



模拟电子技术基础

功率放大电路

雷 飞

010-67392914

leifei@bjut.edu.cn

互补功率放大电路

功率放大器

能够向负载提供足够**信号功率**的放大电路称为**功率放大电路**，简称**功放**。



功放电路的设计

1.功放的设计目标：

在电源电压确定的情况下，输出尽可能大的功率。

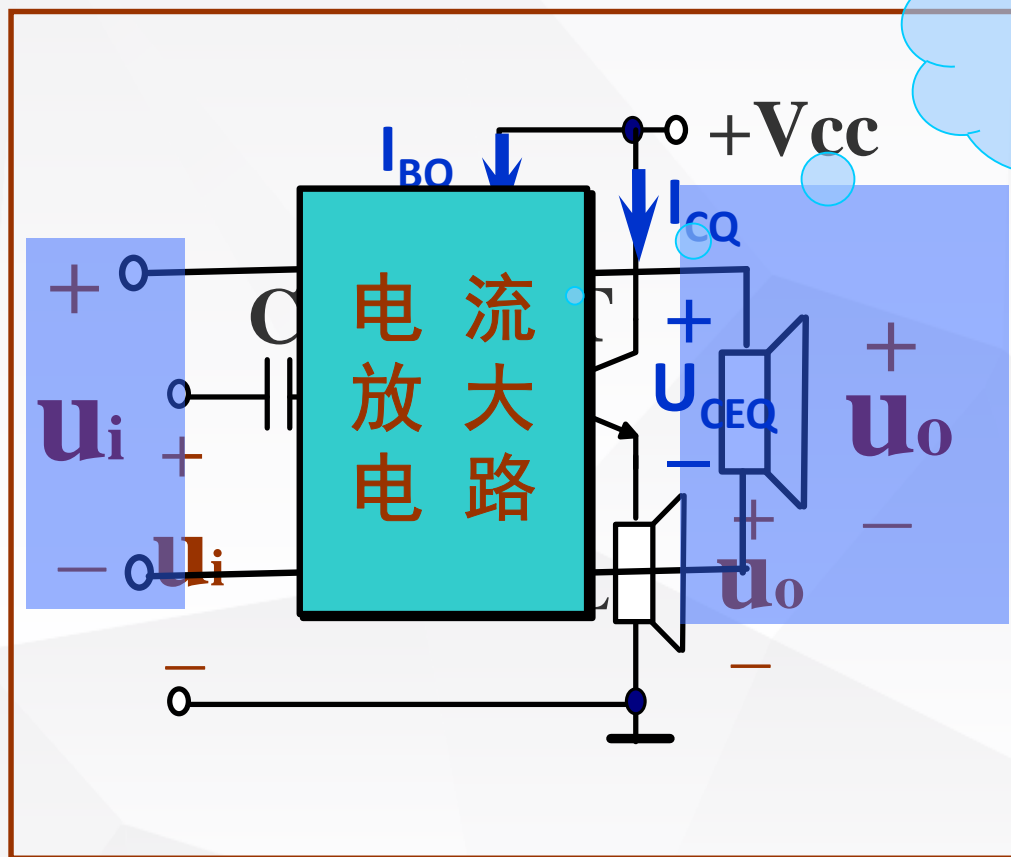
2.功放设计要解决的问题：

1.提高效率 $\eta = P_{\text{负载}} / P_{\text{电源}}$

2.减小失真

3.晶体管保护：晶体管工作在极限应用状态

3.设计过程:



效率

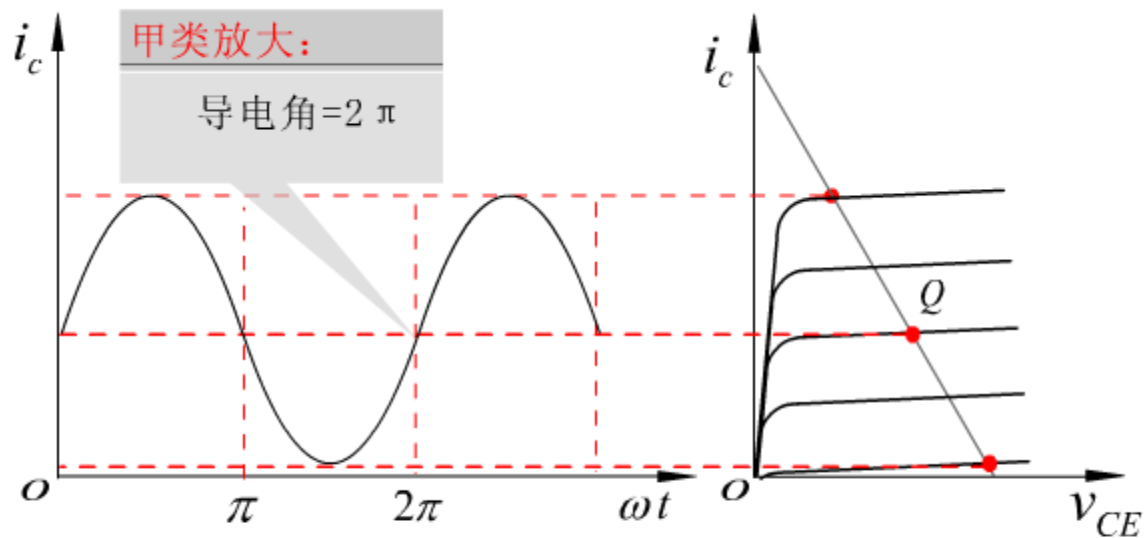
? 左图所示电路能用作功率放大电路吗?

静态功耗大, 效率低。不宜用作功率放大电路。

04功率放大电路

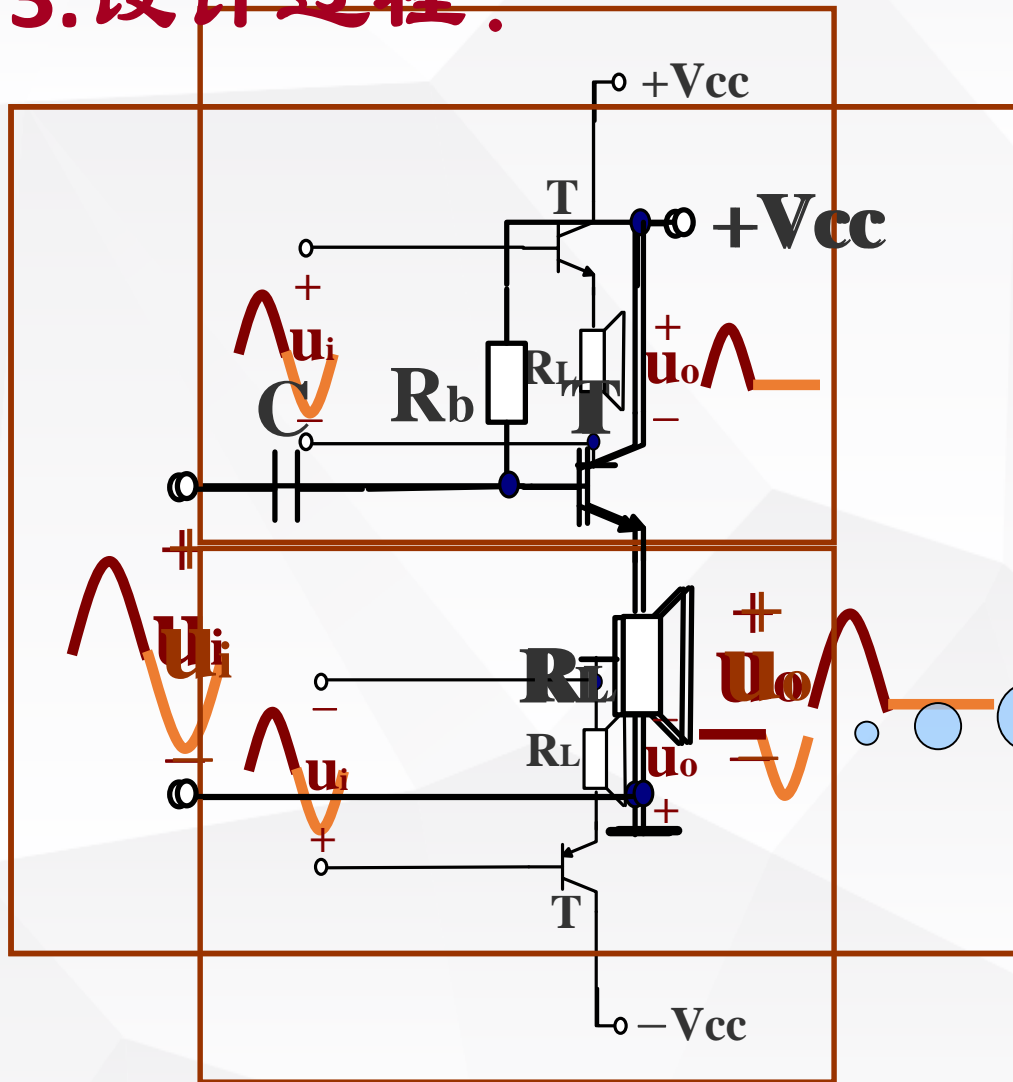
3.设计过程：

？ 如何提高效率



Q点下移对放大电路工作状态的影响

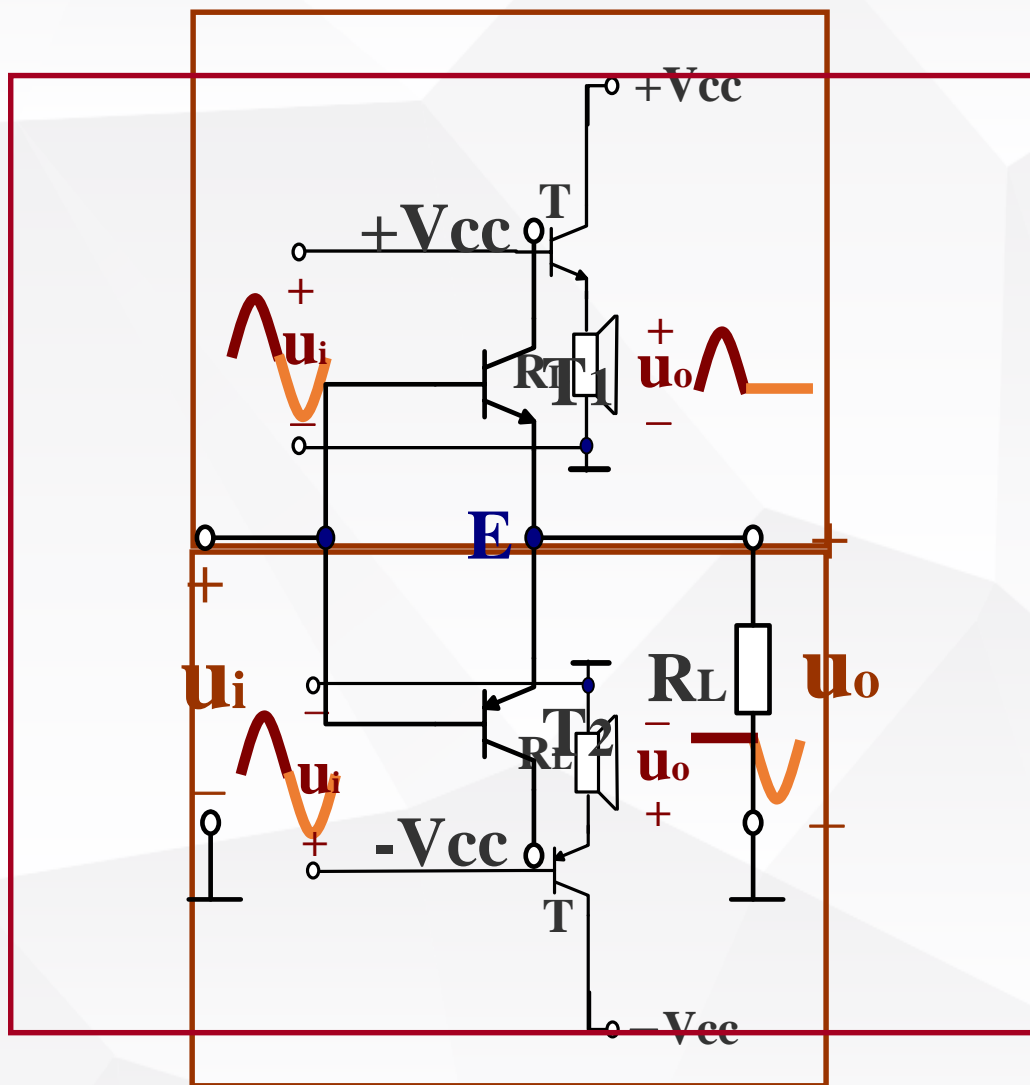
3.设计过程:



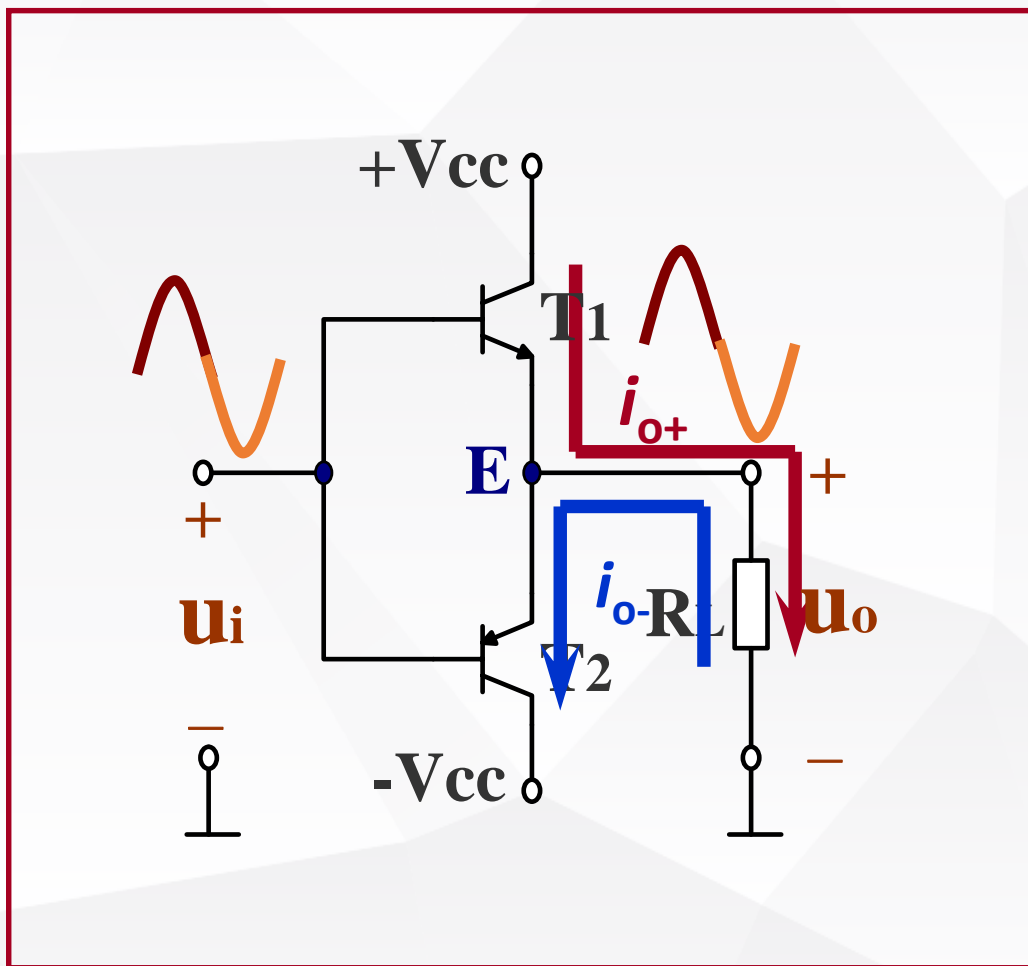
失真

轮流导通
交替工作

04功率放大电路



04功率放大电路



导通时

$u_i > 0$, T_1 导通, T_2 截止
 $u_{i=0}$,

$i_{o+} = i_{c1}$, $u_o = i_{c1} R_L$

T_1 、 T_2 截止,

$u_i < 0$, T_2 导通, T_1 截止
 输出电压为零。

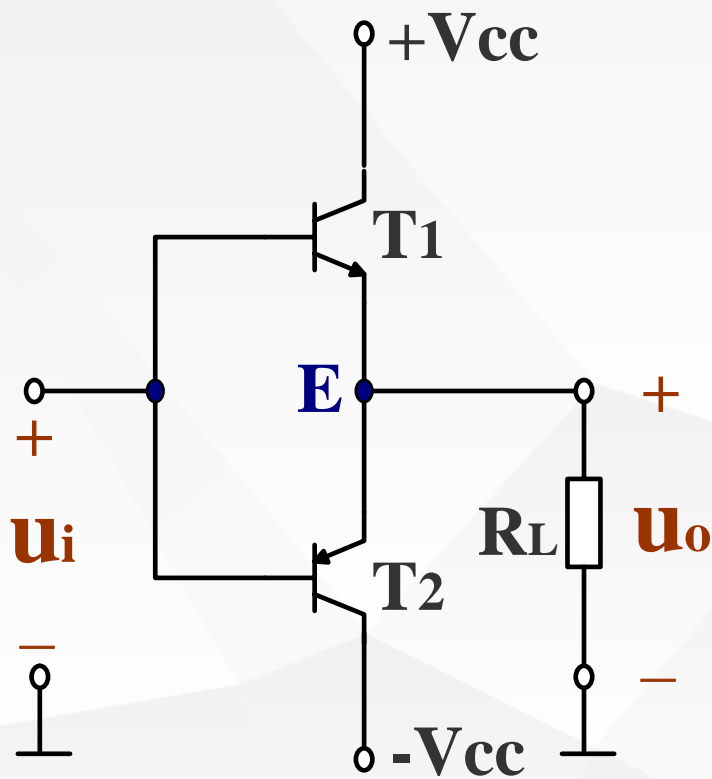
$i_o = i_{c2}$, $u_o = i_{c2} R_L$
 电源的输出功率为零。

“互补”电路

互补功率放大电路
 互补功率放大电路

(OCL: Output Capacitorless)

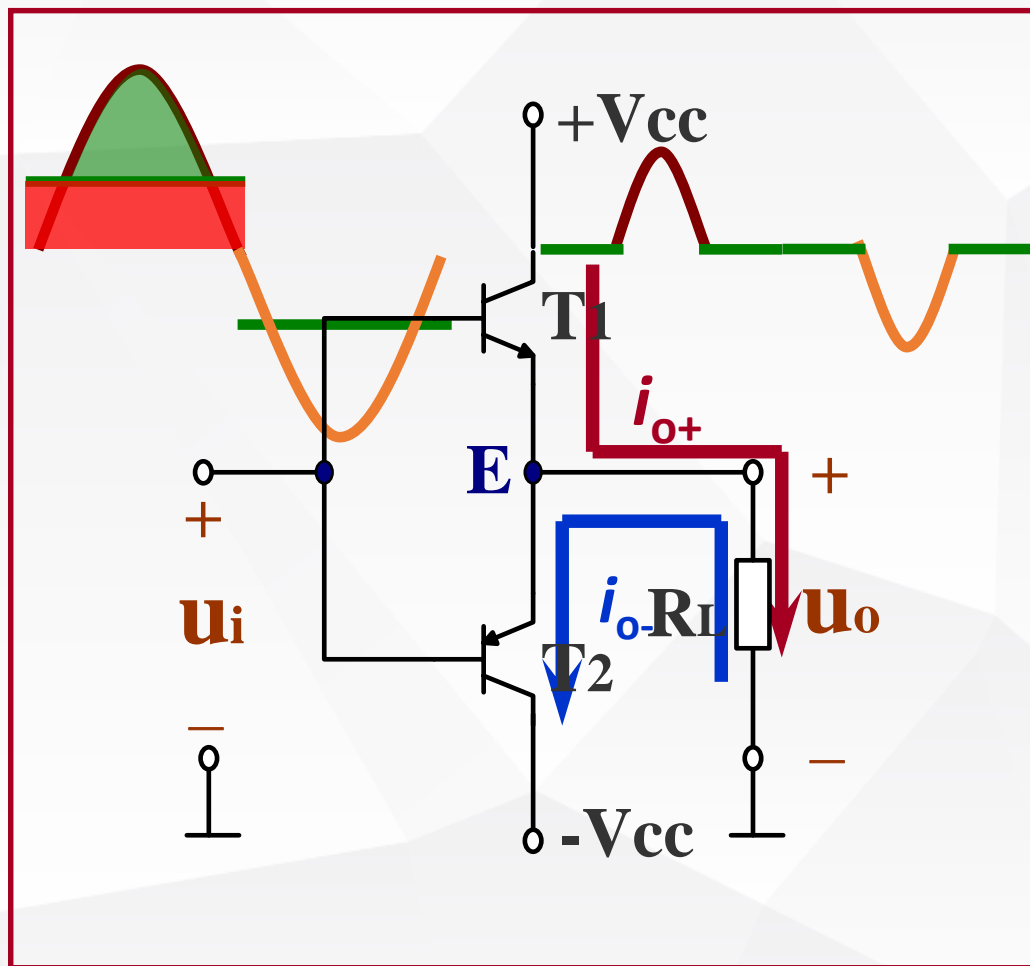
04功率放大电路



能正常
工作吗？

演示

04功率放大电路

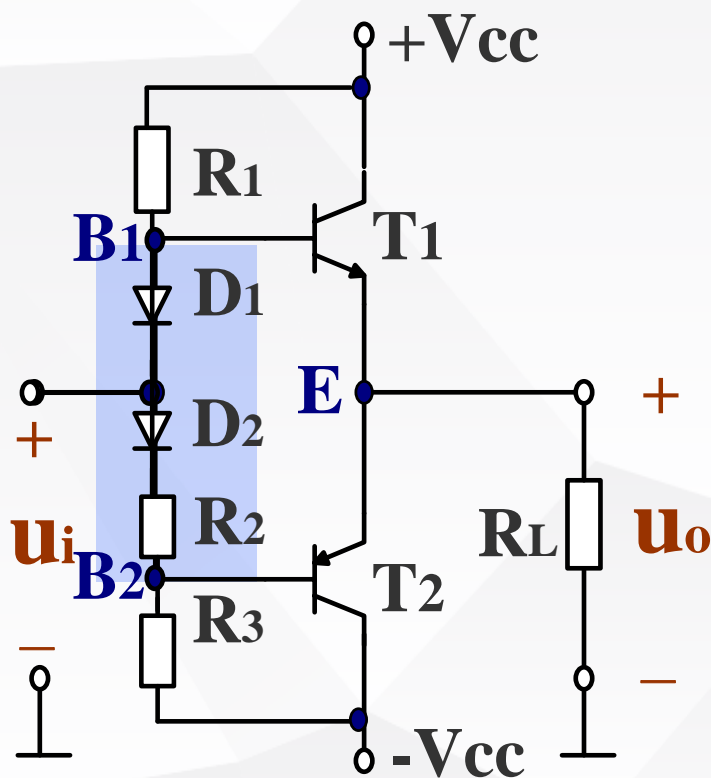


交越失真

由于三极管的开启电压导致的输出波形失真。

如何消除？

04功率放大电路



现在能正常工作了吗?

演示

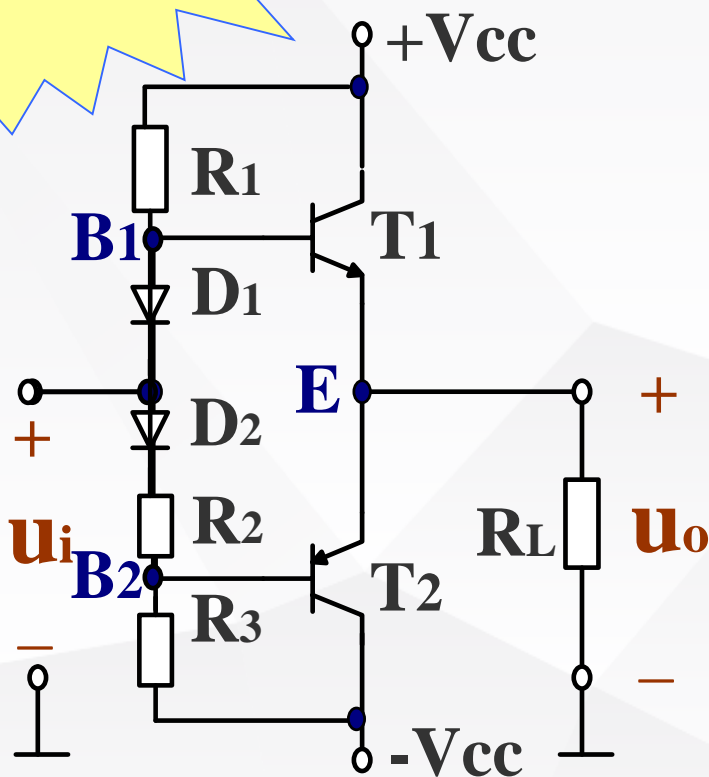
提示：略大于开启电压的静态电压。 T_1 、 T_2 均处于微导通状态。

R2：静态调零电阻。

甲乙类放大电路

04功率放大电路

78.5%



最大输出功率：

效率如何呢？

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

电源输出功率：

$$P_V = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \frac{V_{CC} - U_{CES}}{R_L} \sin \omega t V_{CC} d\omega t$$

$$\Rightarrow P_V = \frac{2}{\pi} \frac{V_{CC} (V_{CC} - U_{CES})}{R_L}$$

转换效率：

$$\eta = \frac{P_{Om}}{P_V} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}}$$

04功率放大电路

管耗:功放管在信号一个周期内所损耗的平均功率

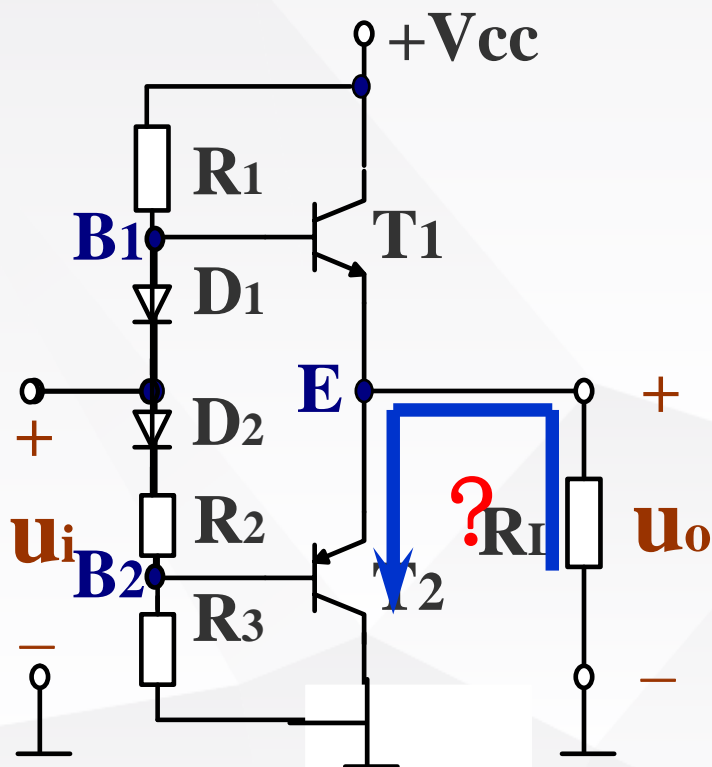
$$\begin{aligned} P_c &= \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi u_{ce} i_c d(\omega t) \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (U_{CC} - U_{om} \sin \omega t) \cdot \frac{U_{om}}{R_L} \sin \omega t d(\omega t) \\ &= \frac{1}{R_L} \left(\frac{U_{CC} U_{om}}{\pi} - \frac{U_{om}^2}{4} \right) \end{aligned}$$

最大管耗:

$$\begin{aligned} \frac{dP_c}{dU_{om}} &= 0 \\ U_{om} &= \frac{2}{\pi} \cdot U_{CC} \approx 0.6 U_{CC} \end{aligned}$$

$$P_{Cm} \approx 0.1 \frac{V_{CC}^2}{R_L} \approx 0.2 P_{Om}$$

04功率放大电路



思考题：

? 如何改用单电源供电？

04功率放大电路

[例] 在图9.2.2所示电路中已知 $V_{CC} = 15V$ ，输入电压为正弦波，晶体管的饱和管压降 $U_{CES} = 3V$ ，电压放大倍数约为1，负载电阻 $R_L = 4\Omega$ ，

(1) 求解负载上可能获得的最大功率和效率

(2) 若输入电压最大有效值为8V，则负载上能够获得的最大功率为多少。

解 (1)
$$P_{Om} = \frac{U_{om}^2}{R_L} = \frac{(V_{CC} - U_{CES})^2}{2R_L} = 18W$$

$$\eta = \frac{P_{Om}}{P_v} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{CC} - U_{CES}}{V_{CC}} = 0.62$$

(2) 因为 $U_o \approx U_i$ ，所以 $U_{om} \approx 8V$ 。最大输出功率

$$P_{Om} = \frac{U_{om}^2}{R_L} = \frac{8^2}{4} = 16W$$

