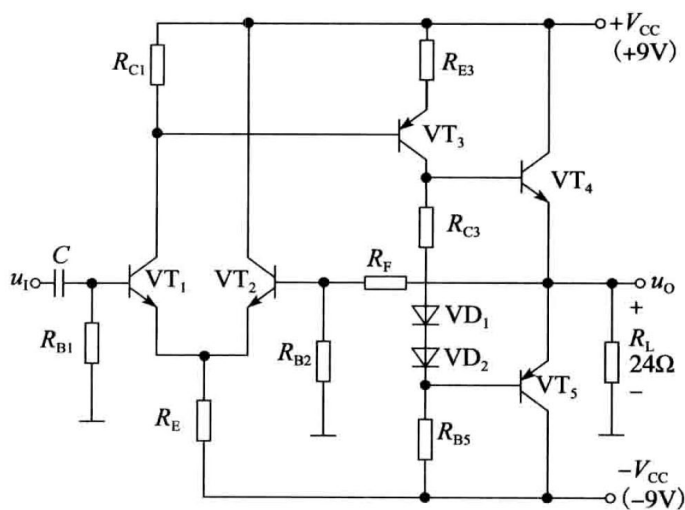


习题 9.4

OCL 互补电路及元件参数如题 9.4 图所示，

- 1) 指出电路中的级间反馈通路，并判断反馈为何种组态？
- 2) 若 $R_F = 100\text{k}\Omega$ ， $R_{B2} = 2\text{k}\Omega$ ，估算电路在深度反馈时的闭环电压放大倍数。
- 3) 求电路的最大不失真输出功率。
- 4) 在条件同②的情况下，当负载 R_L 上获得最大不失真输出功率时，输入 u_i 的有效值约为多大？

设 VT_4 、 VT_5 的饱和压降 $U_{CE(sat)} \approx 1\text{V}$ 。试回答：



题 9.4 图

该电路由三级电路组合而成。

输入级采用差分电路形式，由 VT_1 和 VT_2 构成单端输入单端输出的差分电路。

经过第二级由 VT_3 构成的共射放大电路，进一步提高电压放大倍数和电压驱动能力。

通过 VT_4 和 VT_5 构成互补对称推挽功放电路，输出足够大的电压、电流和功率。

① 电路中存在反馈。

由输出电压通过 R_F 及 R_{B2} 反馈到输入端。由反馈组态判断方法可知，该反馈是电压串联负反馈。

$$\textcircled{2} \quad F = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_F}$$

$$\dot{A}_{uf} = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_F}{R_{B2}} = 1 + \frac{100}{2} = 51$$

③ 由互补功放电路性质可知

$$U_{om} = V_{cc} - V_{ces}, \quad I_{om} = U_{om} / R_L = V_{cc} / R_L$$

$$P_{omax} = \frac{U_{om}}{\sqrt{2}} \frac{I_{om}}{\sqrt{2}} = \frac{(V_{cc} - V_{ces})^2}{2R_L} = \frac{8^2}{2 \times 24} = 1.33 \text{ W}$$

$$\textcircled{4} \quad \dot{A}_{uf} = \frac{u_o}{u_i} = \frac{U_{om}}{U_{im}}$$

$$U_{im} = \frac{U_{om}}{\dot{A}_{uf}} = \frac{V_{cc} - V_{ces}}{\dot{A}_{uf}} = \frac{9 - 1}{51} = 0.157 \text{ V}$$

$$U_i = \frac{U_{im}}{\sqrt{2}} = 0.111 \text{ V} = 111 \text{ mV}$$

问题：差分输入端线性区输入条件是否满足？

$$|V_{id}| < 3V_T \quad (78 \text{ mV})$$

9.5 电路如图题 9.5 所示，已知 T_1 和 T_2 的饱和管压降 $|U_{CES}| = 2V$ ，直流功耗可忽略不计。

回答下列问题：

(1) R_3 、 R_4 和 T_3 的作用是什么？

(2) 负载上可能获得的最大输出功率 P_{om} 和电路的转换效率 η 各为多少？

(3) 设最大输入电压的有效值为 $1V$ 。为了使电路的最大不失真输出电压的峰值达到 $16V$ ，电阻 R_6 至少应取多少千欧？

(1) 消除交越失真。

(2) 最大输出功率和效率分别为

$$P_{om} = \frac{1}{2} \frac{U_{om}^2}{R_L} = \frac{1}{2} \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{R_L}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{(18 - 2)^2}{8} = 16W$$

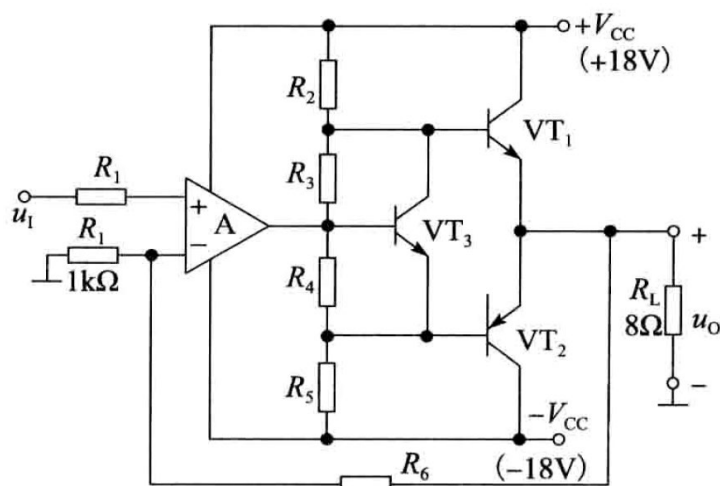
$$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}} \approx 69.8\%$$

(3) 电压放大倍数为

$$\dot{A}_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{U_{omax} / \sqrt{2}}{U_i} = \frac{16}{\sqrt{2}} \approx 11.3$$

$$\dot{A}_u = 1 + \frac{R_6}{R_1} \approx 11.3$$

$R_1 = 1k\Omega$ ，故 R_6 至少应取 $10.3k\Omega$ ，至少为 $11k\Omega$ 。



题 9.5 图

9.6 一互补推挽式 OTL 电路如题图题 9.6 所示，设其最大不失真功率为 8.25W ，晶体管饱和压降及静态功耗可以忽略不计。

① 电源电压 V_{CC} 至少应取多大？

② T_2 、 T_3 管的 P_{CM} 至少应选多大？

③ 若输出波形出现交越失真，应调节哪个电阻？

④ 若输出波形出现一边有小的削峰失真，应调节哪个电阻来消除？

① 图示电路是一单电源 OTL 电路。

忽略 U_{CES} 及静态功耗时

$$U_{omax} = V_{cc} / 2, \quad I_{omax} = U_{omax} / R_L$$

$$P_{omax} = \frac{U_{omax}}{\sqrt{2}} \frac{I_{omax}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{cc}^2}{8R_L}$$

$$V_{cc} = \sqrt{8R_L P_{omax}} = \sqrt{8 \times 8 \times 8.25} = 23.0\text{V}$$

取 $V_{cc} = 24\text{V}$

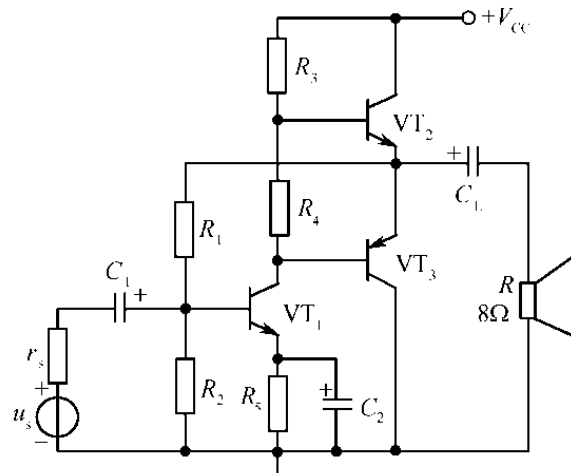
②

$$P_{T1max} = P_{T2max} = 0.2P_{omax} = 0.2 \times 8.25 = 1.65\text{W}$$

$$P_{CM} > 1.65\text{W}$$

③ 交越失真表明， V_{T2} 和 V_{T3} 管的工作点偏低。

可适当增大电阻 R_4 ，使 R_4 两端压降增大，以使 V_{T2} 和 V_{T3} 管的 U_{BE} 值加大，从而消除交越失真。



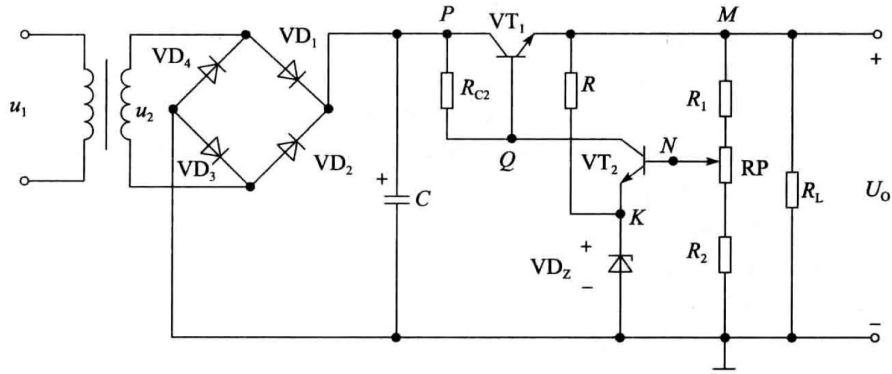
图题 9.6

④ 输出波形出现一边有小的削峰失真，说明输出没有保证对称的动态范围，即 V_{T2} 和 V_{T3} 的发射极没有处于中点电压 $V_{cc}/2$ 。

调节电阻 R_1 (或 R_2)，改变 V_{T1} 管的工作点电流，使电阻 R_3 上的压降发生改变，以调整输出端的电位。一般保证 V_{T2} 和 V_{T3} 管的静态电位为电源电压的一半 (即中点电位)，以保证输出达到最大动态范围。

题 9.14 具有整流滤波和放大环节的稳压电路如题 9.14 图所示。

- 1) 分析电路中各个元件的作用, 从反馈放大电路的角度来看哪个是输入量? VT_1 、 VT_2 各起什么作用? 反馈是如何形成的?
- 2) 若 $U_P = 24V$, 稳压管稳压值 $U_Z = 5.3V$, 晶体管 $U_{BE} \approx 0.7V$, $U_{CES} \approx 2V$, $R_1 = R_2 = R_W = 300\Omega$, 试计算 U_O 的可调范围;
- 3) 试计算变压器二次绕组的电压有效值大约是多少?
- 4) 若 R_1 改为 600Ω , 你认为调节 R_W 时能输出的 U_O 最大值是多少?



题 9.14 图

① 该电路是典型的线性稳压电路。

交流电源电压经变压器降压后, 由 $VD_1 \sim VD_4$ 构成的桥式整流电路进行整流, 得到单向脉动分量。

由电容 C 构成电源滤波电路, 滤除谐波分量, 维持整流后地脉动分量中的平均值。该平均分量为线性稳压电路的输入电压。

R 和 VD_Z 构成简单的稳压管稳压电路, 给误差比较放大管 VT_2 提供一个稳定的参考电压。

将 N 点电压和参考电压经由 VT_2 比较放大后, 控制调整 VT_1 管的压降, 从而保证输出电压稳定。

从反馈角度分析, 可以将 K 点作为信号输入端, N 点作为信号反馈端。当某种因素使得输出电压变低, 即 M 点电压下降时, u_N 下降。因为 u_K 不变, u_{NK} 变小, 即 u_{BE} 变小, u_Q 上升, 通过调整管使 u_M 上升, 完成反馈作用。

R_1 、 R_2 、 R_P 构成取样电路, 使得 N 点能反映输出电压值的变化。

② 设 R_P 的下半部电压为 R'_P

$$\begin{cases} U_N = \frac{R'_P + R_2}{R_1 + R_2 + R_P} U_O \\ U_N = U_Z + U_{BE} \end{cases}$$

$$U_O = \frac{R_1 + R_2 + R_P}{R'_P + R_2} (U_Z + U_{BE})$$

当 $R'_P = R_P$ 时

$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_2 + R_P}{R_P + R_2} (U_Z + U_{BE}) = \frac{3}{2} \times 6 = 9V$$

当 $R'_P = 0$ 时

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_2 + R_P}{R_2} (U_Z + U_{BE}) = 3 \times 6 = 18V$$

因为 $U_P = 24V$, $U_{CES} = 2V$

所以能保证在 $U_O = U_{Omax}$ 时, VT_1 仍工作在线性区。

③ 由桥式整流和电容滤波电路特性可知

一般 $U_P = 1.1 \sim 1.2 U_2$ 。取 $U_P = 1.2 U_2$, 则

$$U_2 = \frac{U_P}{1.2} = \frac{24}{1.2} = 20V$$

④ 利用放大器输入端虚短

$$\begin{aligned} U_{Omax} &= \frac{R_1 + R_2 + R_P}{R_2} (U_Z + U_{BE}) \\ &= \frac{600 + 300 + 300}{300} \times (5.3 + 0.7) \\ &= 24V \end{aligned}$$

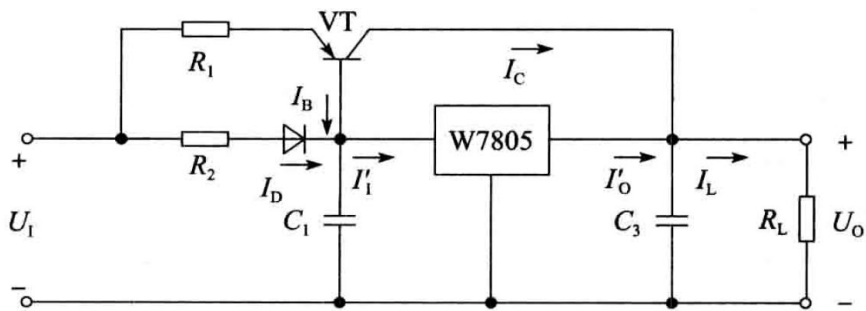
而 $U_P = 24V$, $U_{CES} = 2V$

为保证 VT_1 工作在线性区,

$$U_{Omax} = U_P - U_{CES} = 22V$$

所以 U_O 的最大值只能到 $22V$ 。

题 9.15 电路如题 9.15 图所示, 设 $I'_1 \approx I'_o = 1.5\text{A}$, 晶体管 VT 的 $U_{BE} \approx U_D$, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $I_D \gg I_B$ 。求解负载电流 I_L 与 I'_o 的关系式。



题 9.15 图

解: 因为

$$U_{BE} = U_D$$

所以 R_1 与 R_2 上的电压降相等, 因此流过它们的电流有比例关系,

$$I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2$$

$$I_c \approx I_{R1} = I_{R2} \frac{R_2}{R_1} = 2I_{R2} \approx 2I'_o = 2 \times 1.5\text{A} = 3\text{A}$$

$$I_L = I_c + I'_o = 4.5\text{A}$$

这是一个驱动电流扩展电路。