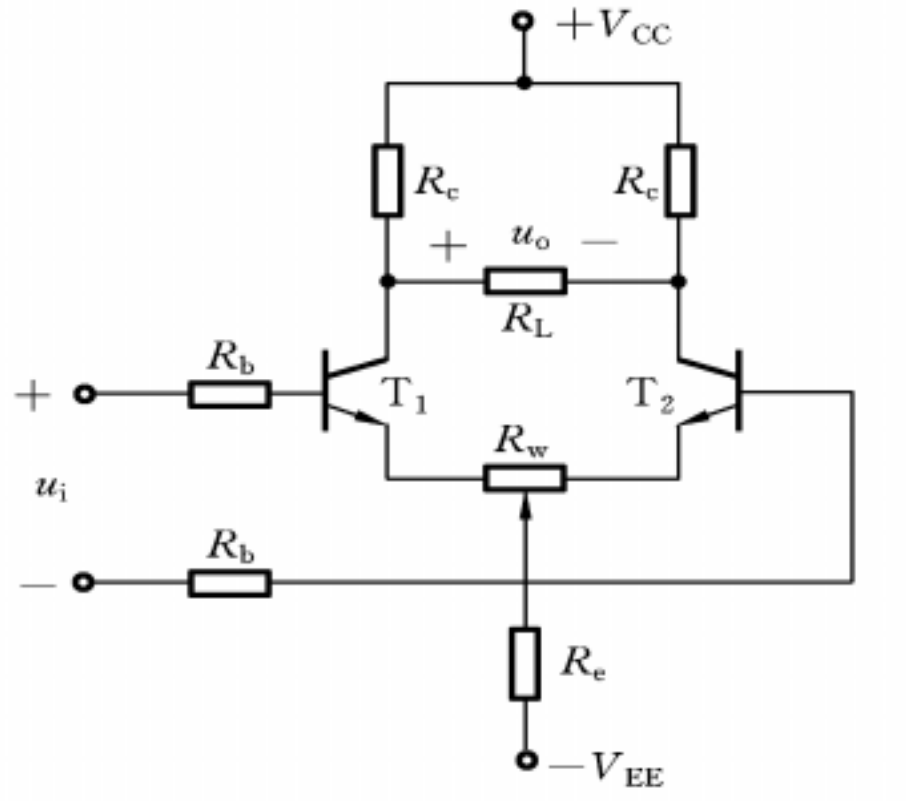
第八章作业解答

8.3 差动放大电路如下图所示，已知 $V_{CC}=V_{EE}=12V$，$R_b=1k\Omega$，$R_c=12k\Omega$，$R_L=36k\Omega$，$R_e=11.3k\Omega$，$R_w=200\Omega$，$\beta_1=\beta_2=60$，$r_{bb'}=300\Omega$，$U_{BE}=0.7V$。

（1）估算静态工作点 Q（I_{BQ}、I_{CQ}、U_{CEQ}）；
（2）估算差模电压放大倍数 A_{ud} ；
（3）估算差模输入电阻 R_{id} 和输出电阻 R_o 。



解：（**1**）静态时，$U_{BQ}\approx 0$，$U_{EQ}=-U_{BE}=-0.7V$ ，

由方程 $I_{EQ}\times(0.5R_w)+2I_{EQ}\times R_e=U_{EQ}-(-V_{EE})$ 解得：

$$I_{EQ}=\frac{12-0.7}{0.1+2\times 11.3}\approx 0.5mA$$

$$I_{CQ}\approx I_{EQ}\approx 0.5mA$$

$$I_{BQ}=\frac{I_{CQ}}{\beta}=8.3\mu A$$

$$U_{CEQ}=12-I_{CQ}\times R_C-U_{EQ}=12-0.5\times 12+0.7=6.7\mathbf{V}$$

（**2**）

$$r_{be}=r_{bb'}+(1+\beta)\frac{26mV}{I_{EQ}}=300+61\times\frac{26}{0.5}=3.47\mathbf{k}\Omega$$

$$A_{ud}=-\frac{\beta(R_C\,//\,0.5R_L)}{R_b+r_{be}+(1+\beta)\times 0.5R_w}=-\frac{60(12\,//\,18)}{1+3.47+61\times 0.1}=-40.87$$

（**3**）

$$R_{id}=2\times[R_b+r_{be}+(1+\beta)\times 0.5R_W]=2\times(1+3.47+61\times 0.1)=21.14\mathbf{k}\Omega$$

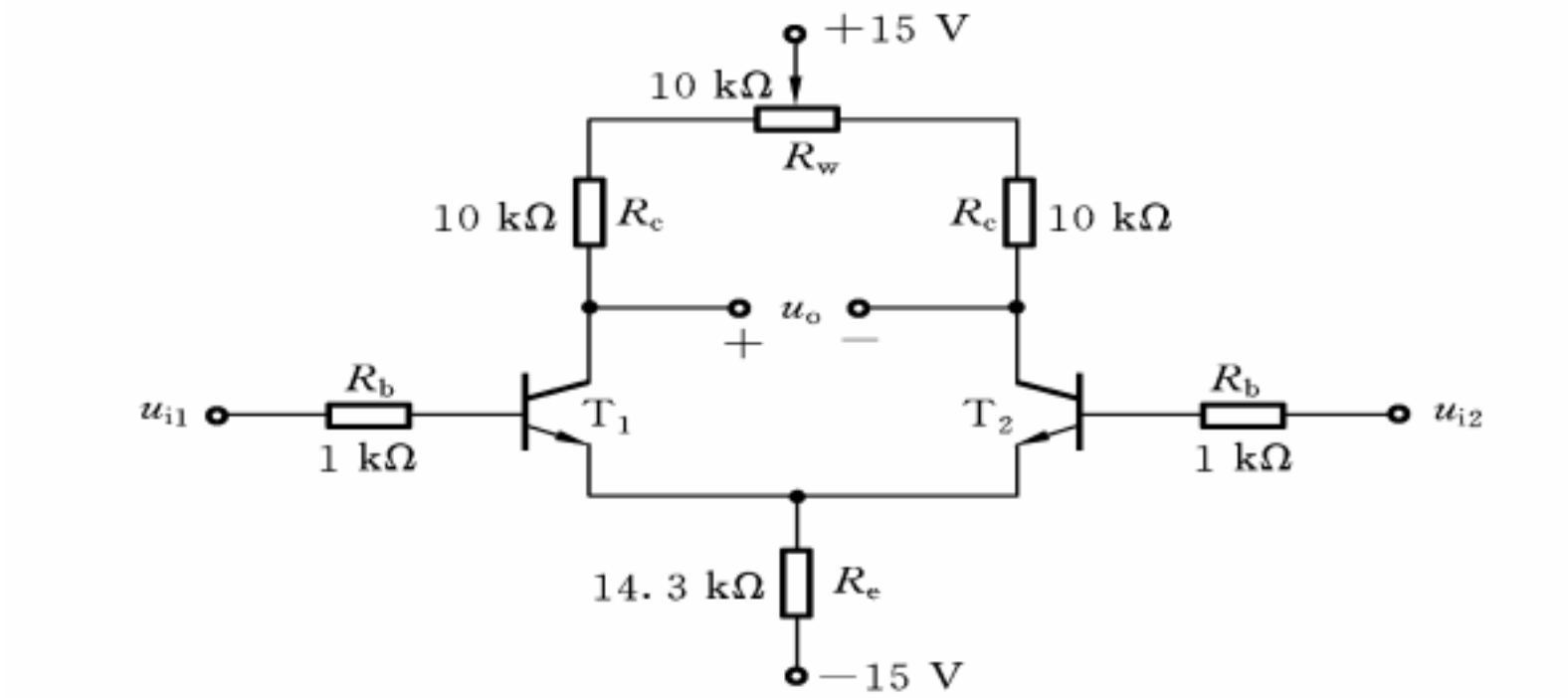
$$R_o=2\times R_C=24\mathbf{k}\Omega$$

8.4 具有集电极调零电位器 R_w 的放大电路如下图所示，设电路参数完全对称，$\beta=50$，$r_{be}=2.8\mathbf{k}\Omega$，当 R_w 动端置于中点位置时，试计算：

（1）差模电压增益 A_{ud} ；

（2）差模输入电阻 R_{id} 和输出电阻 R_o ；

（3）若从 T_1 管集电极单端输出时，求差模电压增益 A_{ud}、共模电压增益 A_{uc} 和 K_{CMR} 。



解：（**1**） $A_{ud} = -\dfrac{\beta(R_C + 0.5R_w)}{R_b + r_{be}} = -\dfrac{50\times 15}{1+2.8} = -197.4$

（**2**） $R_{id} = 2\times(R_b + r_{be}) = 2\times(1+2.8) = 7.6\mathbf{k}\Omega$

$R_o = 2\times(R_C + 0.5R_w) = 30\mathbf{k}\Omega$

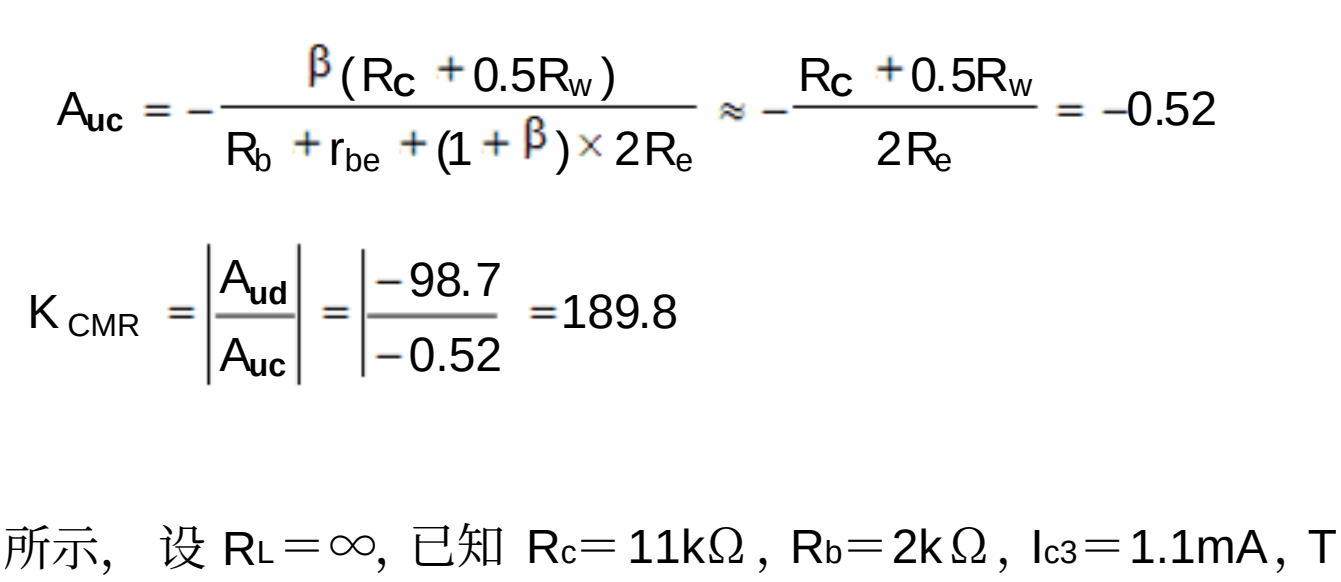
（**3**）在未接负载时，单端输出的差模放大倍数是双端输出时的一半：

$$A_{ud} = \frac{-197.4}{2} = -98.7$$

$$A_{uc} = -\frac{\beta(R_C + 0.5R_w)}{R_b + r_{be} + (1+\beta)\times 2R_e} \approx -\frac{R_C + 0.5R_w}{2R_e} = -0.52$$

$$K_{CMR} = \left|\frac{A_{ud}}{A_{uc}}\right| = \left|\frac{-98.7}{-0.52}\right| = 189.8$$

8.6 电路如下图所示， 设 $R_L = \infty$, 已知 $R_c = 11k\Omega$，$R_b = 2k\Omega$，$I_{c3} = 1.1mA$，T_1、T_2 管的 $\beta = 60$，$r_{bb}' = 300\Omega$，输入电压 $u_{s1} = 1V$，$u_{s2} = 1.01V$，试求双端输出时的 u_{od} 和从 T_1 单端输出时的 u_{od}'（设理想恒流源使单端共模输出电压为零） 。



解：$I_{EQ}=\frac{I_{C3}}{2}=0.55mA$

$$r_{be}=r_{bb'}+(1+\beta)\frac{26mV}{I_{EQ}}=300+61\times\frac{26}{0.55}=3.18k\Omega$$

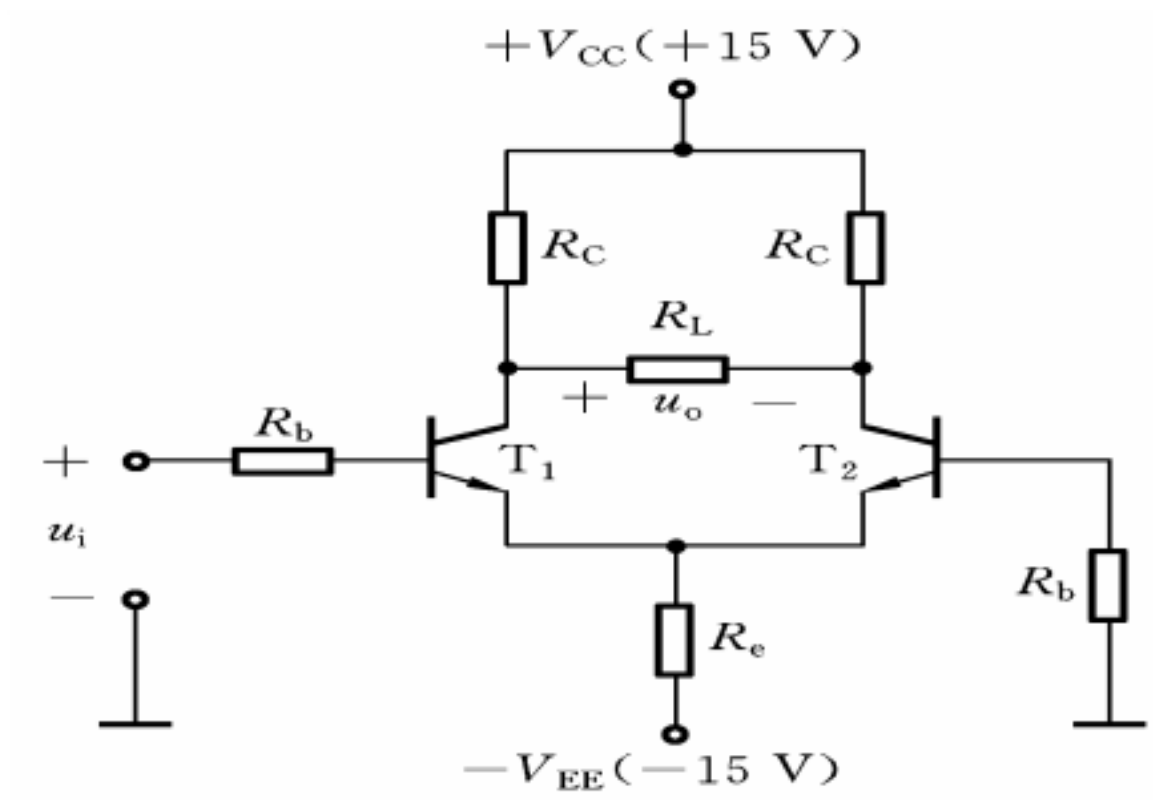
双端输出时 $A_{ud}=-\frac{\beta(R_C//0.5R_L)}{R_b+r_{be}}=-\frac{60\times11}{2+3.18}=-127.4$

$$u_{od}=A_{ud}\times u_{id}=A_{ud}\times(u_{s1}-u_{s2})=-127.4\times(1-1.01)=1.274V$$

在 $R_L=\infty$时，单端输出的差模放大倍数是双端输出时的一半，　因此差模输出电压也只有一半：　$u'_{od}=0.5u_{od}=0.5\times1.274=0.637V$

8. 8 单入双出差动放大电路如下图所示，已知　$V_{CC}=V_{EE}=15V$，$R_b=2k\Omega$，$R_c=40k\Omega$，$R_L=40k\Omega$，$R_e=28.6k\Omega$，$r_{bb'}=300\Omega$，$U_{BE}=0.7V$，$U_{CES}=0.7V$，$\beta=100$　。试计算：

（1）T_1 静态工作电流　I_{CQ1} 和 U_{CEQ1}；
（2）差模输入电阻　R_{id} 和输出电阻　R_o；
（3）差模电压放大倍数　A_{ud} 。



解：（**1**）静态时，$U_{BQ}\approx0$，$U_{EQ}=-U_{BE}=-0.7V$ ，

$$I_{EQ1}=\frac{1}{2}\times\frac{U_{EQ}-(-V_{EE})}{R_e}=\frac{1}{2}\times\frac{15-0.7}{28.6}=0.25mA$$

$$I_{CQ1}\approx I_{EQ1}=0.25mA$$

$$U_{CEQ1}=15-I_{CQ}\times R_C-U_{EQ}=15-0.25\times40+0.7=5.7V$$

（**2**）
$$r_{be}=r_{bb'}+(1+\beta)\frac{26mV}{I_{EQ}}=300+101\times\frac{26}{0.25}=10.8k\Omega$$

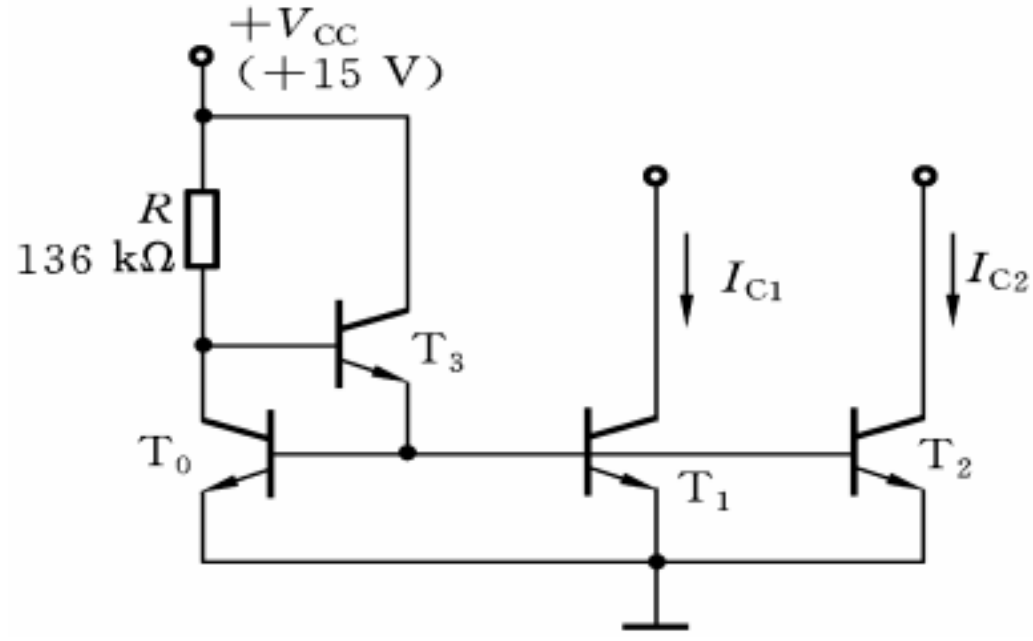
$$R_{id} = 2 \times (R_b + r_{be}) = 25.6\mathbf{k}\Omega$$

$$R_o = 2 \times R_C = 80\mathbf{k}\Omega$$

（**3**）

$$A_{ud} = -\frac{\beta(R_C // 0.5R_L)}{R_b + r_{be}} = -\frac{100 \times (40 // 20)}{12.8} = -1\,0\,.4$$

8. 9 多路电流源电路如下图所示， 已知所有晶体管的特性均相同， U_{BE} 均为 0.7V 。试求 I_{C1} 、I_{C2} 各为多少？



解：

$$I_R = \frac{15 - 0.7 - 0.7}{136} = 0.1\text{mA}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = I_R = 0.1\text{mA}$$