

## 第2章

## 基本の習得

### 本章の内容

本章では、プログラム操作の基本を説明します。ここでは、ユーザのWindowsユーザインタフェースに関する知識を前提にして、そのインタフェースを使用して電子回路の作成と解析を行う方法を示します。本章ではまた、プログラムの操作に欠かせない重要な用語と概念を概観します。

### MC9 を起動する方法

Windowsがすでに起動していれば、Micro-Cap 9は、通常通りアイコンをダブルクリックすることにより、起動します。

## クイックツアー

MC9を紹介するために、簡単なプログラムツアーを行います。MC9アイコンをダブルクリックして始めます。

ツアーを開始するために、MC9に付属しているサンプル回路ファイルの1つをロードします。ファイルメニューの**開く**を選択し、ファイルプロンプトが表示されたら、ファイル名「MIXED4」を入力して、**開く**をクリックします。回路がロードされ、次の画面が表示されます。

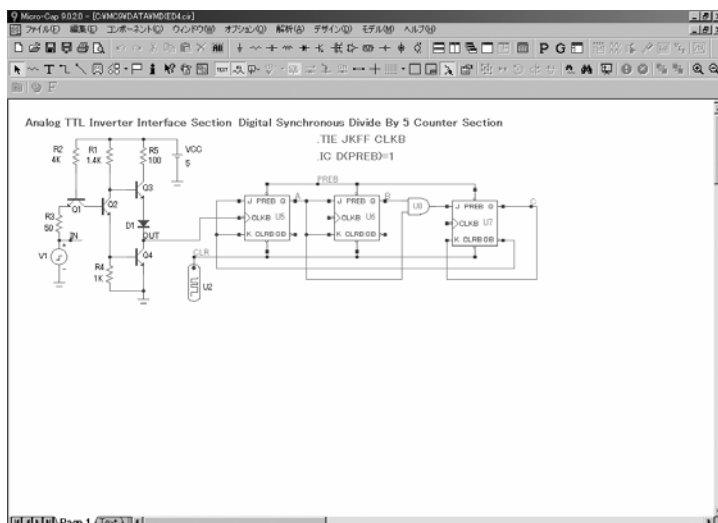


図2-1 サンプル回路MIXED4

この回路はアナログのTTLインバータを使用して、デジタルの同期式の3段5進カウンタを駆動するものです。第1段のJKフリップフロップへのデジタルクロック入力アナログTTL出力によって駆動されますが、フリップフロップのCLRへの初期化パルスはデジタルソースU2によって供給されます。CLK入力は、.TIEコマンドを使用して互いに接続されています。フリップフロップのプリセットノードはワイヤによって互いに接続されているほか、グリッドテキストにより「PREB」というラベルがつけられています。このノードは、.ICコマンドを使用して「1」状態に初期化されます。デジタルソースの状態遷移は、回路図のテキスト領域に存在する.DEFINEコマンドで指定されます。テキスト領域は、回路図ごとに存在するテキスト保管用の私用キャッシュです。CTRL+Gを押すか、下のページスクロールバーのTextタブをクリックすることにより、図面領域/テキスト領域の表示を切り替えることができます。この例のように、Micro-Capは、アナログ回路とデジタル回路の組み合わせを簡単に扱うことができます。内蔵のネイティブなイベントドリブンデジタルシミュレーションエンジンは、SPICEベースのアナログシミュレーションエンジンと内部的に同期が取られています。

### 本章の内容

本章では、簡単な回路の作成と編集を行う方法を示します。本章の目標は、簡単な回路の基本的な作成手法を紹介し、実際にサンプル回路を作成することによって、その手法を応用して見ることです。本章で扱う項目を以下に示します。

- ・ 回路図の作成
  - ・ コンポーネントの追加
  - ・ コンポーネントパラメータの入力
  - ・ ワイヤによるコンポーネントの接続
  - ・ `define`文およびモデル文の使用
  - ・ ノード名の追加
- ・ 回路図の編集
  - ・ テキスト編集モード
  - ・ コンポーネントパラメータおよびテキストの編集
  - ・ オブジェクトの削除
  - ・ クリップボード
  - ・ 選択
  - ・ 大きな回路図の表示
  - ・ SPICEテキストファイルの作成と編集

## 簡単な回路の作成

まず、MC9アイコンをマウスでダブルクリックします。CIRCUIT1という名前の回路ウィンドウが自動的に開かれます。コンポーネントパネルから**Analog Primitives / Waveform Sources / Voltage Source**の順で選択します。カーソルは、電圧源の形に変わります。

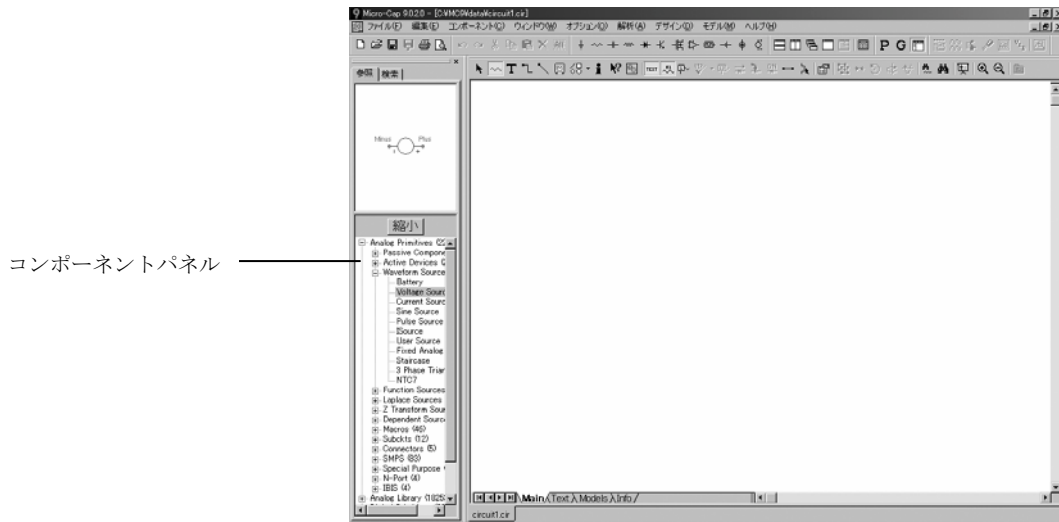


図3-1 コンポーネントパネルからの部品選択

パネルから部品を選択すると、コンポーネントを回路図に配置するため、コンポーネントモードになります。

左マウスボタンをクリックし、ボタンを押さえたまま右マウスボタンをクリックすると、形が回転します。右マウスボタンを8回クリックすると、信号源は8通りの方向を向きます。マウスを押したまま、信号源を回路ウィンドウの左端の中央まで移動します。プラス記号が上になりマイナス記号が下になるまで信号源を回転しマウスボタンを離すと、図3-2に示すような属性ダイアログボックスが表示されます。

このタイプの信号源には、部品名と値という2つの重要な属性があります。MC9は、この場合V1という適切な部品名を生成しますが、そのまま受け入れても良いし、新しい値の属性を入力する、または既存のものを変更する、あるいはタブとボタンの組み合わせにより異なる信号源を選択することもできます。それぞれのタブでは、8つの基本タイプの信号源、None、Pulse、Sin、Exp、PWL、SFFM、Noise、Gaussianのどれかを選択します。各ボタンでは、共通の波形を選択します。PulseタブとTriangleボタンを選択してください。設定値の保存ボタンをクリックすることにより、任意のボタンに関連付けられたパラメータ値および名前を変更できます。

### 本章の内容

トランジェント解析が、本章のテーマです。MIXED4回路を使用して、時間領域シミュレータの機能を調べます。本章の目標は、以下の基本的項目を紹介し、それらを十分に理解してもらうことです。

- ・解析リミットダイアログボックスによる解析の制御
- ・プロットまたは印刷する波形の選択
- ・状態変数のその初期化
- ・状態変数エディタ
- ・スライダの使用

## トランジェント解析リミットダイアログボックス

MIXED4回路ファイルをロードし、**解析メニューのトランジェント解析**を選択します。MC9は、回路図から直接に必要な回路情報を抽出しますが、解析を始める前に必要なそれ以外の情報は、解析リミットダイアログボックスで指定します。

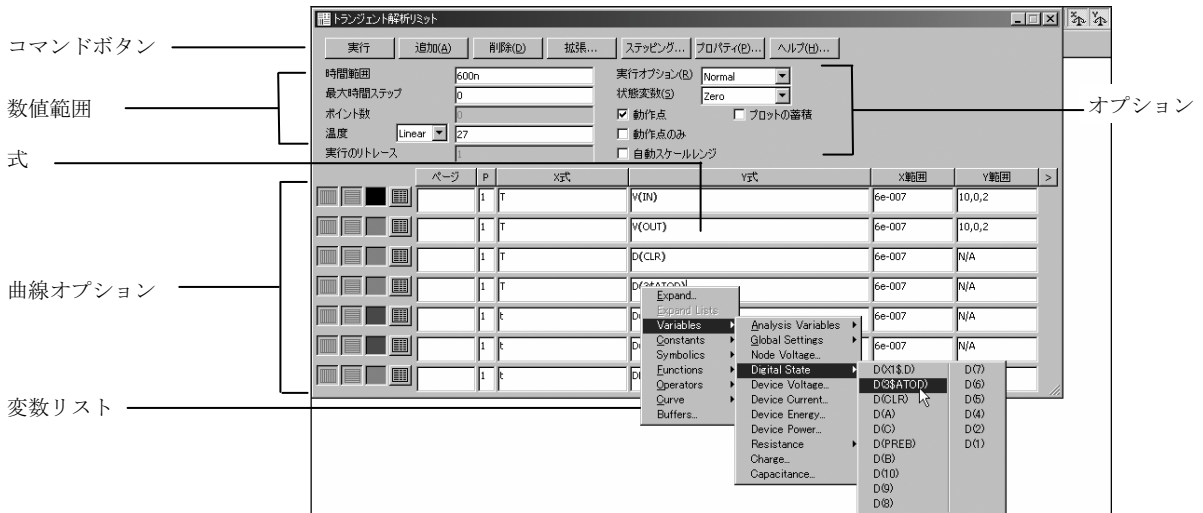



図4-1 解析リミットダイアログボックス

解析リミットダイアログボックスは、コマンドボタン、数値範囲、曲線オプション、式、およびオプションという5つの領域に分けられます。

### コマンドボタン

数値範囲フィールドの上部にあるコマンドボタンには、7つのコマンドがあります。

**実行:** 解析を開始します。ツールバーの実行ボタン  をクリックするか、F2を押すことによって、解析が開始されます。

**追加:** カーソルが存在する行の後に、曲線オプションフィールドおよび式フィールドの行を追加します。式フィールドの右側のスクロールバーは、表示できるものがまだ存在する場合、曲線をスクロールします。

**削除:** テキストカーソルが存在する曲線オプションフィールドおよび式フィールドの行を削除します。

### 本章の内容

本章は、AC解析について説明します。取り扱う項目を以下に示します。

- ・ AC解析
- ・ AC解析リミットダイアログボックス
- ・ オプションと条件の実際の使用
- ・ プロットまたは印刷する曲線の選択
- ・ プロットオプションの選択
- ・ 数値出力
- ・ 入力ノイズ／出力ノイズのプロット
- ・ ナイキストプロット
- ・ スミスチャート
- ・ 極座標プロット

## AC解析

AC解析では、何が行われるのでしょうか。まず、オプションル（省略可能）なDC動作点が計算されます。デジタルノードは、動作点の状態安定化され、接続されたアナログノードに影響を及ぼします。次に、線形化された小信号ACモデルがそれぞれのコンポーネントに対して作成され、線形な網方程式の集合に統合されます。これらの方程式を、多くの周波数ポイントで繰り返し解くことにより、回路内のAC発生源に対する小信号応答が得られます。デジタルコンポーネントの線形化されたACモデルは開回路となります。つまり、デジタル部品は小信号解析では無視されます。

発生源は、回路内の独立波形信号源により提供されます。パルス源とサイン源は、固定された実数の1.0ボルトAC信号を提供します。ユーザ信号源は、ファイルで指定された実数部と虚数部から構成される信号を提供します。SPICEの独立信号源VとIは、ユーザが指定した実数のAC信号振幅を提供します。関数信号源は、FREQ属性式がある場合だけAC信号を生成できます。AC信号を生成する信号源は、ほかにはありません。

AC解析は、発生源とシステム変数（ノード電圧と各種のブランチ電流）を複素数で表現します。これら複素数の表示/プロットを行うために、RE（実数）、IM（虚数）、dB（ $20 \cdot \text{Log}()$ 、デシベル）、MAG（振幅）、PH（位相）、GD（群遅延）といった演算子が提供されています。

実際にAC解析を行ってみましょう。ファイルDIFFAMPをロードすると、次のような画面が表示されます。

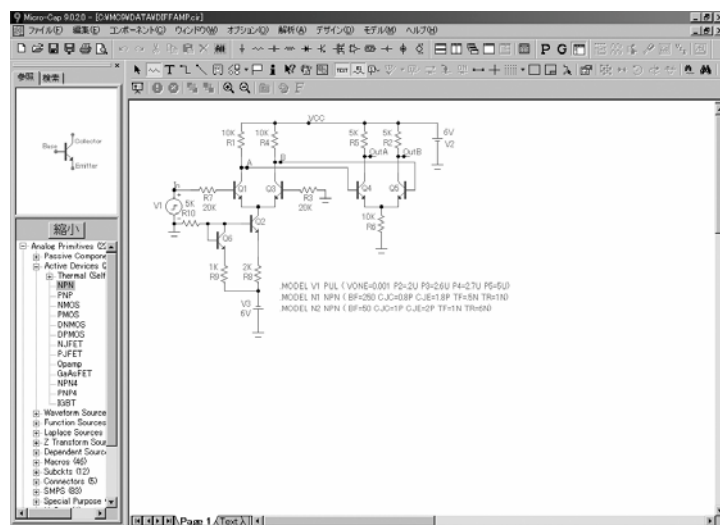


図5-1 DIFFAMP回路



### 本章の内容

本章は、DC解析について説明します。取り扱う項目を以下に示します。

- ・ DC解析
- ・ DC解析条件
- ・ IV曲線を生成する簡単な回路

## DC解析

DC解析では、コンデンサは開回路として、インダクタはショート回路として取り扱われます。指定された変数1が掃引（スイープ）され、定常状態のDCノード電圧とブランチ電流が計算されます。DC解析では、デバイスのIV曲線などのパラメトリックプロットが簡単に作成できるように、2つのステッピングループが提供されています。どちらのループも、変数は、電圧源や電流源の値、温度、モデルパラメータ、記号変数のいずれかです。他の解析ルーチンと同様に、様々な変数をプロットすることができますが、電荷、磁束、容量、インダクタンス、磁束密度、磁場の強さ等、明らかな例外があります。DC解析では磁束や電荷が無視されるため、これらの変数は提供されません。実際にDC解析を行ってみましょう。ファイルcurvesをロードすると、次のような画面が表示されます。

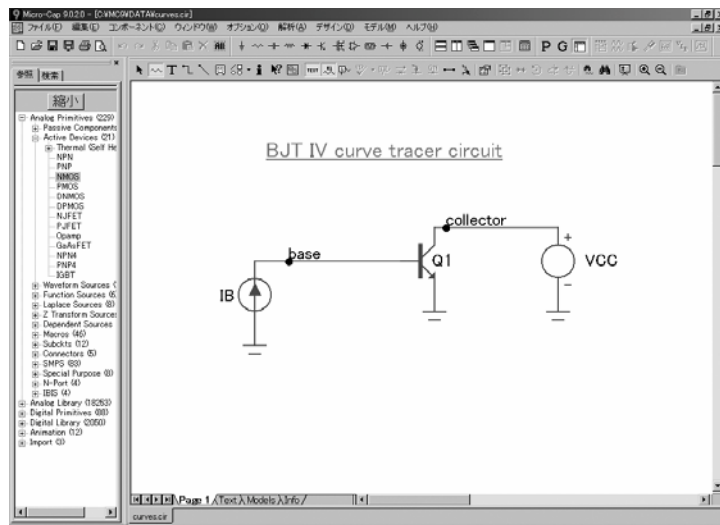


図6-1 CURVES回路

この回路は、バイポーラトランジスタのI-V特性をプロットするために使用されます。それは、GaAsFET、MOSFET、およびJFETなど他の種類のデバイスにも適用することができます。コレクタ電圧掃引用の電圧源と、ベース電流掃引用の電流源が存在します。

回路をロードした後、**解析**メニューの**DC解析**を選択すると、図6-2に示すDC解析リミットダイアログボックスが表示されます。

### 本章の内容

すべての解析ルーチンは、解析リミットダイアログの指示に基づいて、実行結果の一部として、曲線を生成します。解析の実行が完了すると、プロットの調査、操作、拡大、注釈の作成と、それぞれの曲線の特定の位置または値の検索、表示を行うことができます。これらの機能を持つツール群は、スコープと呼ばれます。

本章では、これらの機能を使用して解析実行から最大限の情報を得る方法を示します。以下の項目が含まれます。

- ・ スコープの実際の使用
- ・ 拡大
- ・ パニング
- ・ カーソルモード
- ・ カーソルモードにおけるパニングとスケーリング
- ・ カーソルの位置づけ
- ・ プロットへのテキストの追加
- ・ プロットへのタグの追加
- ・ 性能関数
- ・ 解析のアニメーション

## スコープの実際の使用

ファイルCHOKEをロードすると、次のような画面が表示されます。

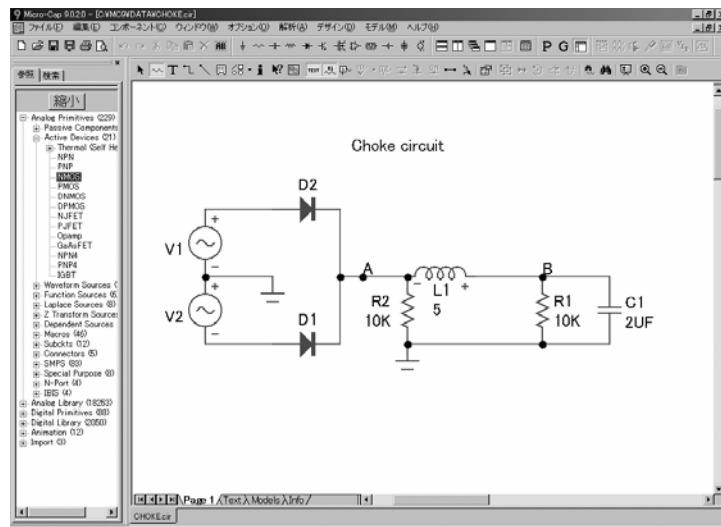


図7-1 CHOKE回路

回路をロードした後、ALT + 1を押してトランジェント解析を選択し、F2を押して実行を開始します。終了すると、図7-2のようなプロットが表示されます。

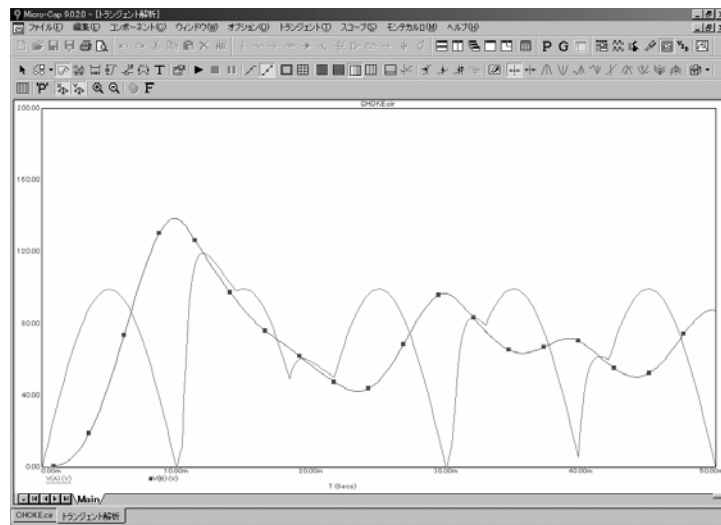


図7-2 CHOKE回路のトランジェント解析

---

### 本章の内容

プローブは、解析の結果を表示するもう一つのツールです。プローブでは、選択した解析を実行し、解析結果全体をディスクファイルに保存した後、回路図をプローブすることができます。通常の解析では、解析リミットダイアログボックスで指定された曲線だけが保存されますが、プローブではすべてが保存されるため、解析実行後にプロット対象を決めることができます。この機能は、オシロスコープ、スペクトラムアナライザ、カーブトレーサで実際の回路をプローブするのによく似ています。本章では、いくつかの例を挙げて、プローブの機能を説明します。以下の項目が含まれます。

- ・プローブはどのようにはたらくのか
- ・トランジェント解析の変数
- ・プローブの実際の使用
- ・回路図上のナビゲート
- ・AC解析での例
- ・DC解析での例
- ・SPICEファイルをプローブする

---

## プローブはどのようににはたらくのか

プローブは、シミュレーション結果を表示するひとつの方法です。プローブでは、回路内の位置を指示して、曲線を調べることができます。プローブは通常のシミュレーションと全く同一の機能を持ち、各ソリューションポイントにおけるすべての変数をディスクファイルに保存します。マウスをクリックすると、プローブはマウスポインタの位置を識別し、ファイルから、垂直軸および水平軸両方の適切な値を抽出して、その結果の曲線をプロットします。通常の解析と同様に、回路変数による式を入力することもできます。

実際にプローブを使用してみましょう。ECLGATEファイルをロードして下さい。コンポーネントパネルが存在する場合、CTRL + ALT + Xでそれを除きます。解析メニューの**プローブトランジェント**を選択します。解析リミットダイアログボックスの閉じるボタンをクリックします。現在の解析結果ファイルがまだ使用できない場合は、回路に対してトランジェント解析が実行され、その結果がECLGATE.TSAという名前のファイルに保存されます。次に、プローブ画面が表示されます。プローブメニューをクリックすると、以下のオプションが提供されます。

- **実行 (F2)** : このオプションを指定すると、強制的に新規の解析を実行します。プローブは、最後に保存された実行の時間が回路の最後の編集時間より早い場合、自動的に新規の解析を実行します。但し、REL TOL、他の全般設定値、あるいはシミュレーションの実行に影響する可能性があるオプションを変更した場合は、その新しい値による新規の解析を強制的に行う必要がある場合があります。
- **リミット... (F9)** : 選択された解析タイプのための 解析リミットダイアログボックスを開きます。ここから通常の解析オプションのサブセットを選択できます。
- **ステップング... (F11)** : ステッピングダイアログボックスにアクセスします。
- **動作点法... (CTRL+SHIFT+O)** : 使用すべき動作点メソッド (operating point method) と各方法を試す順番を選択できます。
- **データポイントの低減...** : データポイントの低減ダイアログボックスにアクセスします。これによりプローブシミュレーション実行中に発生するデータポイントを減らすことができます。
- **カーブの追加...** : 回路変数で文字式を定義し、プロットを追加することができます。たとえば「VCE(Q1)\*IC(Q1)」と入力すると、トランジスタのコレクタ電力をプロットすることができます。
- **カーブの削除...** : このオプションを使用すると、曲線の選択削除を行うことができます。
- **全カーブの削除 (CTRL + F9)** : すべての曲線を削除します。

---

**本章の内容**

ステップングとは、1つまたは複数の数値パラメータを規則的に変更して、パラメータが回路の動作にどのような影響をもつのか調べるプロセスです。単純なパラメータをステップングすることができます。例えば、抵抗の値、モデル文パラメータ（トランジスタの順方向ベータ等）、記号パラメータなどをステップできます。

本章では、いくつかのチュートリアルを通してステップングの使用法を説明します。以下の項目が含まれます。

- ・パラメータステップングとは
- ・トランジェント解析におけるステップング
- ・AC解析／DC解析における例
- ・ステップングのまとめ

## パラメータステッピングとは

ステッピングとモンテカルロは互いに排他的です。どちらか一方だけ有効にできます。

ステッピングは、1つ以上のコンポーネントの1つ以上のパラメータの値を、規則的に変更して解析を実行し、各曲線の複数のブランチを描画します。ほとんどのパラメータの種類をステップすることができます。これには、コンポーネントパラメータ（例えば抵抗の値）、モデルパラメータ（例えばトランジスタのベータ）、記号パラメータ（.define文/.param文で作成されます）があります。パラメータの変化により方程式行列が変更されると、方程式は再作成されます。それぞれのパラメータの組について、解析が実行され、指定された曲線がプロットされます。


実際にステッピングを行ってみましょう。回路DIFFAMPをロードして、**解析メニューのトランジェント解析**を選択してください。F11を押すか、解析リミットダイアログのステッピングボタン  やツールバーのステッピングボタンをクリックすると、次のようなステッピングダイアログボックスが表示されます。



図9-1 ステッピングダイアログボックス

ダイアログには、最大20のタブが用意されていますが、実用的な最大数は2~3個です。それぞれのタブにより、各パラメータを制御するパネルにアクセスします。各パラメータのステッピングは、ステップ有効オプションがYesに設定されているときに有効となります。

左側のステップ対象リストボックスは、パラメータや値のステッピングを行うモデル名、コンポーネント、または記号を指定します。異なる部品が同じモデル名を共有していることがあるため、名前と共に電氣的定義が併記されます。図9-1の最初の項目「NPN N1」を見るとわかります。ここでは、モデル名N1を使用する、すべてのバイポーラNPNトランジスタの1つのパラメータをステッピングするように指定されています。リストボックスをクリックすると、ステッピングで使用できるモデルのリストが表示されます。モデルを選択し、クリックします。



### 本章の内容

モンテカルロ解析は、回路性能を統計的にテストします。この解析では、コンポーネントに誤差を持たせて、複数の回路のバッチを作成します。それぞれの回路の解析が終わった後、プロットされた曲線から、ユーザ指定の関数を使用して性能データを抽出します。結果は統計的に解析され、ヒストグラム形式でプロットされます。このデータを注意深くレビューすることによって、回路の信頼性、費用、製造可能性に関する価値ある洞察を得ることができます。

モンテカルロの統計的解析は、トランジェント解析／AC解析／DC解析で使用することができます。

ステップングとモンテカルロは相互に排他的です。両方を同時に実行することはできません。

本章は、以下のように構成されています。

- ・モンテカルロはどのように行われるのか
- ・分布
- ・性能関数
- ・オプション
- ・例
- ・統計情報

---

## モンテカルロはどのように行われるのか

モンテカルロは、数多くの回路を解析することによって行われます。それぞれの回路は、コンポーネントが、指定された許容誤差・分布を持つ母集団からランダムに選択されることにより、構築されます。

許容誤差は、コンポーネントのモデルパラメータの数値に適用されます。モデルパラメータと記号パラメータだけが、許容誤差を持つことができます。許容誤差は、実際の値、または公称値に対するパーセンテージとして指定されます。

絶対許容誤差 (LOT) と、相対許容誤差 (DEV) の両方が指定できます。LOT許容誤差は、それぞれのデバイスに対し、絶対的に適用されます。その後で、DEV許容誤差が、最初のデバイスに対して最初に選択されたLOT許容誤差に相対的に、最初のデバイスから最後のデバイスまで適用されます。つまり、回路図リストの最初のデバイスが LOT許容誤差を適用されます。次に、最初のデバイスを含むすべてのデバイスが、最初のデバイスの値  $\pm$  DEV許容誤差となります。DEV許容誤差は、デバイスのパラメータをクリティカルな範囲にそろえる手段を提供します。

許容誤差は、モデルパラメータの後に、キーワードLOT、DEVを挿入することによって指定されます。

[LOT [t & d]=<value> [%]] [DEV [t & d]=<value> [%]]

たとえば、次のモデル文は、トランジスタN1の順方向ベータに対して10%の絶対許容誤差を指定します。

.MODEL N1 NPN (BF = 300 LOT = 10 %)

この例で最悪の場合、分布を使用すると、モデルN1を使用するトランジスタは、それぞれ270か330の順方向ベータを持ちます。ガウス分布を使用すると、ランダム値は、標準偏差30のガウス分布から選択されます。均一分布を使用すると、ランダム値は、半値幅30の均一分布から選択されます。

次の例では、モデルN1のBFに対して1%の相対許容誤差を指定します。

.MODEL N1 NPN (BF = 300 DEV = 1 %)

このDEV値では、パラメータの相対的なパーセンテージ変動を指定しています。相対許容誤差0%は、完全な一致を意味します。1.0%のDEV許容誤差は、各N1デバイスのBFが、誤差1.0%以内で揃っていることを意味します。DEV許容誤差を使用するモデル文では、プライベートライブラリの使用が強制されます。これは、全般設定のPRIVATEANALOG、PRIVATEDIGITALのフラグ状態とは無関係です。

---

### 本章の内容

本章では、マクロの使用について説明します。マクロという用語の定義を行い、マクロ作成の4つのステップとその使用法を説明します。以下の項目が含まれます。

- ・マクロ回路ファイルの作成
- ・マクロの適切なシェイプの選択と作成
- ・コンポーネントライブラリへのマクロ登録
- ・回路からマクロを利用する

---

### マクロとは？

マクロは、完成した回路として作成／保存され、他の回路のビルディングブロックとして使用されます。マクロの主な利点は、複雑な回路ブロックの動作を、一つのコンポーネントに組み込み、一つのコンポーネントとして表示することができる点にあります。マクロの複雑さと細部については、呼び出す側の回路の表示からは隠蔽されます。

解析が実行されると、マクロ回路のファイルがディスクからロードされ、マクロの部分を書換えます。マクロ回路は、通常通り作成されますが、例外が2つあります。

- 1) マクロは、次のような形式のコマンドテキストを使用します。

`.PARAMETERS(par1, par2,...),`

これにより、呼び出す側の回路からマクロに渡されるパラメータを定義します。

- 2) マクロでは、回路ノード上のグリッドテキストを使用して、使用回路に接続するノード（ピン名）を定義します。

## マクロ回路ファイルの作成

マクロを使用する第一のステップとして、マクロ回路自体を作成することが必要です。ここでは、MC9同梱のマクロ回路を使用します。マクロ回路INT.macをロードしてください。次のような積分回路が表示されます。

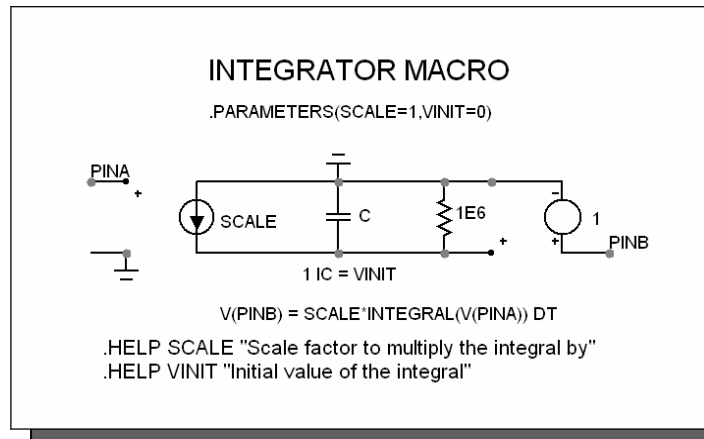


図11-1 INTマクロ

このマクロ回路の最初のステージは、電圧制御電流源（IOFV）です。この部品のトランスコンダクタンス値SCALEは、呼び出す側の回路によって、数値パラメータとして渡されます。マクロを使用する側の回路を、呼び出す側の回路といいます。最初のステージでは、入力信号に値SCALEを乗じ、それを電流に変換します。電流はコンデンサに直接流入し、入力信号をスケールして積分した電圧値を生成します。最後のユニティゲインのステージは、呼び出す側の回路の負荷から、コンデンサの電圧をバッファします。大きな値を持つ抵抗は、DC電圧が入力されたときに、コンデンサに無限大の電圧がかかることを防ぎます。これは、マクロの有効な範囲を1E-6を超える周波数に制限しますが、ほとんどのアプリケーションでは問題ないと考えられます。

この回路を例に、マクロと通常の回路を区別する2つの特徴を説明します。まず、外部ピン接続を定義するために、ピン名をグリッドテキストとしてノード上に配置しています。INT回路では、テキストPINAにより、電圧制御電流源の+入力をマクロシェイプのPINAに接続しています。テキストPINBにより、バッファ段の出力をマクロシェイプのPINBに接続しています。

2つ目の重要な特徴は、このマクロが、呼び出す側の回路からパラメータを受け取ることです。マクロについてパラメータ渡しは必須ではありませんが、たいていのマクロで利用されています。これにより、マクロの有用性は格段に高まります。パラメータをマクロに渡すためには、.PARAMETERSという制御文をマクロ回路に設定します。具体的には、マクロ回路の中に、次の形式のテキストを配置します。

---

### 本章の内容

本章では、SPICEサブサーキットの使用について説明します。サブサーキット作成の4つのステップとその使用法を説明します。以下の項目が含まれます。

- ・サブサーキット回路ファイルの作成
- ・サブサーキットの適切なシェイプの選択または作成
- ・コンポーネントライブラリへのサブサーキットの登録
- ・回路におけるサブサーキットの使用
- ・部品追加ウィザードを利用して、サブサーキット部品を追加する

---

### サブサーキットとは？

サブサーキットは完結したSPICEテキストファイル回路で、ディスクに保存され、他の回路から使用されます。サブサーキットの大きな利点はマクロの場合と同様に、複雑な回路ブロックの動作をひとつのコンポーネントとして表現できることです。サブサーキット内部の複雑さは、サブサーキットを利用する側の回路からは隠蔽されます。

もう一つのサブサーキットの主要な利点は、多くの製造業者が自社部品のモデリングにSPICEサブサーキットを採用していることです。これらのモデルへアクセスすることが、サブサーキットを使用する重要な理由です。



---

### 本章の内容

本章では、作業のコピーをプリンタに印刷する方法について説明します。MC9には、2つの基本的な出力が提供されています。

- ・グラフィックス
  - ・回路図
  - ・解析プロット
  - ・性能プロット
  - ・3Dプロット
  - ・モンテカルロヒストグラム
  
- ・テキスト
  - ・回路図のテキスト領域
  - ・SPICEの回路記述
  - ・ドキュメントファイル
  - ・AC解析／DC解析／トランジェント解析の数値出力
  - ・トランジェント解析の状態変数
  - ・モンテカルロの統計情報

すべてのテキストは、ディスクファイルとハードコピーの形式で出力可能です。グラフィックスは、システムがサポートする任意のプリンタに出力することが可能です。

---

## 回路図の印刷

回路図は1枚または複数枚のページにより構成され、印刷することができます。選択したスケールによって、各ページは、1シートまたは複数シートに分割されて印刷されます。自動オプションのときは、一番大きなページがちょうど1シートにスケールされます。手動オプションのときは、ユーザがスケールを選択し、回路図の物理的サイズを調整します。印刷するサイズを大きくすると、ページ当たりのシート枚数も増えます。

印刷される出力の設定とプレビューを行うには、**ファイルメニュー**のオプションを使用します。

- **設定**：このダイアログボックスの内容は、選択したプリンタの種類によって異なりますが、通常、プリンタ、用紙の向き、用紙のサイズなどを選択することができます。用紙の向きは印刷プレビューの配置に影響します。

- **印刷プレビュー**：このオプションを使用すると、印刷の際、回路図がどのように1枚または複数のシートに分割されるかプレビューすることができます。

- **OK**：行ったすべての変更を承認し、ダイアログボックスを終了します。

- **キャンセル**：行ったすべての変更を取り消し、ダイアログボックスを終了します。

- **ページ**

- 次：回路図の次のページを表示します。自動が選択されていても手動が選択されていても、スケールがすべてのページに適用されることに注意してください。

- 前：回路図の前のページを表示します。

- ページリスト：このリストボックスには、表示中のページ名が表示されます。このリストから名前を選択して任意のページを表示できます。ページ名の隣にチェックマークを追加することにより、印刷するページを選択できます。

- **シート**：

- 次：ページリストからテキストページが選択されている場合は、テキストページの次のシートが印刷されるように表示されます。

- 前：ページリストからテキストページが選択されている場合は、テキストページの前のシートが印刷されるように表示されます。

- **印刷**：印刷ダイアログボックスを呼び出します。

- **設定**：印刷設定ダイアログボックスを呼び出します。



### 本章の内容

アニメーションモードは、解析結果を視覚化するもう1つの方法です。このモードでは、選択された解析が実行され、任意の指定された波形がプロットされますが、プロットを実行すると同時に、回路図上のアニメーションデバイスと表示値の更新を行います。本章では、例を挙げて、アニメーションモードの機能を説明します。

以下の項目が含まれます。

- アニメーションモードの機能
- アニメーションコンポーネント
- アニメーションのオプションダイアログボックス
- トランジェント解析の例

---

## アニメーションモードの機能

アニメーションモードは、シミュレーション結果を表示するもう1つの方法です。このモードでは、解析データ点ごとに、回路図上の表示値とアニメーションコンポーネントが更新されます。**Micro-Cap**は、その後、キー押下か指定された時間遅延を待って、次のデータポイントの計算を行います。これは、シミュレーションをスローダウンして、回路図上の更新結果を観察できるようにするためです。回路図上の表示値により、ノード電圧、ブランチ電流、電力損失、デバイス状態等の、最新のデータ点における値を見ることができます。アニメーションコンポーネントには、アナログバー、アナログLED、DCモータ、DPSTスイッチ、SPDTスイッチ、SPSTスイッチ、アナログ/デジタルの電圧計/電流計、リレー、3色信号灯、(デジタル) LED、7セグメントのディスプレイが含まれています。

トランジェント解析では、各解析時間ステップにおいて、すべての回路図上の表示値またはアニメーションコンポーネントが更新されます。キーが押されたか、指定された時間遅延の経過を待って、次の時点での解が計算され、その計算結果に従って回路図が更新されます。回路図には、常に、計算された最新の時間ステップの値が表示されます。

AC解析では、回路図には、動作点における計算に基づいて、回路図上の表示値とアニメーションコンポーネントの状態が表示されます。これらの値は、シミュレーションの間は変わりません。回路図の表示は動作点の値に固定されていますが、アニメーションモードでは、キー押下か指定された時間遅延の経過を待つごとに、各周波数点における計算が行われます。

DC解析では、単一のDC掃引データ点が計算され、任意の回路図上の表示値またはアニメーションコンポーネントが回路図上で更新されます。キーが押されたか、指定された時間遅延の経過を待って、次のDC掃引データポイントが計算され、その計算結果に従って回路図が更新されます。回路図には、常に、計算された最新のDC掃引データ点の値が表示されます。