

实验 6 信号通过 IIR 滤波器

6.1 实验目的

- (1) 理解系统对信号的作用、输入信号与输出信号的关系。
- (2) 任何复杂信号都可以看成是不同频率的简单正弦信号叠加的结果。

6.2 实验原理

观察一个矩形波信号通过低通滤波器。通过设置滤波器不同的截止频率，可以看到矩形波信号时域波形的变化。随着截止频率的升高，时域波形越接近矩形。

6.3 实验内容

- (1) 设计一个 IIR 低通滤波器。通带起伏小于 1dB ，止带衰减大于 40dB ，过渡带宽小于 0.1π ，通带截止频率为 $\omega_p(n) = r \cdot 2\pi / N$ ，其中 r 分别取 1, 5, 10, 15, 20, 40, $N=100$ 。

提示：IIR 滤波器的设计可以使用 MATLAB 内置的 `buttord` 和 `butter` 函数。

- (2) 生成一个周期为 $N=100$ 的矩形信号序列 $x(n)$ ，

$$x(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq \frac{N}{2} - 1 \\ 0 & \frac{N}{2} \leq n \leq N - 1 \end{cases}$$

取 10 个周期长度，激励 (1) 中设计的低通滤波器（可使用 MATLAB 内置的 `filtfilt` 函数模拟该过程），得到输出序列 $y(n)$ ，并计算 $x(n)$ 和 $y(n)$ 的幅频特性。

- (3) 观察和比较滤波器取不同截止频率时， $x(n)$ 、 $y(n)$ 的时域波形、幅频特性的变化，特别是方波棱角的变化（时域波形画出第 2 到第 5 个周期即可）。

- (4) 采用双线性变换法设计一个数字切比雪夫 I 型高通滤波器。当 $\omega \leq 0.2\pi$ 内，衰减大于 15dB ；当 $0.3\pi \leq \omega \leq \pi$ 时，衰减小于 1dB 。并观察 $x(n)$ 通过该高通滤波器后输出 $y_{hp}(n)$ 的时域波形，并对比 (3) 中不同截止频率时输出时域波形与 $y_{hp}(n)$ 叠加后的波形（即 $y(n) + y_{hp}(n)$ 的时域波形）。