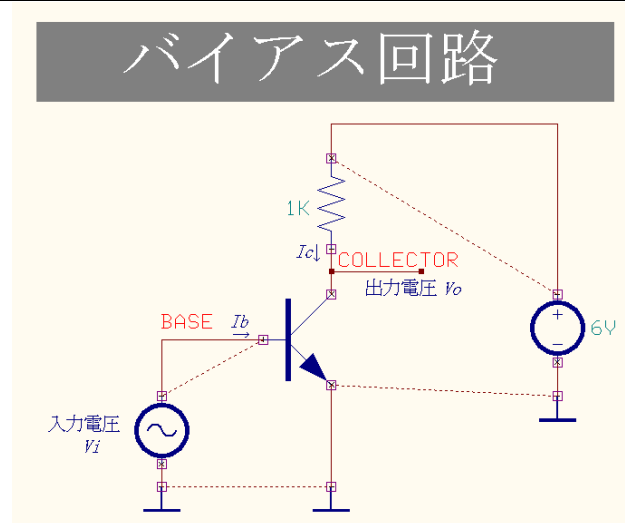


シミュレーション 固定バイアス回路 トランジスタの電流増幅率

下の回路図にある NPN トランジスタの増幅回路では入力電圧 V_i が正または負に変化しても、ベース電流 (I_b) は正の半波の時にしか流れません。OPUSER の MixedMode Simulator を使ってこれを確認しましょう。

回路図



下表にある部品を使って回路図を作成してください。

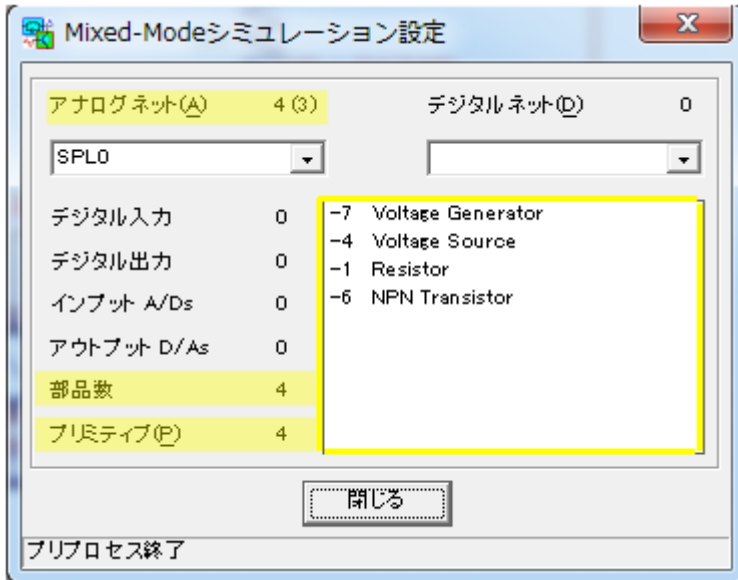
使用パーツリスト

デバイス	名称	デフォルトホットキー※
NPN トランジスタ	2SC1815, 2N1613	N
電源	VDC	E
入力電圧	VGEN	V
抵抗	RC05	R
コンデンサ	CK21	C

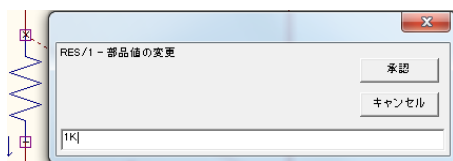
※初期設定されているキーとなり、キー入力によって部品が呼びだされます。

MixedMode Simulator

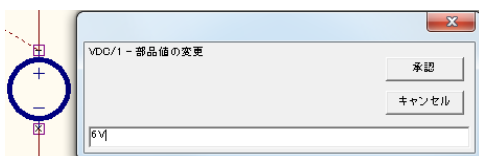
スキマティックエディタのメニュー設定から MixdMode シミュレータを選択します。
 プリプロセス (Priprocess) ダイアログが表示されます。解析可能かどうかソフトが判断します。
 解析が行えるようすべてのデバイスはシミュレーションモデルを持たなければなりません。
 この回路の場合は4つのシミュレーションモデルが使用されています。



回路図のパラメータを入力します。
 ファンクションツールから部品プロパティ、オプションツールから部品値追加変更を選択し、抵抗上クリックし、抵抗値を入力します



R1=1K



電源電圧=6V



入力電圧のパラメータを設定します。
ファンクションツール、部品プロパティ、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。



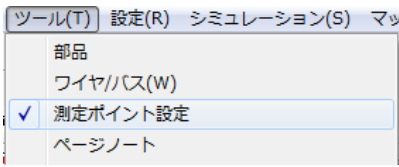
部品をクリックします。
パラメータを設定します。

Mode(波形の形状):SINE
A0(振幅) : 1V
f (周波数) : 1kHz

承認をクリックします。




測定ポイント配置




測定する箇所へ波形マーカを配置します。
メニューツールから測定ポイント設定を選択します。

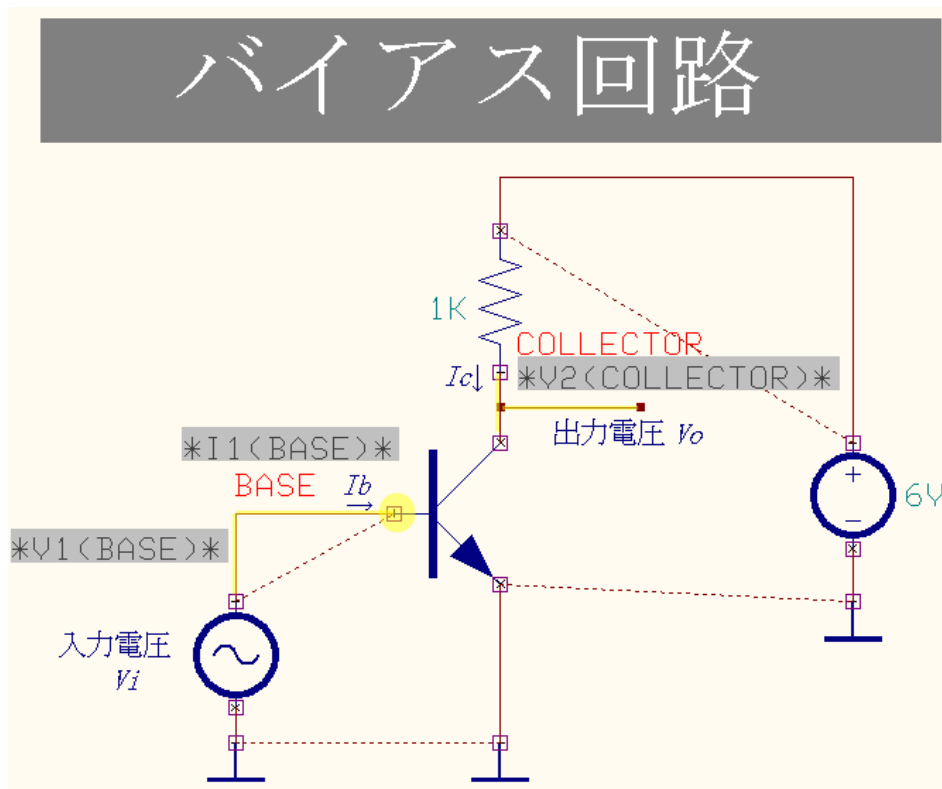


ファンクションツールから波形マーカ設定、オプションツールから電圧波形マーカを選択します。
マーカを次の通りに配置します：

電圧波形マーカ  : V1 を BASE ネット上に配置

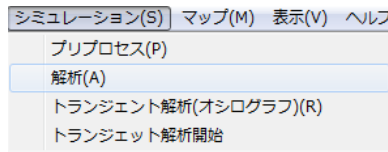
電圧波形マーカ  : V2 を COLLECTOR ネット上に配置

電流波形マーカ  : I1 を BASE ノード上に配置

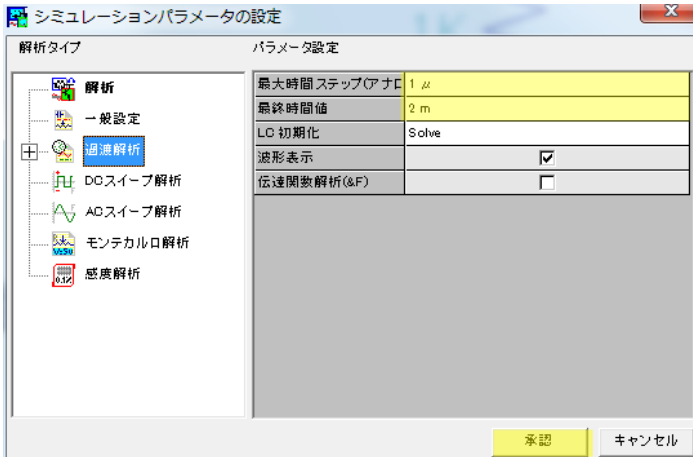


これで解析の準備が完了しました。これよりシミュレーションを行います。

シミュレーション

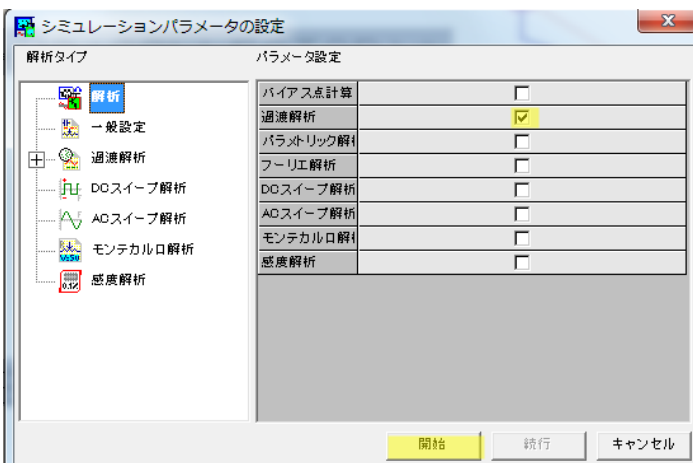


メニューシミュレーションから解析を選択します。

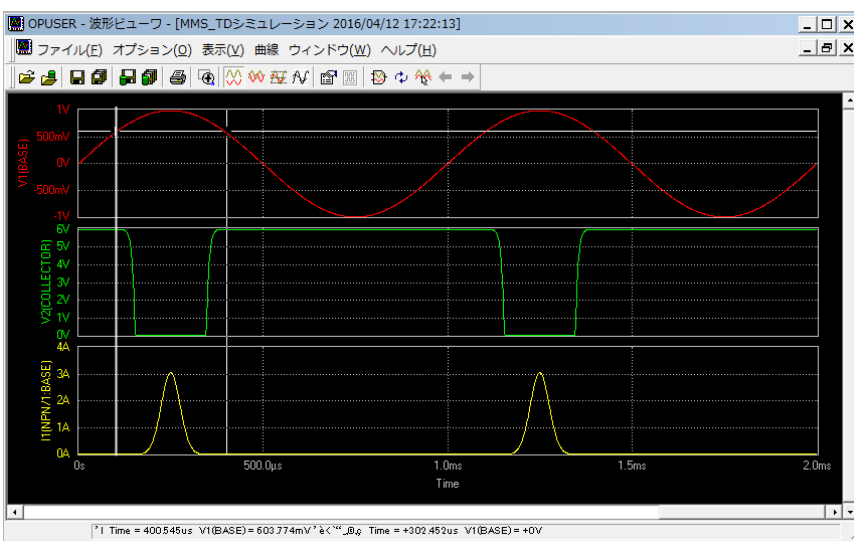


過渡解析を選択します。
 パラメータを設定します。
 最大ステップ：1μ
 最終時間：2ms

承認をクリックします。



『開始』ボタンをクリックします。
 シミュレーションの結果が表示されます。

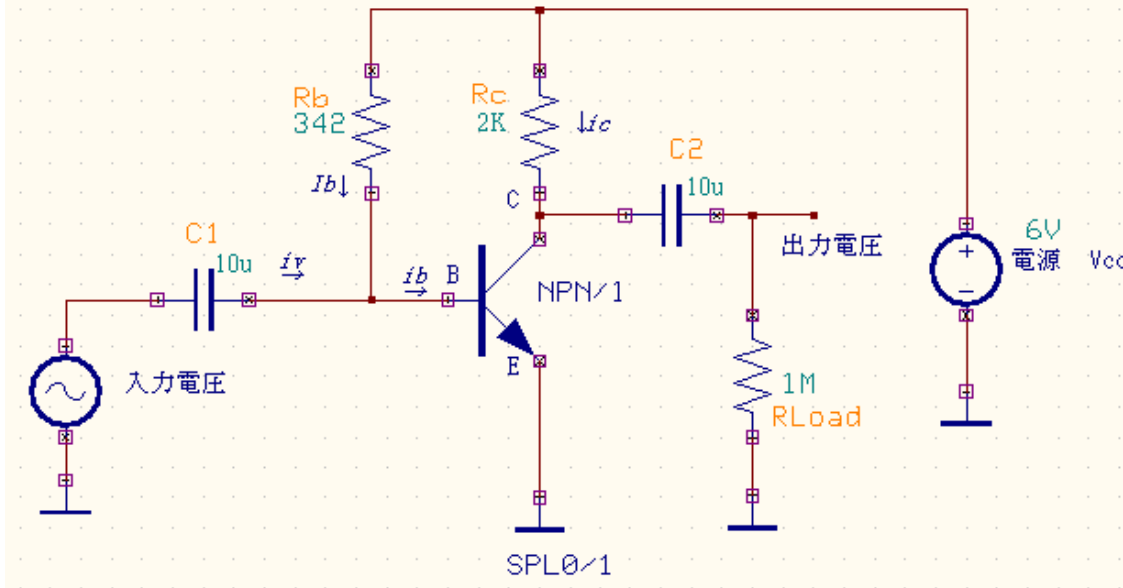


入力電圧は 0.6V を超える時にベースに電流が流れて、またトランジスタが開いて Collectorの電流も流れ始めます。0.6Vを下回るとトランジスタが閉まっている状態になります。そこで正、負の信号を増幅するために、入力信号がないときベースに電流を流しておく必要があります。

この電流を**バイアス電流**と呼びます。

次に回路を正、負信号を増加できる様に変更します。

固定バイアス回路



上記回路の動作次のようになります。

- 入力電圧がないときに、バイアス電流(I_b)は電源(V_{cc})⇒抵抗(R_b)⇒ベース(B)というように流れます。
- 入力電圧が正の半波のときに、バイアス電流(I_b)に入力電流(i_r)が加わるので、ベース電流(i_b)が増えます。
- 入力電流が負の半波のときは、バイアス電流(I_b)に入力電流(i_r)が逆向きに加わるのでベース電流(i_b)が減ります。

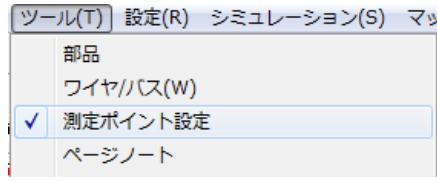
回路にある C_1, C_2 は結合コンデンサと言います。直流分は通さず交流分だけを通す役目をします。入力電圧がないときにバイアス電流(I_b)を計算して見ましょう。

バイアス電流(I_b)は、電源(V_{cc})から抵抗(R_b)を通過してベース(B)に流れます。

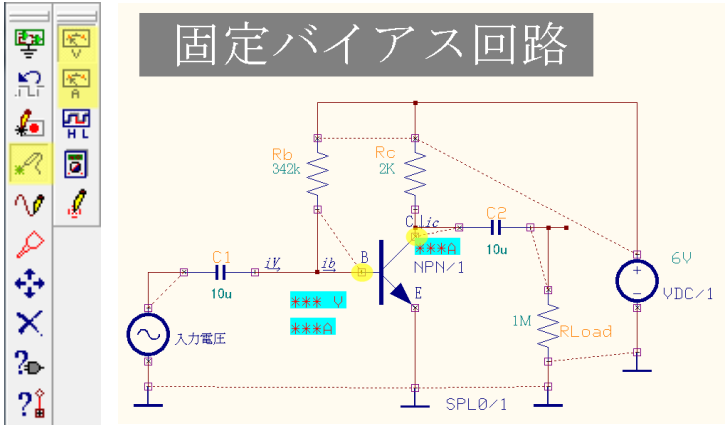
ベース～エミッタ間電圧(V_{be})の大きさは $0.6\sim 0.7\text{ V}$ 程度であり、電源電圧(V_{cc})に比べて小さい値のためバイアス電流(I_b)は次の式で表すことができます。

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b} \sim \frac{V_{cc}}{R_b} = \frac{6}{342K} = 0.017\text{mA}$$

次にバイアス解析でベース電流、コレクタ電流の大きさとベースの電圧を確認します。



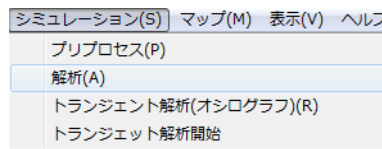
測定する箇所へ波形マーカーを配置します。
メニューツールから測定ポイント設定を選択します。



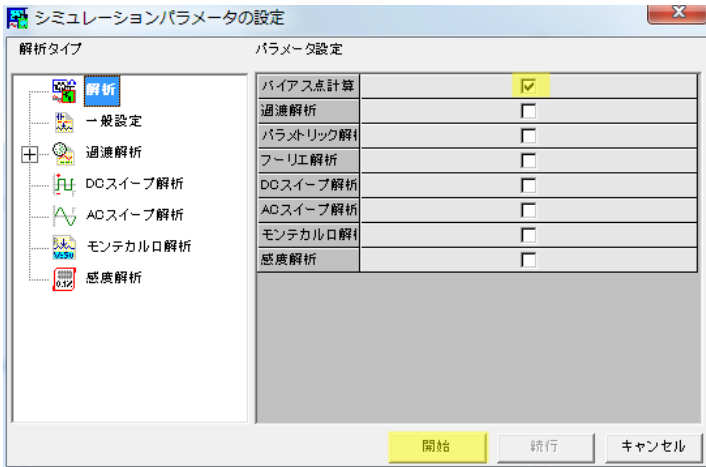
ファンクションツールからテストポイント、オプションツールから

電圧テストポイント をベースネット上に置きます。

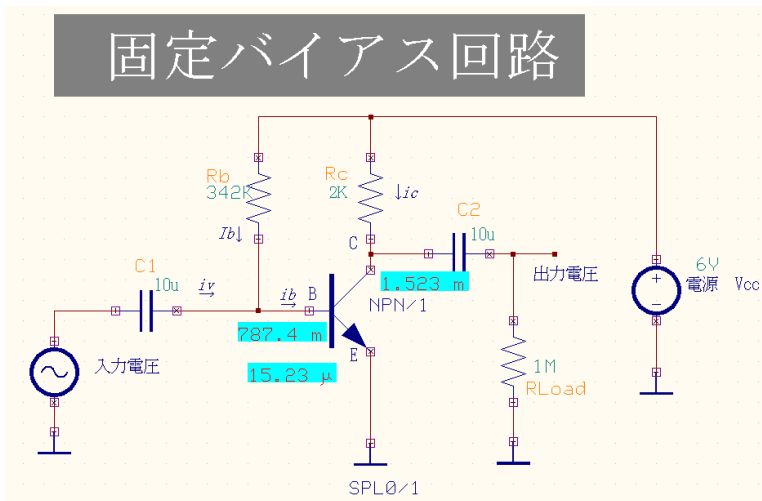
電流テストポイント をベースノード、コレクタノード上に置きます。



メニューシミュレーションから解析を選択します。



解析を選択、バイアス点計算にチェックを入れ、開始をクリックします。

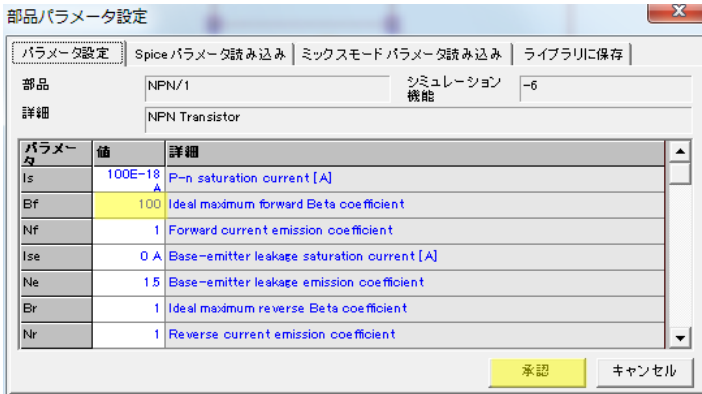


予想通りにベース電流 $15 \mu A$
ベース-エミッタの電圧 $0.7V$
コレクタの電流 $1500 \mu A$ 、ベースの電流の100倍です。

トランジスタの電流増幅率 h は $h = I_c / I_b = 1500 / 15 = 100$ となります。



トランジスタのパラメータを確認します。
ファンクションツール、部品プロパティ、オプションツールからシミュレーションパラメータ変更を選択します。



トランジスタをクリックします。
Bf(Ideal Maximum forward Beta coefficient) : 100
になっていることが確認できます。

承認をクリックします。
この値は次の増幅回路動作シミュレーションで使用します。