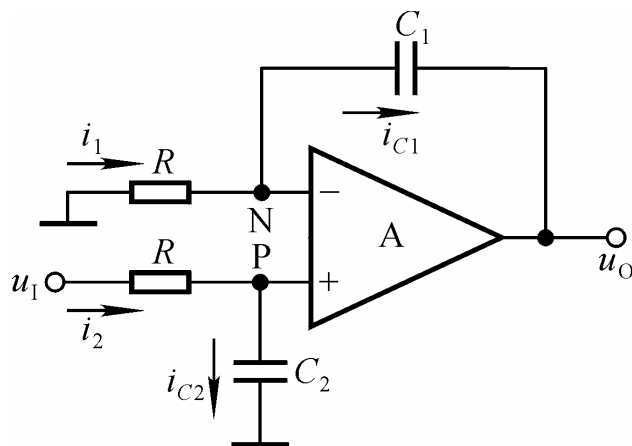


讨论3: $C_1=C_2=C$, 求 u_O 与 u_I 的运算关系



也可先求传递函数
($Z_C=1/sC$), 再利用
反拉氏变换求函数关系

$$\frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} \dot{U}_i = \frac{R}{R + \frac{1}{sC}} \dot{U}_o$$

$$\dot{U}_o = \frac{1}{sRC} \dot{U}_i$$

• 同相端利用‘虚断’原则

$$\frac{u_I - u_P}{R} = C \frac{du_P}{dt}$$

$$\frac{u_I}{R} = C \frac{du_P}{dt} + \frac{u_P}{R}$$

• 反相端利用‘虚断’原则

$$\frac{-u_N}{R} = C \frac{d(u_N - u_O)}{dt}$$

$$C \frac{du_O}{dt} = C \frac{du_N}{dt} + \frac{u_N}{R}$$

• 利用‘虚短’原则

$$u_N = u_P$$

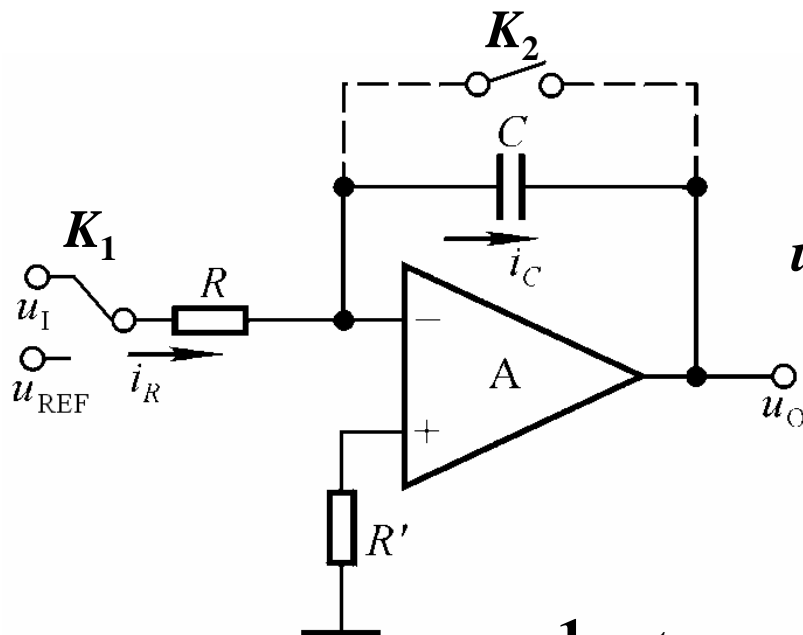
$$C \frac{du_O}{dt} = \frac{u_I}{R}$$

$$u_O = \frac{1}{RC} \int u_I dt$$

同相积分

讨论4: K_2 闭合, 然后断开; K_1 接到 u_I , 经过 t_1 毫秒后接至 u_{REF} , 再经过 t_2 毫秒后 $u_O=0$, 求 t_2 。

双积分型A/D转换器的模拟电路部分

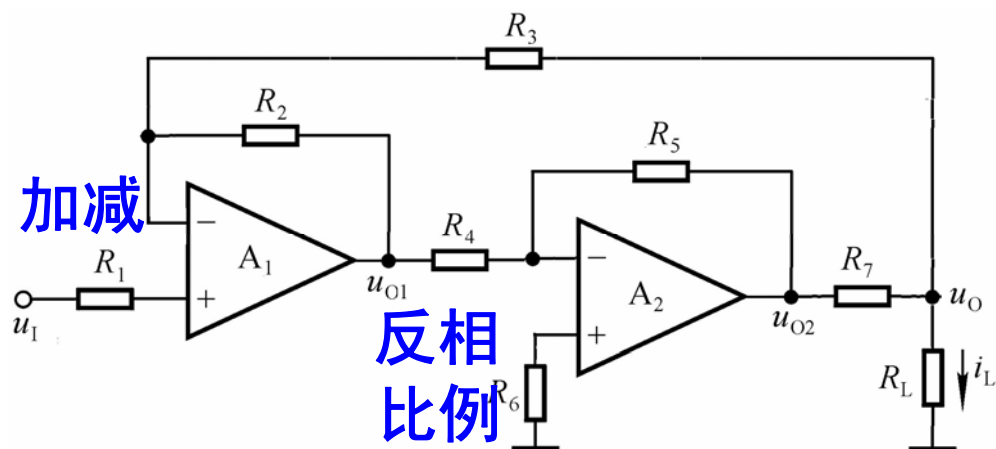


$$u_O(t_1) = -\frac{1}{RC} \int_0^{t_1} u_I dt + 0 = -\frac{1}{RC} u_I \cdot t_1$$

$$u_O(t_1 + t_2) = -\frac{1}{RC} \int_0^{t_2} u_{REF} dt + u_O(t_1) = -\frac{1}{RC} (u_{REF} \cdot t_2 + u_I \cdot t_1) = 0$$

$$t_2 = -\frac{u_I}{u_{REF}} \cdot t_1$$

电压—电流转换电路如图所示，已知集成运放为理想运放， $R_2 = R_3 = R_4 = R_7 = R$ ， $R_5 = 2R$ 。求解 i_L 与 u_I 之间的函数关系。



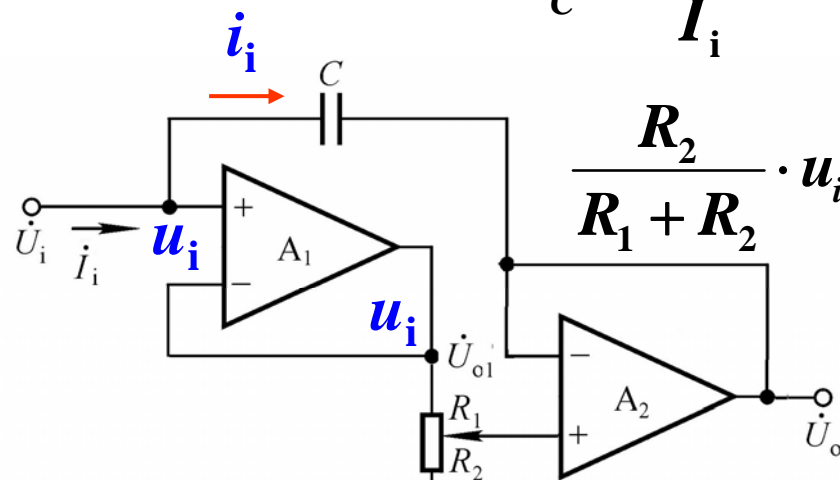
$$u_{O1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)u_I - \frac{R_2}{R_3}u_O = 2u_I - u_O$$

$$u_{O2} = -\frac{R_5}{R} \cdot u_{O1} = -4u_I + 2u_O$$

$$i_L = \frac{u_I - u_O}{R_3} + \frac{u_{O2} - u_O}{R_7} = -\frac{3u_I}{R}$$

电路如图所示，已知集成运放为理想运放，求解等效输入电容的表达式：

$$X_{C'} = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i}$$



$$X_{C'} = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = \frac{\dot{U}_i}{\frac{\dot{U}_i - \dot{U}_O}{Z_c}}$$

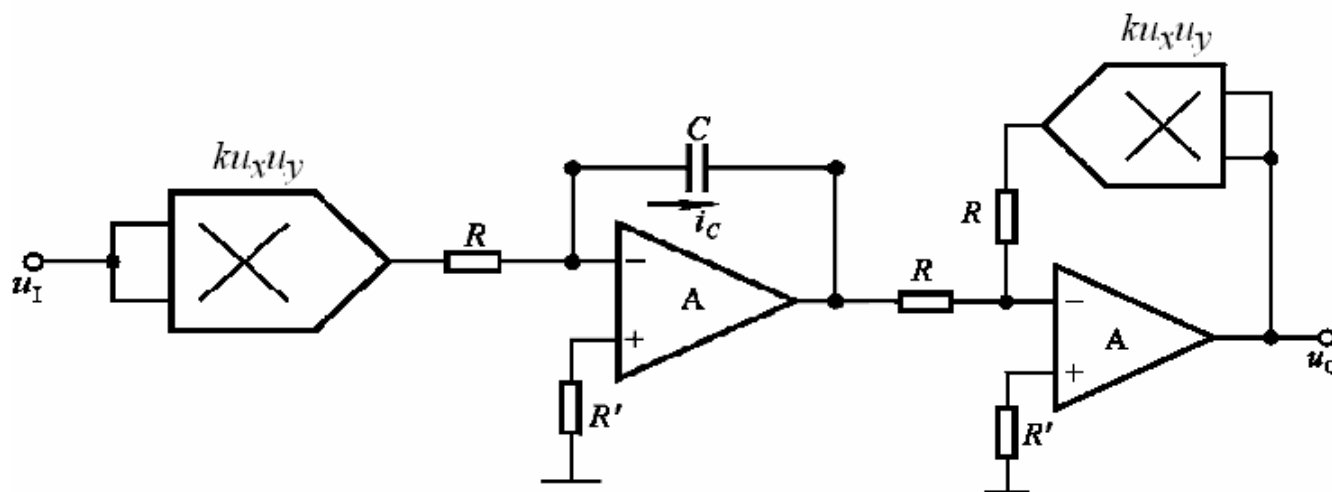
$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot Z_c$$

$$C' = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot C$$

课外兴趣题1

1、有效值检测电路

设 u_I 为正弦波，周期为 $T=RC$



$$\text{验证: } u_O = \sqrt{\frac{1}{RC} \int_0^T u_I^2 dt}$$

课外兴趣题2

2、可以利用运算电路解方程 $2x^2+x+6=0$ 吗？

将 x 作为输入电压；

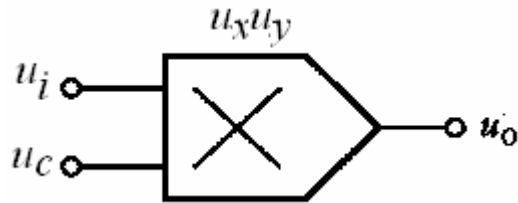
采用平方运算电路和同相求和电路组成两级放大电路；

调节输入 x 使输出电压为0，此时的输入电压值即为 x 的解。

课外兴趣题3

3、调幅电路

设高频载波信号 $u_c=U_{cm}\sin(2\pi f_c t)$ ，被调制的音频信号为 $u_i=U_{im}\sin(2\pi f_0 t)$ 。其中 $f_c=1\text{MHz}$, $f_0=1\text{kHz}$

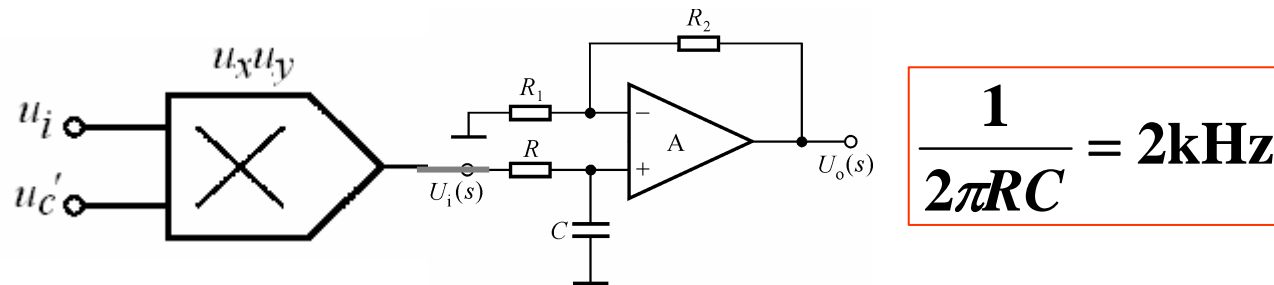


$$\text{验证: } u_o = \frac{U_{im}U_{cm}}{2} [\cos 2\pi(f_c - f_0)t - \cos 2\pi(f_c + f_0)t]$$

课外兴趣题4（不作为讲课要求）

4、解调电路1:

设输入信号 u_i 为上题的输出信号同步信号为
 $u_c' = \sin[(2\pi \times 1\text{M})t]$ 。 $f_0 = 1\text{kHz}$ 。 求 u_o 。



4、解调电路2:

设输入信号 u_i 为上题调幅电路的输出信号，同步信号为
 $u_c' = \sin[2\pi(f_c + 455\text{k})t]$ 。 其中 $f_c = 1\text{MHz}$ ， $f_0 = 1\text{kHz}$ 。 求 u_o 。

