

心电信号检测电路的搭建和测试的预习报告

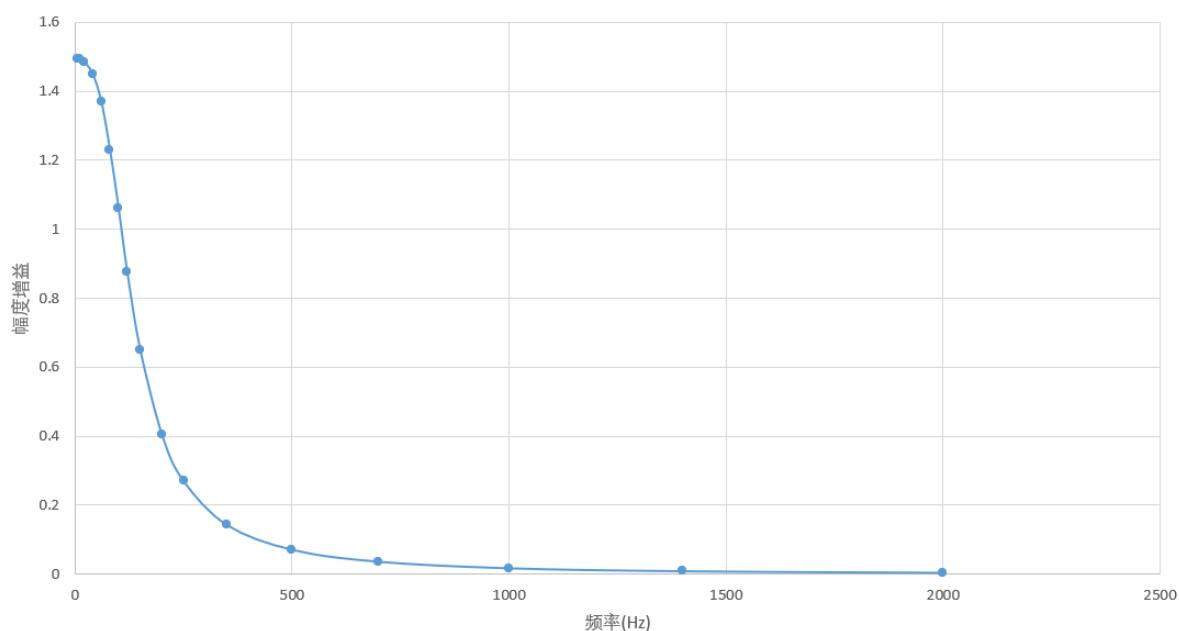
无04 2019012137 张鸿琳

1. 电路的输入阻抗

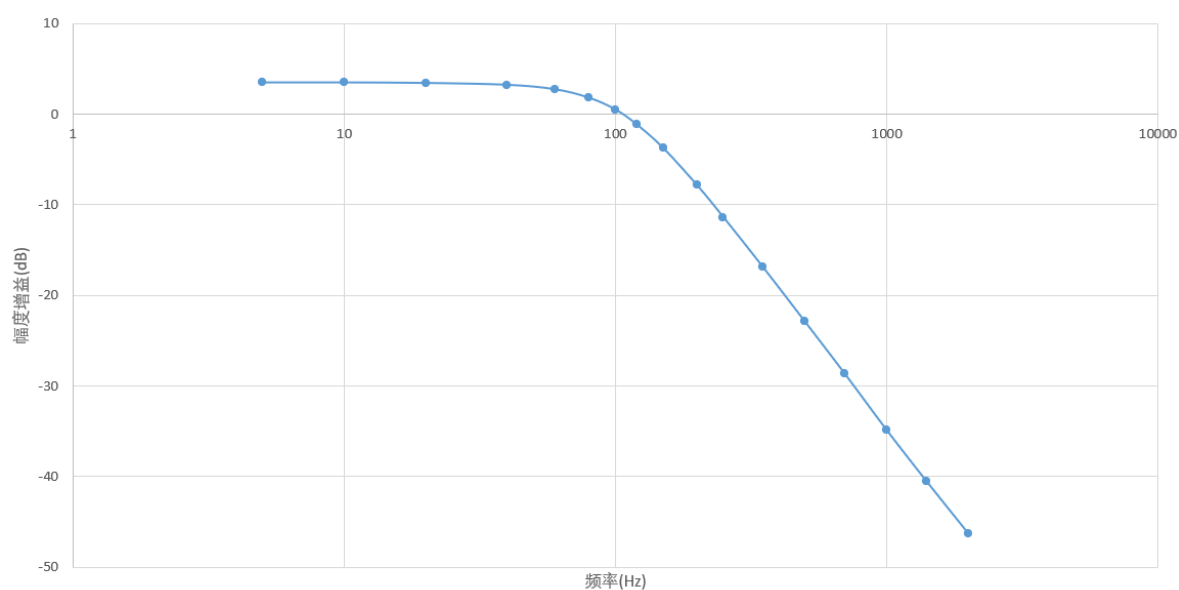
根据得到的数据，可以计算输入阻抗为 $Z_{in} = \frac{V_2}{V_1 - V_2} R_0 = \frac{0.97V}{2V - 0.97V} \times 10k\Omega \approx 9.42k\Omega$.

2. 一个低通滤波器的频率响应

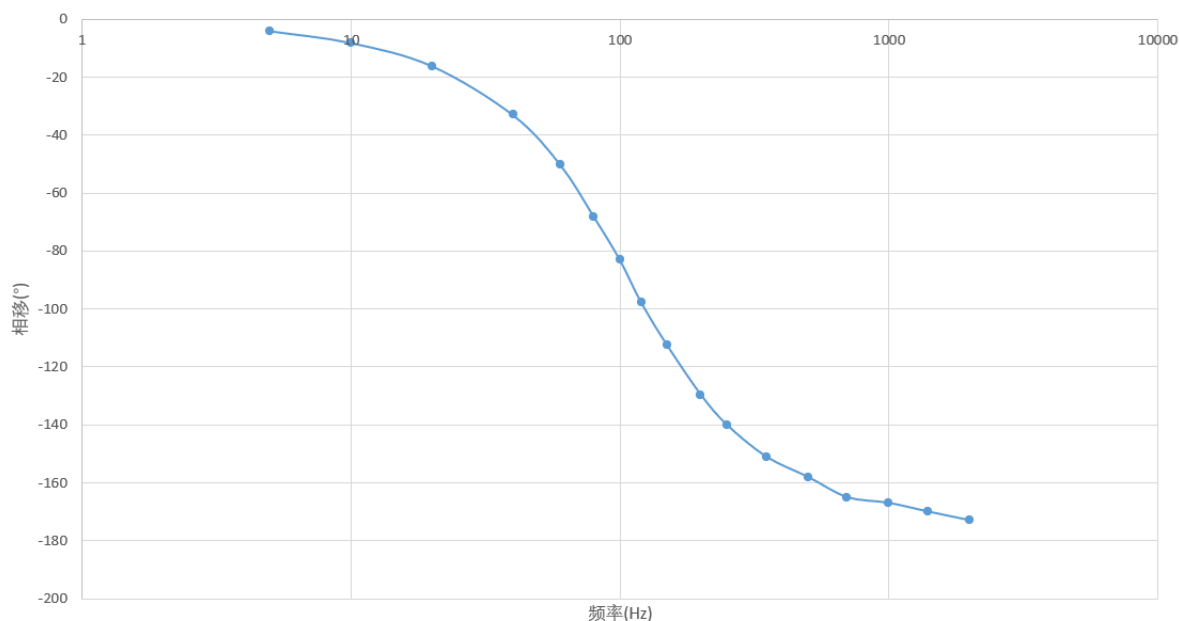
(1) 横轴和纵轴均为线性坐标的幅频响应图



(2) 横轴和纵轴均为对数坐标的幅频响应图



(3) 横轴为对数坐标、纵轴为线性坐标的相频响应图



(4) 此低通滤波器的3dB截止频率

由 (2) 中的幅频响应图，可以大致看出3dB截止频率约为100Hz.

(5) 滤波器的特性

由 (2) 中的幅频响应图，可以看出该滤波器对小于100Hz的频率分量有一定的稳定的放大的作用，而对于大于100Hz的频率分量则表现出明显的抑制作用，也就是对数是负数。

(6) 分析线性坐标和对数坐标的不同特点

线性坐标比较直观，数据就是实际的数据，对于数据量级变化范围较小的情况十分便利。而对数坐标则可以更好地描述量级变化范围较大的数据，判定相对变化的时候，比如3dB频点的判定就很方便。

所以，在频率和幅度增益一般采用对数坐标，而相移一般采用线性坐标，这样使得信息展现地更加清楚。

3. 50Hz陷波器的调节

(1) 假设元件 C_3 有一个+5%的偏差，即 $C_3=0.0105\mu F$ ，而其他元件的参数和标称值一致。请问，可否通过 R_4 和 R_6 使得该陷波器在50Hz频点实现零输出？如可以，请确定 R_4 和 R_6 的阻值。

为保证零输出，首先保证 $H_{BPF}(s)$ 在50Hz时为实数，则有 $\frac{1}{R_2 C_3 C_4} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3 + R_4} \right) = \omega^2$ ，同时需要 $H_{Notch}(s)$ 在50Hz时为0，那么需要 $\frac{R_7}{(R_5 + R_6) R_1 C_4 \left(\frac{1}{R_2 C_3} + \frac{1}{R_2 C_4} \right)} = 1$ ，这样当 C_3 发生变化时，可以由这两个方程解出新的 R_4 和 R_6 的值。

计算得到 $R_4 \approx 2785.68\Omega$ ， $R_6 \approx 1464.02\Omega$

(2) 可否先调节 R_6 ，再调节 R_4 ，实现陷波器在50Hz频点零输出？（存疑）

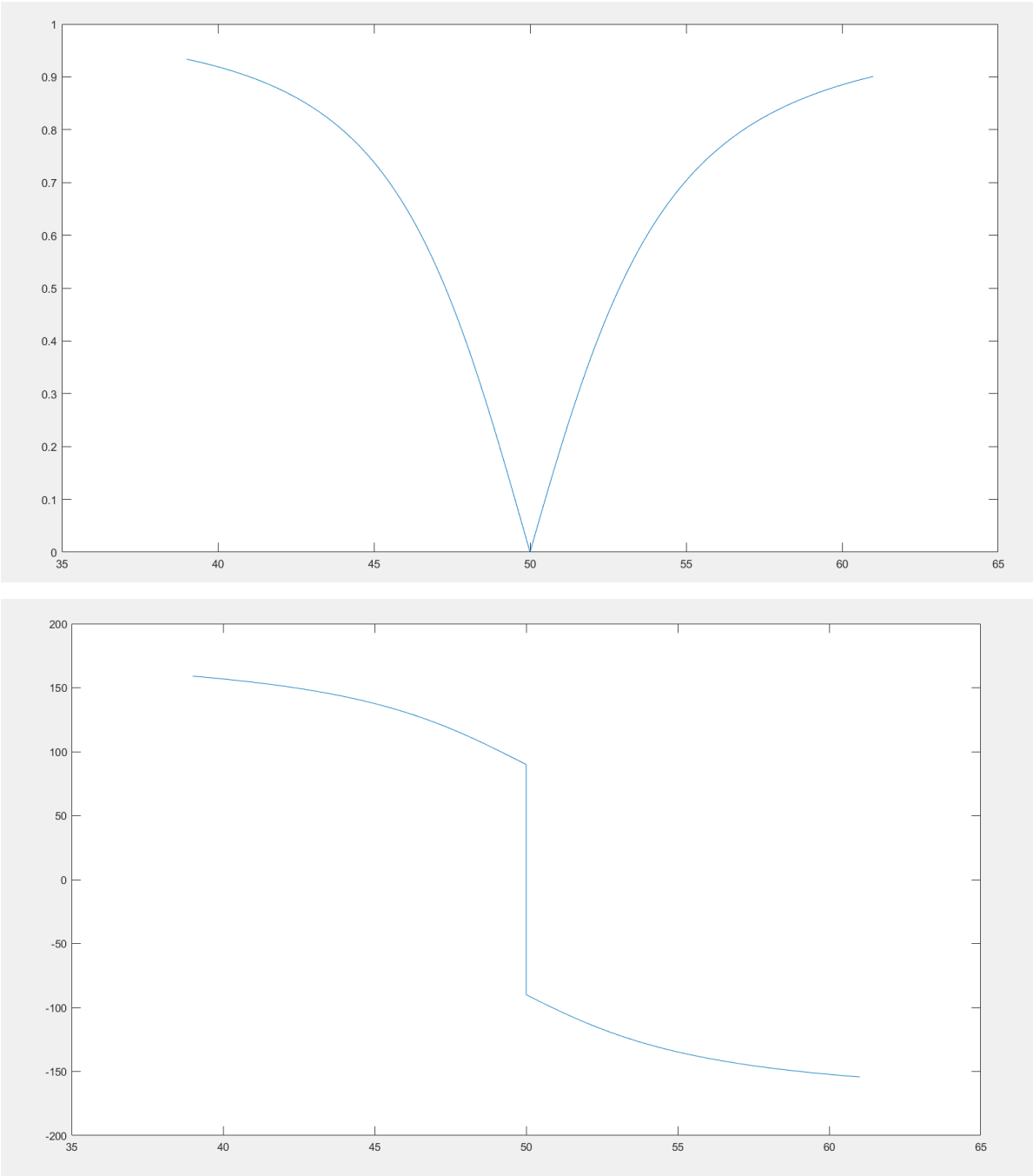
不可以，因为 $H_{BPF}(s)$ 仅与 R_4 有关，而 $H_{Notch}(s)$ 与 R_4 和 R_6 都有关系，所以先调节 R_4 再调节 R_6 更容易，并且现象也更清楚，可以先看到相位变化，然后再看到幅度增益变化。

(3) 传递函数 $H_{Notch}(s)$ 是频率的函数，其输出为一个复数，其模和幅角分别对应系统的幅频响应和相频响应。请据此绘出该陷波器在40Hz~60Hz频率范围的幅频响应和相频响应，并对图像进行简要分析。

首先算出传递函数的具体形式：按照电路图数据，可以求得 $R_4 \approx 4304.1\Omega$ ， $R_6 \approx 1212.5\Omega$ ，进而可以求得传递函数为

$$H_{Notch}(s) \approx -1 + 60.61 \frac{s}{s^2 + 60.61s + 98696} \tag{1}$$

利用MATLAB画出幅频曲线和相频曲线如下：



从幅频曲线，可以很容易看出，在 $50Hz$ 附近的频率分量被滤除，而从相频图像中也可看出，在该点附近相移发生了跳变。

4. 记录数据用表格

差分放大器差模增益

正弦小信号峰峰值	输出信号峰峰值

低通滤波器幅频特性数据

输入信号频率(Hz)	输入信号峰峰值	输出信号峰峰值	幅度增益

50Hz陷波器在50Hz附近的幅频和相频特性数据

