



中國海洋大學
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

海納百川 取則行遠

ENGLISH

RC二阶带通滤波器

第21小组

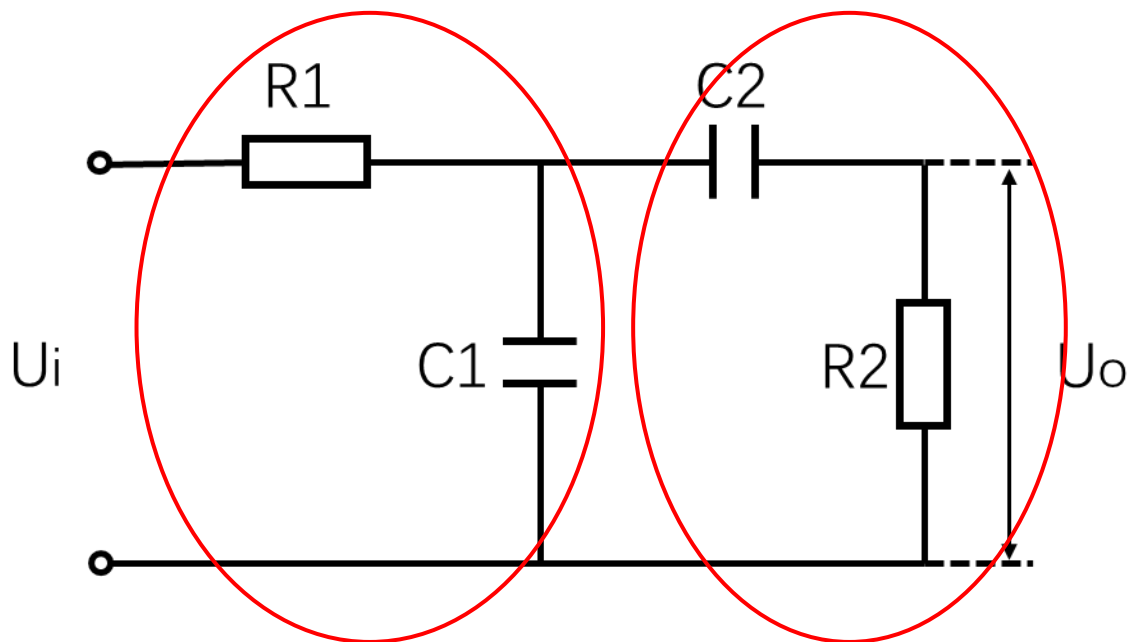
李祖乐

2023年11月

小组成员：李祖乐、李延涛、李帅

RC二阶带通滤波器

RC低通滤波电路



RC高通滤波电路

RC带通滤波 = RC低通滤波 + RC高通滤波

上限截止频率： $f_H = 6000\text{Hz}$

下限截止频率： $f_L = 50\text{Hz}$

由 $f = \frac{1}{2\pi RC}$ 得：

$$R_1 = R_2 = 10\text{K}\Omega$$
$$C_1 \approx 5.035\text{nF}$$
$$C_2 \approx 159\text{nF}$$

计算 $H(j\omega)$

1) 时域分析 (阻抗变换)

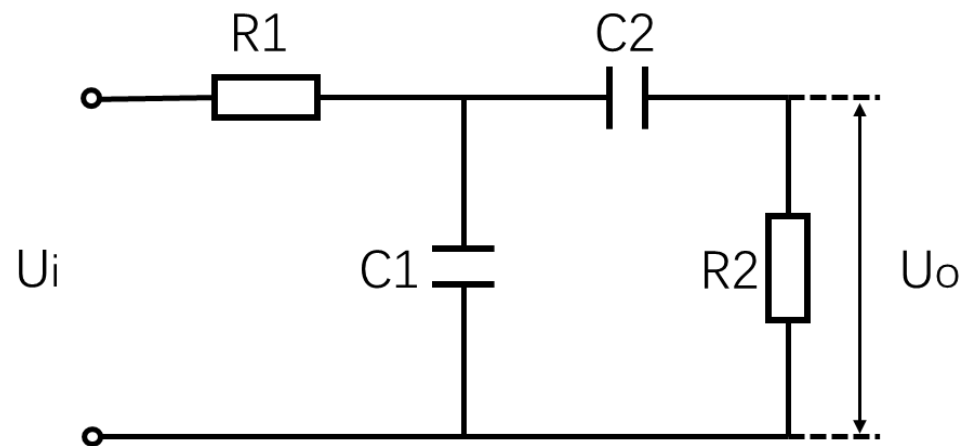
$$R_2 \text{ 与 } C_2 \text{ 串联} : Z_1 = R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} = \frac{(1 + j\omega C_2 R_2)}{j\omega C_2}$$

$$Z_1 \text{ 与 } C_1 \text{ 并联} : Z_2 = \frac{1}{j\omega C_1 + \frac{j\omega C_2}{1 + j\omega C_2 R_2}} = \frac{1 + j\omega C_2 R_2}{j\omega(C_1 + C_2) - \omega^2 C_1 C_2 R_2}$$

$$Z_2 \text{ 与 } R_1 \text{ 串联} : Z = Z_2 + R_1 = \frac{1 + j\omega C_2 R_2 + j\omega(C_1 + C_2)R_1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2}{j\omega(C_1 + C_2) - \omega^2 C_1 C_2 R_2}$$

由分压定理得 : $U_O = \frac{Z_2}{Z} * \frac{R_2}{Z_1} * U_I$, 带入有 :

$$\frac{U_O}{U_I} = \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2 + j\omega(C_1 + C_2)R_1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$$



计算H(jw)

2)频域分析 (电容特性)

$$\left\{ \begin{array}{l} U_I = R_1 * (C_1 * \frac{dU_{C_1}}{dt} + C_2 * \frac{dU_{C_2}}{dt}) + U_{C_1} \\ U_{C_1} = U_{C_2} + R_2 * C_2 * \frac{dU_{C_2}}{dt} \\ U_O = C_2 * C_2 * \frac{dU_{C_2}}{dt} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{傅里叶变换}} \left\{ \begin{array}{l} U_I(j\omega) = (j\omega C_1 R_1 + 1) * U_{C_1}(j\omega) + j\omega C_2 R_1 * U_{C_2}(j\omega) \quad \textcircled{1} \\ U_{C_1}(j\omega) = (j\omega C_2 R_2 + 1) * U_{C_2}(j\omega) \quad \textcircled{2} \\ U_O(j\omega) = j\omega C_2 R_2 * U_{C_2}(j\omega) \quad \textcircled{3} \end{array} \right.$$

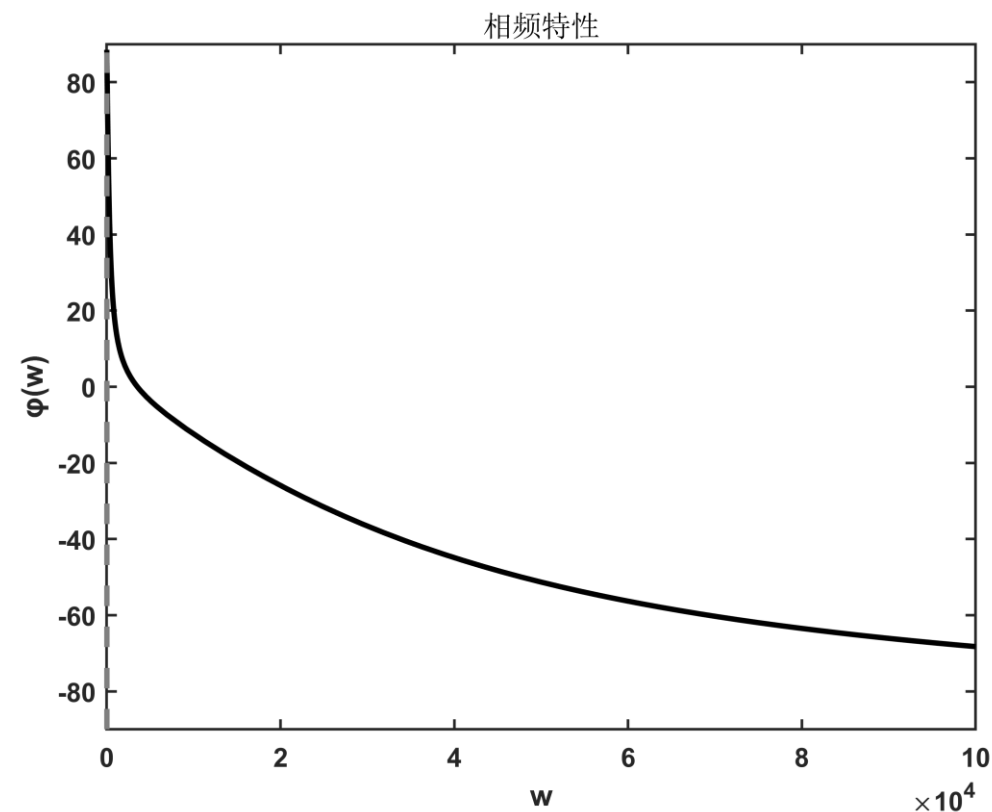
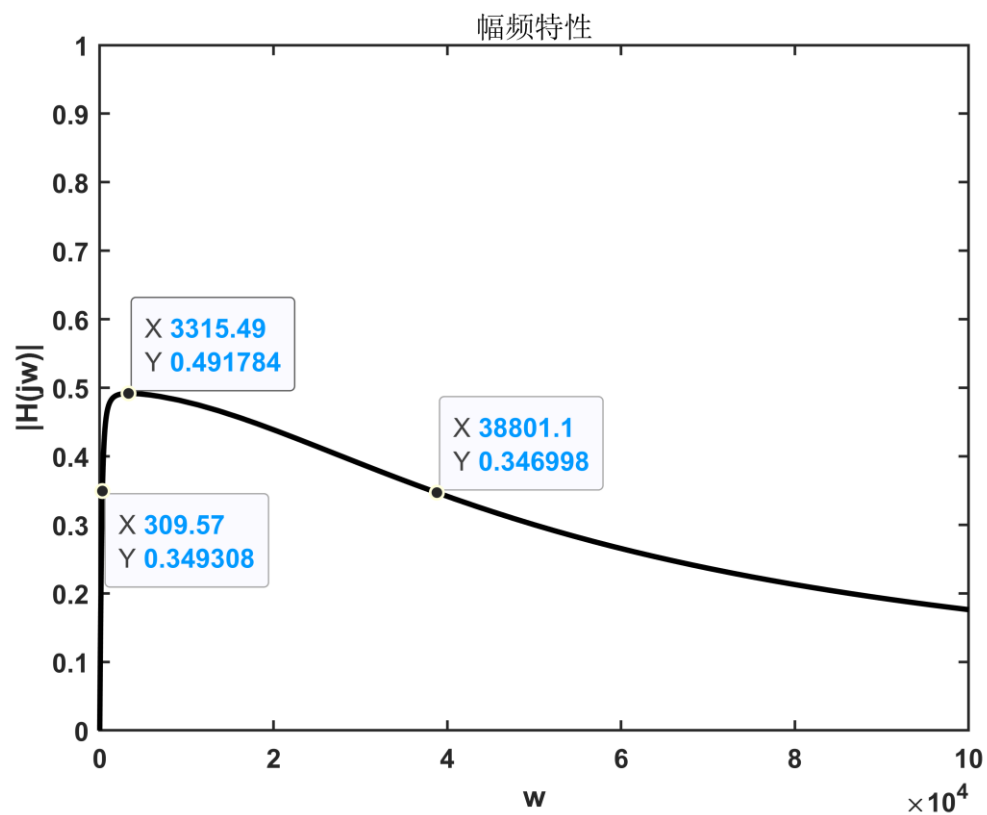
将②式带入①式得到 $U_{C_2}(j\omega)$ 与 $U_I(j\omega)$ 的关系后： $U_I(j\omega) = [(j\omega C_1 R_1 + 1) * (j\omega C_2 R_2 + 1) + j\omega C_2 R_1] * U_{C_2}(j\omega)$

再将③式带入得 $U_O(j\omega)$ 与 $U_I(j\omega)$ 的关系如下：

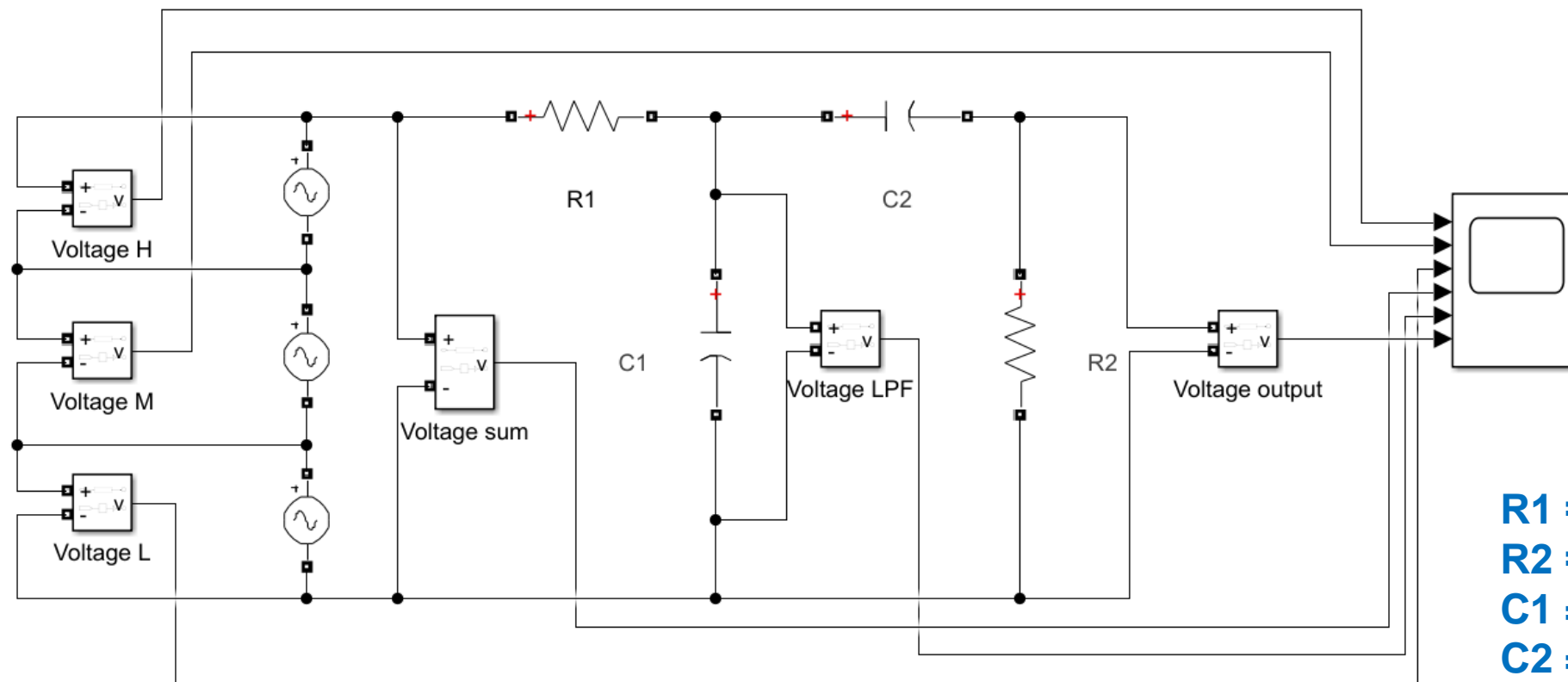
$$\frac{U_O}{U_I} = \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2 + j\omega (C_1 + C_2) R_1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$$

二、电路分析

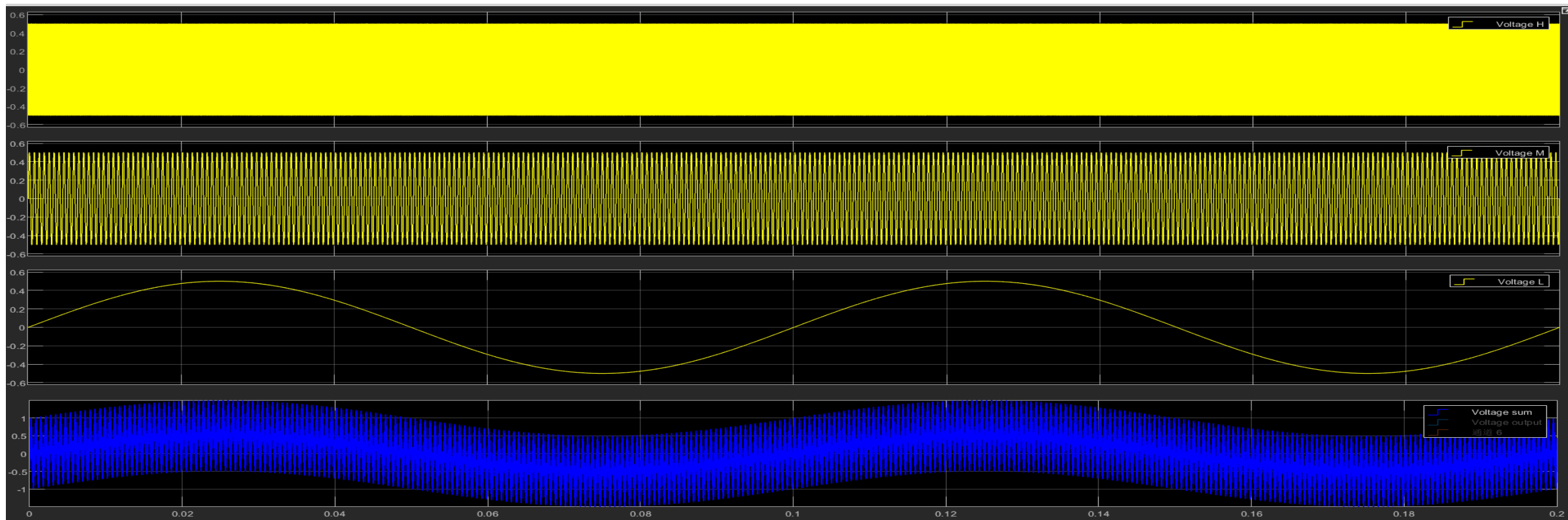
单位冲激响应:
$$H(j\omega) = \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2 + j\omega(C_1 + C_2)R_1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$$



仿真电路



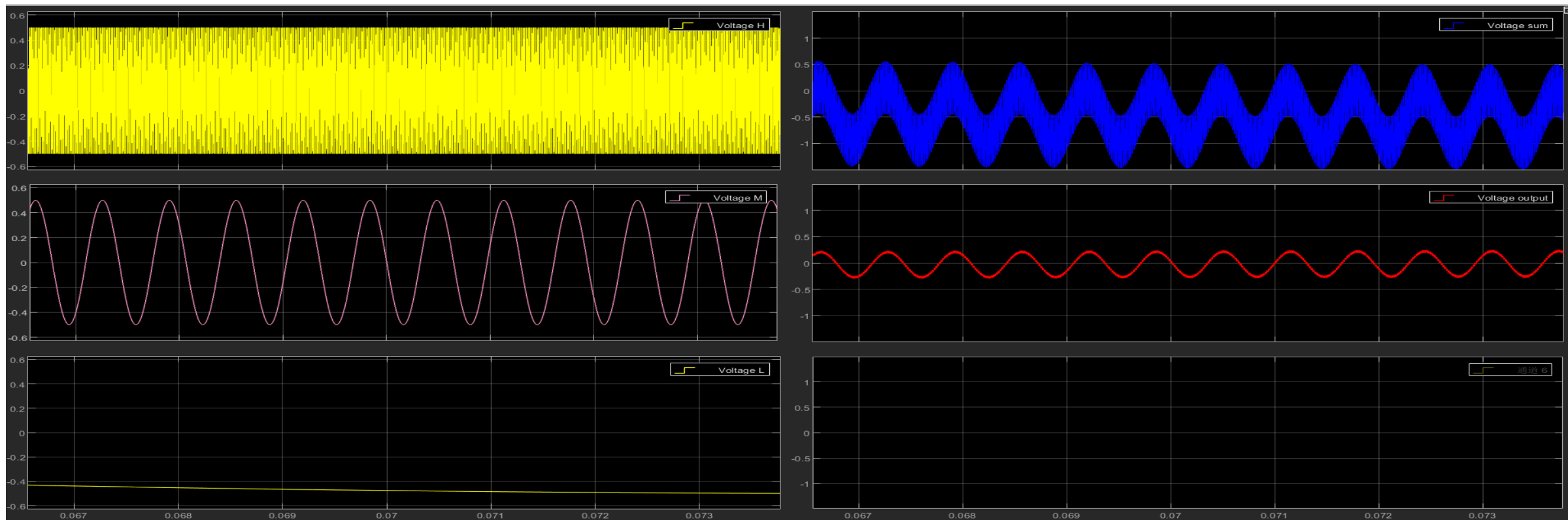
输入信号



黄颜色信号：分别为频率为60KHz、1550Hz、10Hz，幅值均为0.5v的正弦信号

蓝颜色信号：为上述三种信号的线性叠加

输出信号



粉颜色信号：待提取的中频输入信号
蓝颜色信号：上述三种信号的线性叠加
红颜色信号：为滤波后的输出信号

Thank

☺



电路设计：李延涛

电路分析：李祖乐、李延涛、李帅

报告撰写：李帅（主要），李祖乐（排版与部分内容优化）

PPT制作与相关绘图：李祖乐