

## 第6章 习题

6.1 设计一个巴特沃什模拟低通滤波器, 要求通带截止频率  $f_p = 6 \text{ kHz}$ , 通带容许最大衰减  $\alpha_p = 3 \text{ dB}$ , 阻带截止频率  $f_s = 20 \text{ kHz}$ , 阻带容许最小衰减  $\alpha_s = 20 \text{ dB}$ 。求该模拟滤波器的传递函数  $H_a(s)$ 。

6.2 设计一个切比雪夫低通滤波器, 要求通带截止频率  $f_p = 3 \text{ kHz}$ , 通带最大衰减  $\alpha_p = 0.2 \text{ dB}$ , 阻带截止频率  $f_s = 12 \text{ kHz}$ , 阻带最小衰减  $\alpha_s = 50 \text{ dB}$ 。求出滤波器的传递函数  $H_a(s)$ 。

6.3 已知模拟滤波器的传输函数  $H_a(s)$  如下:

$$(1) \quad H_a(s) = \frac{s+a}{(s+a)^2+b^2} \quad (2) \quad H_a(s) = \frac{b}{(s+a)^2+b^2}$$

式中  $a, b$  为常数, 设  $H_a(s)$  因果稳定, 试采用冲激响应不变法将其转换为数字滤波器  $H(z)$ 。

6.4 已知模拟滤波器的传输函数  $H_a(s)$  如下:

$$(1) \quad H_a(s) = \frac{1}{s^2+s+1} \quad (2) \quad H_a(s) = \frac{1}{2s^2+3s+1}$$

试采用冲激响应不变法和双线性变换法分别将其转换为数字滤波器, 设计参数  $T=2$ 。

6.5 设计一个 IIR 巴特沃什数字低通滤波器, 在频率  $\omega \leq 0.25\pi$  的范围内, 通带幅频响应不低于  $2 \text{ dB}$ ; 在频率  $0.8\pi \leq \omega \leq \pi$  之间, 阻带衰减至少为  $20 \text{ dB}$ 。采用双线性设计法进行设计, 设计参数  $T=1$ , 求满足上述指标的最低阶滤波器的系统函数  $H(z)$ 。

6.6 设计一个 IIR 巴特沃什低通数字滤波器, 要求通带内频率低于  $0.2\pi \text{ rad}$  时, 允许通带幅度衰减在  $3 \text{ dB}$  之内; 频率在  $0.6\pi$  到  $\pi$  之间的阻带衰减大于  $20 \text{ dB}$ 。采用双线性变换法进行设计, 设计参数  $T=1$ , 求满足上述指标的最低阶滤波器的系统函数  $H(z)$ 。

6.7 设计一个数字高通滤波器, 要求带通截至频率  $\omega_p = 0.8\pi \text{ rad}$ , 通带衰减不大于  $3 \text{ dB}$ , 阻带截至频率  $\omega_s = 0.5\pi \text{ rad}$ , 阻带衰减不小于  $18 \text{ dB}$ , 采用巴特沃斯型滤波器, 采用双线性变换设计法, 求出满足上述指标的最低阶滤波器的系统函数  $H(Z)$ 。

6.8 设计一个 IIR 数字带通滤波器, 通带范围为  $0.25\pi \text{ rad}$  到  $0.45\pi \text{ rad}$ , 通带内最大衰减为  $3 \text{ dB}$ ,  $0.15\pi \text{ rad}$  以下和  $0.55\pi \text{ rad}$  以上为阻带, 阻带内最小衰减为  $15 \text{ dB}$ , 采用巴特沃什模拟低通滤波器, 采用双线性变换设计法, 求出满足上述指标的最低阶滤波器的系统函数  $H(Z)$ 。