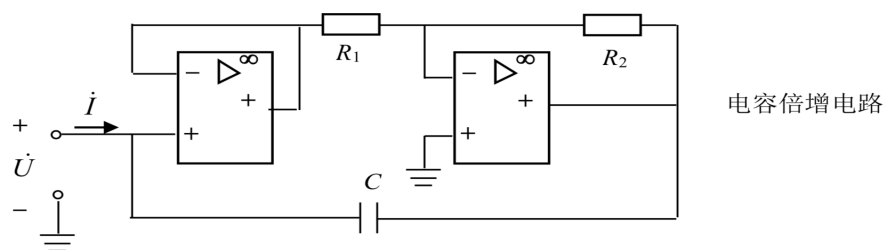
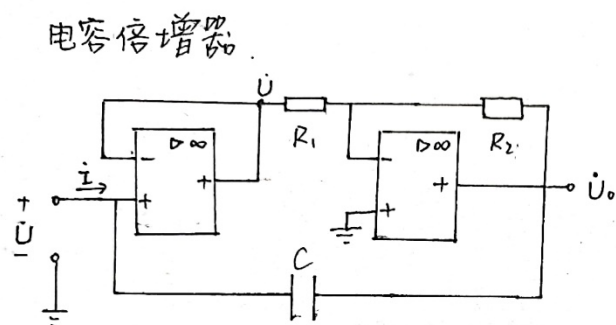


三、设计并验证电容倍增器



(1) 说明该电路为何能够实现电容倍增功能



由虚短、虚断特性, 有: $\frac{U}{R_1} + \frac{U_o}{R_2} = 0 \Rightarrow \frac{U}{i} = \frac{1}{j\omega C(1 + \frac{R_2}{R_1})}$

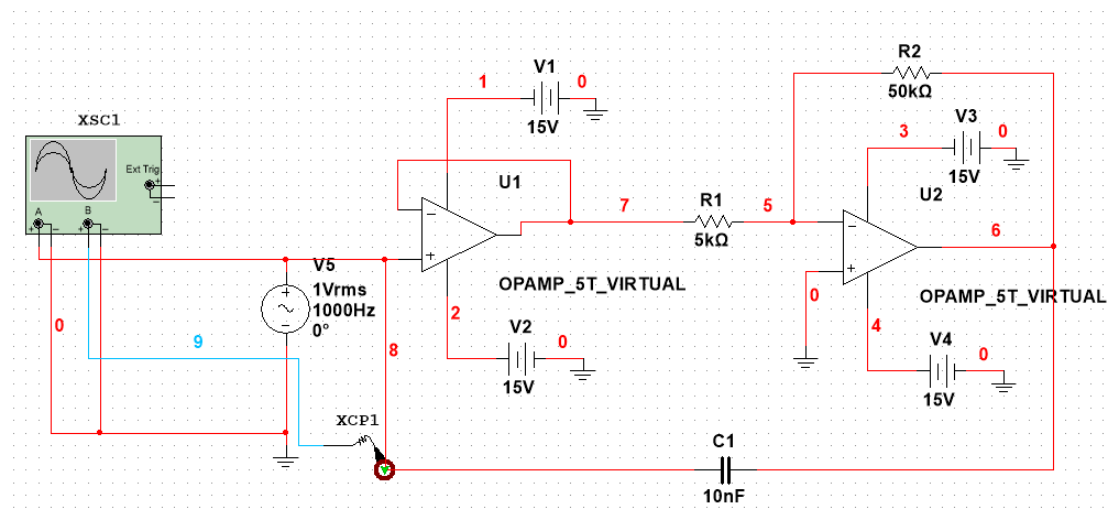
$\frac{U - U_o}{i} = \frac{1}{j\omega C}$

故可以等效为接入一个容值为 $C' = C(1 + \frac{R_2}{R_1})$ 的电容。

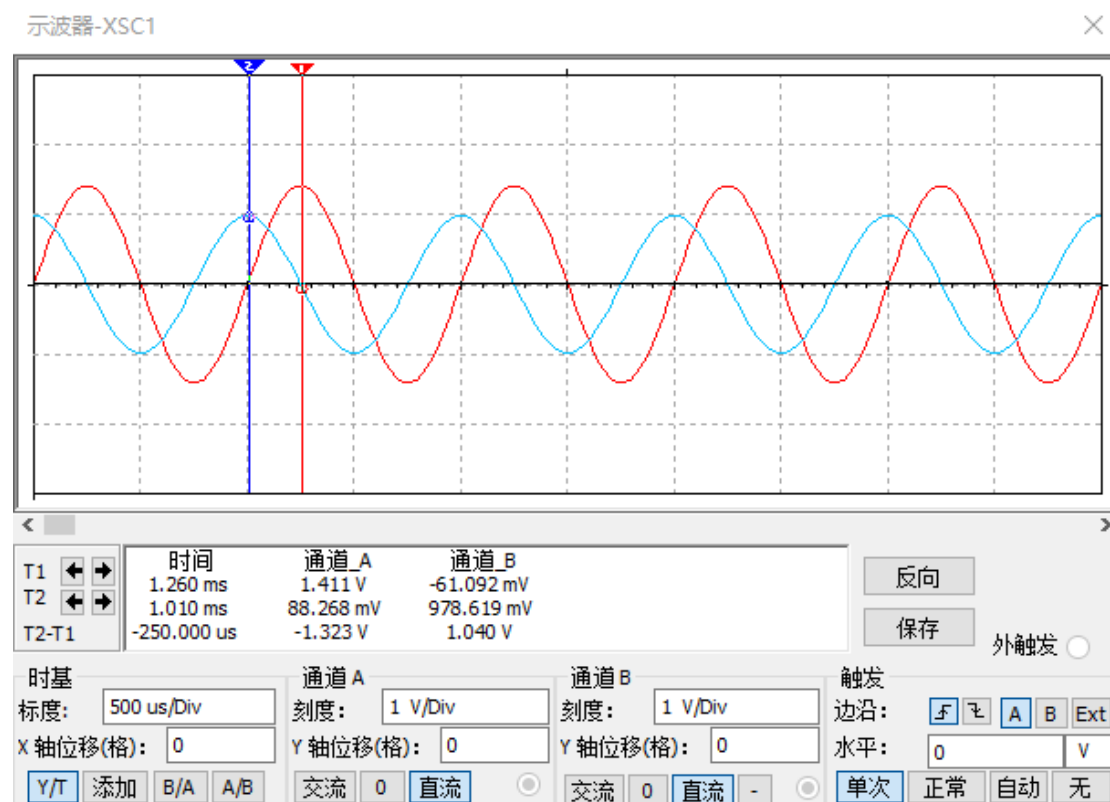
即达到了电容倍增效果。

(2) 已知 $C=10\text{nF}$, 设计该电路的其他参数, 使得从端口上得到 $0.11\mu\text{F}$ 的电容。检验你的设计是否达到要求。频率取 1kHz 即可。

在 $C=10\text{nF}$ 时, 只需取 $\frac{R_2}{R_1} = 10$, 就可以得到 $0.11\mu\text{F}$ 的电容, 故仿真电路图如下:



用于验证的输出波形如下：



其中：横轴 $500\mu\text{s}/\text{Div}$ ；

红色线表示输入电压，纵轴 $1\text{V}/\text{Div}$ ；蓝色线表示电流，纵轴 $1\text{mA}/\text{Div}$

在两个运放的输出端电压的最大值分别达到 U 和 $10U$, 该电容倍增器实现功能的前提要求运放在线性区工作, 即最大电压不能超过饱和电压, 由实验一可知, 1 下运放的饱和电压大于 14.5V , 故该实验中电源电压有效值取为 1V (即最大值约为 1.41V), 那么运放输出端最大电压达到 14.1V 未达到饱和电压, 故电压值选取合理。

从图中可以观察到, 电流曲线 (蓝), 比电压曲线 (红) 先达到最大值, 即电流领先电压 $\pi/2$ 个相位, 即为电容的性质。

由图像可以读出电压的最大值约为 1.41V , 电流的峰值约为 0.98A 代入公式:

$$C_{\text{测}} = \frac{I}{U(2\pi f)} \text{ 可以得到 } C_{\text{测}} \approx 11\mu\text{f}.$$

综上所述, 设计并验证了该电容倍增器的电容倍增功能。