第五章 IIR 滤波器的设计

1. $H_a(s)=\dfrac{3}{(s+1)(s+3)}$

试用脉冲响应不变法及双线性变换将以上模拟传递函数转变成数字传递函数 $H(z)$，采样周期 $T=0.5$。

3. $H_a(s)=\dfrac{3s+2}{2s^2+3s+1}$，采样周期 $T=0.1$，重复第 1 题。

5. $H_a(s)=1/s$ 是理想积分器，其输出信号是输入信号的积分值

$$y_a(t)=\int_{-\infty}^{t}x_a(\tau)d\tau$$

$y_a(t)$ 就是曲线 $x_a(\tau)$ 下的面积。现用脉冲响应不变法将 $H_a(s)$ 转换为一数字积分器，写出数字积分器的传递函数、差分方程。画出其结构图，并证明所得数字系统的功能与原模拟系统的差别就在于以 $x_a(t)$ 采样值向后所作的矩形面积代替 $x_a(\tau)$ 的连续面积。

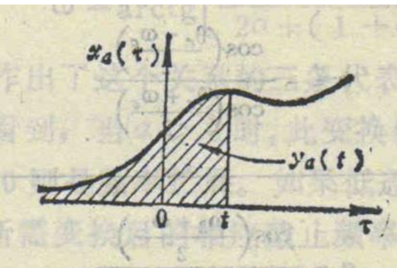

图 P4.1

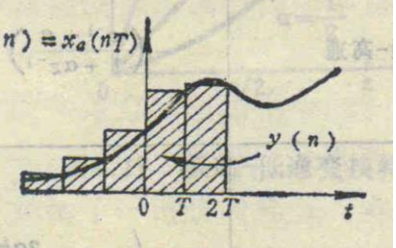

图 P4.2

7. 一个采样数字处理低通滤波器如图 4.3，$H(z)$ 的截止频率为 $\omega_c=0.2\pi$，整个系统相当于一个模拟低通滤波器，今采样频率 $f_s=1kHz$，问等效于模拟低通的截止频率 $f_c=?$，若采样频率分别改变为 $f_s=5kHz$、$200Hz$，而 $H(z)$ 不变，问这时等效于模拟低通的截止频率又为多少？

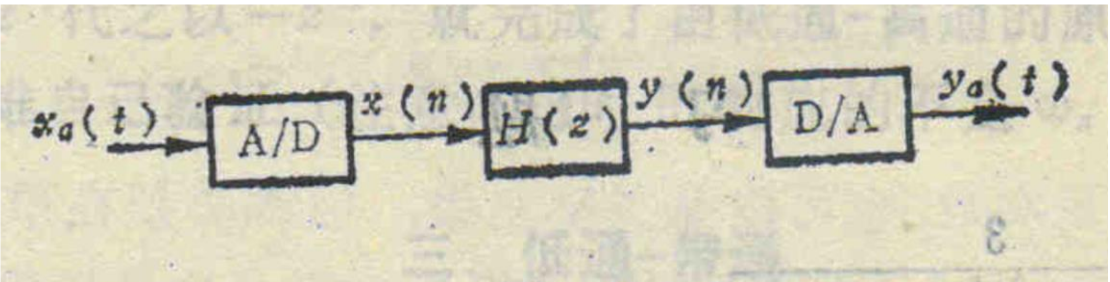

图 P4.3

8. 设采样频率 $f_s = 6.28318kHz$，用脉冲响应不变法设计一个三阶巴特瓦兹数字低通，截止频率 $f_c = 1kHz$，并画出该低通的并联型结构图。

9. 用双线性变换设计一个三阶巴特瓦兹数字低通，采样频率为 $f_s = 1.2kHz$，截止频率为 $f_c = 400Hz$。

11. 用双线性变换设计一个三阶巴特瓦兹数字带通，采样频率为 $f_s = 720Hz$，上下边带截止频率分别为 $f_1 = 300Hz$， $f_2 = 60Hz$。

13. 证明式（4-37）满足全通特性，即 $\left|g\left(e^{-j\omega}\right)\right| = 1$。

$$g\left(z^{-1}\right) = \pm\prod_{i=1}^{N}\frac{z^{-1} - a_i^*}{1 - a_i z^{-1}} \qquad (4\text{-}37)$$

15. 证明式（4-37）当 $N = 1$时，即一个实根单节全通函数时，其相位函数 $\phi(\omega)$ 满足 $\phi(0) - \phi(\pi) = \pi$。