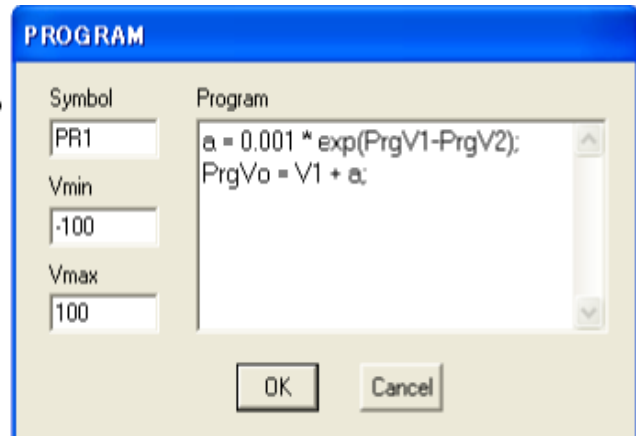
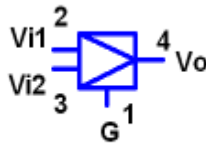
パラメータ

- シンボル(Symbol)
- ゲイン(Gain)
- 最小出力電圧(Vmin)
- 最大出力電圧(Vmax)
- モード(Mode)

4.12.3 プログラマブル演算器:Program (平均サンプルホールド動作)

プログラムで直接参照できる二つの入力端子(V1,V2)と出力端子(Vo)に、グランド端子(G)の3端子で構成されるプログラマブル演算器です。

右図の例ではプログラム記述欄に



```
a = 0.001 *
exp(PrgV1-PrgV2);
PrgVo = V1 + a;
```

Vi1、Vi2、Voは予約語(PrgVi1, PrgVi2, PrgVo)として直接参照できます

図 4-12-3

と記載しており、入力端子 V1 の電圧値に、入力端子間電位差 (V1-V2) に指数関数と 0.001 を乗算した結果が出力電圧 (Vo) となるように記述しています。

プログラム制御の詳細は[第 5 章 プログラム素子の文法](#)を参照してください。

この素子での予約語である PrgVi1, PrgVi2, PrgVo は新たな値が代入されるまでは直前の結果を保持しています。

* 大文字のVで記述しないと入出力端子に対応した予約語とみなされませんので注意してください。

このプログラマブル演算は、各スイッチング周期の最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われます。出力電圧 Vo は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルとして入力電圧1 (Vi1)、入力電圧2 (Vi2)、出力電圧 (Vo) があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)
 最小出力電圧(Vmin)
 最大出力電圧(Vmax)
 プログラム(Program)

4.12.4 テーブル演算器:Table (平均サンプルホールド動作)

入力端子(V_i)と出力端子(V_o)、グランド端子(G)の三端子と、入出力間の変換を定義したテーブルファイル(ファイル拡張子名が TBL であるテキスト形式ファイル:回路データと同じフォルダーに保存してください)で構成される素子です。

テーブルファイルは右図のメモ帳で表示されているように

入力値, 出力値

をカンマで区切った書式で1行ずつ記載します。入力データが、このテーブルで記載した入力値の中間の場合には線形補間を行います。

各スイッチング周期の最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われ、出力電圧は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルとして入力電圧(V_i)、出力電圧(V_o)があります。

パラメータ

シンボル(Symbol)

テーブルファイル(Table File)

なお、テーブルファイルの内容はメモ帳でも随時編集して動作確認できますが、保存時にファイル拡張子を必ず TBL に設定してください。

(メモ帳のデフォルト拡張子は TXT となっており、保存時にその他のファイルを選択してください)

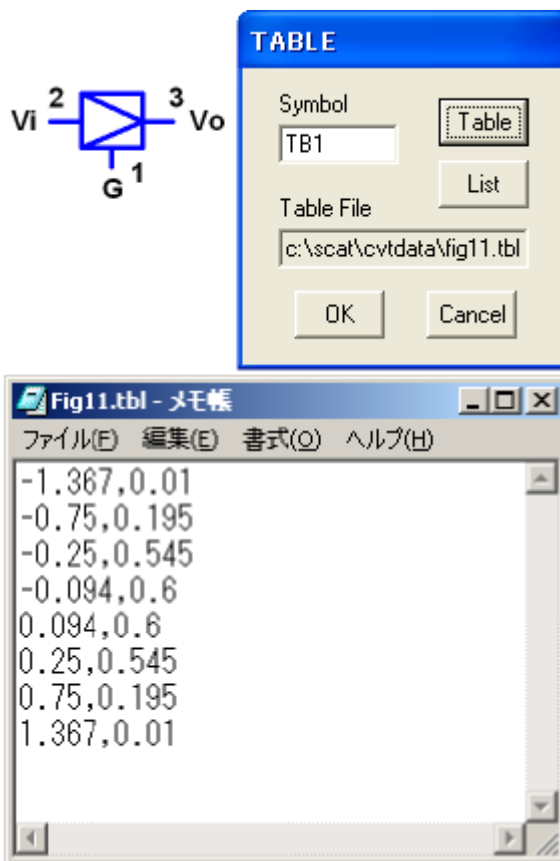


図 4-12-4

4.12.5 三相二相変換器:DQC (平均サンプルホールド動作)

三相二相変換器は、三相の入力端子 (Vi1,Vi2,Vi3)と二相の出力端子 (Vo1,Vo2)とグランド端子 (G)の6端子で構成されています。

変換周波数を Freq に設定し、メインスイッチング周波数との位相差が必要な場合には Pini に初期位相角度を設定します。

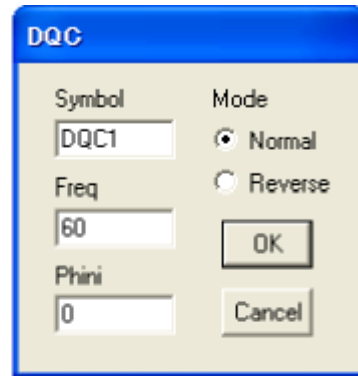
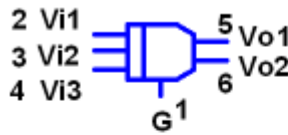
三相から二相への変換は右図に示す変換式で、モードにより選択された[Normal]・[Reverse]の変換式により行われます。

各スイッチングの最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われ、出力電圧は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルは、

入力電圧1"Vi1",
 入力電圧2"Vi2",
 入力電圧3"Vi3",
 出力電圧1"Vo1",
 出力電圧2"Vo2"

です。



パラメータ

シンボル(Symbol)
 周波数(Frequency)
 初期位相(Pini)
 モード(Mode)

<p>[Normal]</p> $Vo1 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + \theta) + Vi3 \cdot \cos(\omega t + 2\pi/3 + \theta) \}$ $Vo2 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \sin(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3 + \theta) + Vi3 \cdot \sin(\omega t + 2\pi/3 + \theta) \}$	<p>[Reverse]</p> $Vo1 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \cos(\omega t + 2\pi/3 + \theta) + Vi3 \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3 + \theta) \}$ $Vo2 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \sin(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + 2\pi/3 + \theta) + Vi3 \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3 + \theta) \}$
--	--

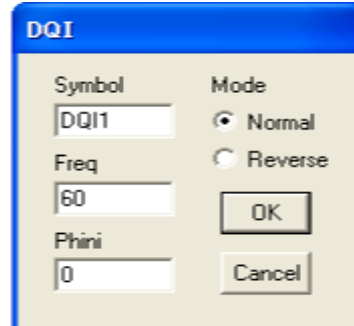
$\omega = 2\pi f$ f :周波数(Freq設定値) θ :初期位相(Phini設定値)

図 4-12-5

4.12.6 二相三相変換器:DQI (平均サンプルホールド動作)

二相三相変換器は、二相の入力端子(Vi1,Vi2)と三相の出力端子(Vo1,Vo2,Vo3)とグランド端子(G)の6端子で構成されています。

変換周波数を Freq に設定し、メインスイッチング周波数との位相差が必要な場合には Pini に初期位相角度を設定します。



二相から三相への変換は右図に示す変換式で、モードにより選択された[Normal]・[Reverse]の変換式により行われます。

[Normal]

$$Vo1 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + \theta) \}$$

$$Vo2 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3 + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3 + \theta) \}$$

$$Vo3 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + 2\pi/3 + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + 2\pi/3 + \theta) \}$$
 [Reverse]

$$Vo1 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + \theta) \}$$

$$Vo2 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t + 2\pi/3 + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t + 2\pi/3 + \theta) \}$$

$$Vo3 = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) \{ Vi1 \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3 + \theta) + Vi2 \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3 + \theta) \}$$

$$\omega = 2\pi f \quad f: \text{周波数 (Freq 設定値)} \quad \theta: \text{初期位相 (Pini 設定値)}$$

図 4-12-6

各スイッチングの最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われ、出力電圧は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルは、入力電圧1"Vi1", 入力電圧2"Vi2", 出力電圧1"Vo1", 出力電圧2"Vo2", 出力電圧3"Vo3"です。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 周波数(Frequency)
- 初期位相(Pini)
- モード(Mode)

4.12.7 正相逆相変換器:DQP (平均サンプルホールド動作)

正相逆相変換器は二相の入力端子(Vi1,Vi2)と二相の出力端子(Vo1,Vo2)とグランド端子(G)の5端子で構成されています。

変換周波数を Freq に設定し、メインスイッチング周波数との位相差が必要な場合には Pini に初期位相角度を設定します。

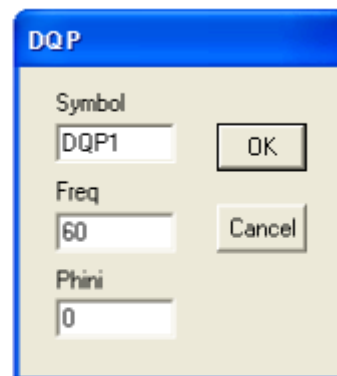
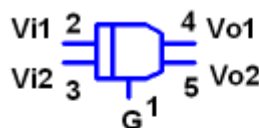
正相から逆相への変換は右図に示す変換式により行われます。

各スイッチングの最後で入力電圧の平均値がサンプルされ演算が行われ、出力電圧は次のスイッチング周期の間ホールドされます(平均サンプルホールド動作)。このため入力端子に接続される電圧の変動周波数はスイッチング周波数の100分の1程度が望ましい範囲となります。

内部シンボルは、入力電圧1“Vi1”、入力電圧2“Vi2”、出力電圧1“Vo1”、出力電圧2“Vo2”です。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- 周波数(Frequency)
- 初期位相(Pini)



$$Vo1 = Vi1 * \cos(2\omega t + \theta) + Vi2 * \sin(2\omega t + \theta)$$

$$Vo2 = Vi1 * \sin(2\omega t + \theta) + Vi2 * \cos(2\omega t + \theta)$$

$\omega = 2\pi f$
f: 周波数(Freq設定値) θ : 初期位相(Phini設定値)

図 4-12-7

4.13 Logic

4.13.1 論理演算器: Logic

論理演算器は二つの入力端子(Vi1、Vi2)と出力端子(Vo)、グランド端子(G)で構成される四端子の素子です。

入力端子の電位差が、しきい値電圧(Vth)より高ければ、True(1)、低ければFalse(0)とみなされて、Modeに設定された演算が行われます。その結果がTrueのときは出力VoにVonの電圧が出力され、FalseのときはVoffの電圧が出力されます。

また、NAND・NOR・XORの論理動作をさせる場合にはNOTのチェックボックスをオンにします。

RSフリップフロップ動作でのピン接続は右図のようにVi2 がリセット入力となっています。

但し、出力はVon(セットの場合)、Voff(リセットの場合)で任意の電圧に設定できますので、必ずしもセット電圧がリセット電圧より高いとは限りません。通常RSフリップフロップで禁止されている両端子H入力の場合は、出力は以前の状態を保持します。(両端子Lと同じ)

この素子は平均サンプルホールドでは無くシミュレーション時間で動作します。

内部シンボルとして入力電圧1(Vi1)、入力電圧2(Vi2)、出力電圧(Vo)があります。

パラメータ

- シンボル(Symbol)
- しきい電圧(Vth)
- オン電圧(Von)
- オフ電圧(Voff)
- モード(Mode)

オプション

- 否定(NOT)

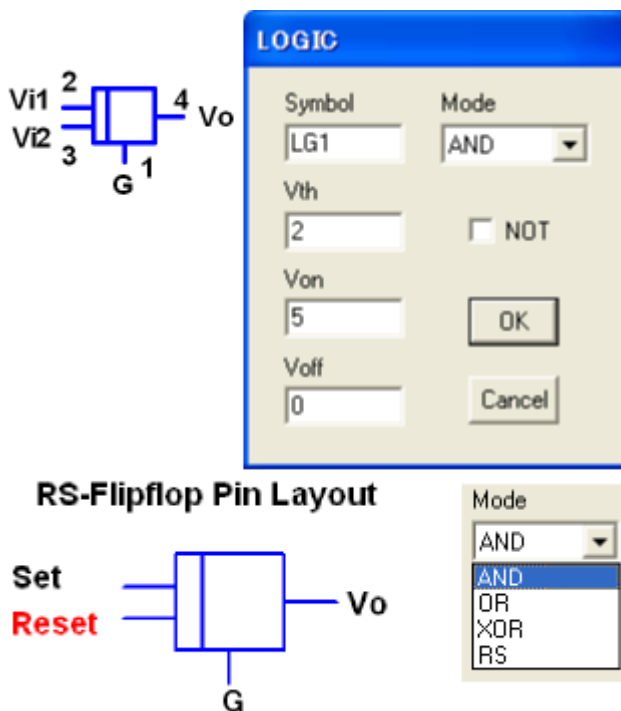


図 4-13-1

4.13.2 ブール演算器:Bool

ブール演算器は、四つの入力端子(b1,b2,b3,b4)と一つの出力端子(bout)、グランド端子(G)で構成されており、素子の真理値表にb1-b4のTrue(1)/False(0)に対応した論理出力演算をリアルタイムで実行します。

各入力端子の電圧がしきい値電圧(Vth)より高ければ True(1)とみなされ、低ければ False(0)とみなされて16通りの真理値表による演算結果が bout に出力されます。

bout = 1 の場合には

$$V_o = V_{on}$$

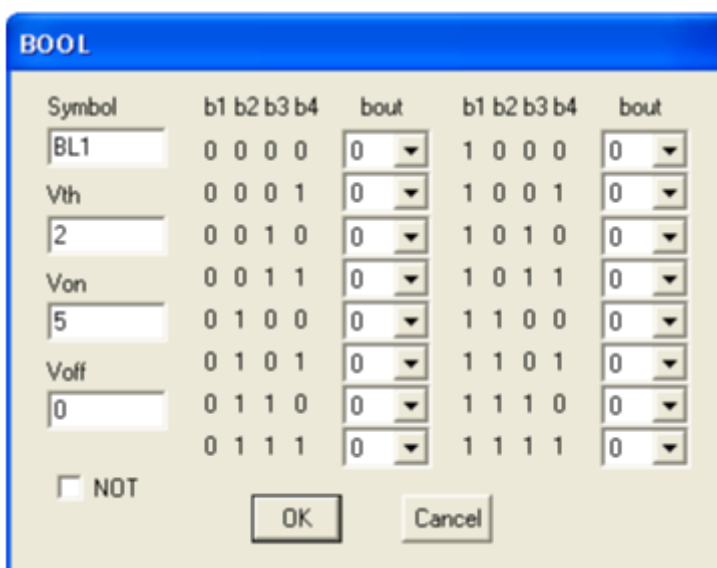
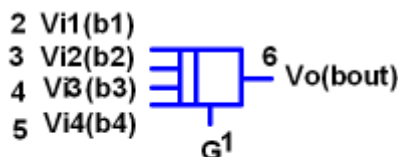
bout = 0 の場合には

$$V_o = V_{off}$$

が出力され、論理否定:NOTがチェックされている場合には演算結果の論理が否定されます。

この素子は平均サンプルホールドでは無くシミュレーション時間で動作します。

内部シンボルとして、四つの入力端子に対応した入力電圧1"Vi1", 入力電圧2"Vi2", 入力電圧3"Vi3", 入力電圧4"Vi4"と、論理演算出力の出力電圧"Vo"があります。



パラメータ

シンボル(Symbol)

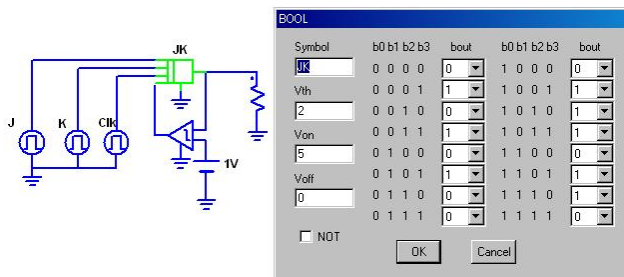
しきい電圧(Vth)

オン電圧(Von)

オフ電圧(Voff)

オプション

否定(NOT)



参考例として、出力結果の論理反転も含んだJKフリップフロップの回路を右図に示します。

動作表

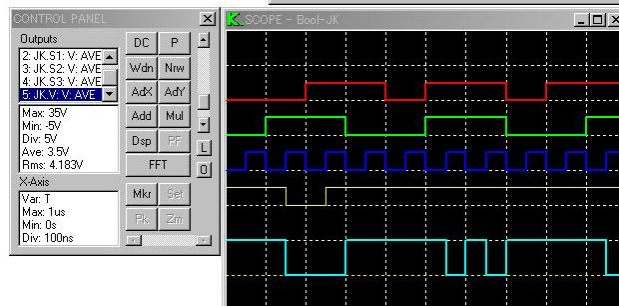
Jn	Kn	Qn+1
0	0	Qn
0	1	0
1	0	1
1	1	Qn*

Qn* 以前のQnを反転

入力端子b0にはJが、b1にはKが、b2にはクロックが入力され、b3にはQnの出力結果がコンパレータ(Vphys: 10mV)を経由して接続されています。

図 4-13-2

J・Kの論理演算はクロックがTrueの場合にのみ実行され、QnがTrueでJ・K共に True の場合には、以前の出力を論理否定させています。



4.14 DSP

4.14.1 DSP素子 (DSP)

DSPの基本動作はプログラマブル制御器 (PRC) と同じですが、プログラムがブロック図で作成できます。DSP制御の詳細は [第7章 DSPについて](#) を参照してください。



図 4-14-1

4.14.2 DSP初期ブロック (Initial)

DSPプログラムの初期化用ブロックです。このブロックのプログラムはDSPプログラムの最初に実行されます。変数の初期化などに使用します。



図 4-14-2

4.14.3 DSP入力ブロック (Input)

DSPプログラムの入力用ブロックです。主回路から検出した信号や、定数を出力させるプログラムなどを記述します。入力端子はなく、出力端子 OUT があります。

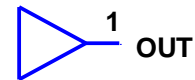


図 4-14-3

4.14.4 DSP出力ブロック (Output)

DSPプログラムの出力用ブロックです。DSPプログラムで生成した信号を入力で受取り、主回路に伝達するプログラムなどを記述します。出力端子はなく、入力端子 IN があります。

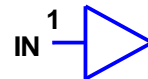


図 4-14-4

4.14.5 DSP検出ブロック (Detector)

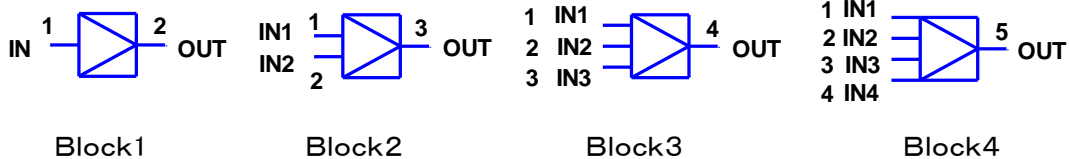
DSPプログラムの信号検出用ブロックです。このブロックを他のブロックの出力端子に接続すると、その接続点信号は、メインメニューの Parameter:Output で出力変数として設定できます。DSPプログラムの内部動作の確認に使用します。



図 4-14-5

4.14.6 DSP機能ブロック (Block1、Block2、Block3、Block4)

DSPプログラムの機能用ブロックです。単純な機能を表すプログラムを記述します。1入力、2入力、3入力、4入力のブロックがあります。各端子名は図のとおりです。



第5章 プログラム素子の文法

5.1 予約語・予約定数・数学関数・機能関数・演算子

[予約語]

if, else, while, init, define, return, quit

[予約定数]

PI	π	true	ブール値の真
PI2	2π	false	ブール値の偽
ON	スイッチング素子のオン状態	OFF	スイッチング素子のオフ状態

[数学関数]

sin(x)	正弦	log(x)	自然対数
cos(x)	余弦	log10(x)	常用対数
tan(x)	正接	exp(x)	指数関数
asin(x)	逆正弦	pow(x, y)	xのy乗を計算する冪関数
acos(x)	逆余弦	abs(x)	絶対値
atan(x)	逆正接	min(x, y)	最小値
atan2(x, y)	y/x の逆正接	max(x, y)	最大値
sqrt(x)	ルート	mod(x, y)	xをyで割った剰余関数
int(x)	整数化		

[機能関数]

param("sym", "par")	シンボル名(sym)の素子の内部パラメータ(par)で指定されたパラメータ値を返す関数 *内部シンボルが無い場合には par の項を none と記述する。 *制御器の Active 状態(ON=1,OFF=0)も取得できる。
(参考例)	①PWM 制御器“PWM1”の Active 状態を 変数“chk”に読み込むプログラムでは chk = param(“PWM1”, “Active”); ②変数“t1”に PWM Switch“Q1”の T0 番目の時間を読み込むプログラムでは t1 = param(“Q1”, “T0”);
setparam("sym", "par", value)	シンボル名(sym)の素子の内部パラメータ(par)で指定されたパラメータ値を value に設定する関数 *内部シンボルが無い場合には par の項を none と記述する。 *制御器の Active 状態(ON=1,OFF=0)を制御できる。
(参考例)	①PWM 制御器 PWM1 の Active 状態を OFF にするプログラムでは setparam(“PWM1”, “Active”, 0); ②抵抗“R1”を 100Ω に設定するプログラムでは setparam(“R1”, “Value”, 100);
output("sym", "type", "mode")	シンボル名(sym)の素子の type(V, I)と mode(PKV, MIN, MAX, AVE, FIN, INI)で指定された出力変数の値を返す関数 *OUTPUT 出力変数で指定したシンボル及びタイプを使用してください。

output(" sym " , " type " , "mode",time)	シンボル名 (sym) の素子の type(V , I) と mode (PKV,MIN,MAX,AVE,FIN,INI) で指定された出力変数の解析時間(time)での値を返す関数。 *OUTPUT 出力変数で指定したシンボル及びタイプを使用してください。
--	--

[演算子]

四則演算子	+、-、*、/
余り演算子	%
インクリメント、デクリメント演算子	++、--
シフト演算子	<<、>>
不等号	>、<、<=、>=
比較演算子	==(等しい)、!=(等しくない)
論理演算子	!(NOT)、&&(AND)、 (OR)

[変数]

全ての変数は宣言無しで使用でき数値形式の型は無く、必ず0で初期化される。

[文末終端記号]

文末の終端には ";"をつける。

[if文の制御構造]

```

if (condition) {
    処理1 ;
    処理2 ;
}
else {
    処理3 ;
    処理4 ;
}
    
```

condition が真
単文のときは{ }は省略可能
else 文は省略可能。

[while 文の制御構造]

```

while (condition) {
    処理1 ;
    処理2 ;
}
    
```

condition が真のときループする
単文のときは{ }は省略可能

[init 文の制御構造]

```

init {
    処理1 ;
    処理2 ;
}
    
```

プログラムの最初に1回だけ実行される
単文のときは{ }は省略可能

[return 文の制御構造]

```

return ;
    
```

プログラム実行を終了して解析に戻る。

[quit 文の制御構造]

```

quit ;
    
```

プログラム実行を終了し、解析も終了する。

[define 文の制御構造]

define 定数名(数または式) 定数を定義する。定数を変更しようとするエラーになる。
定数部分の括弧は必ず付ける。文末の終端記号は不要

[コメント文]

“ /* ” と “ */ ” で挟まれたコメント文で、識別記号との間にスペースを入れる。日本語不可。

[解析時間取得の予約関数]

t : 解析実行時の進行時間が取得できる。

[プログラマブル電圧源での予約変数]

出力端子 Vo の予約変数は、PrgV となります。

[プログラマブル演算器での予約変数]

入力端子 V1, V2 と出力端子 Vo の予約変数は、それぞれ PrgVi1, PrgVi2, PrgVo となります。
*大文字のVを使用します。v1, v2, voではユーザー定義の変数とみなされます。

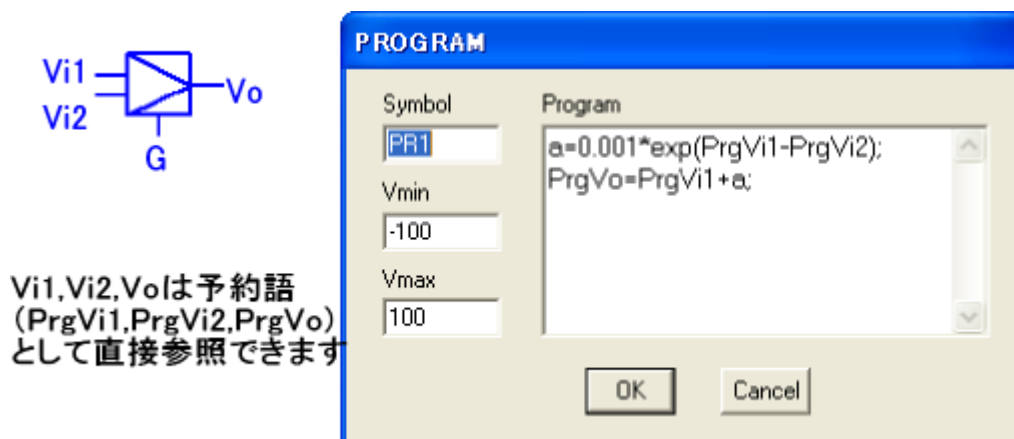


図 5-1-1

[プログラムのエラーメッセージ]

プログラマブル素子でのプログラム記述欄で、文法エラー及び入出力関数での定義エラーがある場合には、下記のエラーメッセージが表示されます。

右図の例では、コメント記述行の終端が /* と記述しなければいけないところが */ と記述されています。

また、output*param*setparam 関数での素子シンボル名等の間違いも同様にエラー表示が行われます。

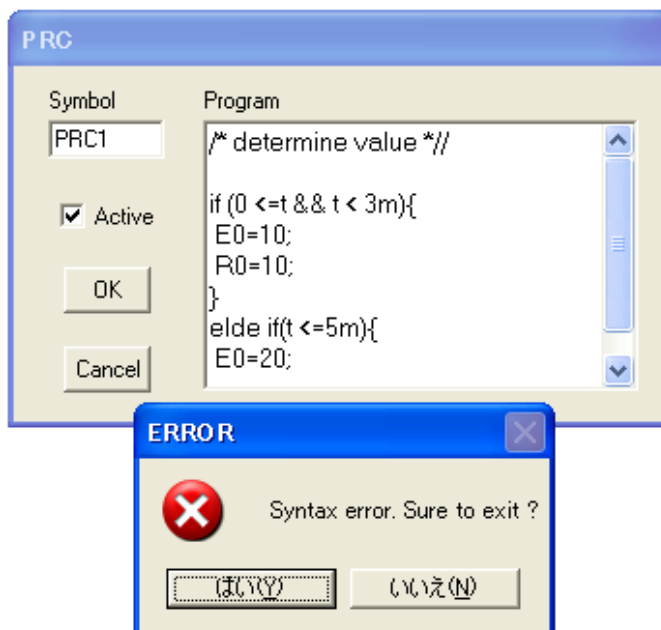


図 5-1-2

5.2 プログラム素子の使用方法

プログラム素子(電圧源、演算器、制御器)の使用方法について、サンプルプログラムをもとにして詳細な解説を行います。

5.2.1 定電力回路例

プログラム制御器を用いて、負荷抵抗“RL”を定電力動作させたサンプル例です。

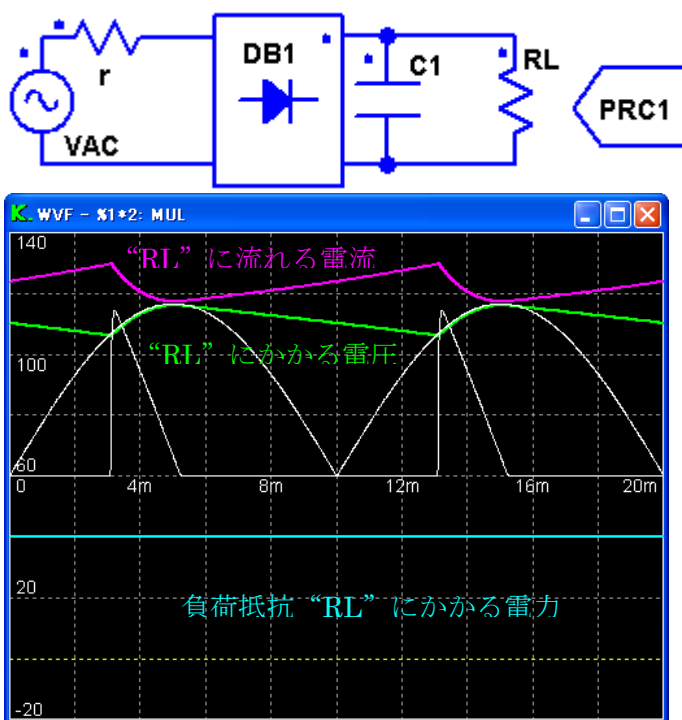


図 5-2-1

プログラミング制御器“PRC1”記述内容

<pre>Po=50; Vo=output("RL","V","AVE"); rl=pow((Vo),2)/Po; if (rl<=0) rl=1; setparam("RL","Value",rl);</pre>	<p>変数“Po”に出力電力 50W を代入 抵抗“RL”にかかる電圧を、変数“Vo”に代入 変数“Vo”の 2 乗を“Po”で割り、変数“rl”に代入 “rl”が 0 以下の時は、“rl”に 1 を代入 抵抗“RL”の値に、変数“rl”に入力された値をセットする</p>
--	--

第 6 章 スクリプト言語の文法

6.1 予約語・予約定数・数学関数・機能関数・演算子

[予約語]

if, else, while, define, return

[予約定数]

PI	π	true	ブール値の真
PI2	2π	false	ブール値の偽
ON	スイッチング素子のオン状態	OFF	スイッチング素子のオフ状態

[数学関数]

sin(x)	正弦	log(x)	自然対数
cos(x)	余弦	log10(x)	常用対数
tan(x)	正接	exp(x)	指数関数
asin(x)	逆正弦	pow(x, y)	xのy乗を計算する冪関数
acos(x)	逆余弦	abs(x)	絶対値
atan(x)	逆正接	min(x, y)	最小値
atan2(x, y)	y/x の逆正接	max(x, y)	最大値
sqrt(x)	ルート	mod(x, y)	xをyで割った剰余関数
int(x)	整数化		

[機能関数]

Clear()	初期状態をクリアする。
ClearContinue()	継続モードを解除する。
ClearOutput()	出力変数を全て消去する。
CloseCMP()	CMPウィンドウを閉じる。
CloseFFT()	FFTウィンドウを閉じる。
CloseFRA()	FRAウィンドウを閉じる。
CloseMain()	メインウィンドウを閉じる。
CloseState()	状態ウィンドウを閉じる。
CloseWVF()	WVFウィンドウを閉じる。
Continue()	継続解析を行う。
DeleteOutput(id)	id 番目の出力変数を削除する。
ExecuteCMP(id, show)	CMPウィンドウを生成し、id 番目の出力変数をCMPウィンドウに登録する。show=true: 表示 / false: 非表示。
ExecuteFFT(id, show)	FFTウィンドウを生成し、id 番目の出力変数のFFT解析を行う。show=true: 表示 / false: 非表示。
ExecuteFRA("sym", id1, id2, show)	FRAウィンドウを生成し、シンボル sym をもつ ACSweep 素子によって、id1 番目の出力変数に対する id2 番目の出力変数の周波数特性解析を行う。show=true: 表示 / false: 非表示。
OpenState(show)	状態ウィンドウを生成する。show=true: 表示 / false: 非表示。
OpenWVF(show)	WVFウィンドウを生成する。show=true: 表示 / false: 非表示。
Output(id)	id 番目の出力変数の現在値を返す。

OutputID("sym", "type", "mode")	シンボル sym、タイプ type、モード mode で指定された出力変数の ID 番号を返す。
Param("sym", "par")	シンボル sym を持つ素子の par で指定されたパラメータ値を返す。
ReadCircuit("file")	ファイル名 file の CVT 回路データを読み込む。
ReadCircuit("filehead", n)	ファイル名 filehead+シリアル番号 n(例 circuit5 など)の CVT 回路データを読み込む。
SaveCircuit("file")	現在の回路を、ファイル名 file の CVT ファイル保存する。
SaveCircuit("filehead", n):	現在の回路を、ファイル名 filehead+シリアル番号 n(例 circuit5 など)の CVT 回路データに保存する。
SaveCMP("file")	CMPウインドウの波形データを、ファイル名 file の CMP ファイルに保存する。
SaveCMP("filehead", n)	CMPウインドウの波形データを、ファイル名 filehead+シリアル番号 n(例 circuit5 など)の CMP ファイルに保存する。
SaveFFT("file")	FFTウインドウの波形データを、ファイル名 file の FFT ファイルに保存する。
SaveFFT("filehead", n)	FFTウインドウの波形データを、ファイル名 filehead+シリアル番号 n (例 circuit5 など)の FFT ファイルに保存する。
SaveFRA("file")	FRAウインドウの波形データを、ファイル名 file の FRA ファイルに保存する。
SaveFRA("filehead", n)	FRAウインドウの波形データを、ファイル名 filehead+シリアル番号 n(例 circuit5 など)の FRA ファイルに保存する。
SaveWVF("file")	WVFウインドウの波形データを、ファイル名 file の WVF ファイルに保存する。
SaveWVF("filehead", n)	WVFウインドウの波形データを、ファイル名 filehead+シリアル番号 n(例 circuit5 など)の WVF ファイルに保存する。
SetAC()	全ての出力変数を AC モードにする。
SetAC(id)	id 番目の出力変数を AC モードにする。
SetDC()	全ての出力変数を DC モードにする。
SetDC(id)	id 番目の出力変数を DC モードにする。
SetOutput("sym", "type", "mode")	シンボル sym、タイプ Type、モード mode で指定された出力変数を設定する。
SetParam("sym", "par", value)	シンボル sym を持つ素子の par で指定されたパラメータ値を value に設定する。
ShowCMP(show)	CMPウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
ShowFFT(show)	FFTウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
ShowFRA(show)	FRAウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
ShowMain(show)	メインウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
ShowState(show)	状態ウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
ShowWVF(show)	WVFウインドウを、show=true: 表示/false: 非表示
Steady()	Steady 解析を行う。
Transient(cycle)	Transient 解析を cycle 周期行う。
Update()	初期状態を更新する。
Waveform(cycle)	Waveform 解析を cycle 周期行う。

[演算子]

四則演算子	＋、－、＊、／
余り演算子	%
インクリメント、デクリメント演算子	＋＋、－－
シフト演算子	<<、>>
不等号	>、<、<=、>=
比較演算子	==(等しい)、!=(等しくない)
論理演算子	!(NOT)、&&(AND)、 (OR)

[変数]

全ての変数は宣言無しで使用でき数値形式の型は無く、必ず0で初期化される。

[文末終端記号]

文末の終端には“;”をつける。

[if文の制御構造]

```

if (condition) {
    処理1 ;
    処理2 ;
}
else {
    処理3 ;
    処理4 ;
}
    
```

condition が真
 単文のときは{ }は省略可能
 else 文は省略可能。

[while 文の制御構造]

```

while (condition) {
    処理1 ;
    処理2 ;
}
    
```

condition が真のときループする
 単文のときは{ }は省略可能

[define 文の制御構造]

```

define 定数名(数または式)
    
```

定数を定義する。定数を変更しようとするエラーになる。
 定数部分の括弧は必ず付ける。文末の終端記号は不要

[return 文]

スクリプトプログラム実行を終了する。

[コメント文]

“/* ”と“*/”で挟まれたコメント文で、識別記号との間にスペースを入れる。日本語不可。

[メイン周波数の変更例]

```

setparam("Fs", none, 200k);
    
```

スイッチング周波数を200kに設定

なおプログラム素子によるスイッチング周波数の変更は、解析実行中では変更した値が使用されますが、解析が終了すると元の値にもどります。

Updateを実行すると、解析終了時の値になります。

また、スクリプトファイルの例については、[2.9 スクリプト解析](#)を参照してください

第7章 DSP について

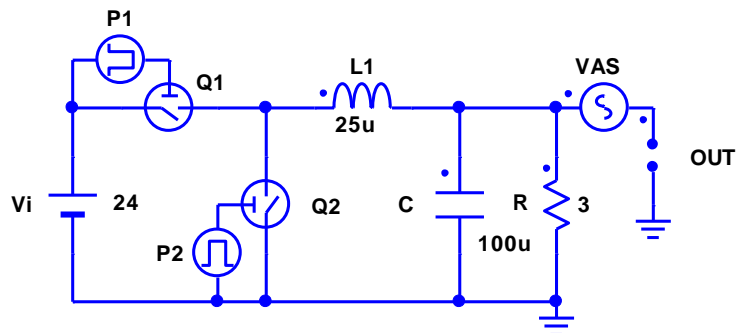
7.1 DSP 制御

K492 では、DSPによるデジタル制御を解析するために、DSP素子とDSPブロックが用意されており、以下のような特長があります。

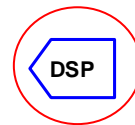
- (1) DSP プログラムはブロック図で作成。
- (2) 各ブロックは、単純な機能を持っており、内部にその機能を現す小さなプログラムを記述
- (3) 標準的なブロックプログラムはライブラリから読み込んで使用可能。
- (4) 全体のプログラムは、ブロック図から自動生成。
- (5) 作成された DSP プログラムは、K492 の持つ解析機能によって、容易に検証可能。

7.1.1 メイン回路の作成

DSPで制御するメイン回路を準備します。ここでは、右図のような同期整流による降圧形コンバータを例として使用します。Topology モードにて、素子メニューの DSP▶DSP をクリックしてDSP素子を作成します。



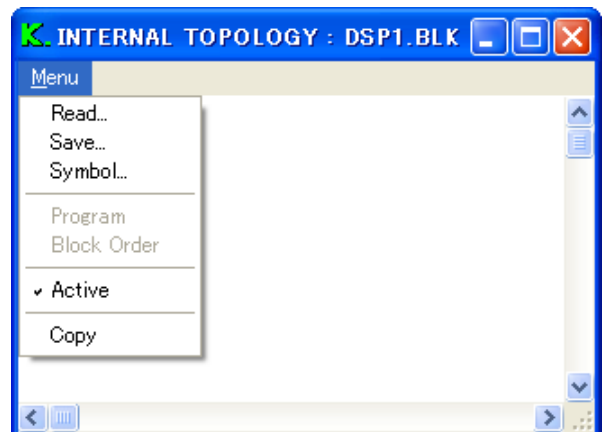
DSP素子を右クリックするとDSPウィンドウが表示されます。



7.1.2 DSPウィンドウ

DSPウィンドウは、DSP専用のウィンドウで、DSPブロック図の作成変更を行うウィンドウです。その使用方法は、[3.4.5 カスタムウィンドウ](#)と同じです。以下のメニューが用意されています。

- (1) ブロック図の読み込み (Read)
ブロック図を読み込みます。このとき、ブロック図ファイルの拡張子は"CVT"です。
- (2) ブロック図の保存 (Save)
ブロック図を保存します。
- (3) シンボル変更 (Symbol)
シンボルの変更を行います。
- (4) 全体プログラムの表示(Program)
ブロック図から自動生成された全体プログラムを表示します。
- (5) ブロックの実行順序(Block Order)
ブロックの実行順序を表示します。
- (6) DSPアクティブ化 (Active)
DSPをアクティブ化、非アクティブ化を行います。



(7)クリップボードへのコピー(Copy)

ブロック図をクリップボードへコピーします。

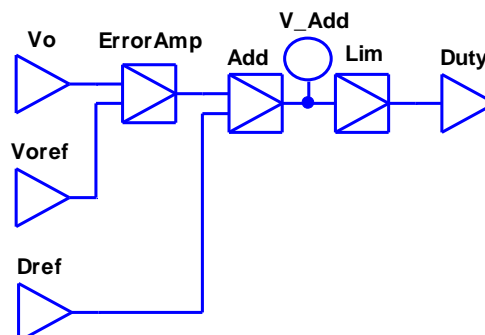
7.1.3 ブロック図の作成

DSP素子で実行するプログラムを、DSPウィンドウ内にブロック図で構成します。実行したい内容全体をおおまかに考えてブロック図にします。

一例として、単純なPWM制御を作成します。PWM制御の大まかな流れは、以下のようになります。

(0)内は、下図の各ブロックの素子メニュー名とシンボルを表しています。(素子メニュー名, シンボル)

- [1] 出力電圧の検出 (Input, Vo)
- [2] 基準出力電圧の設定 (Input, Voref)
- [3] 基準時比率の設定 (Input, Dref)
- [4] 誤差信号生成 (Block2, ErrorAmp)
- [5] 誤差信号と基準時比率の加算 (Block2, Add)
- [6] 時比率制限 (Block1, Lim)
- [7] 時比率設定 (Output, Duty)
- [8] 内部信号検出 (Detector, V_Add)



これを、そのままブロック図に表すと右図のようになります。

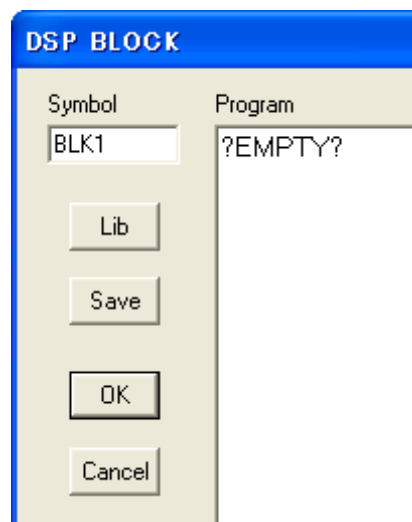
このブロック図は、ほとんど回路と同様な感覚で作成できます。ブロックにその機能を端的に表すシンボルをつけ、信号の流れを考えて、回路を接続するときと同じように各ブロックを接続します。

7.1.4 ブロックプログラムの読み込み

各ブロックのブロックプログラムの作成を行います。ブロックプログラムは、ライブラリから読み込むことも可能です。

[1] ブロック Vo

ブロックを右クリックすると、パラメータダイアログボックスが表示されます。プログラム記述部分には、空をあらわす ?EMPTY?が表示されています。そこで、LIB ボタンをクリックして、あらかじめ用意されているライブラリから適当なプログラム(拡張子はBLK)を読み込みます。ライブラリについては、[7.2 DSPプログラムライブラリ](#)を参照してください。ブロック Vo の機能は、出力電圧の検出なので、“SENSE_V.BLK”を読み込みます。すると、次のようなプログラムが表示されます。



/* PROGRAM */

\$OUT = output(" ?SYM", "V", "AVE");

? SYM: ユーザー記述部

最初の行は、コメント文で、プログラムセクションであることを示しています。次の行が電圧を検出する記述です。これらの文法については、[7.1.8 ブロックプログラムの作成](#)を参照してください。ここで、“?SYM”のように?で始まる部分は、ユーザーが設定する部分となりますので必ず書き直してください。ここでは、電圧検出するメイン回路の素子名“OUT”を設定します。

```
$OUT = output("OUT", "V", "AVE");
```

ここで、変数\$OUT は、ブロックの出力を表す特殊変数です。これについては、[7.1.8 ブロックプログラムの作成](#)を参照してください。以上でこのブロックのプログラム作成は終了ですので、OK ボタンをクリックします。

[2] ブロック Voref

このブロックでは、基準電圧を設定します。ライブラリから“INPUT.BLK”を読み込むと、次のようなプログラムが表示されます。

```
/* PROGRAM */
$OUT = ?VAL;                                ?VAL:ユーザー記述部
```

ここで、?VAL を基準電圧値に変更します。ここでは、12V とします。

```
$OUT = 12;
```

[3] ブロック Dref

ブロック Vref と同様にして、基準時比率を 0.5 に設定します。

```
$OUT = 0.5;
```

[4] ブロック ErrorAmp

このブロックは、誤差増幅器です。“DIF_AMP.BLK”を読み込むと次のようなプログラムが表示されます。

```
/* PROGRAM */
$OUT = ?GAIN * ($IN1 - $IN2);                ?Gain:ユーザー記述部
```

ここで、?Gain を書き換えて-0.5 とします。\$IN1 と\$IN2 はブロックの入力を表す特殊変数で、ブロック上側入力か\$IN1、下側入力か\$IN2 となります。複数入力ブロックの場合、同様にして\$IN1～\$IN4 まであります。一入力ブロックの場合は、単に\$IN となります。

```
$OUT = -0.5 * ($IN1 - $IN2);
```

[5] ブロック Add

このブロックは、加算器です。“ADD_2.BLK”を読み込むと次のようなプログラムが表示されるので、そのまま使用します。

```
/* PROGRAM */
$OUT = $IN1 + $IN2;
```

[6] ブロック Lim

このブロックは、時比率用のリミッタです。“LIMITER.BLK”を読み込みます。

```
/* PARAMETER */
define @MAX (?VAL)                            ?VAL:ユーザー記述部
define @MIN (?VAL)                            ?VAL:ユーザー記述部
/* PROGRAM */
.
```

このプログラムは、PARAMETER セクションと PROGRAM セクションの二つのセクションに分かれています。このような場合は、PARAMETER セクションに define 文を使用した定数設定プログラムが記述されているので、?VAL を時比率上限値 0.9 と下限値 0.1 に設定します。

```
define @MAX (0.9)
define @MIN (0.1)
```

[7] ブロック Duty

このブロックは、計算した時比率をメイン回路のパルス発生器 P1、P2 に設定します。“SET_PARAM_2.BLK”を読み込みます。

```
/* PROGRAM */
setparam(" ?SYM1", " ?PAR1", $IN);           ?SYM1, ?PAR1: ユーザー記述部
setparam(" ?SYM2", " ?PAR2", $IN);           ?SYM2, ?PAR2: ユーザー記述部
```

ここで、“ ?SYM1”, “ ?PAR1”を“P1”, “T0”に、“ ?SYM2”, “ ?PAR2”を“P2”, “T0”に設定します。ただし、P1 と P2 の Initial State をそれぞれ ON と OFF にしておきます。

```
setparam("P1", "T0", $IN);
setparam("P2", "T0", $IN);
```

[8] ブロック V_Add

このブロックは、プログラム内部信号を検出します。ブロックの出力端子に接続して適当なシンボルを設定します。すると、接続した検出ポイントがブロックの大域シンボル名(ここでは“DSP.V_Add.V”)で、メインメニューの Parameter ▶ Output で出力変数として表示されますので、出力変数に設定すれば波形観測が可能になります。これで、ブロック図の完成です。

7.1.5 ブロック図の作成

作成したブロック図を Menu ▶ Save を使用して保存します。カスタム回路と同様に、メインウィンドウの Save コマンド実行時に、固有のファイル名でブロック図も保存されます。このとき、ファイル名の最初に“DSP”が付加されます。また、既存のブロックファイルを Menu ▶ Read で読み込むことができます。この読み込みは Analysis, Topology の両モードで可能で、Analysis モードで読み込んだ場合、そのブロック図で直ちに解析可能です。

7.1.6 出力変数の設定

Analysis モードに移行し、必要な出力変数を設定します。設定する出力変数は、ブロック Vo で検出するコンバータ出力のオープン素子 OUT の電圧と、ブロック V_Add で検出する内部信号 “DSP.V_Add.V”です。特に、OUT の電圧のように、プログラムの output 関数で使用される出力は、出力変数として定義していなければプログラムエラーとなります。

7.1.7 全体プログラムの確認

ブロック図から全体プログラムが自動生成されます。作成された全体プログラムを確認するには、ANALYSIS モードでDSPウィンドウを表示して、Menu ▶ Program をクリックします。また、プログラムエラー表示の行番号は、この全体プログラムの行番号を表しています。Menu ▶ Block Order をクリックす

ると、ブロックの実行順序が表示されます。

7.1.8 ブロックプログラムの作成

ブロックのブロックプログラムは、[7.1.4 ブロックプログラムの読み込み](#)では、ライブラリから読み込んで作成しましたが、ライブラリに存在しない機能は、ユーザー自身が作成する必要があります。その作成方法は以下のとおりです。基本的な言語文法は[第5章 プログラム素子の文法](#)と同じです。

[1] セクション

ブロックプログラムは、次の3つのセクションから構成されます。このセクションによる分割は必須ではありませんが、プログラムを理解しやすくするために、三つのセクションから適当なものを選択して、必ず実行してください。

①説明セクション (/* EXPLANATION */)

コメント文でプログラムの内容を説明するセクションです。自明な場合は省略してもかまいません。

②パラメータ設定セクション (/* PARAMETER */)

プログラムで使用される定数を設定するセクションです。通常、define 文を利用して行います。単純な代入文でも可能ですが、定数設定を明確にするために、define 文を利用します。特に、プログラムの使用状況に応じて変更される定数を記述します。

③プログラムセクション (/* PROGRAM */)

機能を表すプログラムを記述するセクションです。

[2] 入出力変数名

入出力を表す変数名は、次のように定義されていますので、他の意味で使用できません。

\$IN: 一入力ブロックの入力
 \$INn(nは1~4): 複数入力ブロックの入力
 \$OUT: 出力

これらの変数名は、全体プログラム生成時に、出力の場合は、そのブロックの大域シンボルに置き換えられ、入力の場合は、接続しているブロックの大域シンボルに置き換えられます。ただし、ピリオドは全てアンダーバーに置き換えられます。以下同様です。たとえば、ブロック1の出力がブロック2の入力に接続している場合、DSP素子のシンボルが“DSP”、ブロック1、ブロック2のシンボルが“Block1”、“Block2”の場合、ブロック2のプログラムの\$INと\$OUTは次のように変換されます。

\$IN -> DSP_Block1
 \$OUT -> DSP_Block2

[3] 定数名、変数名

プログラムで使用する定数や変数は、プログラム言語で認識される通常の定数名や変数名も使用できますが、名前の衝突を避けるために、先頭に次の特殊記号のどれかをつけて使用します。

①\$を付加

記号\$は、全体プログラムが生成されるとき、ブロックの大域シンボルと置き換えられます。たとえば、DSP素子のシンボルが“DSP”で、ブロックのシンボルが“Block”の場合、そのブロックのプログラムの変数名\$Varは次のように変換されます。通常、変数はこの方法で使用します。

\$Var -> DSP_Block_Var

②@を付加

ブロックの大域シンボルを全て大文字にして付加します。通常、define で定数を定義するときを使用します。

@Var -> DSP_BLOCK_Var

③#を付加

ブロックの大域シンボルを全て小文字にして付加します。

#Var -> dsp_block_Var

[4] プログラム記述

ブロックプログラムは、そのブロックの機能だけ、すなわち、入力\$IN に対して出力\$OUT がどうなるのかだけを記述します。他のブロックのことは一切考える必要はありません。したがって、プログラム記述が局所化され容易になります。

[5] ライブラリ化

作成したプログラムは、汎用性があればライブラリ化しておきます。このとき、ユーザーが設定する部分には特殊記号 ? を使用して汎用化しておきます。既存のライブラリを参考にしてください。ライブラリ化するには、ブロックのパラメータダイアログボックスの Save ボタンを使用します。また、テキストエディタを使用して作成してもかまいません。拡張子は“BLK”です。

[6] C(C++)言語への移植

K492 で使用されているプログラミング言語は、オリジナル言語ですが、文法仕様はCやC++の仕様とほぼ同じですので、作成したDSPプログラムは、簡単にこれらの言語に移植できます。ただし、次のような違いがあります。

- ①データ型や変数宣言がない
- ②関数が使用できない
- ③define 文には先頭の#がない
- ④空文を表す ; のみの文は使用できない

移植するには、回路データファイルの CVT ファイルの DSP 部分に全体プログラムが記述されているので、これをコピーして使用します。

7.2 DSP プログラムライブラリ

標準的に添付されているDSPブロック用のブロックプログラムライブラリについて解説します。これらのプログラムでは、演算は浮動小数で行われており、あくまで参考的なものとして使用してください。

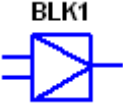


(1) LIMIT.BLK

リミッタです。入力値を制限して出力します。設定パラメータは上限値(MAX)と下限値(MIN)です。

(2) ZERO_POLE.BLK

一次の零と極を持つ伝達関数として働きます。設定パラメータは、零周波数(FZ)、極周波数(FP) サンプル周波数(FS)です。

7.2.2 Block2  用

(1) ADD_2.BLK

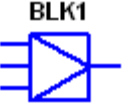
加算器です。入力を加算します。設定パラメータはありません。

(2) DIF_AMP.BLK

差動増幅器です。入力1から入力2を引いた差をゲイン倍します。設定パラメータはゲイン(GAIN)です。

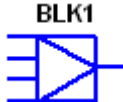
(3) PID_AMP.BLK

PID制御用の誤差増幅器です。一次の微分補償と積分補償が施されています。設定パラメータは、直流ゲイン(GAIN)、積分極周波数(FPI)、積分零周波数(FZI)、微分零周波数(FZD)、微分極周波数(FPD)、サンプリング周波数(FS)です。

7.2.3 Block3  用

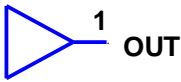
(1) ADD_3.BLK

加算器です。入力を加算します。設定パラメータはありません。

7.2.4 Block4  用

(1) ADD_4.BLK

加算器です。入力を加算します。設定パラメータはありません。

7.2.5 Input  用

(1) GET_PARAM.BLK

メイン回路のパラメータの取得を行います。設定パラメータは、素子シンボル(SYM)とパラメータシンボル(PAR)です。

(2) INPUT.BLK

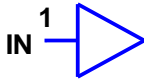
外部定数設定を行います。設定パラメータは、外部定数値(VAL)です。

(3) SENSE_I.BLK

電流検出を行います。検出電流は、出力変数に設定している必要があります。設定パラメータは、素子シンボル(SYM)です。

(4) SENSE_V.BLK

電圧検出を行います。検出電圧は、出力変数に設定している必要があります。設定パラメータは、素子シンボル(SYM)です。

7.2.6 Output  用

(1) SET_PARAM.BLK

Output 用です。メイン回路のパラメータを設定します。設定パラメータは、素子シンボル(SYM)とパラメータシンボル(PAR)です。

(2) SET_PARAM_2.BLK

Output 用です。メイン回路のパラメータを2つ設定します。設定パラメータは、素子シンボル(SYM1, SYM2)とパラメータシンボル(PAR1, PAR2)です。

第8章 付録

8.1 エラーメッセージ

8.1.1 解析エラーメッセージ

[1]” Inverse matrix may be invalid.”

回路作成終了後にWindow▶Analysisを実行したときに、回路接続に不正があり、状態解析に使用する逆行列が作成不能となった場合に表示されます。[3.3 回路作成時のエラーメッセージについて](#)を参照してください。

[2]” Reduced matrix may be invalid.”

回路作成終了後にWindow▶Analysisを実行したときに、回路接続に不正があり、状態解析に使用する縮約行列が作成不能となった場合に表示されます。[3.3 回路作成時のエラーメッセージについて](#)を参照してください。

[3]” Topology may be invalid.”

回路作成終了後にWindow▶Analysisを実行したときに、回路接続に不正がある場合に表示されます。[3.3 回路作成時のエラーメッセージについて](#)を参照してください。

8.1.2 入出力エラーメッセージ

[1]” Failed to open a notepad.”

テーブル素子や、拡張子がMEMとなっているコメントファイルを開く、Windows^{T.M.}のアクセサリプログラムであるメモ帳がありません。

[2]” Failed to print.”

プリンターが接続されていないか、設定されていません。

[3]” Failed to read data files.”

ファイル拡張子名がCVTとSHPの二組のファイルで構成されているデータファイルが正しく読み込めません。

[4]” Failed to read a CVT file.”

ファイル拡張子名がCVTのデータファイルが正しく読み込めません。

[5]” Failed to read a SHP file.”

ファイル拡張子名がSHPのデータファイルが正しく読み込めません。

[6]” Failed to read a WVF file.”

ファイル拡張子名がWVFの波形データファイルが正しく読み込めません。

[7]” Failed to read a TPL file.”

ファイル拡張子名がTPLの回路図データファイルが正しく読み込めません。

[8]” Failed to read a PRT file.”

ファイル拡張子名がPRTの部品データファイルが正しく読み込めません。

8.1.3 警告メッセージ

[1] "An invalid device is detected."

不正な素子が検出されると表示されます。シンボル名の重複や、トランジションでTimeモードに設定している時間が周期を超えた場合、PWM制御器やSFM制御器などでの制御対象素子名の間違いなどをチェックしてください。

[2] "Invalid connection is detected."

不正な接続が検出されると表示されます。表示色が反転している部分の接続を修正してください。

[3] "No outputs are set."

解析実行時に出力変数が設定されていないと表示されます。Parameter ▶ Outputをクリックして解析結果を出力する素子を指定してください。

[4] "No printers are installed."

出力プリンターが設定されていないと表示されます。システム管理者に連絡して正しいプリンターを設定してください。

[5] "Invalid data."

入力データが不正な場合に表示されます。データファイルを修正してください。

[6] "Cannot delete an operation operand."

スコープ画面又はParameter ▶ Outputの設定画面で、加算・乗算の対象となっている出力を削除しようとする则表示されます。加算・乗算の演算結果を最初に削除してから、対象の出力変数を削除してください。

[7] "No symbol."

素子にシンボル名が設定されていないと表示されます。シンボル名を設定してください。

[8] "No stage analysis is done."

演算出力変数の演算対象出力変数を削除しようとしています。
まず、演算出力変数を削除してください。

UserManual for SCAT K. 492 PR2

簡易マニュアル

M-2231

Rev1.01

発行日 2015年3月27日

株式会社 計測技術研究所
住所: 〒224-0037 横浜市都筑区茅ヶ崎南 2-12-2
URL <http://www.keisoku.co.jp/>

本製品についてのお問い合わせにつきましては以下にご連絡ください。

営業的なお問い合わせ

TEL: 045-948-0211

FAX: 045-948-0221

E-mail: PWsales@hq.keisoku.co.jp

技術的なお問い合わせ

TEL: 045-948-0214

FAX: 045-948-0224

E-mail: PW-support@hq.keisoku.co.jp