第六章 FIR 滤波器的设计

1．用矩形窗设计一个线性相位高通滤波器

$$H_d\left(e^{j\omega}\right)=\begin{cases}e^{-j(\omega-\pi)\alpha}, & \pi-\omega_c\le\omega\le\pi\\ 0, & 0\le\omega\le\pi-\omega_c\end{cases}$$

（a） 求出 $h(n)$ 的表达式，确定 α 与 N 的关系；

（b） 问有几种类型，分别是属于哪一种线性相位滤波器；

（c） 若改用升余弦窗设计，求出 $h(n)$ 的表达式。

3.用矩形窗设计一个线性相位带通滤波器

$$H_d\left(e^{j\omega}\right)=\begin{cases}e^{-j\omega\alpha}, & -\omega_c\le\omega-\omega_0\le\omega_c\\ 0, & 0\le\omega<\omega_0-\omega_c,\omega_0+\omega_c<\omega\le\pi\end{cases}$$

（a） 设计 N 为奇数时的 $h(n)$；

（b） 设计 N 为偶数时的 $h(n)$；

（c） 若改用改进升余弦窗(Hamming 窗)设计,求以上两种形式的 $h(n)$ 表达式。

提示：注意遵循线性相位滤波器幅度与相位的四种不同的约束关系。

6.用矩形窗设计一个线性相位正交变换网络

$$H_d\left(e^{j\omega}\right)=-je^{-j\omega\alpha},0<\omega<\pi$$

（a） 求 $h(n)$ 表达式；

（b） N 选奇数好还是选偶数好？还是性能一样好？为什么？

（c） 若改用凯塞窗设计，求 $h(n)$ 的表达式。

7.用矩形窗设计一个线性相位数字微分网络

$$H_d\left(e^{j\omega}\right)=-j\omega e^{-j\omega\alpha},0<\omega<\pi$$

重复上题（a）（b）（c）三问题。

9.用频率采样法设计一线性相位低通滤波器， $N=15$，幅度采样值为

$$H_k=\begin{cases}1, & k=0\\ 0.5 & k=1,14\\ 0, & k=2,3,\cdots,13\end{cases}$$

（a） 设计采样值的相位 $\theta(k)$，并求 $h(n)$ 及 $H\left(e^{j\omega}\right)$ 的表达式；

（b） 用横截型及采样型两种结构实现这一滤波器，画出结构图；

（c） 比较两种结构所使用的乘法器与加法器的数目多少。

10. 图 P5.1 中 $h_1(n)$ 是偶对称序列 $N=8$，$h_2(n)$ 是 $h_1(n)$ 圆周移位后所得的序列，移的位数为 $\dfrac{N}{2}=4$ 位。$H_1(k)=DFT\left[h_1(n)\right]$，$H_2(k)=DFT\left[h_2(n)\right]$

（a） 试问 $\left|H_1(k)\right|=\left|H_2(k)\right|$ 成立吗？$\theta_1(k)$ 与 $\theta_2(k)$ 有什么关系？

（b） 以 $h_1(n)$ 及 $h_2(n)$ 作为单位脉冲响应，可构成两个低通滤波器，试问是否属于线性相位滤波器？时延是多少？

（c） 两种滤波器的性能是否相同？若不同，谁优谁劣？

（d） 从此例中我们看到，在频率采样法中，幅度设计相同但相位设计不同时将产生什么影响？可以得出什么结论？

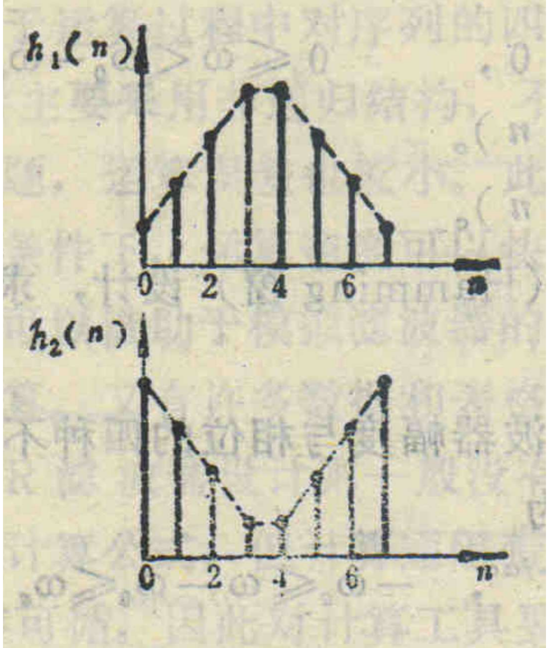

图 P5.1

11. 用频率采样法设计一个线性相位低通滤波器，$N=33$，$\omega_c=\pi/2$，边沿上设一点过渡带 $\left|H(k)\right|=0.39$，试求各点采样值的幅值 H_k 及相位 $\theta(k)$，也即求采样值 $H(k)$。

13. 用频率采样法设计一线性相位带通滤波器，其上下边带截止频率分别为

$\omega_1 = \pi / 4$，$\omega_2 = 3\pi / 4$，不设过渡点，求$N = 33$或$N = 34$情况下的第 1、2、3、4 类线性相位滤波器的四种采样值$H(k)$。