

# 第8章 低频功率放大电路

## 习 题 8

8.1 由于功率放大电路中的晶体管常处于接近极限工作的状态，因此，在选择晶体管时必须特别注意哪3个参数？

**解：**最大集电极电流  $I_{CM}$ 、最大集电结耗散功率  $P_{CM}$  和反向击穿电压  $U_{(BR)CEO}$

8.2 乙类互补对称功率放大电路的效率在理想情况下可以达到多少？

**解：** $\pi/4=78.5\%$

8.3 一双电源互补对称功率放大电路如图 8.1 所示，设  $V_{CC}=12V$ ， $R_L=16\Omega$ ， $u_i$  为正弦波。求：

(1) 在晶体管的饱和压降  $U_{CES}$  可以忽略的情况下，负载上可以得到的最大输出功率  $P_{om}$ ；(2) 每个晶体管的耐压  $|U_{(BR)CEO}|$  应大于多少；(3) 这种电路会产生何种失真，为改善上述失真，应在电路中采取什么措施。

**解：**(1)  $P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = \frac{12^2}{2 \times 16} = 4.5(W)$ ，(2)  $|U_{(BR)CEO}| \geq 2V_{CC} = 24(V)$

(3) 会产生交越失真，工作于甲乙类工作状态可以消除这种失真。

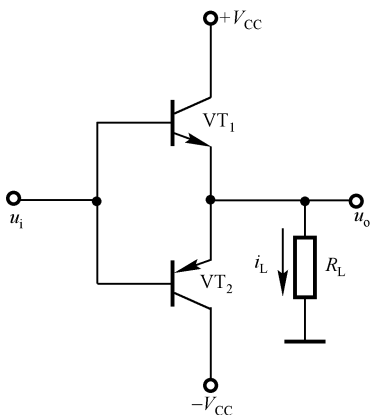


图 8.1 习题 8.3 电路图

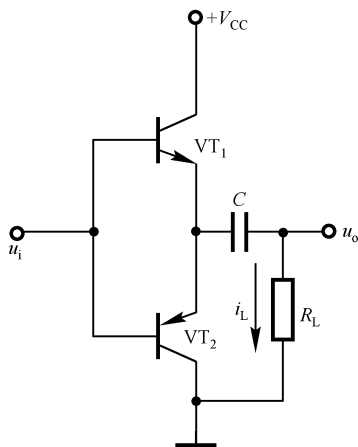


图 8.2 习题 8.4 电路图

8.4 一个单电源互补对称功放电路如图 8.2 所示, 设  $V_{CC} = 12\text{V}$ ,  $R_L = 8\Omega$ ,  $C$  的电容量很大,  $u_i$

为正弦波, 在忽略晶体管饱和压降  $U_{CES}$  的情况下, 试求该电路的最大输出功率  $P_{om}$ 。

解: 
$$P_{om} = \frac{(V_{CC}/2 - U_{CES})^2}{2R_L} = \frac{6^2}{2 \times 8} = 2.25(\text{W})$$

8.5 在图 8.3 所示的电路中, 已知  $V_{CC} = 16\text{V}$ ,  $R_L = 4\Omega$ ,  $u_i$  为正弦波, 输入电压足够大, 在忽略晶体管饱和压降  $U_{CES}$  的情况下, 试求: (1) 最大输出功率  $P_{om}$ ; (2) 晶体管的最大管耗  $P_{CM}$ ; (3) 若晶体管饱和压降  $U_{CES} = 1\text{V}$ , 最大输出功率  $P_{om}$  和  $\eta$ 。

解: (1) 
$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = \frac{16^2}{2 \times 4} = 32(\text{W})$$

(2) 
$$P_{CM} \geq 0.2P_{om} = 6.4(\text{W})$$

(3) 
$$P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = \frac{15^2}{2 \times 4} = 28.1(\text{W}), \quad \eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U_{om}}{V_{CC}} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{16-1}{16} = 73.6\%$$

8.6 在图 8.4 所示单电源互补对称电路中, 已知  $V_{CC} = 24\text{V}$ ,  $R_L = 8\Omega$ , 流过负载电阻的电流为  $i_o = 0.5\cos\omega t(\text{A})$ 。求: (1) 负载上所能得到的功率  $P_o$ ; (2) 电源供给的功率  $P_V$ 。

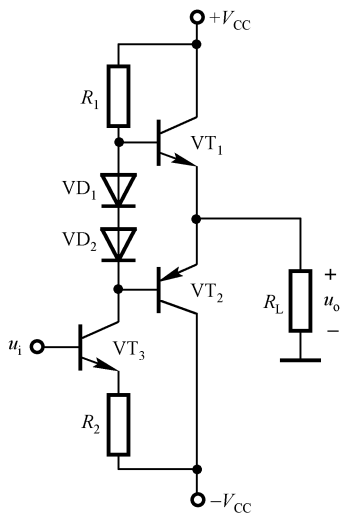


图 8.3 习题 8.5 电路图

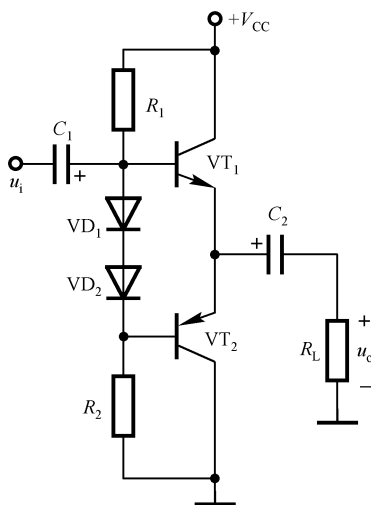


图 8.4 习题 8.6 电路图

解:  $P_o = \left( \frac{0.5}{\sqrt{2}} \right)^2 \times 8 = 1(\text{W})$

$$P_V = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\frac{V_{CC}}{2} \times U_{om}}{R_L} = \frac{1}{\pi} \cdot V_{CC} \times I_{cm} = \frac{1}{\pi} \times 24 \times 0.5 = 3.82(\text{W})$$

8.7 在图8.5所示的互补对称电路中, 已知  $V_{CC} = 6\text{V}$ ,  $R_L = 8\Omega$ , 假设三极管的饱和管压降  $U_{CES} = 1\text{V}$ ,

- (1) 估算电路的最大输出功率  $P_{om}$ ;
- (2) 估算电路中直流电源消耗的功率  $P_V$  和效率  $\eta$ 。
- (3) 估算三极管的最大功耗;
- (4) 估算流过三极管的最大集电极电流;
- (5) 估算三极管集电极和发射极之间承受的最大电压;
- (6) 为了在负载上得到最大功率  $P_{om}$ , 输入端应加上的正弦波电压有效值大约等于多少?
- (7) 比较(a)和(b)的估算结果。

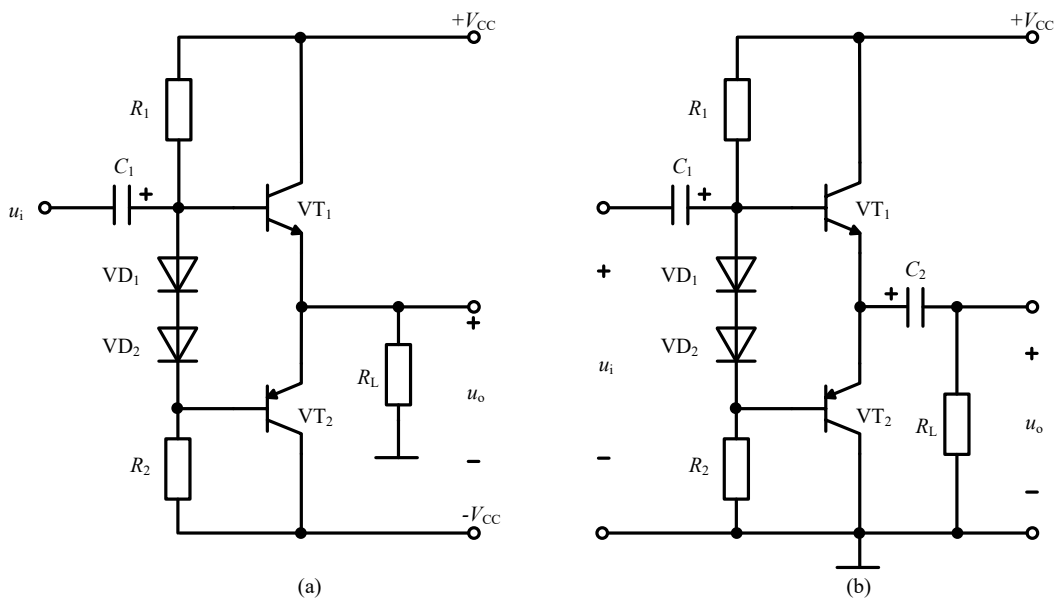


图8.5 习题8.7 电路图

解: (a)  $P_{om} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = 1.56(W)$  (b)  $P_{om} = \frac{(\frac{V_{CC}}{2} - U_{CES})^2}{2R_L} = 0.25(W)$

$P_V = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{V_{CC} \cdot U_{om}}{R_L} = 2.39(W)$   $P_V = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\frac{V_{CC}}{2} \cdot U_{om}}{R_L} = 0.477(W)$

$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U_{om}}{V_{CC}} = 65.4\%$   $\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U_{om}}{V_{CC}/2} = 52.4\%$

$P_{CM} \geq 0.2P_{om} = 0.312(W)$   $P_{CM} \geq 0.2P_{om} = 0.05(W)$

$I_{CM} \geq \frac{U_{CC}}{R_L} = 0.75(mA)$   $I_{CM} \geq \frac{U_{CC}/2}{R_L} = 0.38(mA)$

$U_{(BR)CEO} \geq 2V_{CC} = 12(V)$   $U_{(BR)CEO} \geq V_{CC} = 6(V)$

$U_i \approx U_o = \frac{(V_{CC} - U_{CES})}{\sqrt{2}} = 3.54(V)$   $U_i \approx U_o = \frac{(V_{CC}/2 - U_{CES})}{\sqrt{2}} = 1.414(V)$

8.8 在图 8.6 中哪些接法可以构成复合管? 哪些等效为 NPN 管? 哪些等效为 PNP 管?

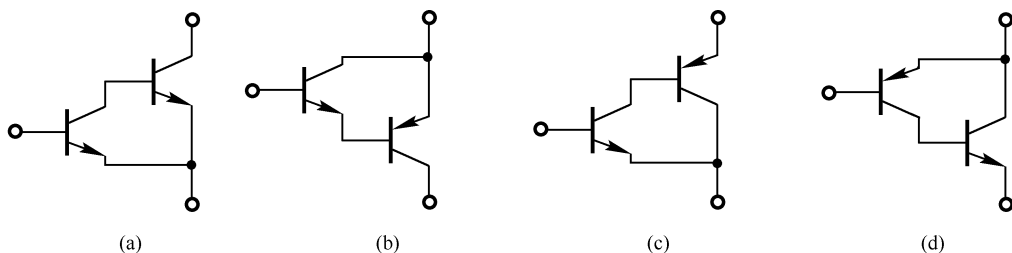


图 8.6 习题 8.8 电路图

解: (a) 不能 (b) 不能 (c) 能 NPN (d) 能 PNP

8.9 图 8.7 所示电路中, 三极管  $\beta_1 = \beta_2 = 50$ ,  $U_{BE1} = U_{BE2} = 0.6V$ 。(1) 求静态时, 复合管的  $I_C$ 、 $I_B$ 、 $U_{CE}$ ;

(2) 说明复合管属于何种类型的三极管;

(3) 求复合管的  $\beta$ 。

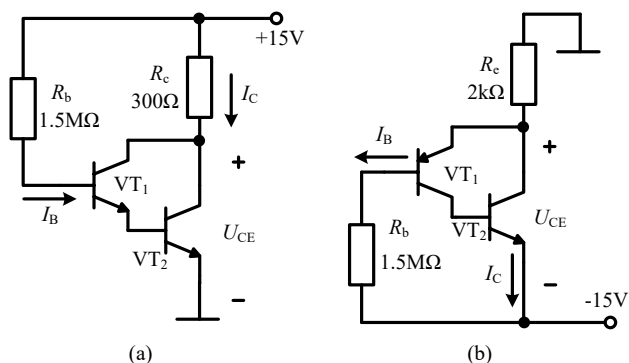


图 8.7 习题 8.9 电路图

解: (a)  $I_{BQ} = \frac{15 - 0.6 - 0.6}{1.5} = 9.2(\mu A)$

$$I_{CQ} = I_{CQ1} + I_{CQ2} = \beta_1 I_{BQ} + (1 + \beta_1) \beta_2 I_{BQ} = 23.92(mA)$$

$$U_{CEQ} = 15 - I_{CQ} \cdot R_c = 15 - 23.92 \times 0.3 = 7.824(V)$$

$$\beta \approx \beta_1 \cdot \beta_2 = 2500 \quad \text{相当于 NPN}$$

(b)  $I_{BQ} = \frac{15 - 0.6}{R_b + [1 + \beta_1 + \beta_1 \beta_2] R_c} = 2.18(\mu A)$

$$I_{CQ} = I_{EQ2} = (1 + \beta_2) \beta_1 I_{BQ} = 5.56(mA)$$

$$U_{CEQ} = 15 - I_{EQ} \cdot R_c = 15 - (5.56 + 0.00218) \times 2 = 3.88(V)$$

$$\beta \approx \beta_1 \cdot \beta_2 = 2500 \quad \text{相当于 PNP}$$

8.10 一个用集成功率放大器 LM384 组成的功率放大电路如图 8.8 所示, 已知电路在通带内的电压增益为 40dB, 在  $R_L=8\Omega$  时的最大输出电压(峰—峰值)可达 18V。求当  $u_i$  为正弦信号时, (1) 最大不失真输出功率  $P_{OM}$ ; (2) 输出功率最大时输入电压有效值。

解: (1)  $P_{OM} = \left(\frac{\frac{18}{\sqrt{2}}}{2}\right)^2 / R_L = \frac{1}{2} \times \frac{9^2}{8} = 5.01(W)$

(2)  $A_{uf} = 100, U_i = \frac{9/\sqrt{2}}{100} = 64(mV)$

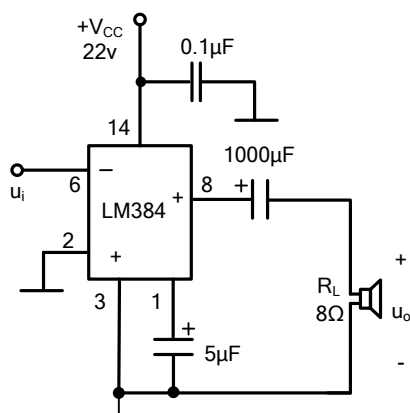


图 8.8 习题 8.10 电路图

8.11 在图 8.4.3(b)所示 TDA2030 双电源接法的电路中，电路的电压增益为多少分贝。

解: 
$$A_{uf} = 1 + \frac{R_3}{R_2} = 1 + \frac{22}{0.68} = 33.35$$

$$A_{uf}(\text{dB}) = 20 \log 33.35 = 30.5(\text{dB})$$