

图 2-2 BJT 的结构示意图、组成和电路符号

放大作用的内部条件：BJT 的三个区之间夹着两个 PN 结，中
 相反，两边的区掺杂极性相同但是并不对称。在制作 BJT 时应
 发射区的掺杂浓度高，基区的宽度非常薄且掺杂少，集电区

区结构



解 (1) 对于图 2-14 (a) 所示电路, 实际基极偏置电流 I_B 为

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 0.7}{100} = 0.043(\text{mA}) = 43(\mu\text{A})$$

而临界饱和时的基极偏置电流 I_{BS} 为:

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{\beta R_C} = \frac{5 - 0.7}{40 \times 2} = 0.054(\text{mA}) = 54(\mu\text{A})$$

由于 $I_B < I_{BS}$, 故三极管 VT 处在放大状态。

另外, 判断图 2-14 (a) 所示电路中三极管的工作状态是放大还是饱和, 通过直接比较电阻值 R_B 和 βR_C 来确定, 即 $R_B > \beta R_C$ 时, VT 为放大状态; $R_B < \beta R_C$ 时, VT 为饱和状态。

(2) 对图 2-14 (b) 所示电路的讨论, 应分为 $U_i = 0\text{V}$ 和 $U_i = 3\text{V}$ 两种情况。

①在 $U_i = 0\text{V}$ 时, 三极管的发射结无正向偏置, 故三极管 VT 处于截止状态。

②当 $U_i = 3\text{V}$ 时, 可根据电路求得实际 I_B , 即:

$$I_B = \frac{U_i - U_{BE}}{R_B} = \frac{3 - 0.7}{30} = 0.077(\text{mA}) = 77(\mu\text{A})$$

而临界饱和基极偏置电流 I_{BS} 为:

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{\beta R_C} = \frac{5 - 0.7}{35 \times 2.5} = 0.049(\text{mA}) = 49(\mu\text{A})$$

因 $I_B > I_{BS}$, 故图 2-14 (b) 所示电路中三极管 VT 处在饱和状态。



$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad (2-38)$$

(4) 在输出特性曲线的平面上, 作出输出直流负载线。作法为: 分别在 X 轴和 Y 轴上确定两个特殊点 \textcircled{M} ($V_{CC}, 0$) 和 \textcircled{N} ($0, V_{CC}/R_C$), 过 M 、 N 两点所作的直线即为输出直流负载线。 N M

(5) 输出直流负载线与 I_{BQ} 所确定的那条 BJT 输出特性曲线的交点, 就是 Q 点在输出特性上的体现, 从图上可读出 I_{CQ} 和 U_{CEQ} 值。其静态图解分析过程如图 2-22 所示。

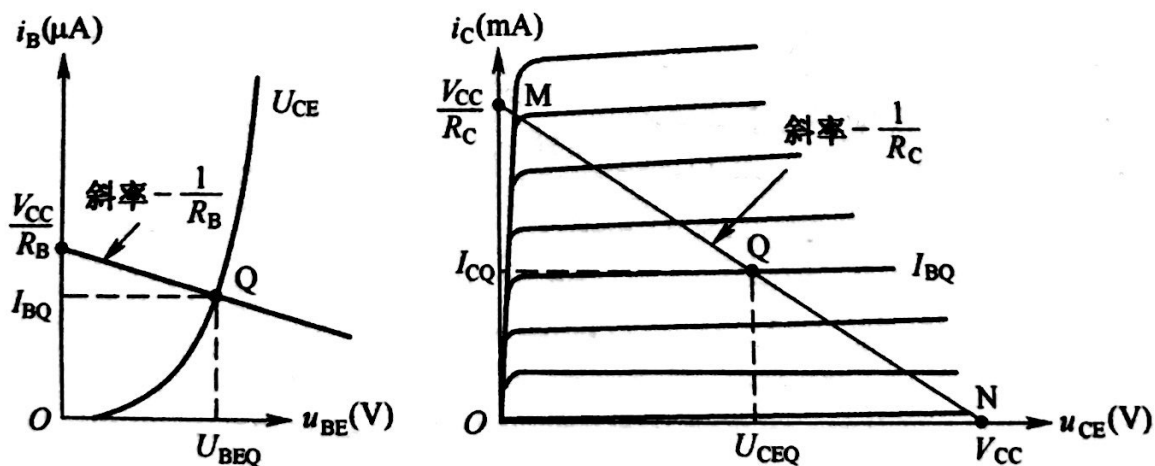


图 2-22 放大电路静态工作状态的图解分析



例 2-8 分压式偏置共射放大电路如图 2-33 (a) 所示, 假设晶体管的 $r_{bb'} = 100\Omega$ 。

(1) 进行静态和动态分析。

(2) 讨论当射极旁路电容 C_E 开路时, 会引起放大电路的哪些性能变化? 如何变化?

(3) 讨论信号源内阻对放大电路性能指标的影响。

解 (1) 静态分析。

方法一: 估算法。

估算法静态分析基于直流通路进行, 使用条件为 $I_{R_{B1}}$ 和 $I_{R_{B2}}$ $(5\sim 10)I_{BQ}$ 且 $V_{BQ} \geq (3\sim 5)U_{BEQ}$, 图 2-33 (a) 所示放大电路的直流通路

(b) 所示。静态分析过程如下:

①对输入回路列方程求 I_{CQ} :

$$V_{BQ} \approx \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC} = 2.5V \text{ 和 } I_{EQ} = \frac{V_{BQ} - U_{BEQ}}{R_E + r_E} \approx 1.15mA$$

故:

$$I_{CQ} \approx I_{EQ} = 1.15mA$$



当 $f \ll f_H$ 时, $|\dot{A}_u| = 1$, 这是电压放大倍数的最大值, 会下降; 当 $f = f_H$ 时, $|\dot{A}_u| = 0.707$, 这时的电压放大倍数倍, 这个频率被称为 RC 低通电路的“上限截止频率”。若电压放大倍数会很快衰减。由式 (2-77) 可知, 上限截止的时间常数 $\tau = RC$ 来决定。

上

表 2-5 不同频率下 RC 低通电路频率响应的



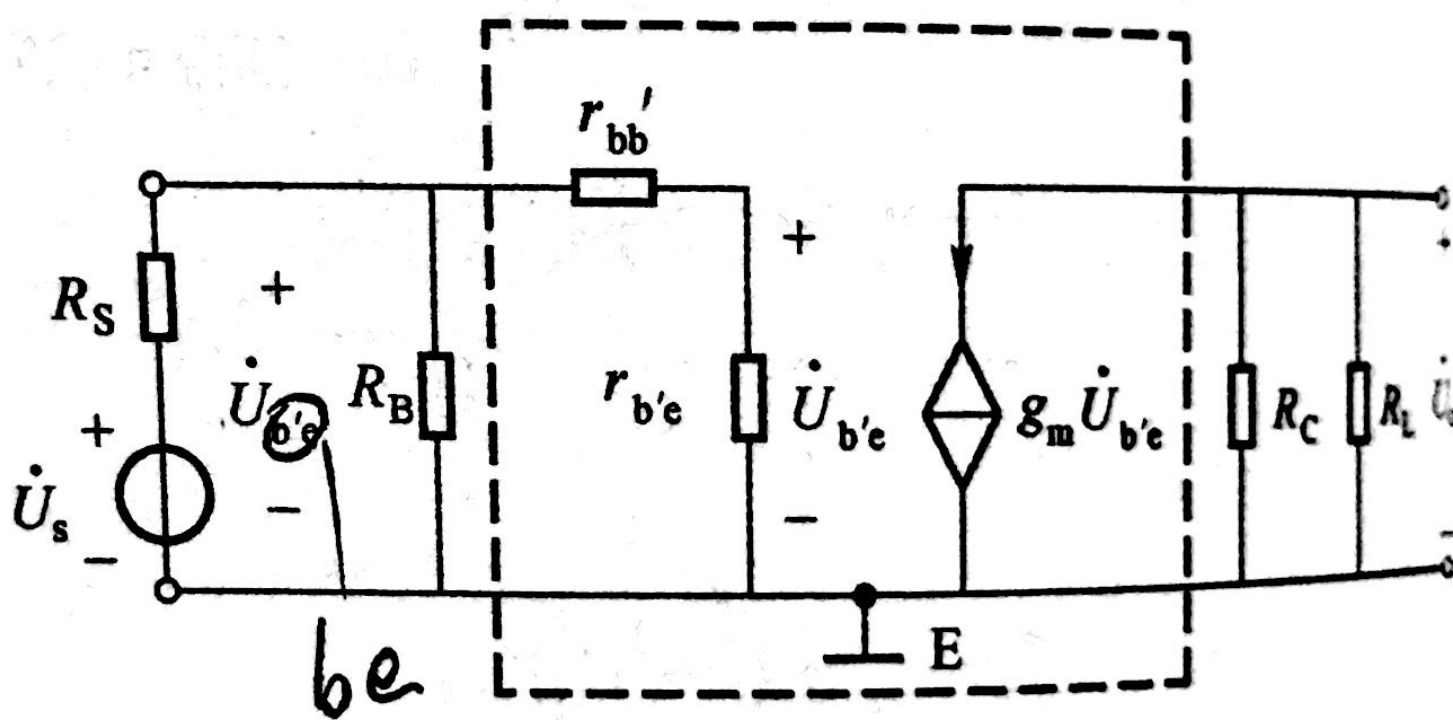
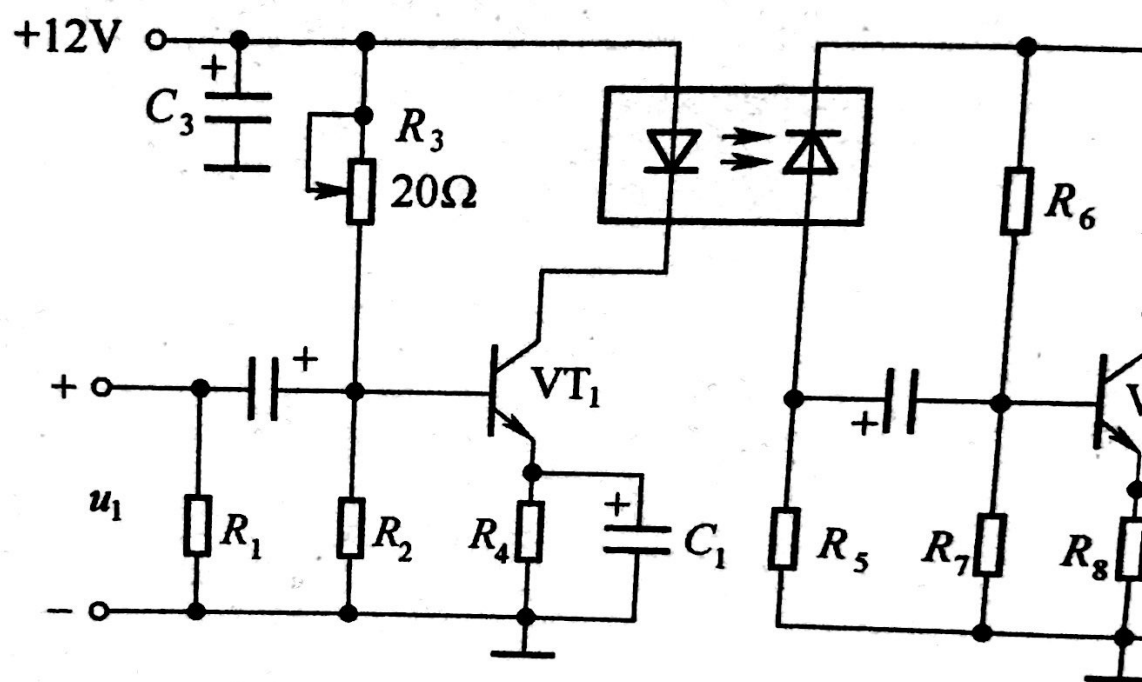


图 2-45 阻容耦合共射放大电路的中频段等效电路





(c) 光耦应用电路——电视机视频放大器

图 2-53 光电耦合器

电视机视频放大部分的电路如图 2-53 (c) 所示。为 75Ω 的同轴电缆送到输入端，调整 R_1 使传输电缆与输入端匹配，视频信号经 VT_1 放大后去驱动发光二极管，经光电耦合器耦合到输出端。



$R_{B1}=5.1k\Omega$, $R_{B2}=20k\Omega$, $R_{B3}=51k\Omega$, $R_E=2k\Omega$, $R_L=2k\Omega$ 。晶体管

输出器的输入电阻。

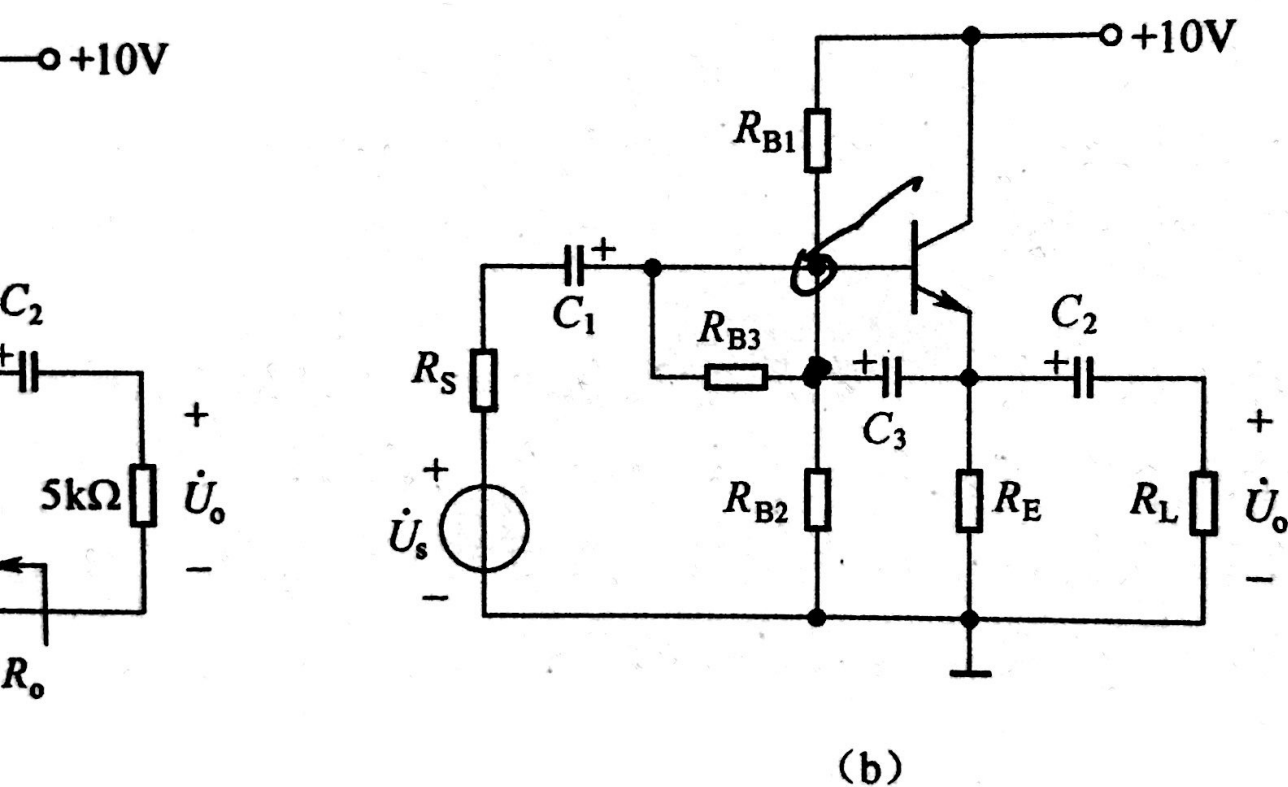


图 2-68 习题 2.18 图

