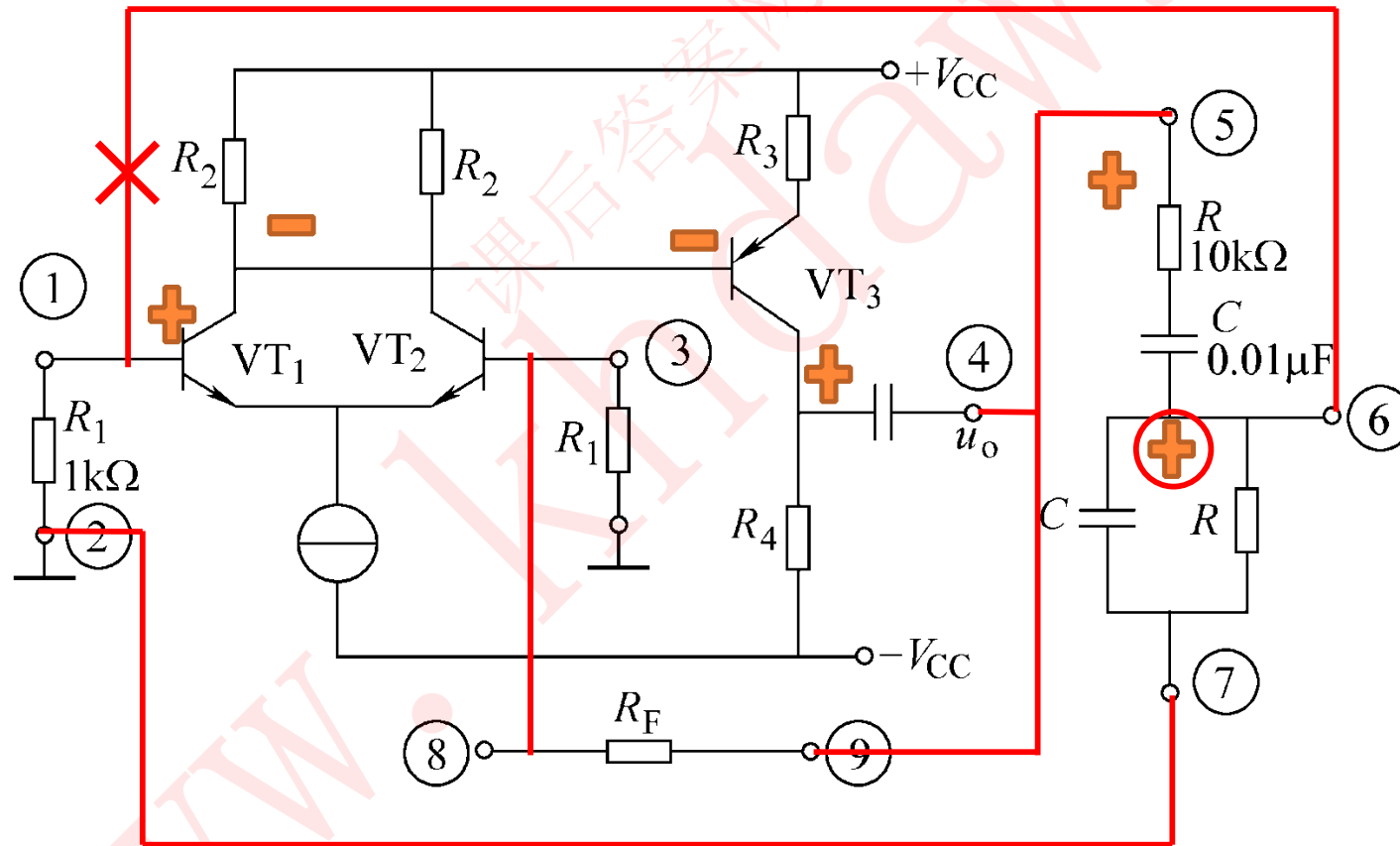


第9章 波形发生电路和 集成运放的非线性应用

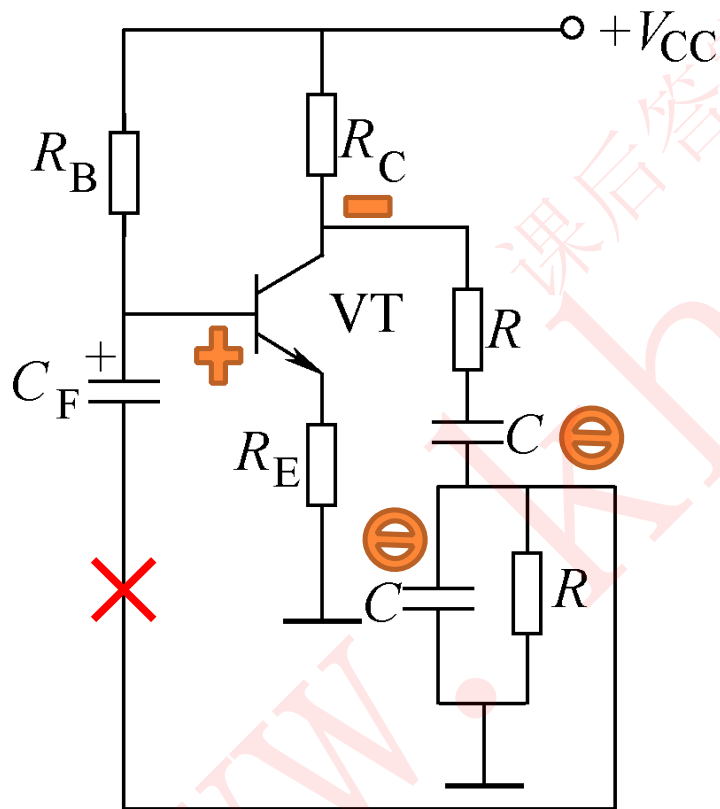
习题解答

作业： 9-4 、 9-5、 9-6、 9-7、 9-9 、
9-16 、 9-17 、 9-22 (1. 2. 3.)

9-5 将图 9-41 合理连线，组成 RC 正弦波振荡电路。



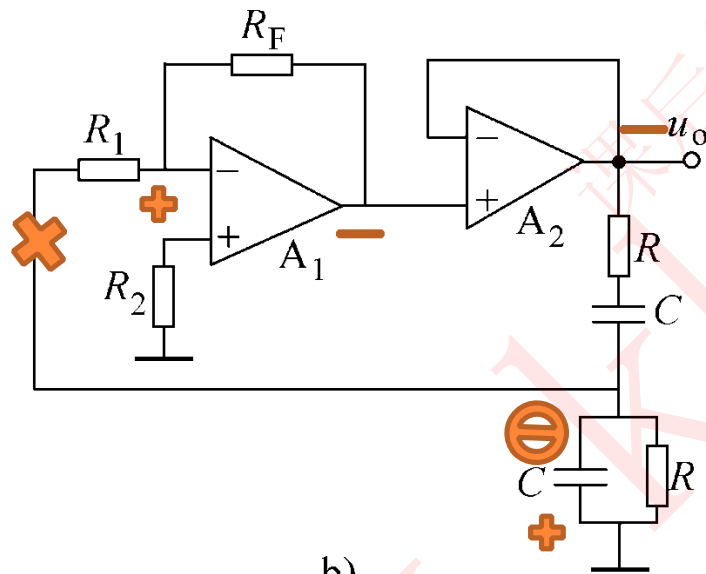
9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。



a)

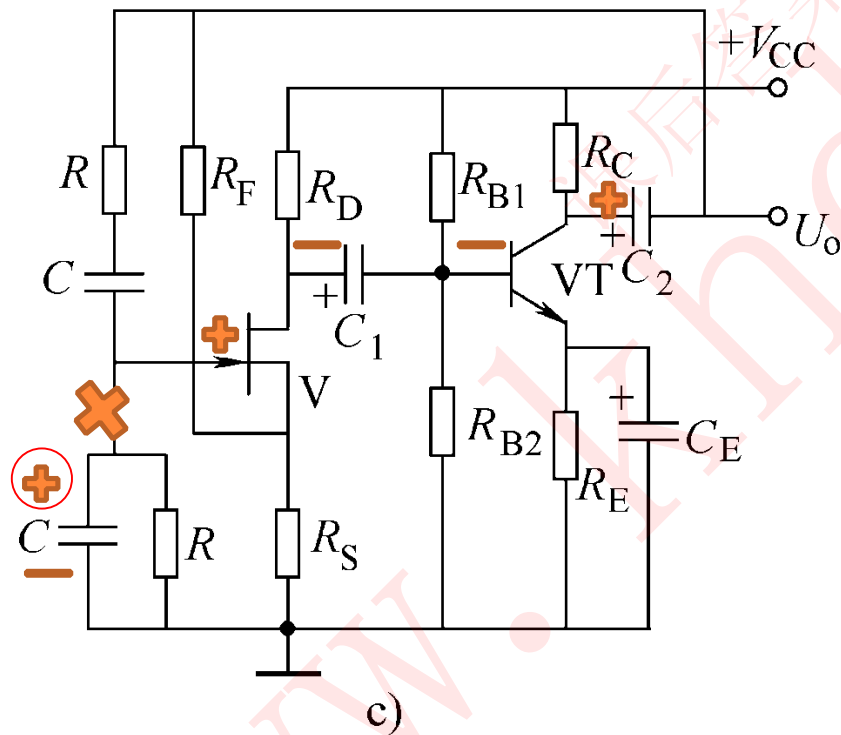
电路引入负反馈，不能产生正弦振荡。

9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。



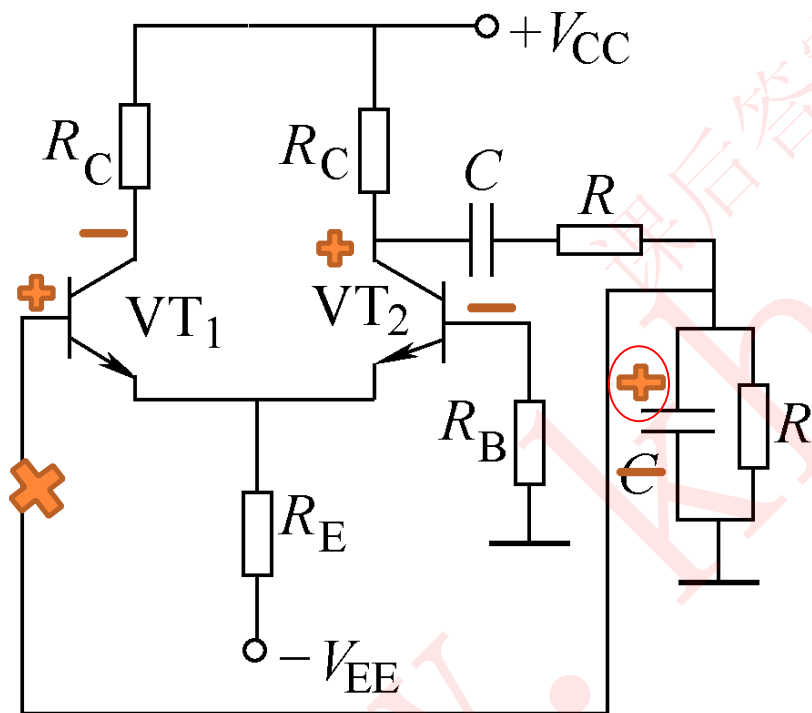
电路引入**负**反馈，**不能**产生正弦振荡。

9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。



电路引入**正**反馈，**能**
产生正弦振荡。

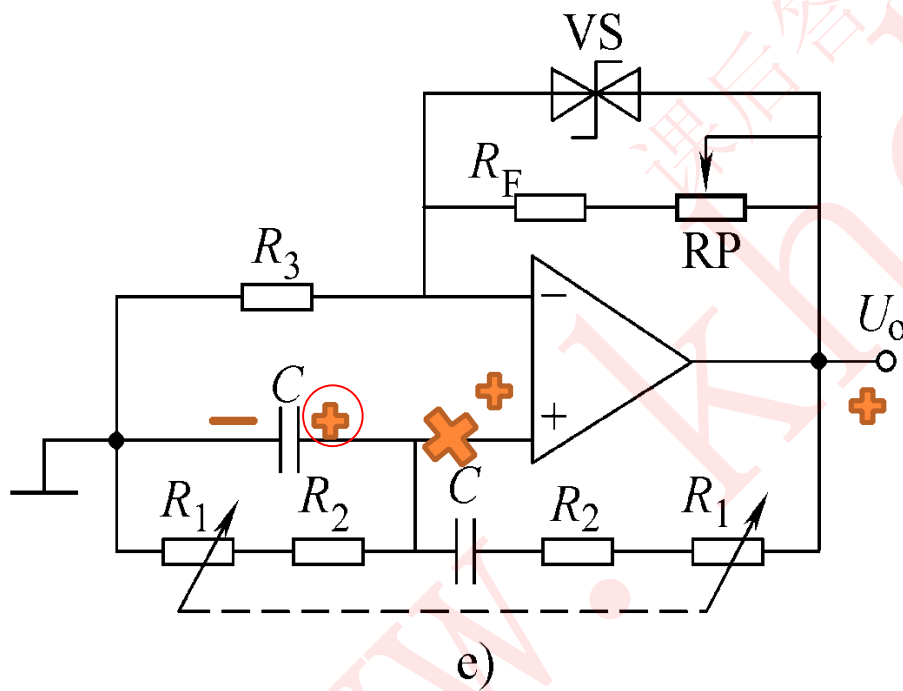
9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。



d)

电路引入**正**反馈，**能**产生正弦振荡。

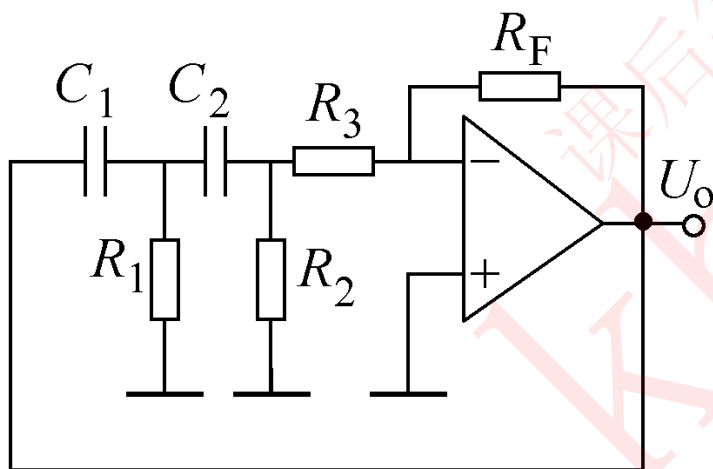
9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。




电路引入**正**反馈，**能**产生正弦振荡。




9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。



f)

 **RC移相式正弦波发生电路，需要三节或三节以上的RC移相环节。**

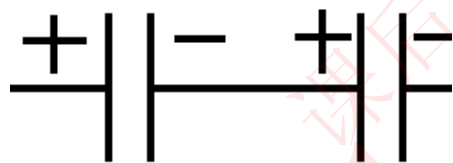
不能产生正弦振荡。
详见书p250。

 Love You

9-6 试用产生正弦波振荡的相位平衡条件判断图 9-42 中的各电路能否产生正弦振荡。

本题总结:

1. 串联电容的瞬时极性:



2. 耦合电容要短路, 如图 a 中的 C_F 、图 c 中的 $c1$ 、 $c2$, 均要短。否则按

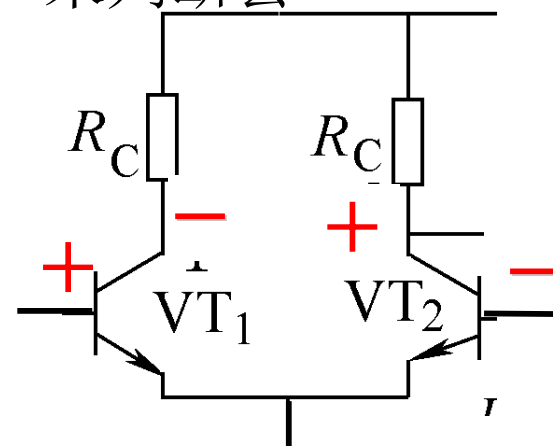


出错。

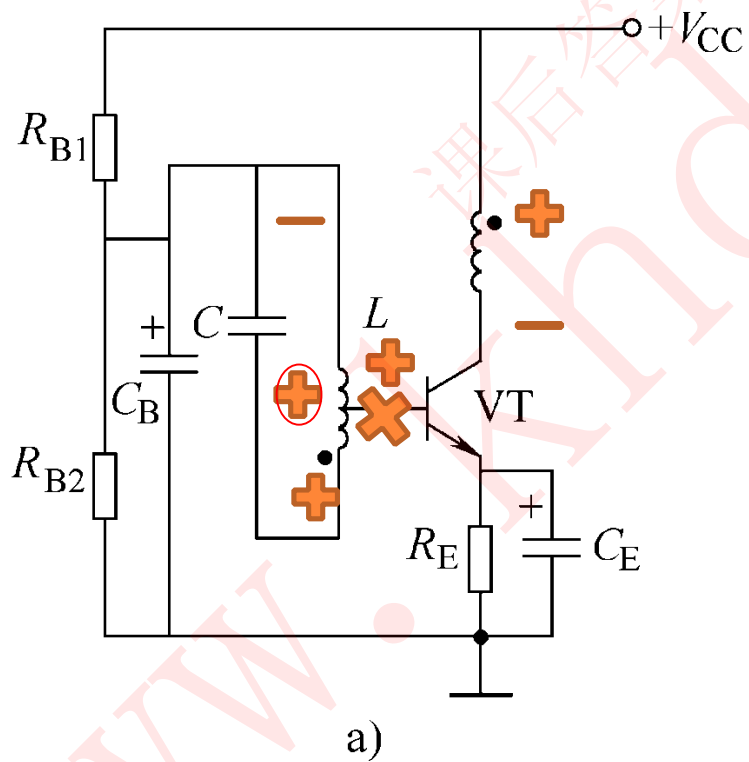
来判断会

3. d 图中, 1、2 两处瞬时极性相异。

4. 差分放大电路的各点相位关系如右图。



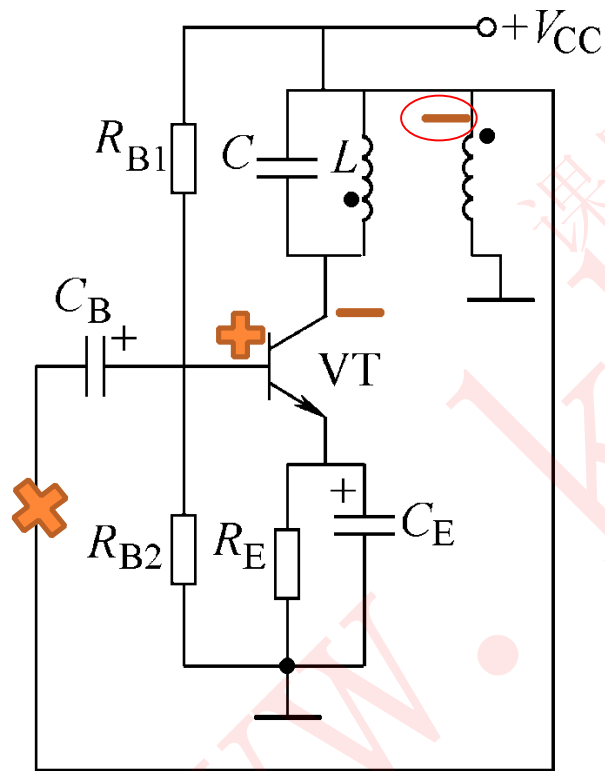
9-7 试分析图9-43中各电路是否满足产生正弦振荡的相位平衡条件，其中d分图是交流等效电路。



正反馈，满足相位平衡条件。



9-7 试分析图9-43中各电路是否满足产生正弦振荡的相位平衡条件，其中d分图是交流等效电路。

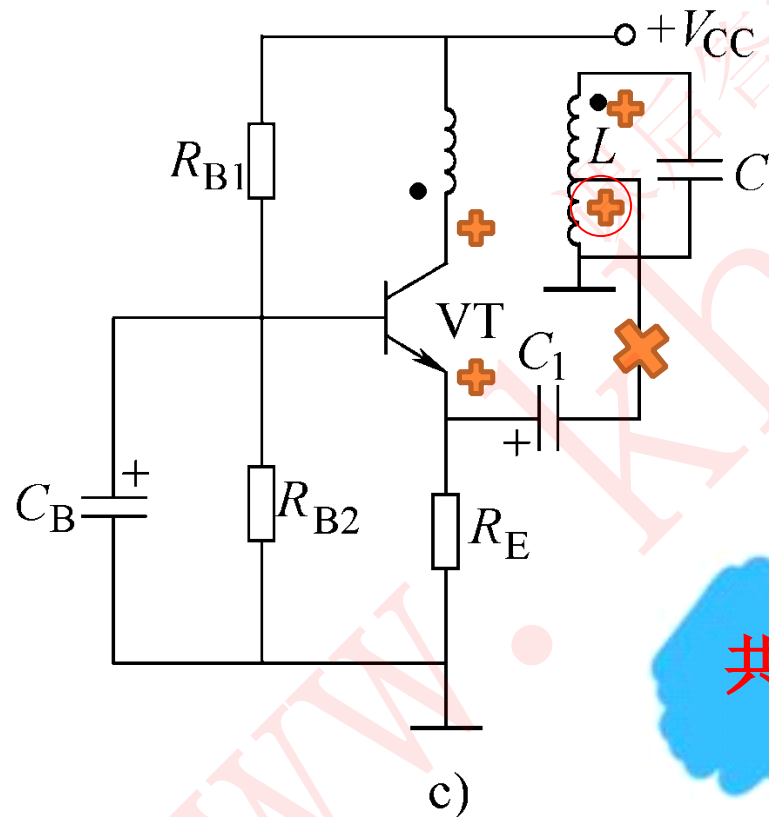


b)

负反馈，不满足相位平衡条件。



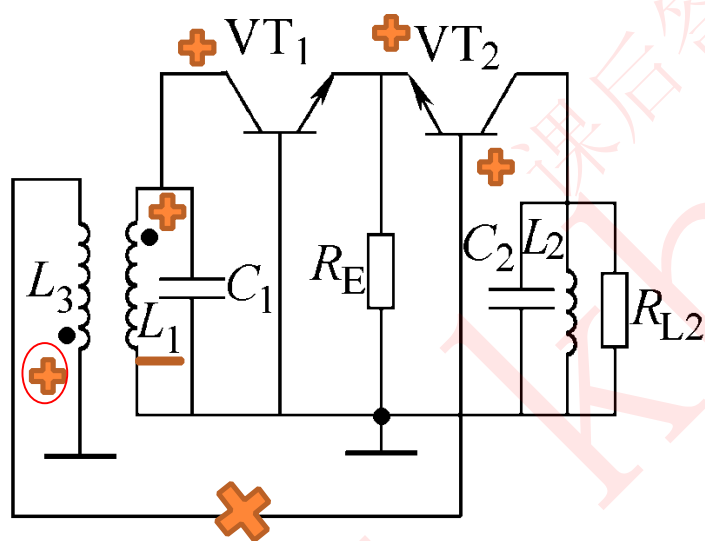
9-7 试分析图9-43中各电路是否满足产生正弦振荡的相位平衡条件，其中d分图是交流等效电路。



正反馈，满足相位平衡条件。

共基

9-7 试分析图9-43中各电路是否满足产生正弦振荡的相位平衡条件，其中d分图是交流等效电路。



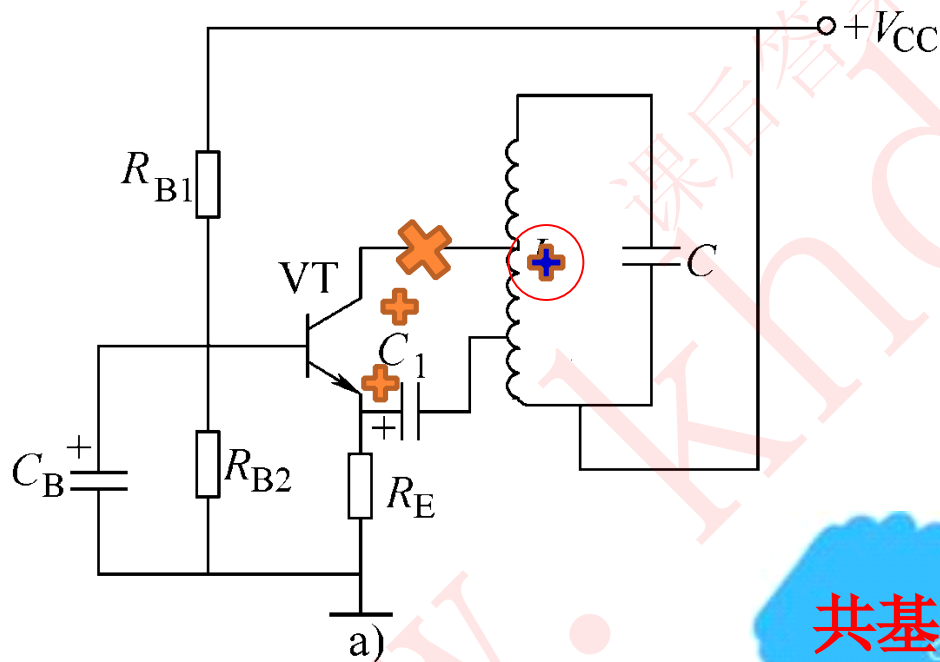
d)

负反馈，不满足相位平衡条件。

VT1: 共基

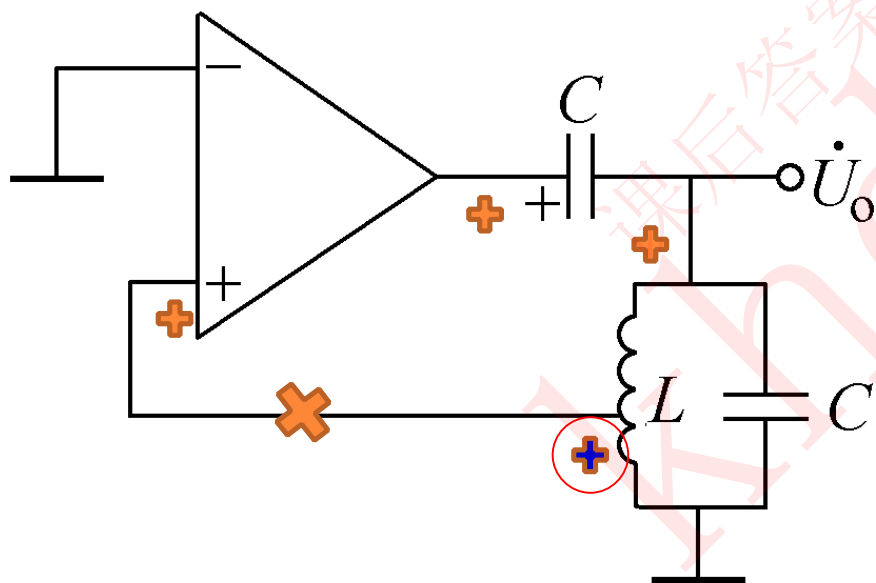
VT2: 共射

9-9 判断图9-45各电路能否满足产生正弦振荡的相位平衡条件。



正反馈，满足相位平衡条件。

共基

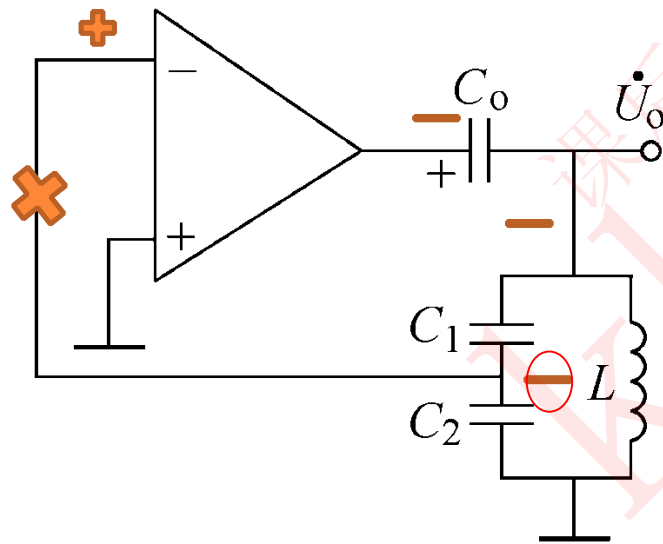


正反馈，满足相位平衡条件。



b)

9-9 判断图9-45各电路能否满足产生正弦振荡的相位平衡条件。

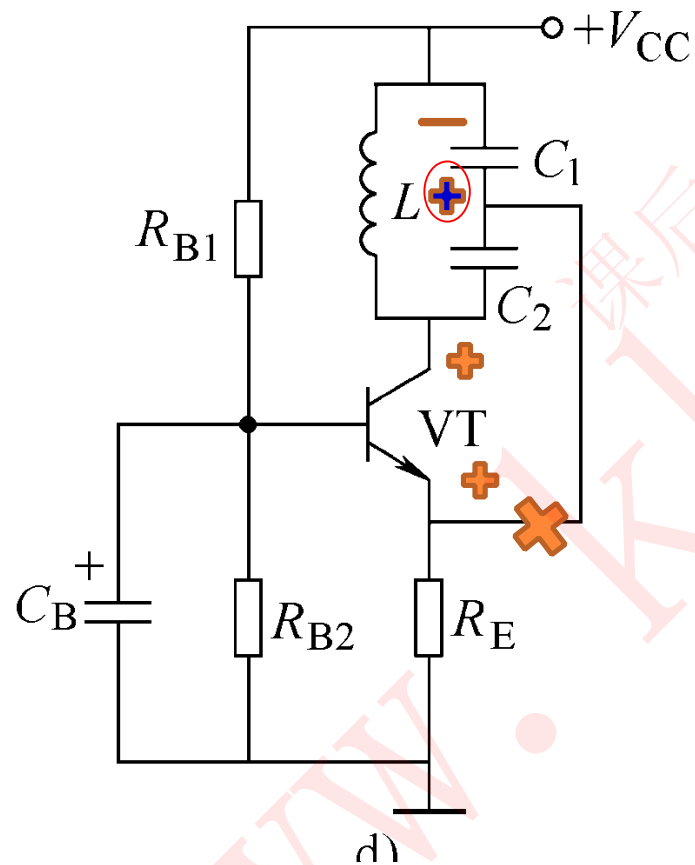


c)

负反馈，不满足相位平衡条件。



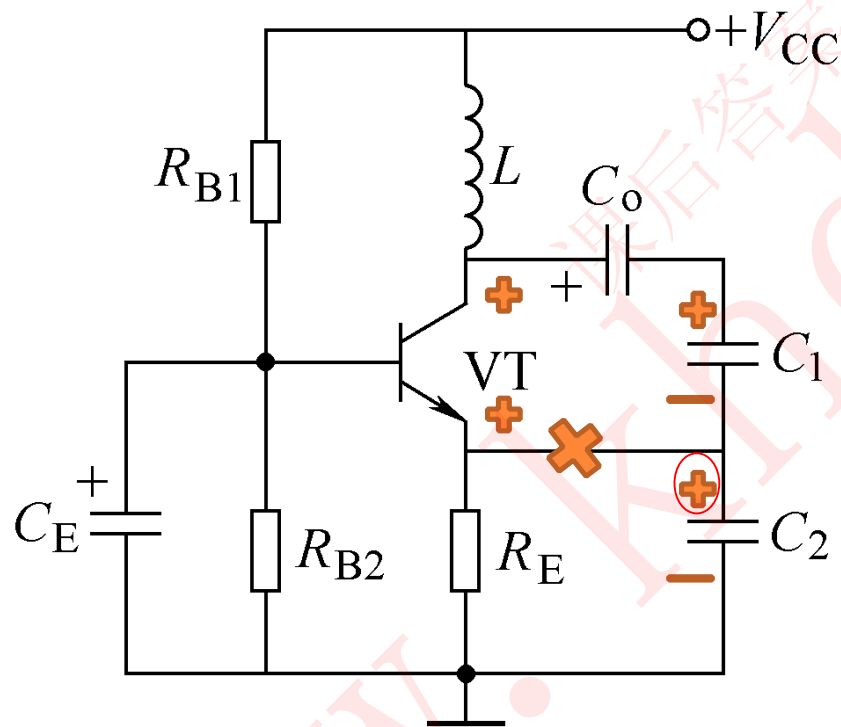
9-9 判断图9-45各电路能否满足产生正弦振荡的相位平衡条件。



正反馈，满足相位平衡条件。

共基

9-9 判断图9-45各电路能否满足产生正弦振荡的相位平衡条件。



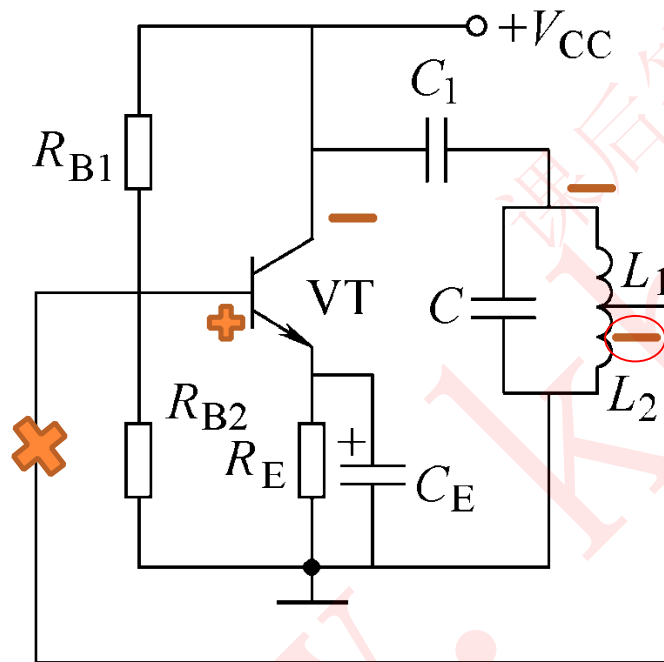
e)

正反馈，满足相位平衡条件。



共基

9-9 判断图9-45各电路能否满足产生正弦振荡的相位平衡条件。

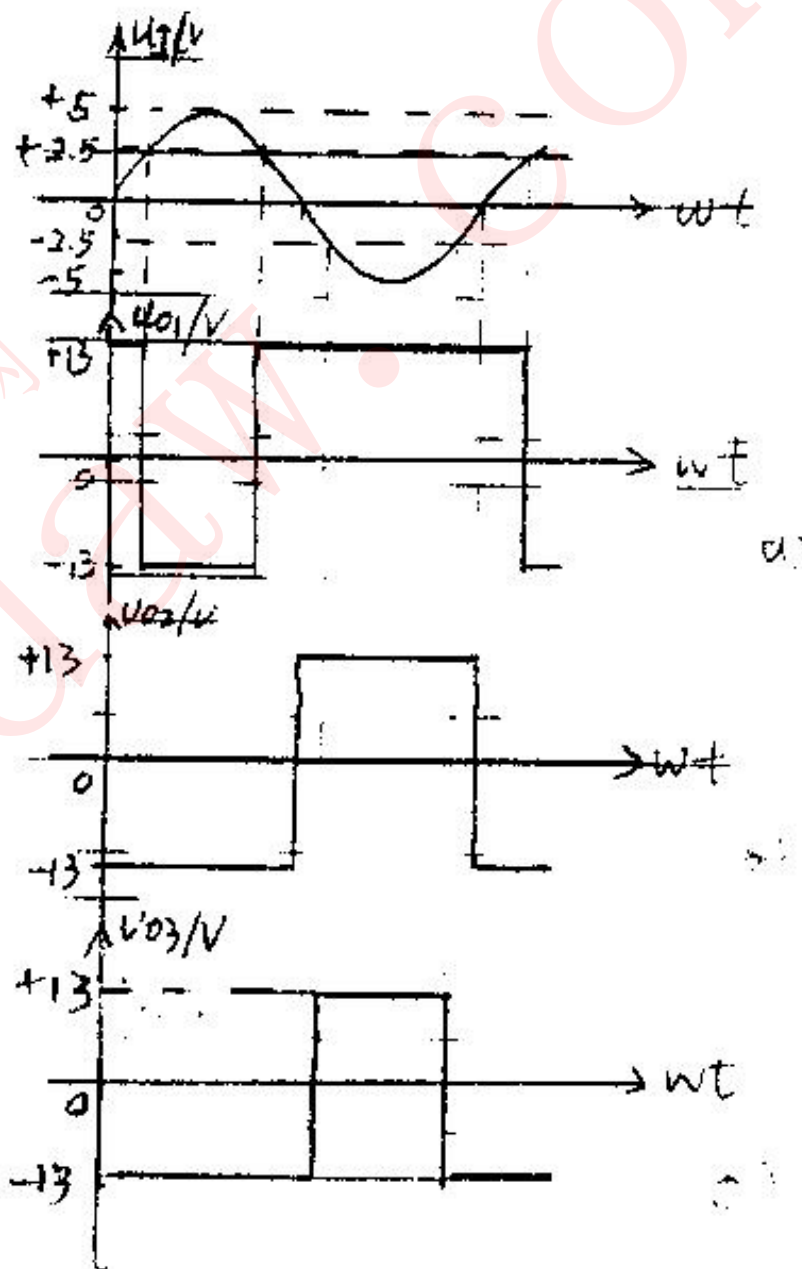
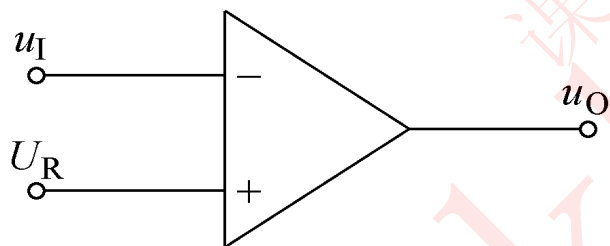


f)

负反馈，不满足相位平衡条件。



9-16 集成运放的最大输出电压是 $\pm 13\text{V}$ ，输入信号是 $u_I = 5\sin \omega t$ 的低频信号。按理想情况画出 $U_R = +2.5\text{V}$ 、 0V 、 -2.5V 时输出电压的波形。



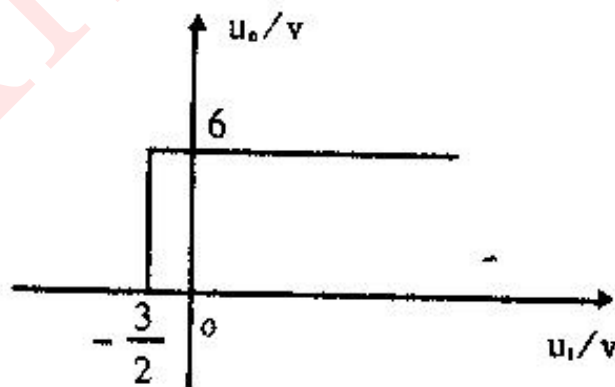
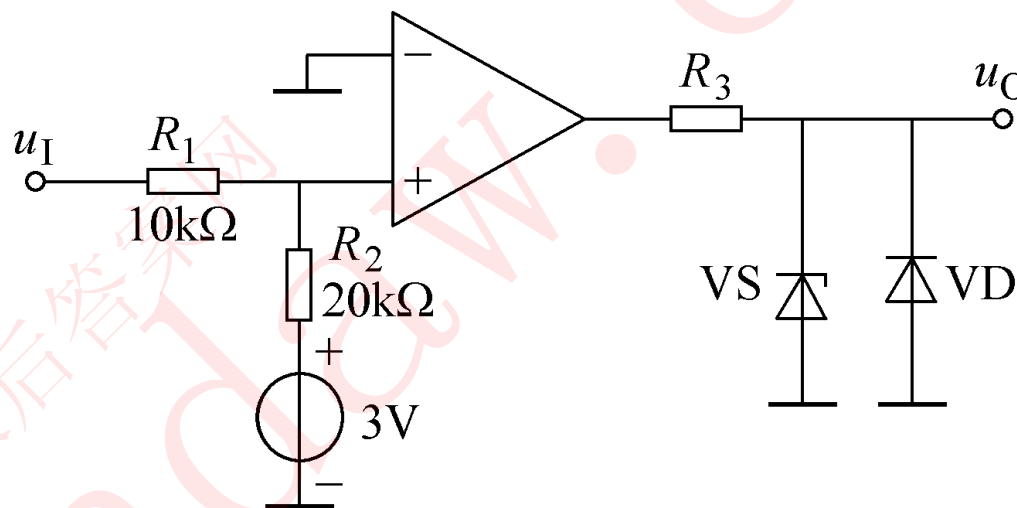
- 9-17 图9-52是理想集成运放，VS的 U_Z 为6V，VD的正向电压降可略去不计。试求比较电路的阈值，并画出它的传输特性。

解：

$$U_+ = U_- = 0$$

$$U_I = -\frac{3V}{R_2} R_1$$

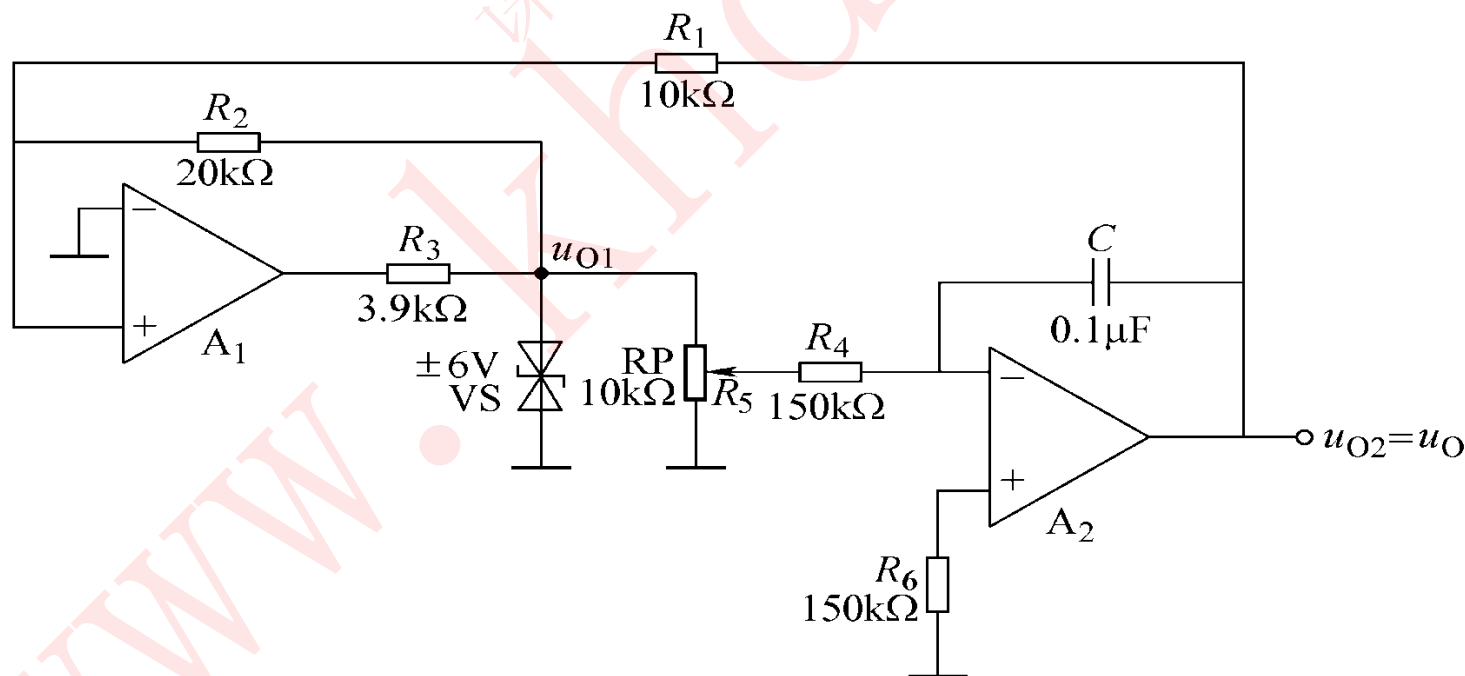
$$U_{th} = -\frac{3V}{2}$$



传输特性如右图：

9-22 方波和三角波发生电路如图 9-57 所示。

1. 求出调节 R_P 时所能获得的 f_{\max} 。
2. 画出 u_{O1} 和 u_O 的波形，标明峰-峰值。如果 A_1 的反相端改接 U_{REF} ，方波和三角波的波形有何变化？
3. 要求三角波和方波的峰-峰值相同， R_1 应为多大？



○ 9-22 方波和三角波发生电路如图 9-57 所示。

1. 求出调节 RP 时所能获得的 f_{\max} 。

解：

$$T = \frac{4R_4 C R_1}{n R_2}$$

$$f = \frac{1}{T}$$



$$f_{\max} = \frac{1}{T_{\min}} = 33.3 \text{ Hz}$$

○ 9-22 方波和三角波发生电路如图 9-57 所示。

2. 画出 u_{01} 和 u_0 的波形，标明峰-峰值。如果 A_1 的反相端改接 U_{REF} ，方波和三角波的波形有何变化？

解：

$$U'_+ = \frac{\pm U_Z R_1}{R_1 + R_2} + \frac{U_{02} R_2}{R_1 + R_2} = 0$$

$$U_{02} = U_{TH} = \pm \frac{R_1}{R_2} U_Z$$

$$U_Z = 6V$$

$$U_{TH} = \pm \frac{10}{20} \times 6 = \pm 3V$$

若改接 U_{REF} 时：

$$U'_+ = \frac{\pm U_Z R_1}{R_1 + R_2} + \frac{U_{02} R_2}{R_1 + R_2} = U_R$$

$$U_{02} = \frac{U_R(R_1 + R_2)}{R_2} \pm \frac{U_Z R_1}{R_2} = U_{Th}$$

○ 9-22 方波和三角波发生电路如图 9-57 所示。

2. 画出 u_{01} 和 u_0 的波形，标明峰-峰值。如果 A_1 的反相端改接 U_{REF} ，方波和三角波的波形有何变化？

解：若改接 U_{REF} 时：

$$U'_+ = \frac{\pm U_Z R_1}{R_1 + R_2} + \frac{U_{02} R_2}{R_1 + R_2} = U_{REF}$$

$$U_{02} = \frac{U_R (R_1 + R_2)}{R_2} \pm \frac{U_Z R_1}{R_2} = U_{Th}$$

当 $U_R > 0$ 时：方波波形不变，三角波波形向上平移

$$\frac{U_R (R_1 + R_2)}{R_2}$$

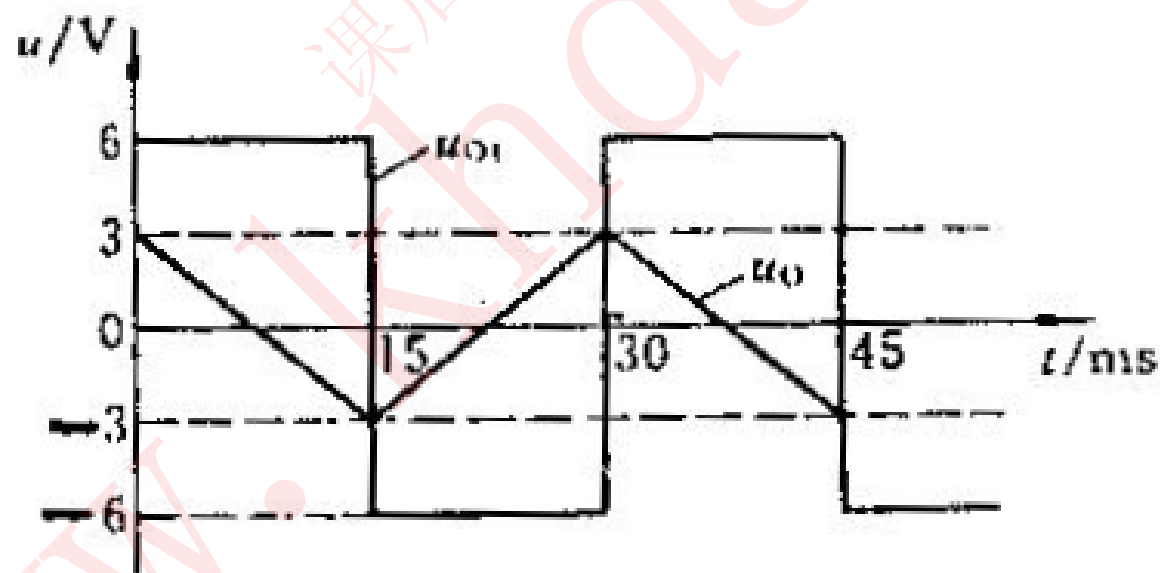
当 $U_R < 0$ 时：方波波形不变，三角波波形向下平移

$$\frac{|U_R| (R_1 + R_2)}{R_2}$$

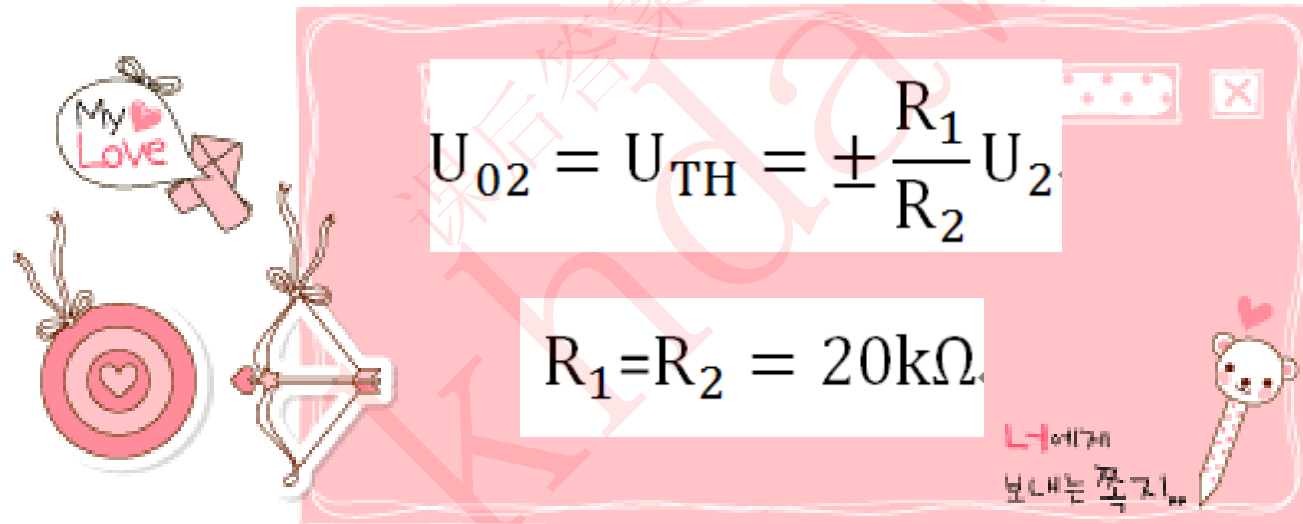
○ 9-22 方波和三角波发生电路如图 9-57 所示。

2. 画出 u_{01} 和 u_0 的波形，标明峰-峰值。如果 A_1 的反相端改接 U_{REF} ，方波和三角波的波形有何变化？

解：



- 9-22方波和三角波发生电路如图9-57所示。
3. 要求三角波和方波的峰-峰值相同, R_1 应为多大?
解:


$$U_{02} = U_{TH} = \pm \frac{R_1}{R_2} U_2$$
$$R_1 = R_2 = 20k\Omega$$