

アナログ回路設計

バイポーラトランジスタ回路のシミュレーション

前回までに説明したトランジスタの基礎知識を応用してトランジスタアンプ回路を SPICE(アナログ回路シミュレータ)を利用して動作検証をやってみます。

本稿では、アナログデバイセス社が無償公開している LTspice を使用しています。LTspice は、[アナログデバイセスのサイト](#)よりダウンロードしてご利用ください。

エミッタ接地回路

バイポーラ NPN トランジスタのエミッタ接地回路の動作を調べます。エミッタを接地し、ベースを入力、コレクタを出力とする回路です。

使用トランジスタモデル

回路シミュレーションで使用するトランジスタの物理モデルパラメータは、長い間業界スタンダードであった NPN トランジスタ 2SC1815(旧名称 2SC372)は既に製造廃止されていますので同等品の 2N3904 を使用しています。

シミュレーションファイル「[エミッタ接地_基本入出力特性.asc](#)」を参照してください。

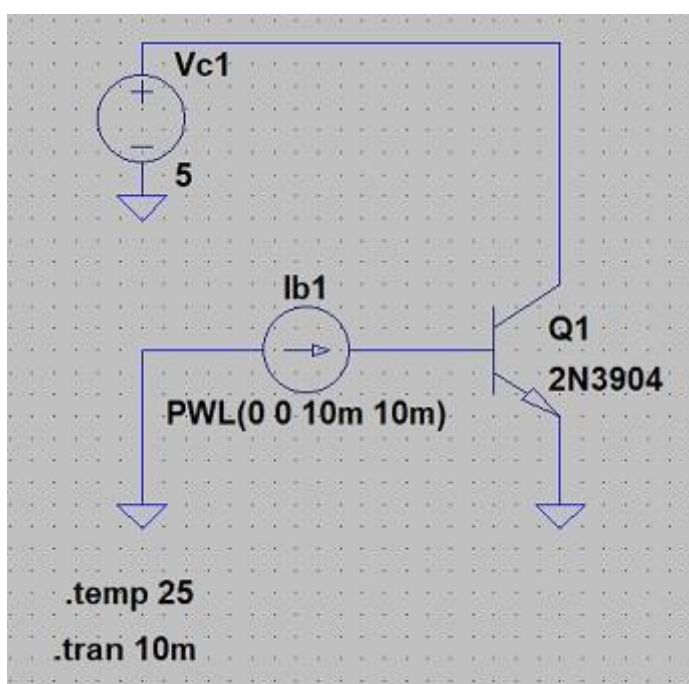
ファイルを直にダウンロードするには、

①上記ファイルのリンカー部分を右クリックして「名前を付けてリンク先を保存」を実行。

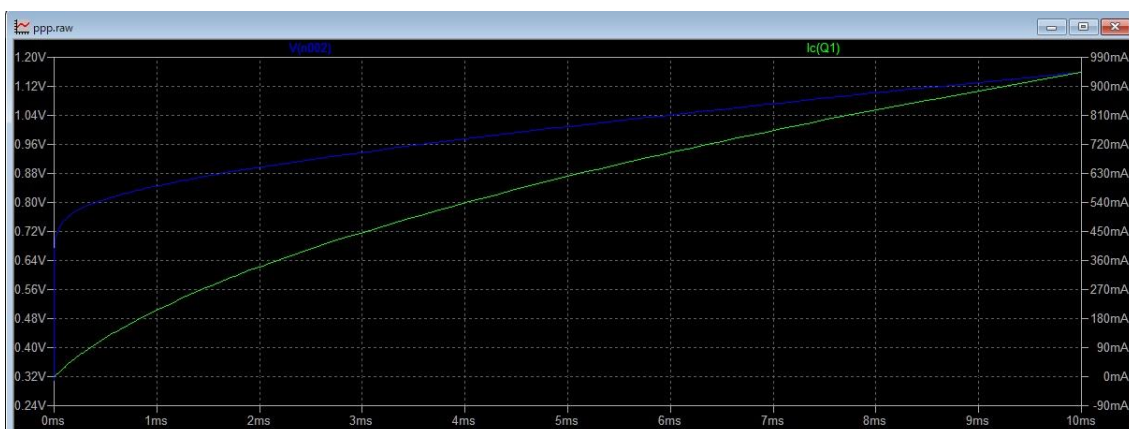
②自分の PC に上記ファイルがダウンロードされるので LTspice をインストール済の PC であれば、ファイルをダブルクリックすれば、LTspice が起動し、上記ファイルを読み込みます。

シミュレーション内容

バイポーラトランジスタの基本動作「ベース電流を流すと、 hFE 倍のコレクタ電流が流れる」をトランジェント解析（過渡解析）で確認する内容です。



シミュレーション結果



$I_b=5\text{mA}$ 時に $I_c=769.35$ 、 $V_{BE}=1.0065\text{V}$ と出ました。

$h_{FE} = 153.87$ と計算できます。

- コレクタ電圧 = 5V、周囲温度($T_a=25^\circ\text{C}$)
- ベース電流(I_b)を 10ms の時間で 0~10mA にステップ変化させる。
- グラフの横軸(時間軸)の数値がそのままベース電流値として読み替えられます。
- コレクタ電流は、ベース電流にほぼ比例していますが、完全な直線ではありません。つまり、 h_{FE} は一定ではないことを示しています。

LTspice での操作方法

コレクタ電流を表示させるには、回路図上でトランジスタのコレクタ端子部分にカーソルを合わせると、矢印から電流プローブの形に変わります。この状態でクリックすれば、グラフにコレクタ電流が表示されます。