

第十二次作业

(1)

对于非反相高通滤波器：

$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1} \Rightarrow R_f = R_1(A_v - 1) = 1\text{k}\Omega \times (5 - 1) = 4\text{k}\Omega$$

高通滤波器的截止频率由 RC 电路决定：

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

因此：

$$C = \frac{1}{2\pi R f_c} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times 10^3 \times 10 \times 10^3} = 1.59 \times 10^{-8} = 15.9\text{nF}$$

结果：

$$R_f = 4\text{k}\Omega, \quad C = 16\text{nF}$$

(2)

Python 代码：

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import signal

plt.style.use('seaborn-v0_8-whitegrid')
plt.rcParams['font.family'] = 'Arial'
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False

R = 1e3
C = 16e-9
Rf = 4e3

num = [5 * R * C, 0]
den = [R * C, 1]

f = np.logspace(2, 7, 500)
w = 2 * np.pi * f

w, h = signal.freqs(num, den, w)

plt.figure(figsize=(8, 5))
plt.semilogx(f, 20 * np.log10(abs(h)), color='#0072BD', linewidth=2)

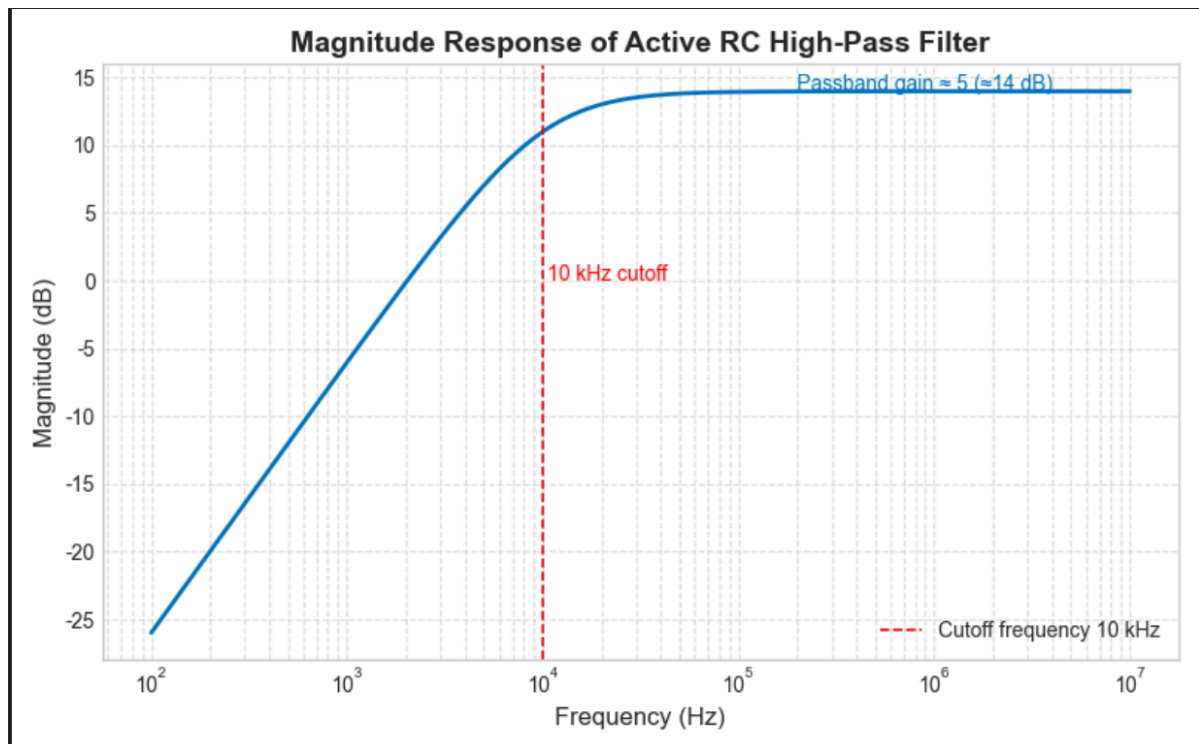
plt.axvline(1e4, color='r', linestyle='--', linewidth=1.2, label='Cutoff frequency 10 kHz')
plt.text(1.05e4, 0, '10 kHz cutoff', color='r', fontsize=10)
```

```
plt.title('Magnitude Response of Active RC High-Pass Filter', fontsize=14,
fontweight='bold')
plt.xlabel('Frequency (Hz)', fontsize=12)
plt.ylabel('Magnitude (dB)', fontsize=12)
plt.grid(True, which='both', linestyle='--', alpha=0.6)
plt.legend(loc='lower right', fontsize=10)

plt.text(2e5, 14, 'Passband gain  $\approx 5$  ( $\approx 14$  dB)', fontsize=10, color='#0072BD')

plt.tight_layout()
plt.show()
```

波特图：



从这张幅频响应波特图可以看出：

- 通带放大倍数：通带内增益稳定在约 14 dB，对应放大倍数

$$20 \log_{10} A = 14 \implies A \approx 5$$

满足“通带放大倍数为 5”的要求。

- 通带截止频率：幅频曲线在 10 kHz 处是增益下降 3 dB 的关键位置，与要求的

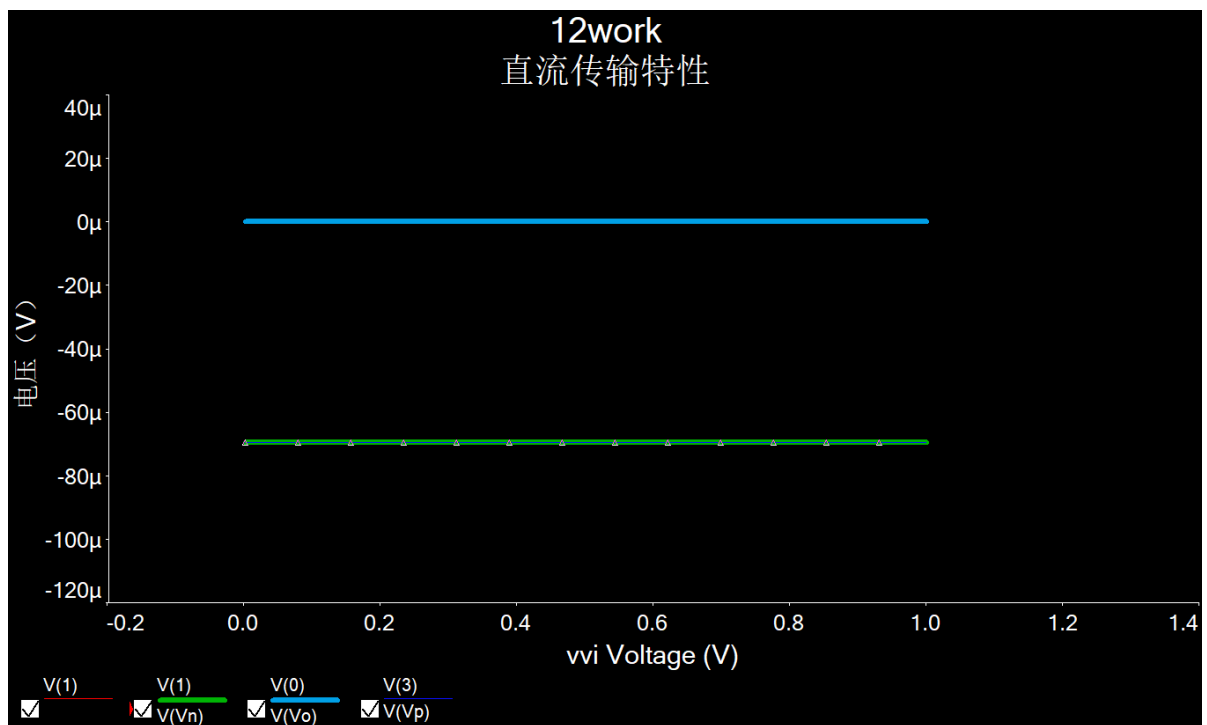
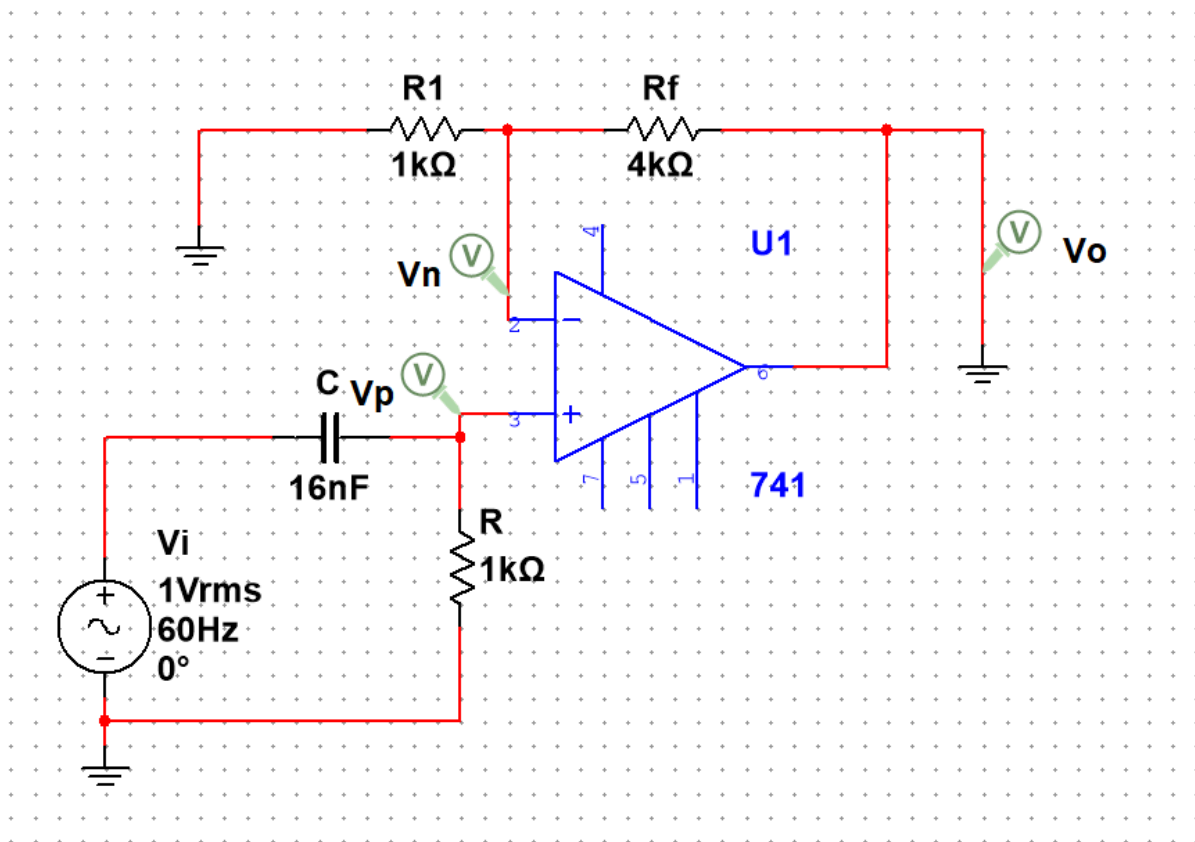
$$f_p = 10 \text{ kHz}$$

完全吻合。

综上，该设计满足要求。

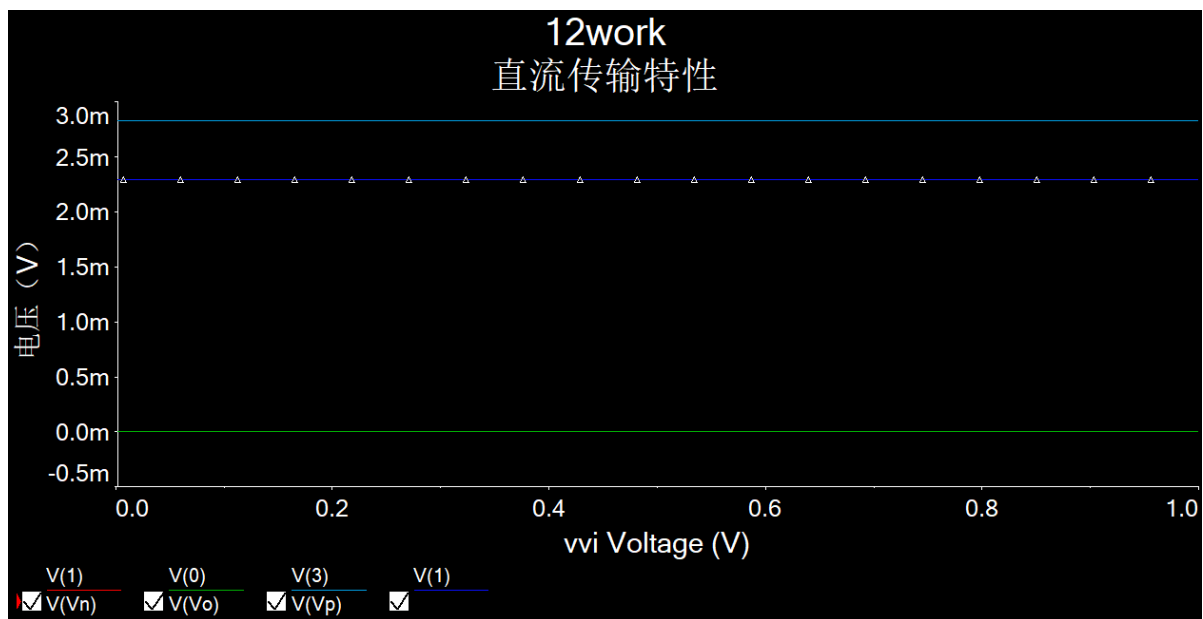
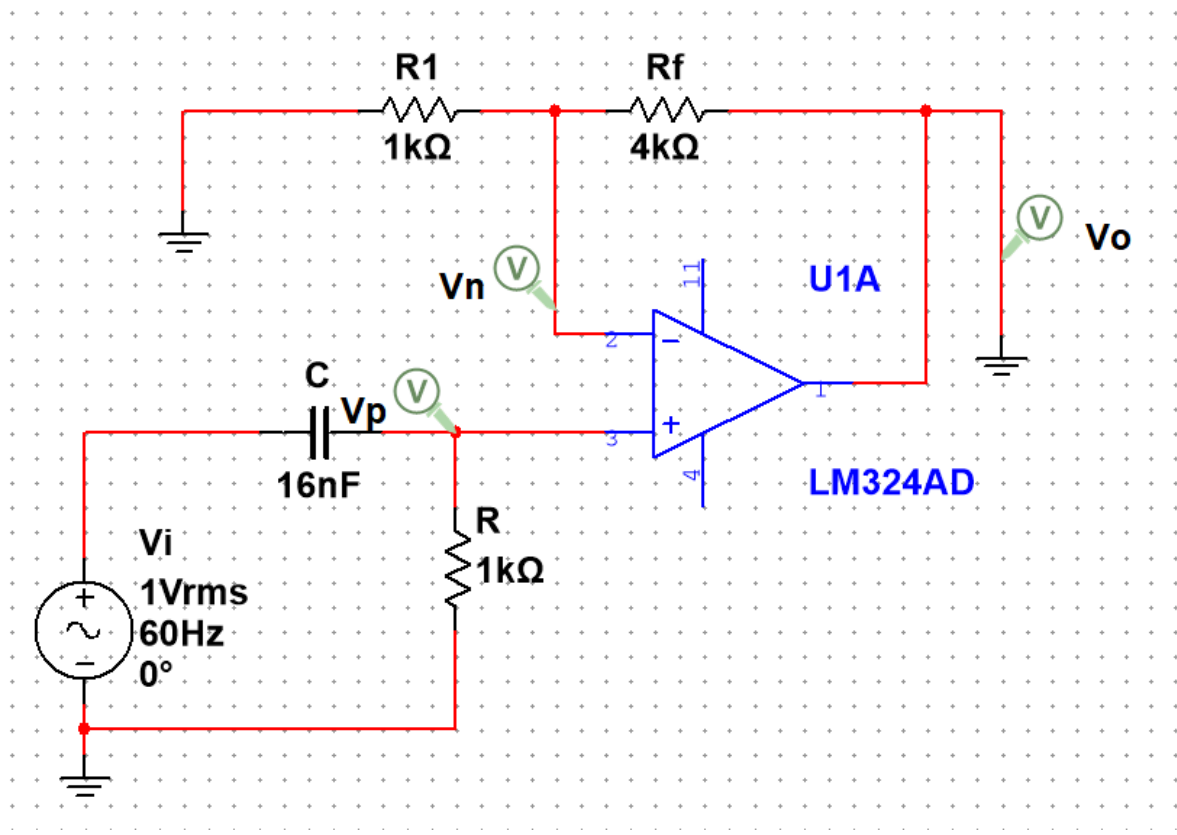
(3)

741运放:



上为 V_o ，下为 V_n 。

理想运放：



最上为Vp，中间是V1，下面是Vo

⚙️ (4) 2 MHz 时是否能放大约 5 倍？

741 运放的增益带宽积 (GBW) 约为 1 MHz。

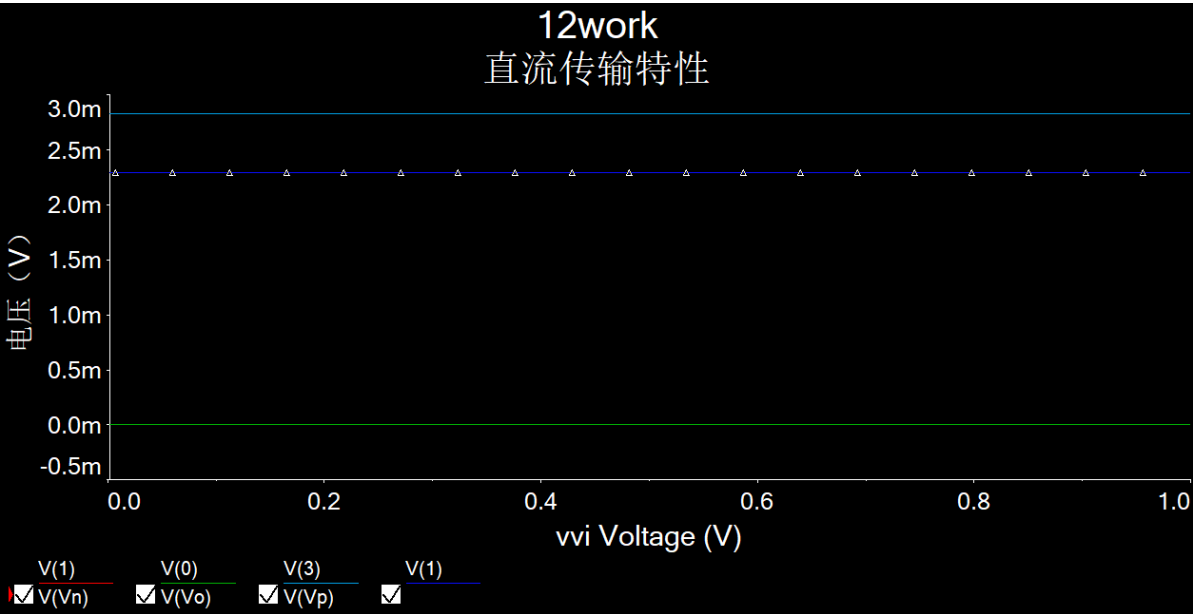
若要在 2 MHz 下获得 5 倍放大，则需：

$$A_v \times f = 5 \times 2\text{MHz} = 10\text{MHz}$$

这超出了 741 的 GBW 限制，因此：

741 实际上无法实现，虚拟运放（理想）可以实现。

若想使用 741，需降低频率目标，不要要求 2 MHz，改为 $\leq 100\text{ kHz}$ 范围内；或者降低闭环增益：例如要在 2 MHz 实现增益 1（缓冲），则 $GBW \geq 2\text{MHz}$ ；改变滤波器的截止频率，把 RC 的截止提高到 $>2\text{ MHz}$ 。



波形图说明：

从曲线可见：

线性区特征：在输入电压的一定范围内，输出电压(V_o)与输入电压呈线性关系，斜率对应电路增益（约 5 倍），这与同相放大的理论分析一致。

饱和区特征：当输入电压超出线性范围时，输出电压(V_o)会进入饱和区（曲线趋于平坦），此时运放因输出达到电源轨而无法继续线性放大。

波形图核心逻辑是输入正弦信号经高通滤波后，由同相比比例运放线性放大，直流传输特性直观展示了输入输出的静态线性关系与饱和特性。