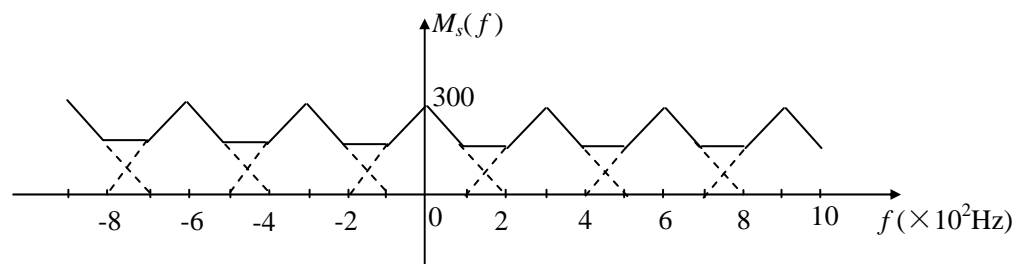


第五章习题解

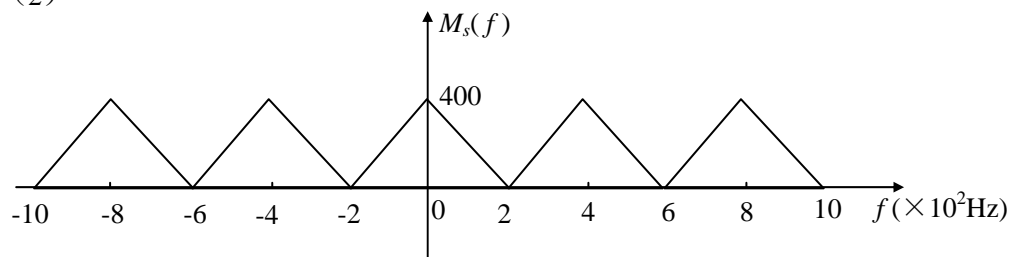
5-1 已知一低通信号 $m(t)$ 的频谱为 $M(f) = \begin{cases} 1 - \frac{|f|}{200}, & |f| < 200 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$

- (1) 假设以 $f_s = 300\text{Hz}$ 的速率对 $m(t)$ 进行理想抽样，试画出已抽样信号 $m_s(t)$ 的频谱草图；
 (2) 若用 $f_s = 400\text{Hz}$ 的速率抽样，重做上题。

【解】 (1)



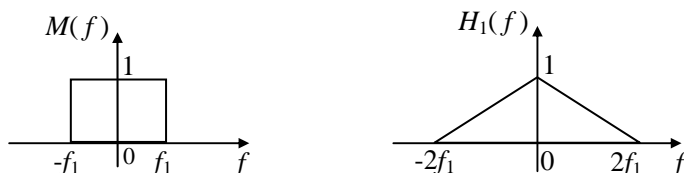
(2)



可见 $f_s \geq 2f_H$ ，则 $M_s(f)$ 是 $M(f)$ 的周期性重复而不重叠； $f_s < 2f_H$ ，则已抽样信号的频谱发生重叠。

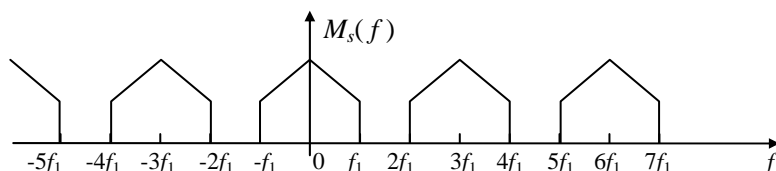
5-4 已知某信号 $m(t)$ 的频谱 $M(f)$ 如图所示。将它通过传输函数为 $H_1(f)$ 的滤波器后再进行理想抽样。

- (1) 抽样速率应为多少？
- (2) 若设抽样速率 $f_s = 3f_1$ ，试画出已抽样信号 $m_s(t)$ 的频谱；
- (3) 接收端的接收网络应具有怎样的传输函数 $H_2(f)$ ，才能由 $m_s(t)$ 不失真地恢复 $m(t)$ 。



【解】 (1) 抽样速率 $f_s > 2f_1$

(2)



$$(3) \quad H_2(f) = \begin{cases} 1/H_1(f) & |f| \leq f_1 \\ 0 & |f| > f_1 \end{cases}$$

5-10 采用 13 折线 A 律编码，设最小量化间隔为 1 个单位，已知抽样脉冲值为 +635 单位。

- (1) 求此时编码器输出码组，并计算量化误差；
- (2) 写出对应于该 7 位码（不包括极性码）的均匀 11 位码（采用自然二进制码）；

【解】 (1) 极性码 $C_1=1$

+635 单位位于第七段，所以 $C_2C_3C_4=110$

$$635 < 512 + 256 \quad \therefore C_5=0$$

$$635 < 512 + 128 \quad \therefore C_6=0$$

$$635 > 512 + 64 \quad \therefore C_7=1$$

$$635 > 512 + 64 + 32 \quad \therefore C_8=1$$

所以输出码组为： $C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8=11100011$

相应恢复电平为： $\hat{m} = 512 + 64 + 32 + 16 = 624$ 单位

量化误差： $|m - \hat{m}| = 11$ 单位

(2) 对应于该七位码的均匀 11 位自然码为

01001110000

5-11 采用 13 折线 A 律编码，设最小量化间隔为 1 个单位，已知抽样为 -95 量化单位：

(1) 求此时编码器输出码组，并计算量化误差。

(2) 写出对应于该 7 位码（不包括极性码）的均匀量化 11 位码。

【解】 (1) 极性码 $C_1=0$

$m=95$ 位于第 4 段， $C_2C_3C_4=011$

因为 $95 < 64+32$ $\therefore C_5=0$

$95 > 64+16$ $\therefore C_6=1$

$95 > 64+16+8$ $\therefore C_7=1$

$95 > 64+16+8+4$ $\therefore C_8=1$

所以输出码组为： $C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8=00110111$

恢复电平为： $\hat{m} = 64 + 16 + 8 + 4 + 2 = 94$

所以量化误差为： $|m - \hat{m}| = 1$

(2) 对应 7 位码的 11 位均匀量化码为

00001011110

5-16 单路话音信号的最高频率为 4kHz，抽样速率为 8kHz，以 PCM 方式传输。设传输信号的波形为矩形脉冲，其宽度为 τ ，且占空比为 1：

(1) 抽样后信号按 8 级量化，求 PCM 基带信号第一零点频宽；

(2) 若抽样后信号按 128 级量化，PCM 二进制基带信号第一零点频宽又为多少？

【解】 (1) 第一零点频宽为 $1/T$ ， T 为矩形脉冲的宽度。因为占空比为 1，所以矩形脉冲的宽度和传输信号的周期相等。即传输信号的频率值与第一零点频宽相等

由于采用 8 级量化，所以传输信号的频率应该是抽样频率的 3 倍，那么第一零点频宽为：

$$f_b = kf_s = 3 \times 8 = 24 \text{ (kHz)}$$

(2) $f_b = kf_s = 7 \times 8 = 56 \text{ (kHz)}$ ，分析同 (1)