

エレクトロニクス

講義資料

第8章：トランジスタ回路

ver. I

鶴 剛 (tsuru@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp)

8.1.1 DCの切り方とバイアスのかけ方

8.1.2 ACとDCに対して違うインピーダンスを設定する

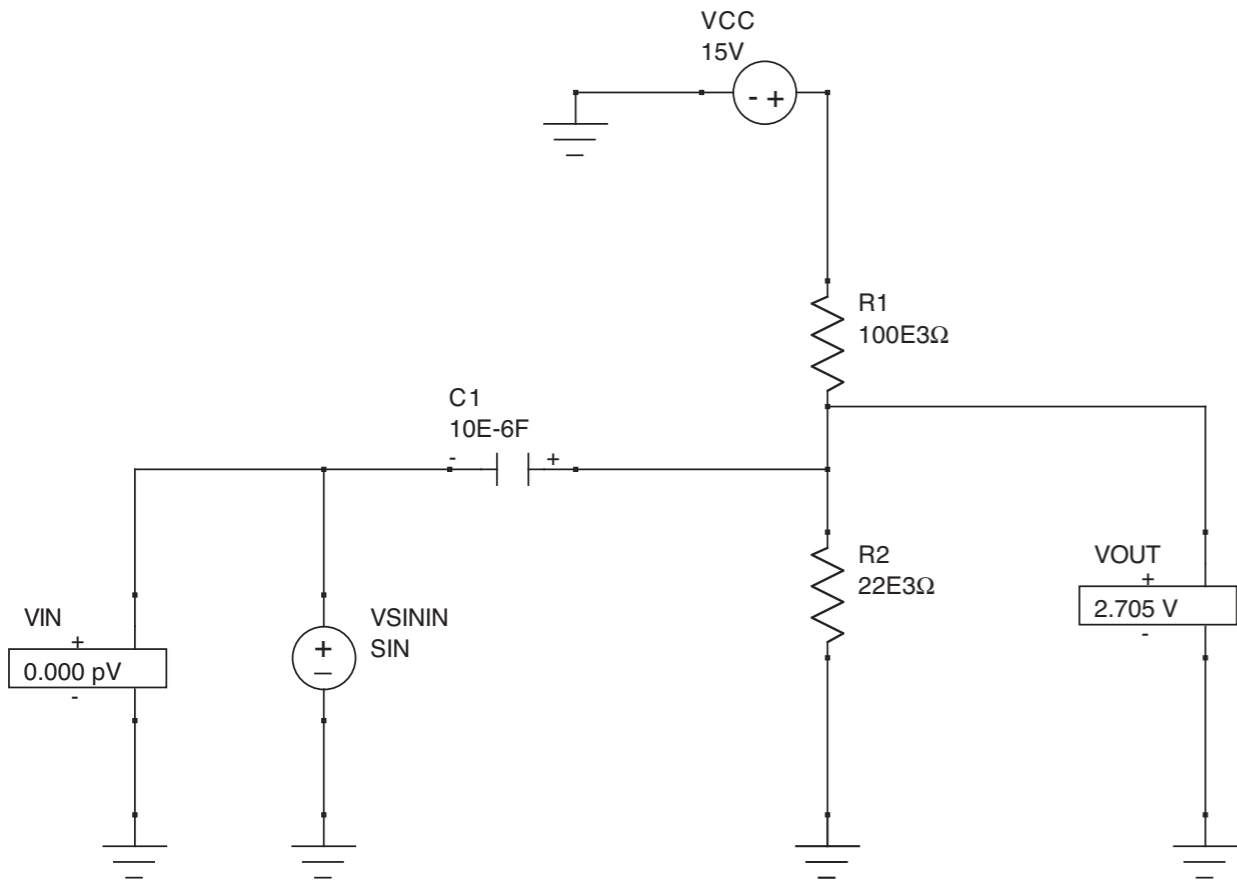


図 8.2: バイアスの例.

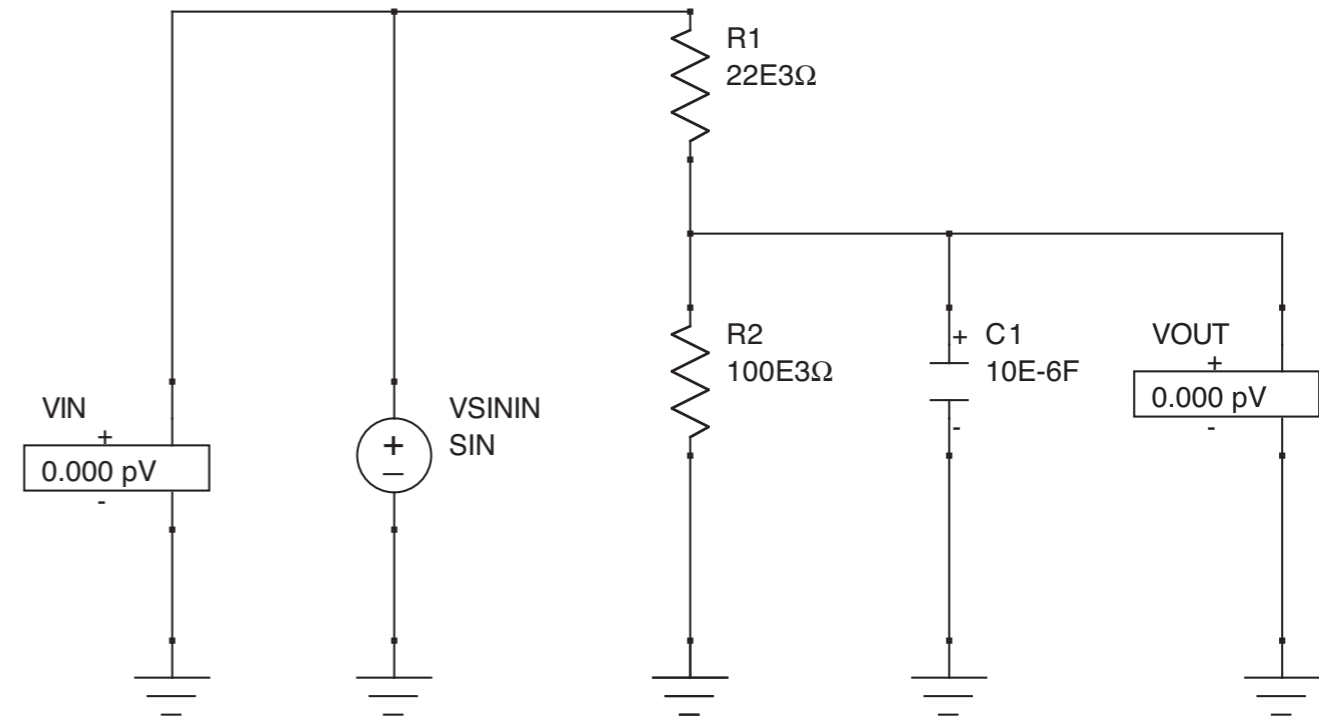


図 8.4: ACとDCに対して違うインピーダンスを設定する.

transient

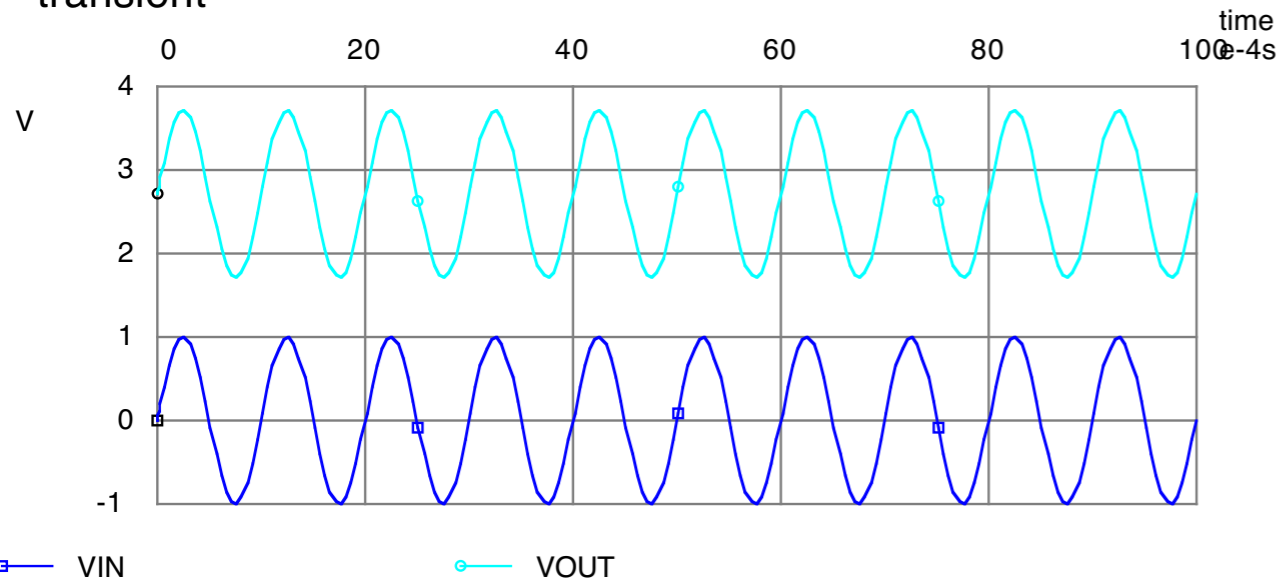
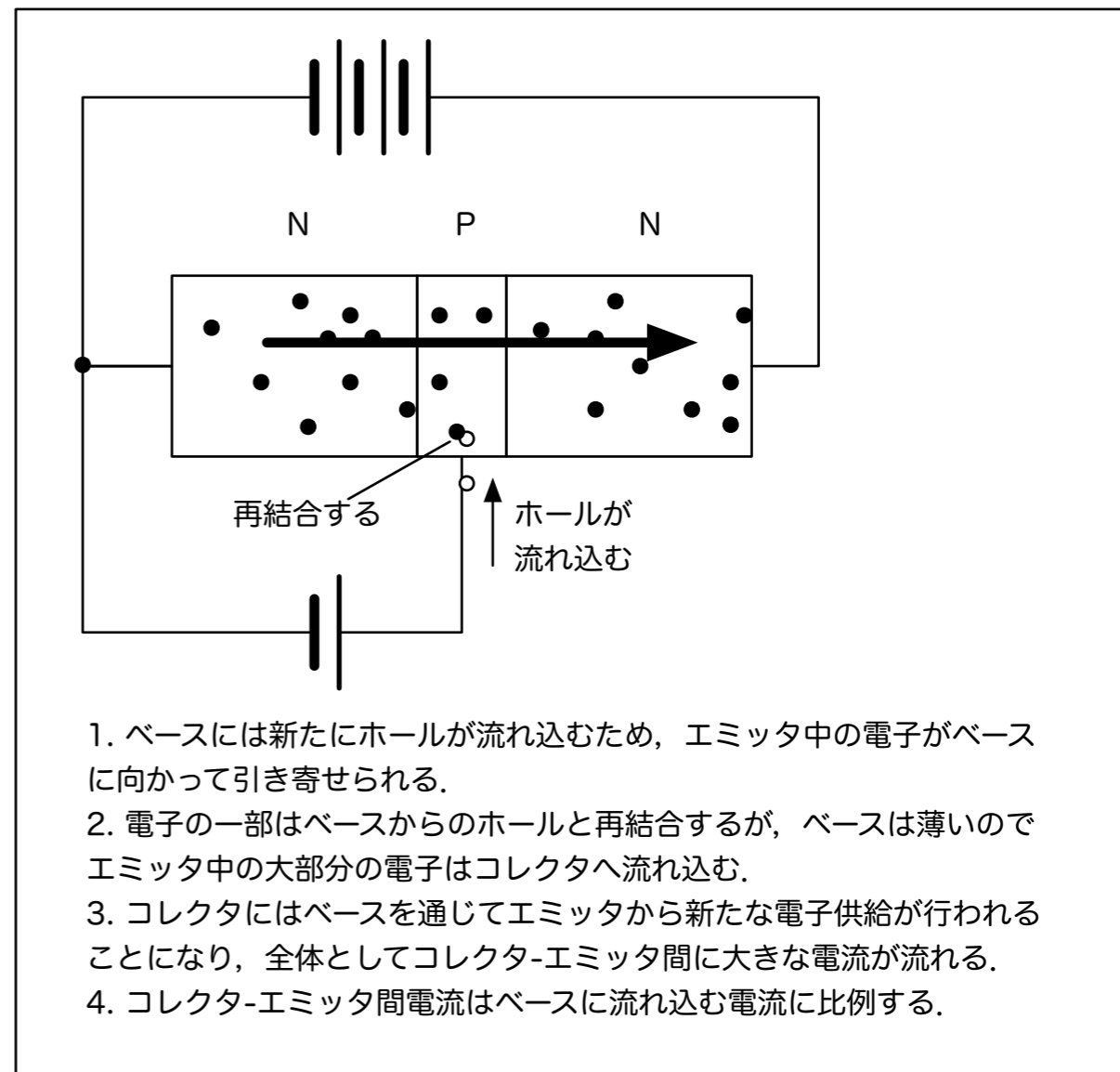
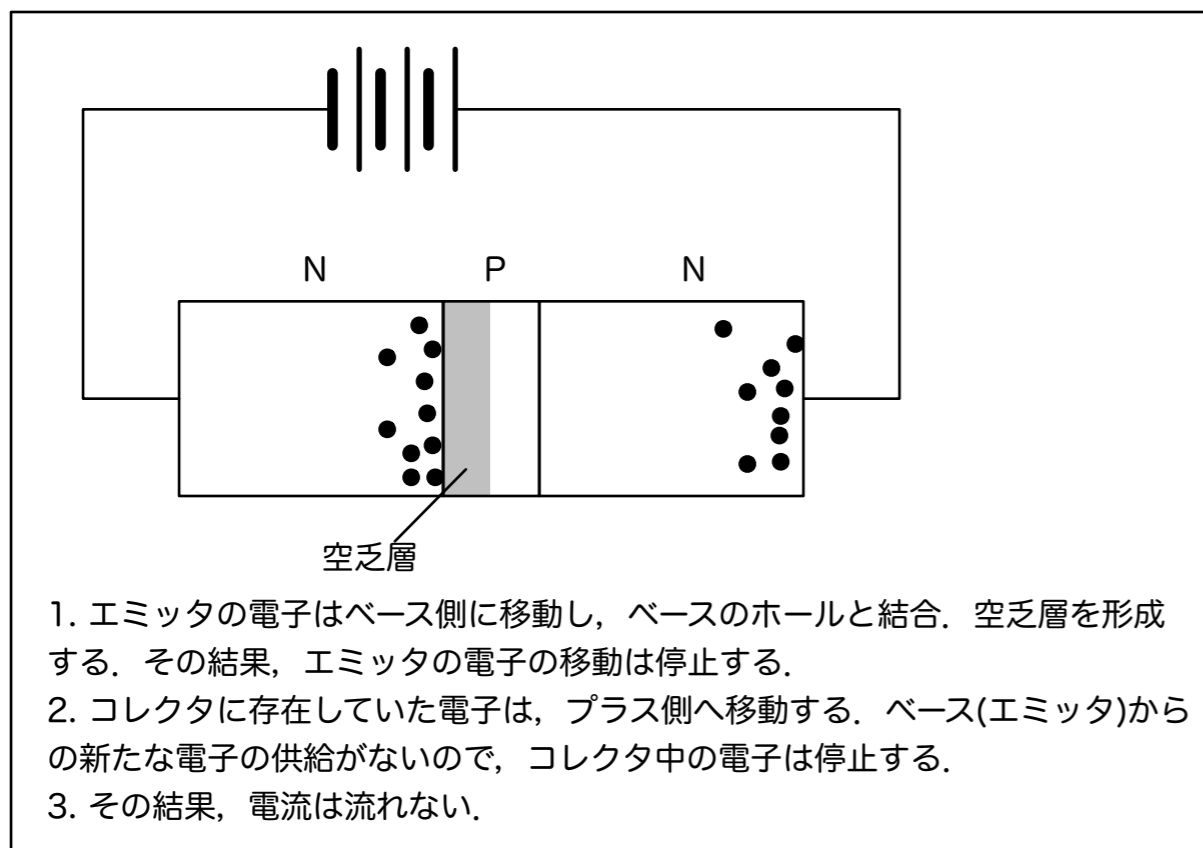
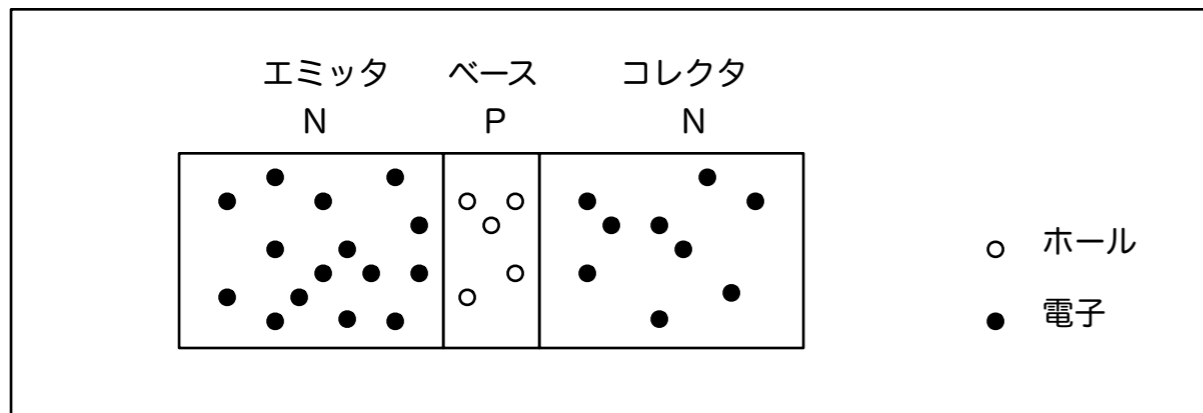
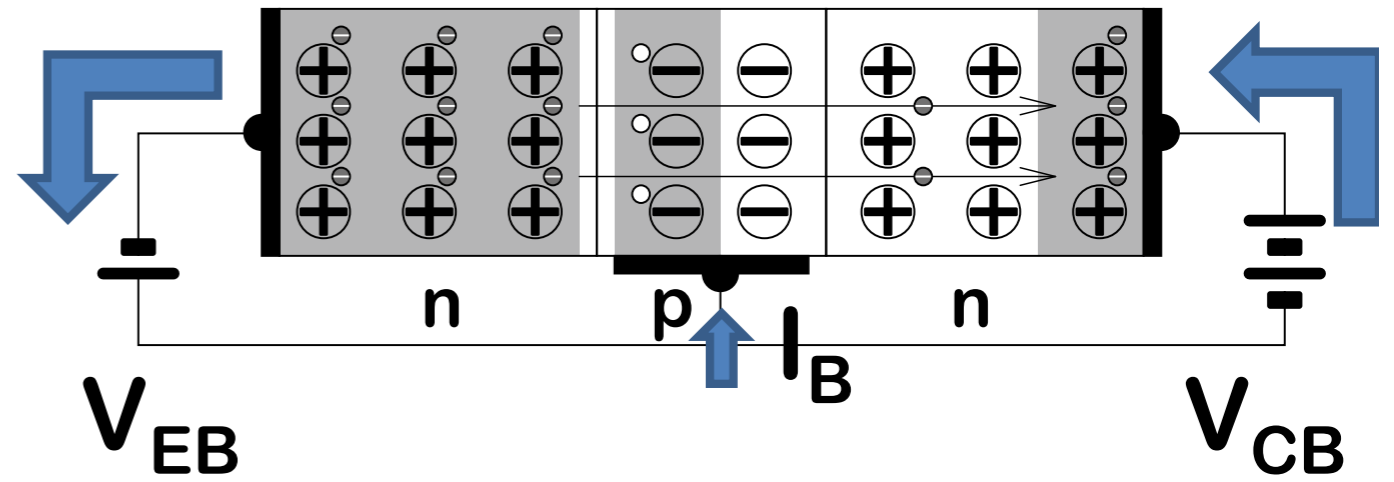
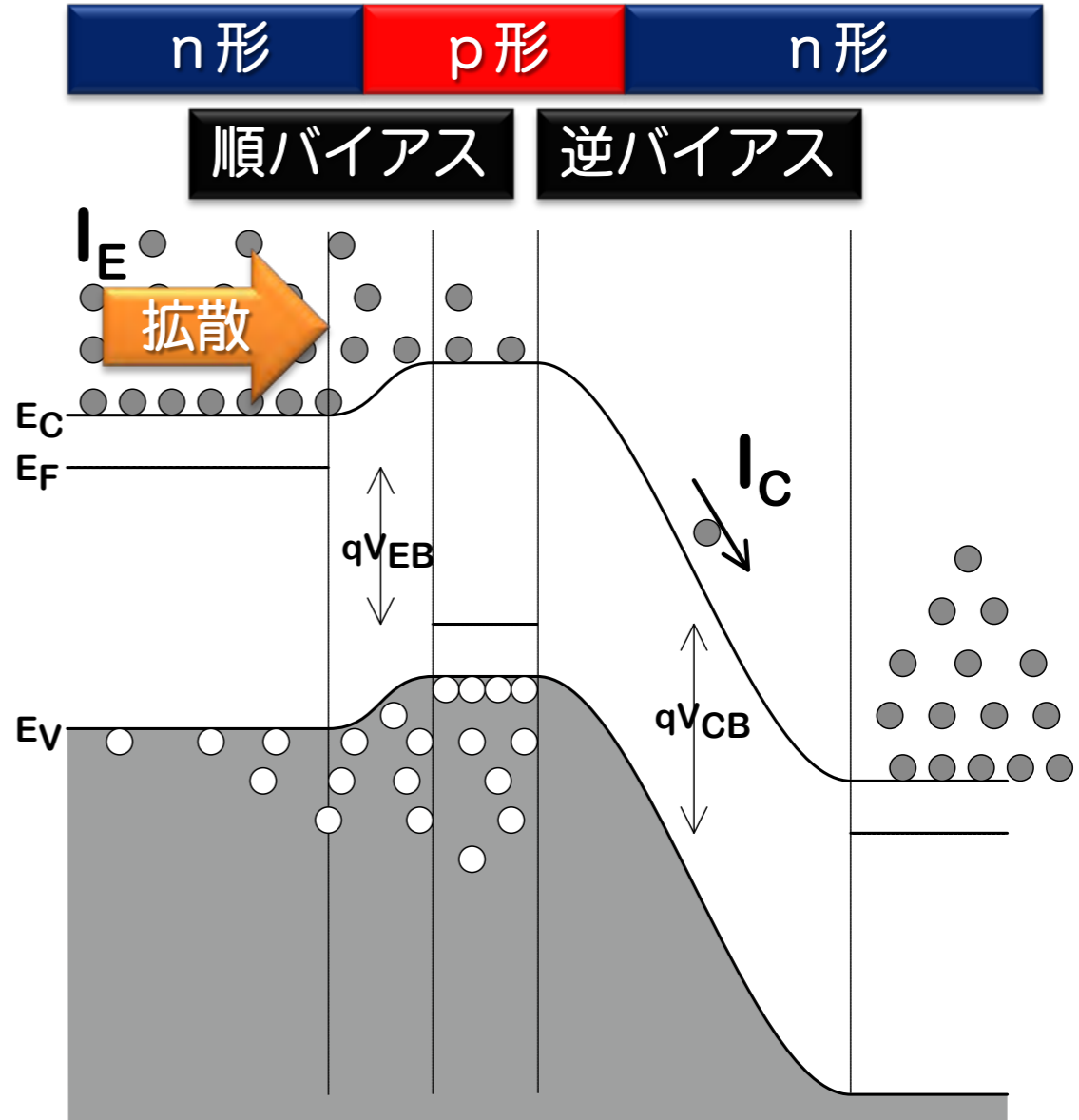
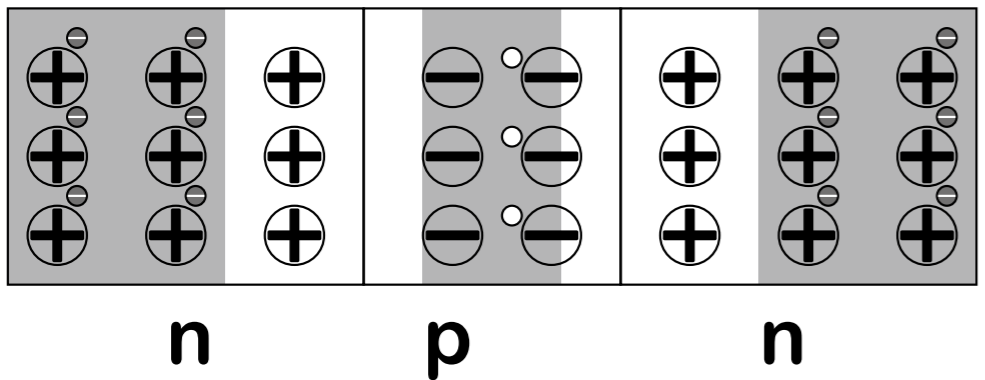
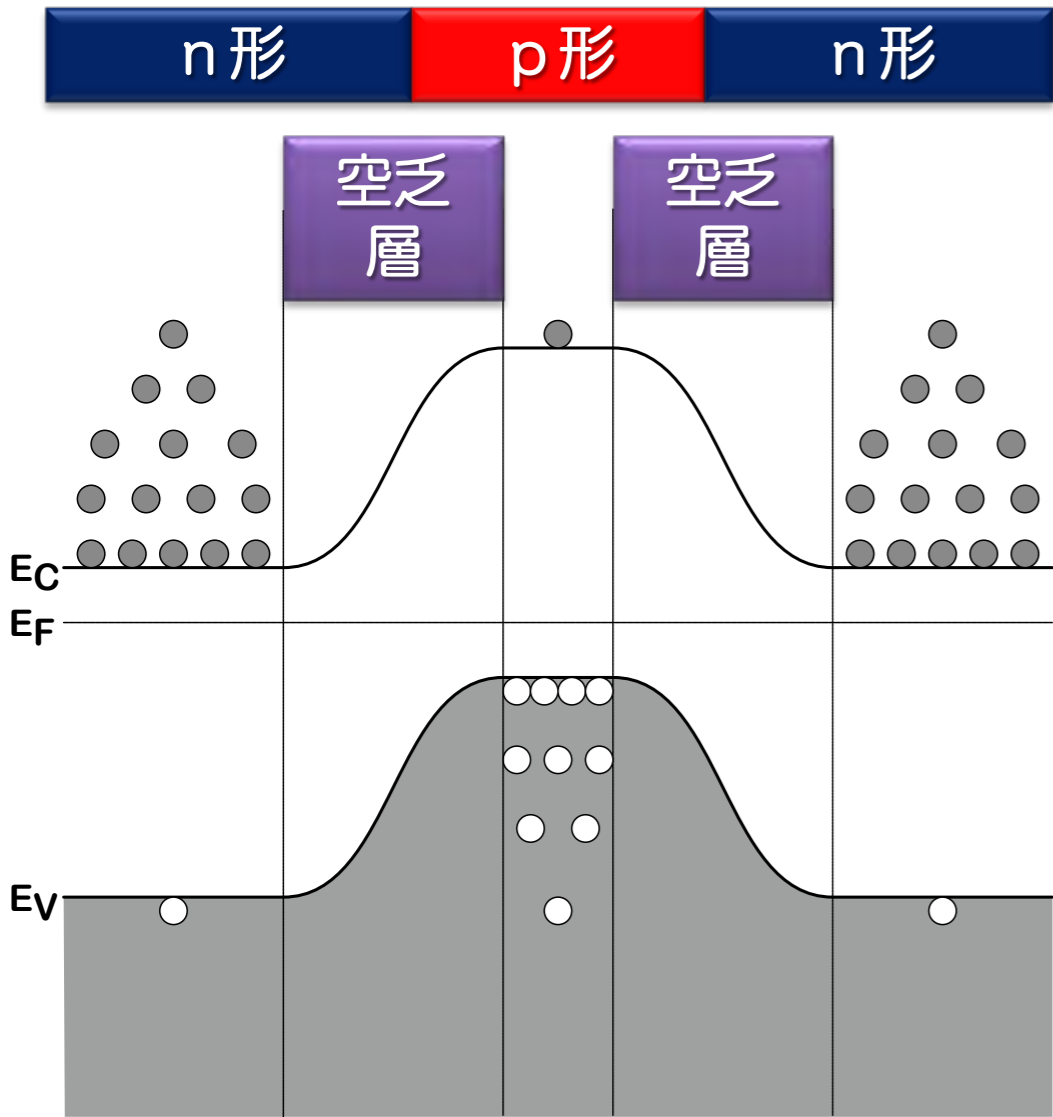


図 8.3: バイアス回路のシミュレーション. ±2V, 周期 1kHz の正弦波を入力した.





8.2.3 ダイオードの動作点

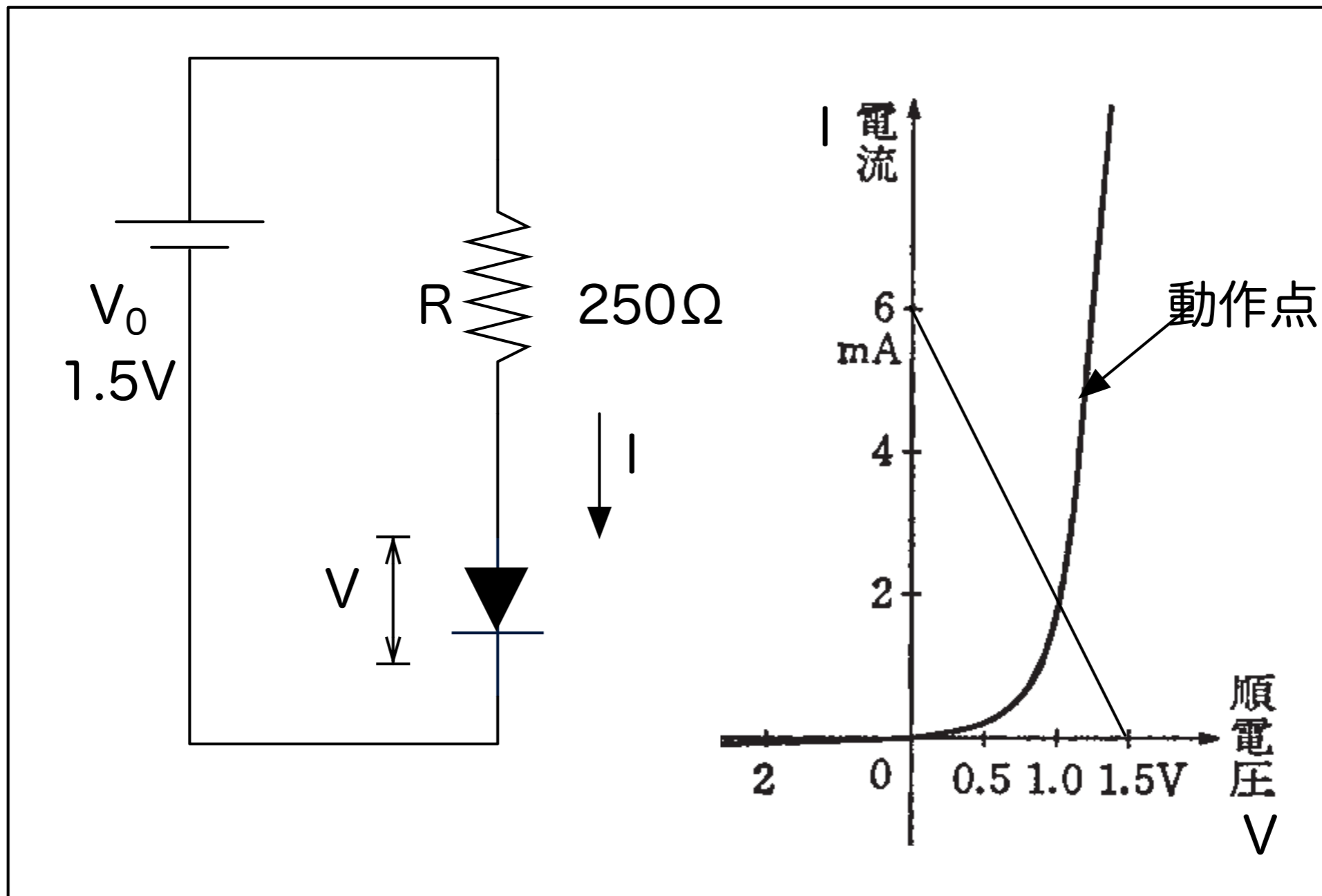


図 8.7: ダイオードの動作点

8.2.4 トランジスタの動作点

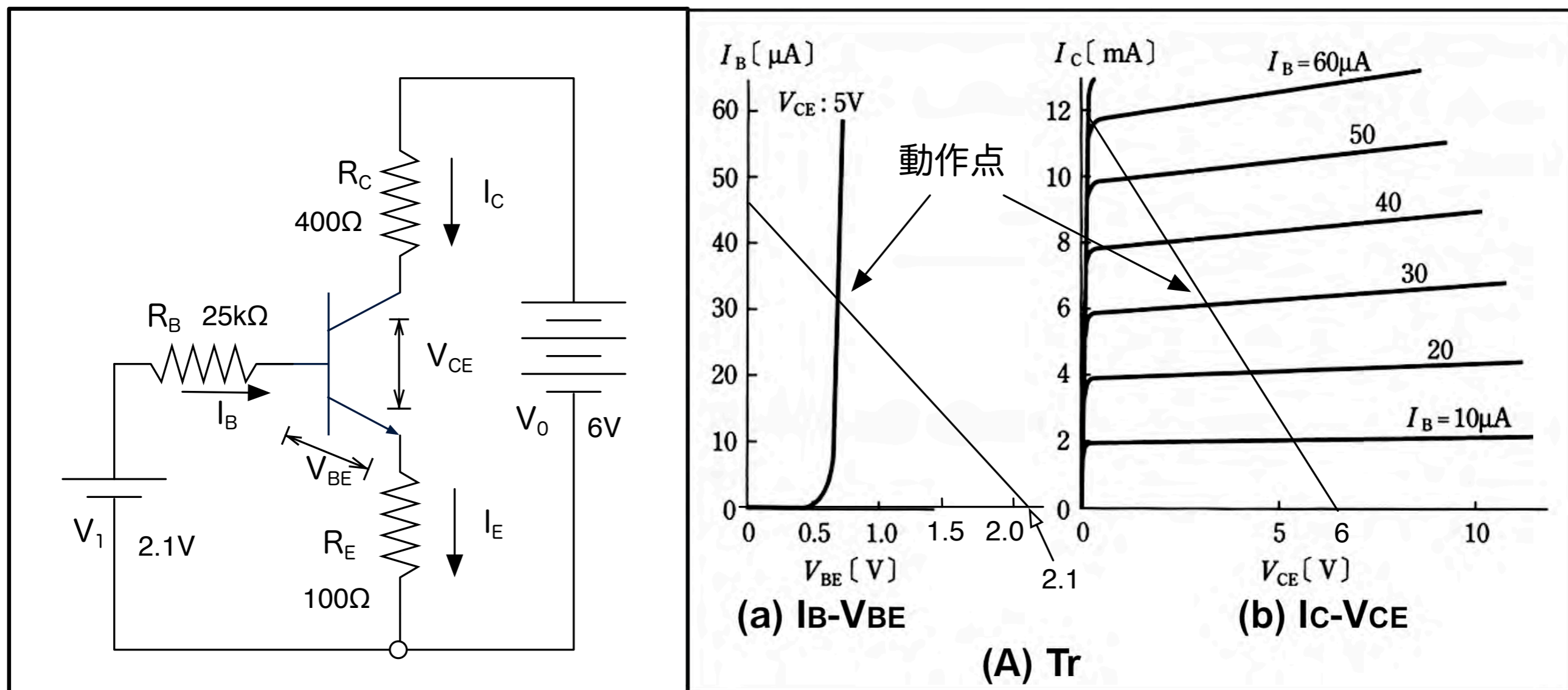


図 8.8: トランジスタの動作点

8.3.1 トランジスタ回路の考え方

トランジスタは、「ベース電流を直接変化させることでコレクタ電流を制御する」素子であると習うが、この原理そのままでは、トランジスタ回路を理解しようとするとなかなかうまく行かない。物理はしばしば原因と結果が一体になって登場し、それが本当の姿なのだろうが、人間の方は帰納的にしか理解できないので(そういう教育を受けているだけか?)、この原理も現象を一面から見て無理矢理理解しようとしているのに過ぎないのであろう。

とは言うものの、帰納的に理解しないと次に進めないで、何とか無理矢理理解することにする。経験的には、以下のことがらを原理にすれば、当面簡単なトランジスタ回路は理解しやすい。

まず、回路全体については以下の通り。

- 1) トランジスタは「増幅」というが、これは正しくない。正確にはトランジスタ「回路」が全体として信号を増幅する。
- 2) 回路図を見た時、AC的に一定(接地)された場所を見つけ、そのDC電圧値を決めてしまう。
- 3) 回路にはパソコンなど信号回路にあまり本質的でない部分、AC的に接地され信号が流れない部分、信号が流れる部分がある。これらを切り分けて考える。
- 4) AC信号が入力しない場合のDC的な安定点を最初に決める。その後小さなAC信号が入った場合に安定点からどうずれるかを考える。

次に、トランジスタ素子の考え方については以下の通り。

- 1) ベース・エミッタ間電圧が $0.6 \sim 0.7V$ を境にON/OFFする。 $0.6 \sim 0.7V$ を以上でコレクタ電流が流れ、それ以下だと流れない。トランジスタがOnの時にはベース・エミッタ電圧は $0.7V$ に固定と考える。
- 2) コレクタ電流を直接制御するとは考えない。コレクタ電流は回路上の抵抗やコンデンサーなどで決まると考える。
- 3) コレクタ電圧とコレクタ電流は一対一対応の関係ではなく、お互い自由な値がとれる、と考える。多くの場合、コレクタ電流が最初に決まり、他の素子の電圧降下などの結果、コレクタ電圧が決まる。
- 4) ベース電流は当面深く考えない。他の条件で決まったコレクタ電流に応じて決まる(微量の)ベース電流が流れると考える。

6.2.6 エミッタ接地増幅回路 (その 2)

6.2.3 エミッタ接地増幅回路 (その 1)

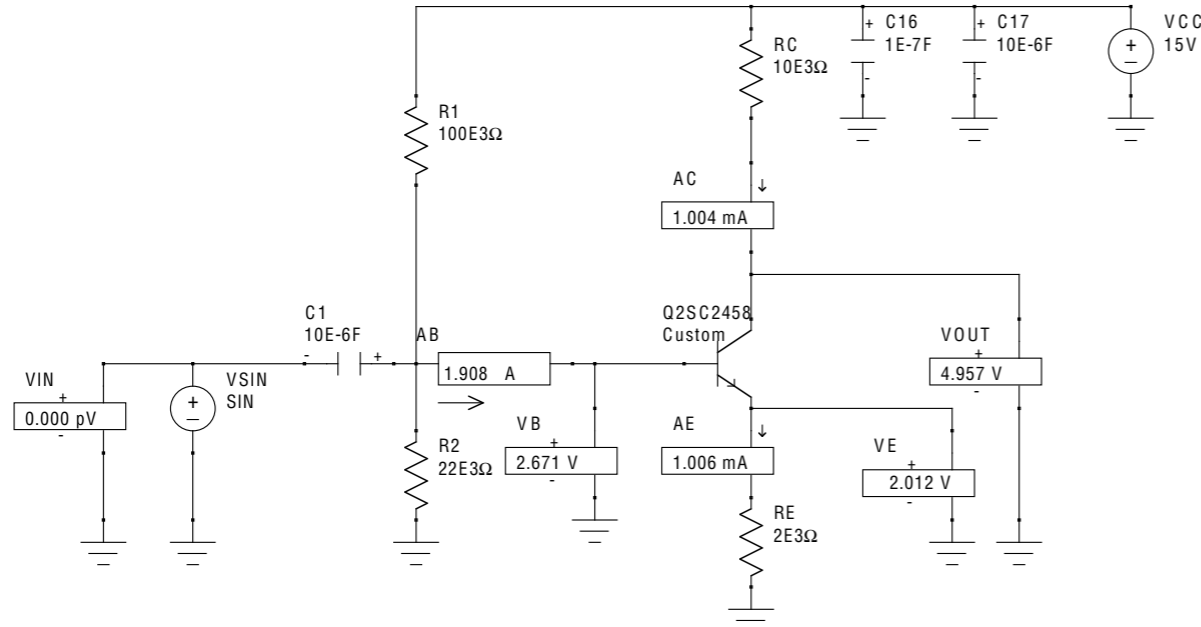


図 6.9: エミッタ接地回路による 5 倍のアンプ。

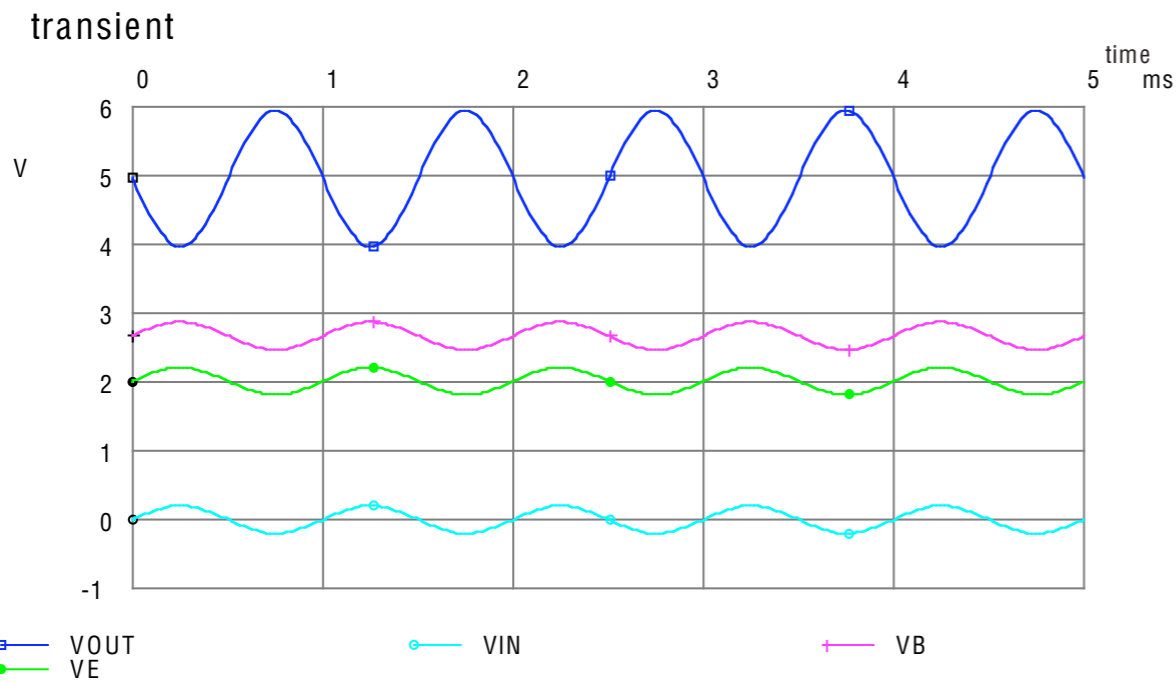


図 6.10: エミッタ接地回路のシミュレーション。 $v_{pp} = 0.5V$ 、周期 1kHz の正弦波を入力した。

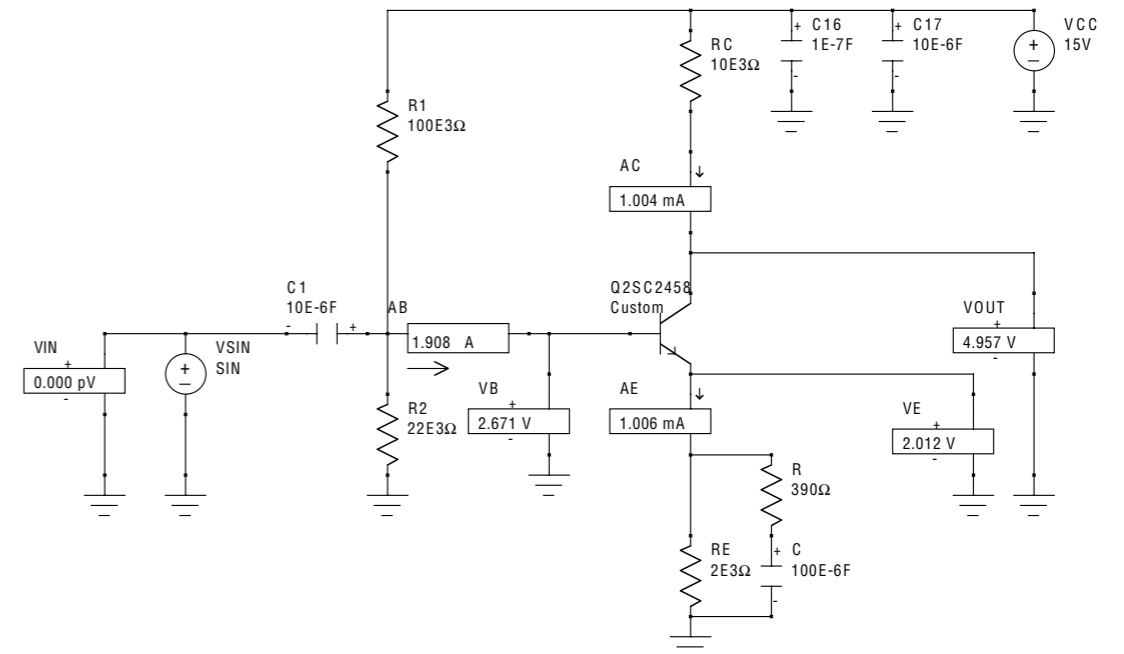


図 6.13: エミッタ接地回路 (その 2) による 26 倍のアンプ。

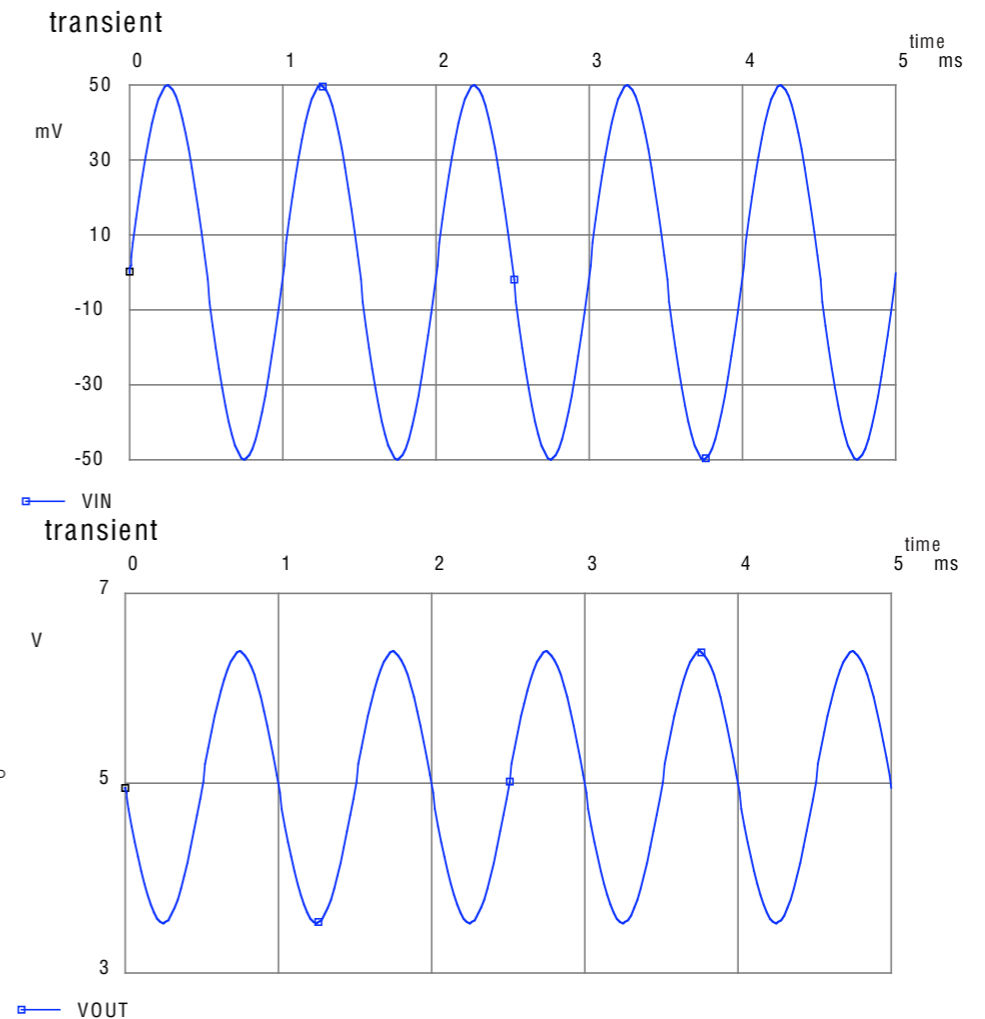


図 6.14: エミッタ接地回路 (その 2) のシミュレーション。 $v_{pp} = 0.05V$ 、周期 1kHz の正弦波を入力し、1.3V 程度の出力を得ている。

6.2.7 エミッタ接地増幅回路 (その 1) の出力インピーダンス

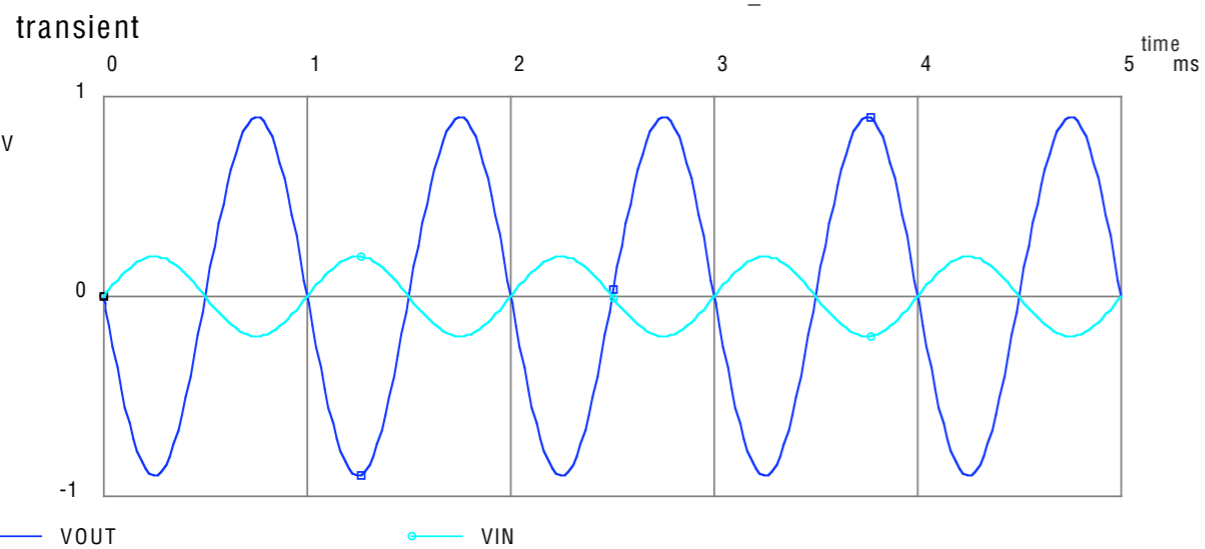
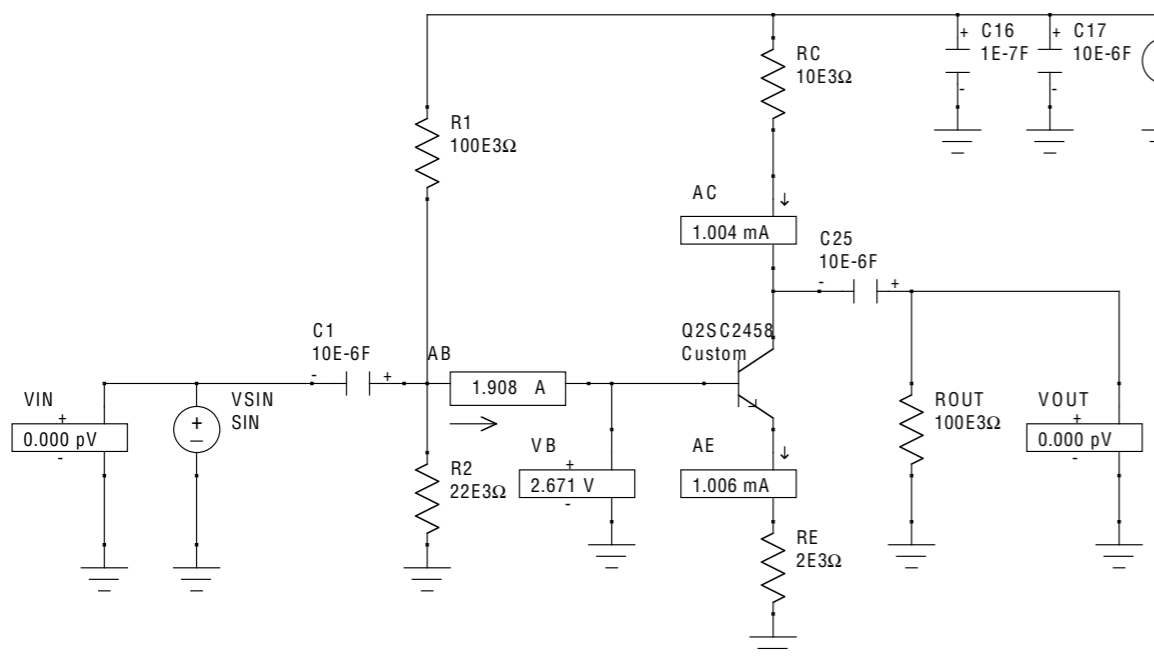


図 6.15: エミッタ接地回路 (その 1) に 100kΩ の負荷抵抗をつけた場合。

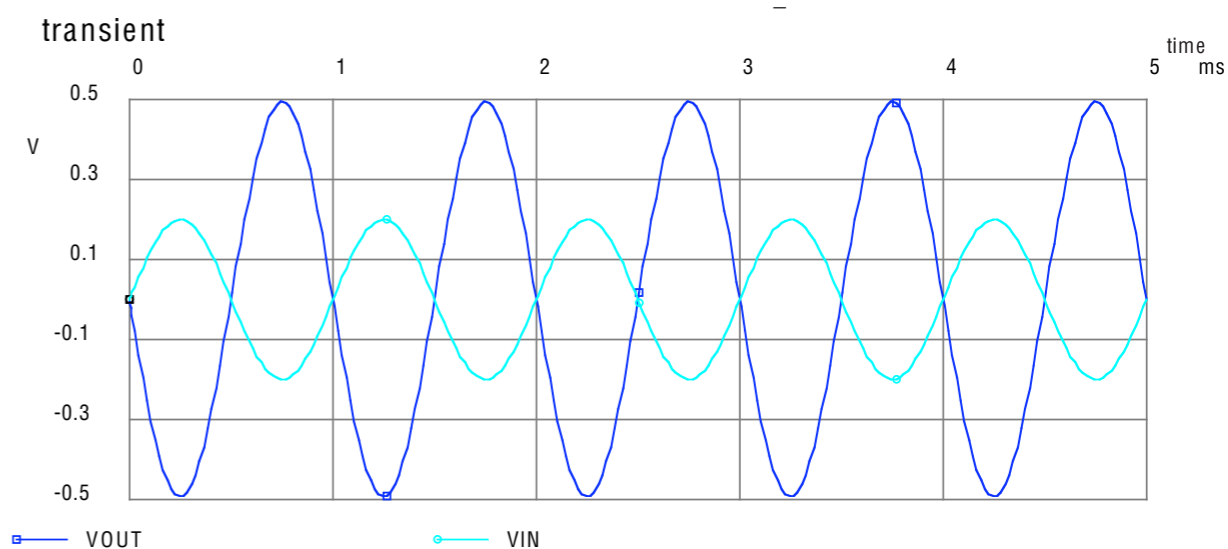
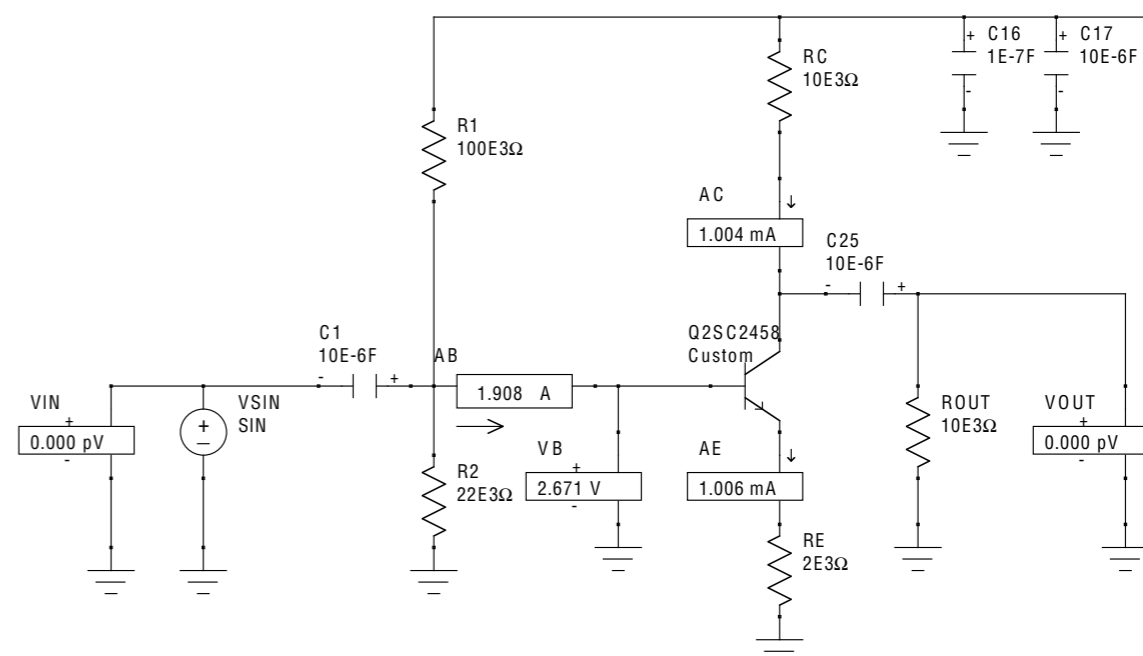


図 6.16: エミッタ接地回路 (その 1) に 10kΩ の負荷抵抗をつけた場合。

6.2.9 エミッタフォロア付きのエミッタ接地増幅回路

エミッタフォロア

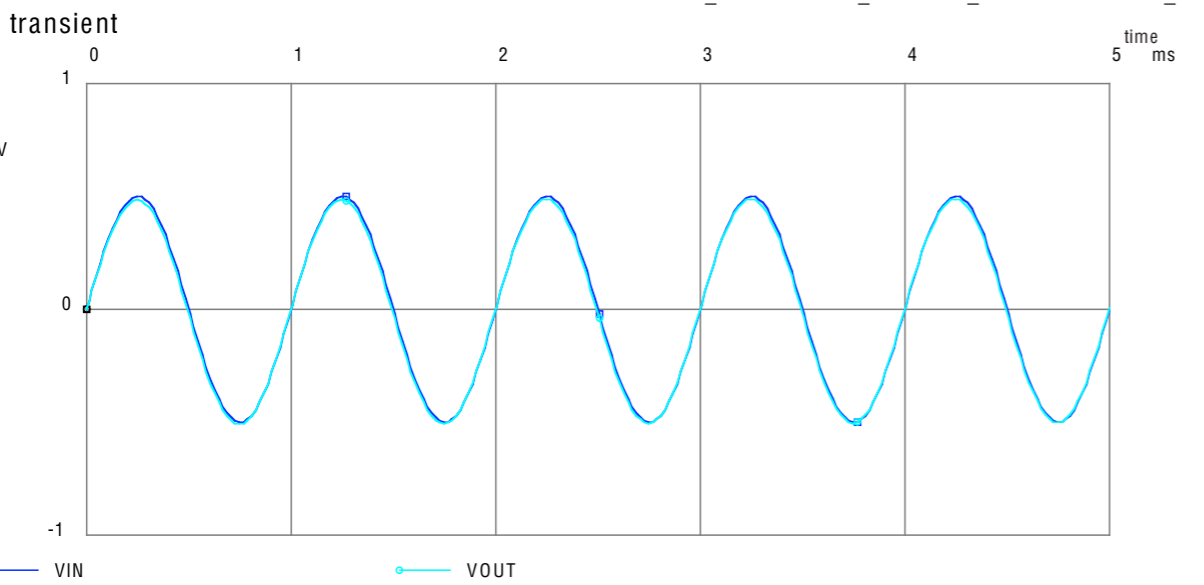
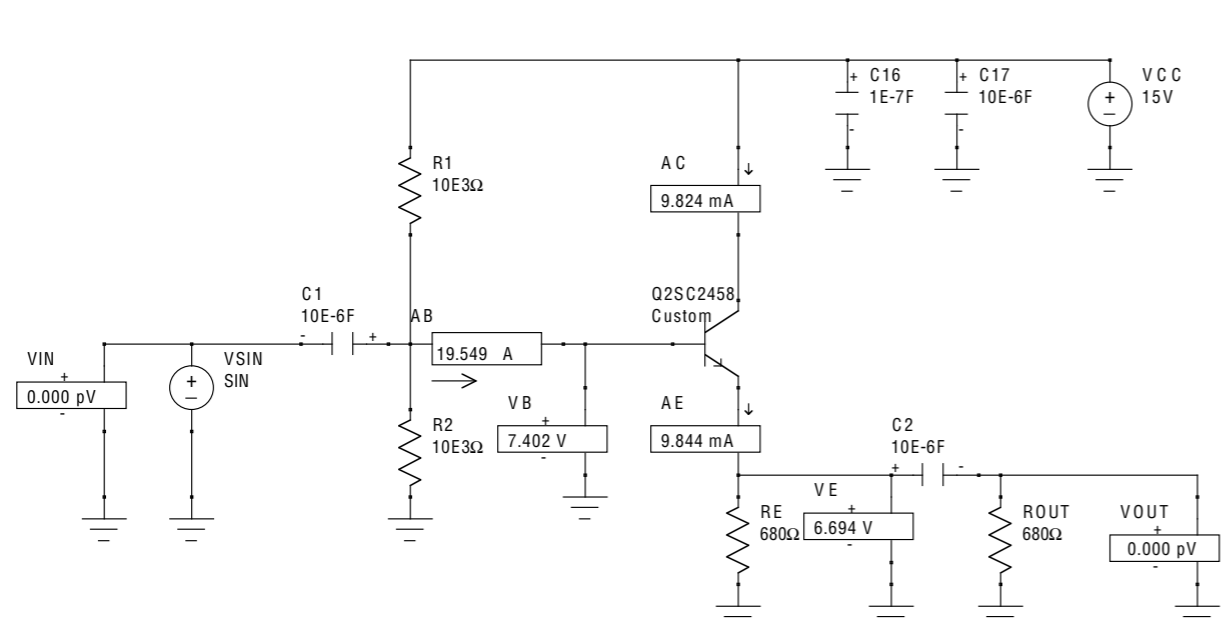


図 6.17: エミッタフォロア回路に、0.5V の信号を入力した場合。

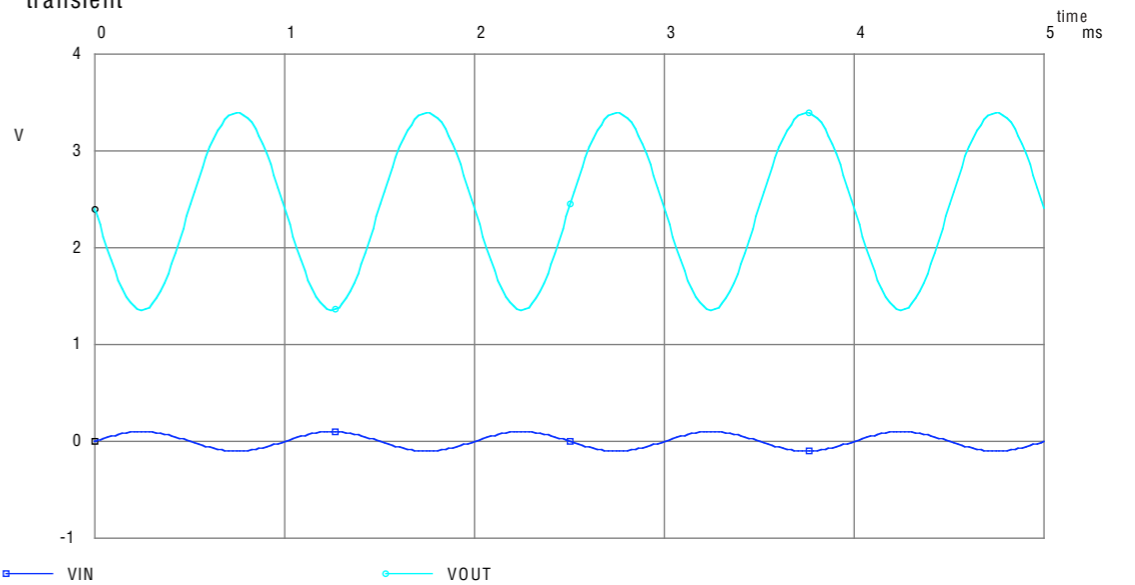
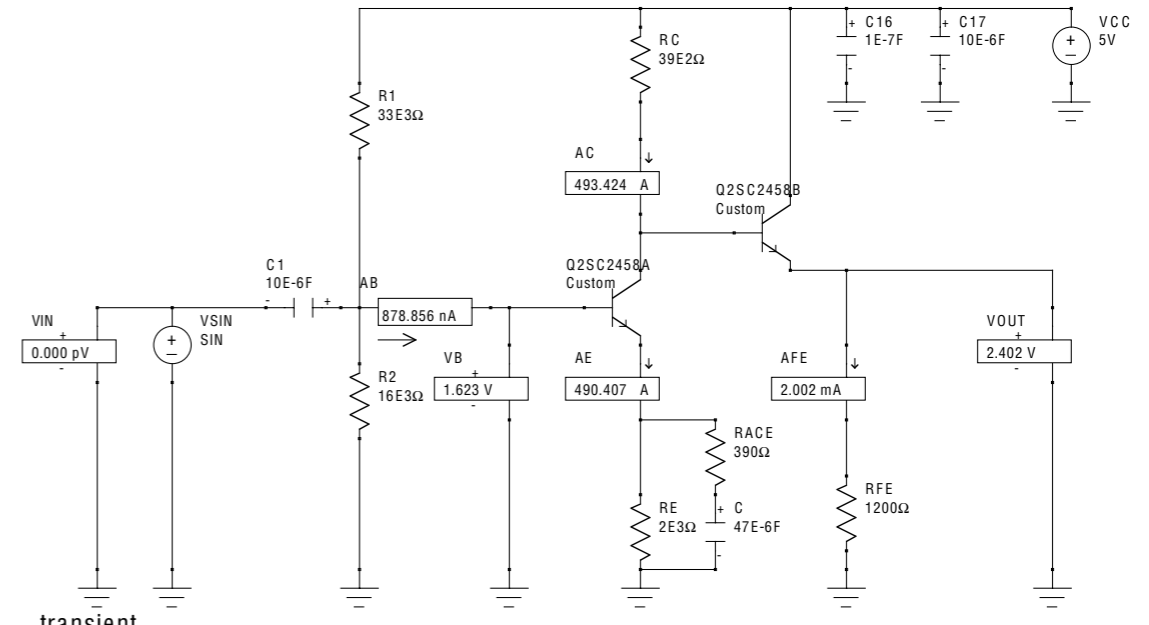


図 6.19: エミッタフォロア付きのエミッタ接地増幅回路。電源電圧は5V にしてある。

6.3.2 ベース接地増幅回路

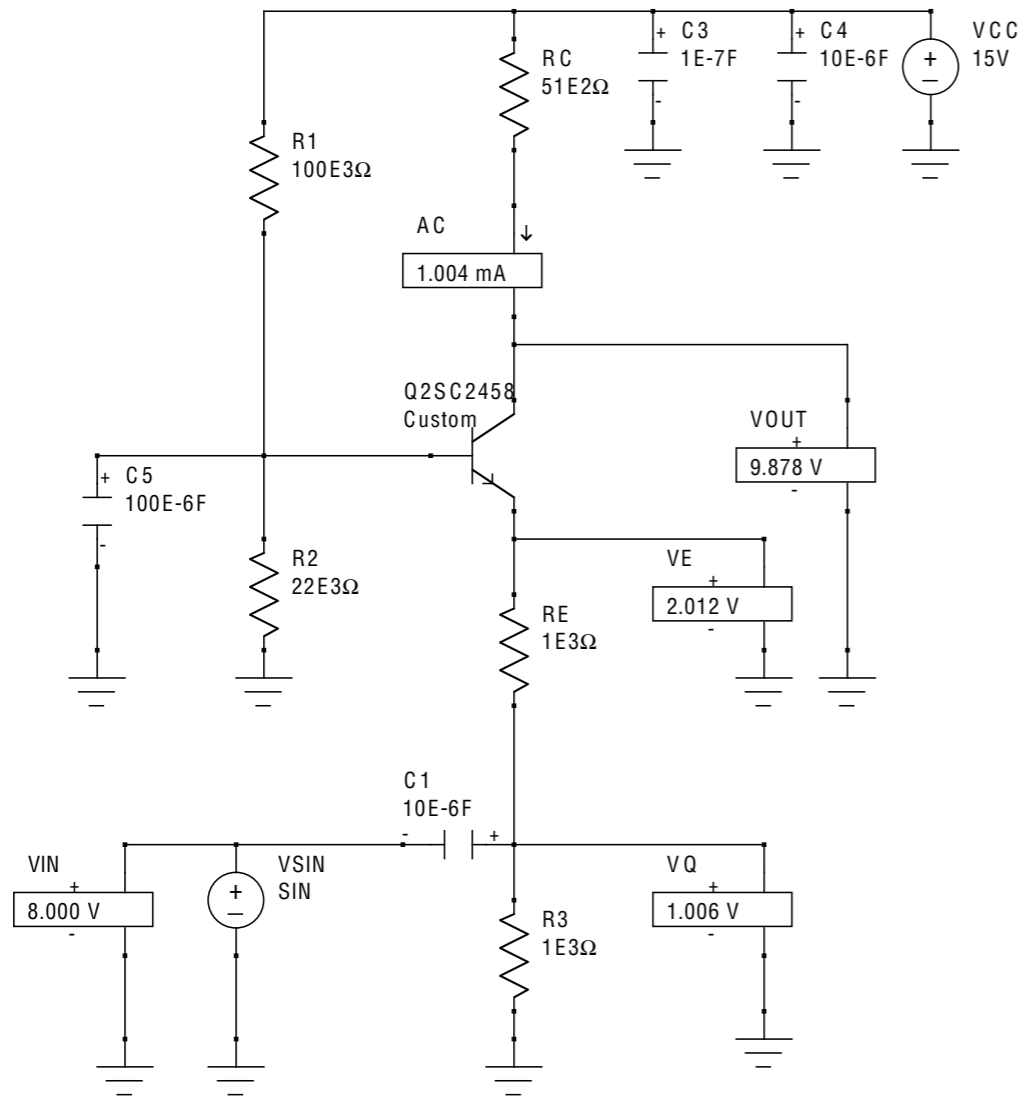


図 6.24: ベース接地増幅回路。

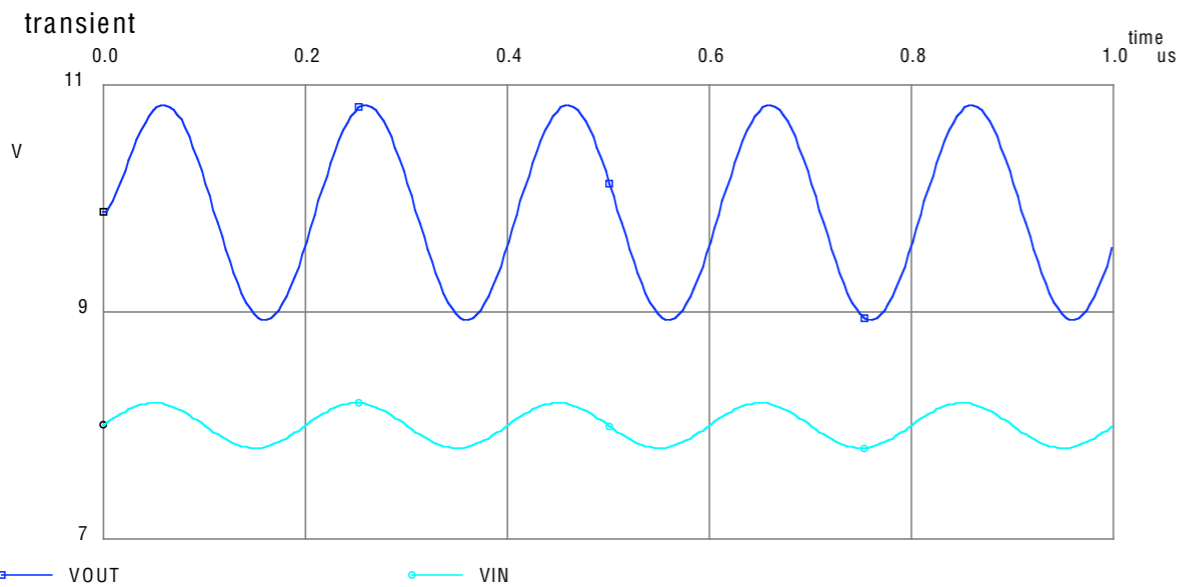


図 6.25: ベース接地増幅回路の動作。 V_{in} には 8V の DC オフセットが掛かっている。

6.3.3 カスコード接続増幅回路

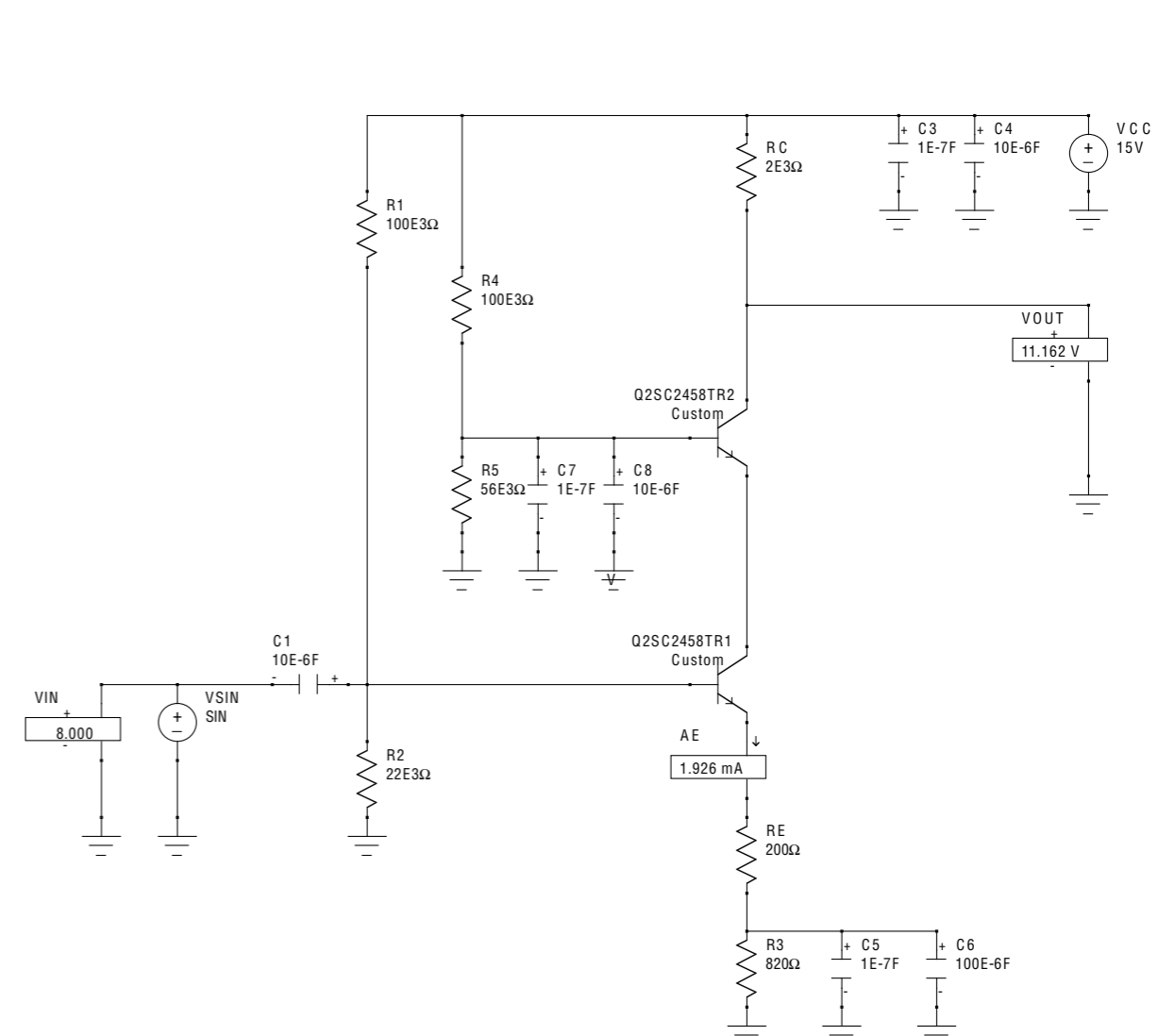


図 6.27: カスコード接続増幅回路。

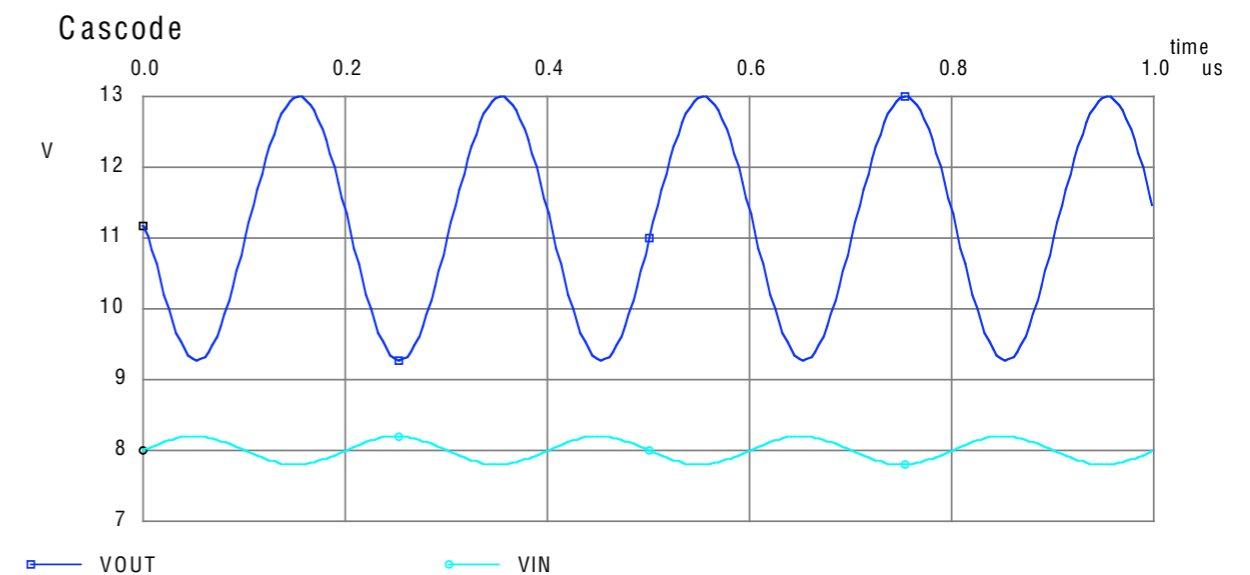


図 6.28: カスコード接続増幅回路の動作。 V_{in} には 8V の DC オフセットが掛かっている。