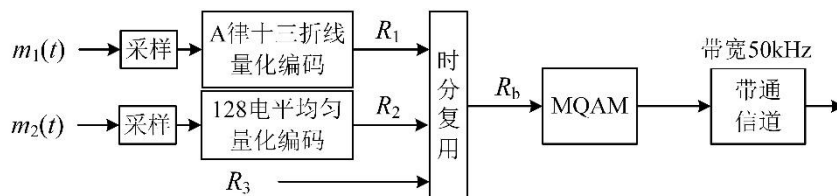


一. (18 分) 下图中  $m_1(t)$  是基带信号, 其最高频率为  $f_1$ ;  $m_2(t)$  是带通信号, 其频谱范围是  $[5\text{kHz}, f_2]$ 。图中的采样速率都是  $8\text{kHz}$ 。  $m_1(t)$  的样值采用 A 律十三折线编码, 输出速率是  $R_1$ ;  $m_2(t)$  的样值采用 128 电平的均匀量化编码, 输出速率是  $R_2$ 。  $R_1$ 、 $R_2$  与另外一路速率为  $R_3$  的数据复用为一路速率为  $R_b=160\text{kb/s}$  的数据。

然后经 MQAM 调制后通过一个带宽为  $50\text{kHz}$  的频带信道传输。



- (1) 求  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  的数值;
- (2) 求能使采样不发生频谱混叠的最大  $f_1$ 、 $f_2$  值;
- (3) 确定 MQAM 的进制数  $M$  及滚降因子  $\alpha$ ; (要求  $M$  尽量小,  $\alpha$  尽量大);
- (4) 画出 MQAM 调制及解调框图。

(2014)

二. (18 分)

(1) 【6 分】  $R_1=64\text{k}$ ,  $R_2=56\text{k}$ ,  $R_3=160-64-56=40\text{kbps}$

(2) 【4 分】  $f_1=4\text{kHz}$ ,  $f_2=8\text{kHz}$ 。

$$f_s=8\text{kHz}$$

$$f_1=f_s/2=4\text{kHz}$$

$$\text{带通抽样定理 } f_s=2f_2/k, f_2=kf_s/2=4\text{k}$$

$$f_2>5, k\geq 2, B=f_2-5<f_s/2, f_2<4+5=9\text{kHz}$$

$$\text{取 } k=2, f_2=8\text{kHz}$$

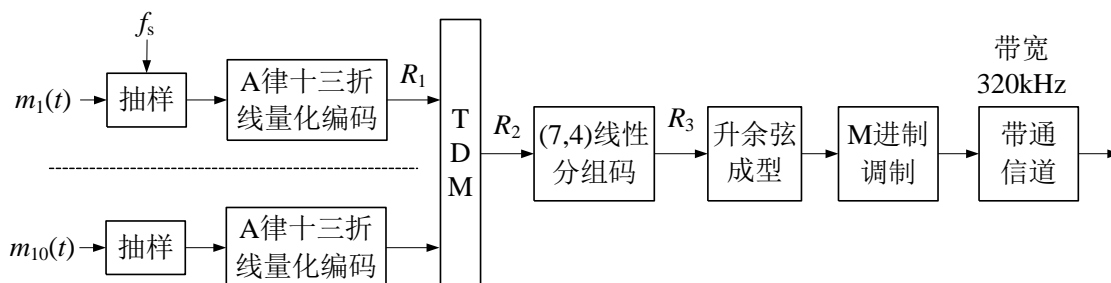
(3) 【4 分】  $M=2^4=16$ ,  $\alpha=0.25$

$$R_b=160\text{kb/s}, \text{信道带宽 } W=50\text{ kHz}, 160/50=3.2 \rightarrow 4\text{b}, M=2^4=16$$

$$\text{符号率 } R_s=160/4=40\text{kBaud}, R_s/W=40/50=0.8\text{Baud/Hz} = 1/(1+\alpha), 0.8+0.8\alpha=1, \alpha=(1-0.8)/0.8=1/4$$

(4) 【4 分】 符合教材的标准形式即可。

在下图中，10 路模拟信号  $m_1(t), \dots, m_{10}(t)$  的频率带宽为 300~3400Hz，采用 8kHz 抽样和 A 律十三折线量化编码，经过时分复用、(7,4) 线性分组码、升余弦成型、M 进制调制后，通过带宽为 320kHz 的带通信道传输。试



- (1) 写出信息速率  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 。
- (2) 确定 MQAM 的进制数 M 及滚降因子  $\alpha$ ；（要求 M 尽量小， $\alpha$  尽量大）。
- (3) 计算信道频带利用率（b/Hz）。

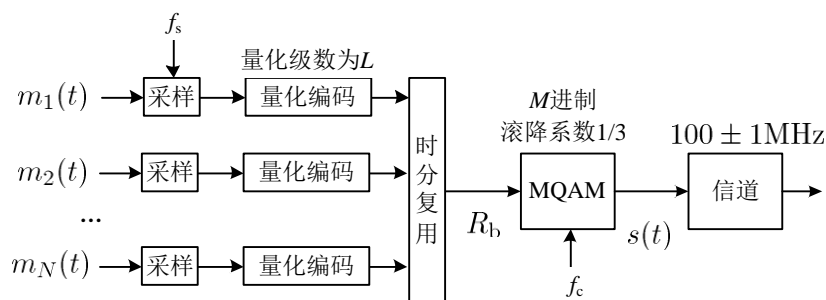
(1)  $R_1 = 8 \times 8 = 64 \text{ kb/s}$ 、 $R_2 = 640 \text{ kb/s}$ 、 $R_3 = 640 \times 7/4 = 1120 \text{ kb/s}$

(2)  $1120/320 = 3.5 \rightarrow 4$ ， $M = 2^4 = 16$ ， $R_s = 1120/4 = 280 \text{ Baud}$

$$R_s/W = 280/320 = 7/8 \text{ Baud/Hz} = 1/(1+\alpha), \quad 7/8 + 7/8\alpha = 1, \quad \alpha = (1-7/8) / (7/8) = 1/7$$

(3)  $R_2/W = 640/320 = 2 \text{ (b/Hz)}$

三. 下图中  $N$  路模拟信号  $m_1(t), \dots, m_N(t)$  有相同的频带范围, 采样速率  $f_s$  是能保证频谱不发生混叠的最小速率。(2013)

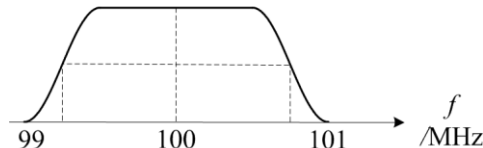


- (1) 写出 QAM 调制的符号速率  $R_s$  以及以 Baud/Hz 为单位的频带利用率。
- (2) 画出 QAM 已调信号的功率谱密度图示意图。
- (3) 若每个  $m_i(t)$  的频谱范围是  $0 \sim 3750\text{Hz}$ ,  $L = M$ , 求  $f_s$ 、 $N$ 。
- (4) 若每个  $m_i(t)$  的频谱范围是  $2560 \sim 3000\text{Hz}$ ,  $L=256$ ,  $M=64$ , 求  $f_s$ 、 $N$ 。

(1) 【2 分】  $R_s(1 + 1/3) = 2\text{MHz}$ ,  $R_s = 1.5\text{MBaud}$ ;

【2 分】  $R_s/W=0.75\text{Baud/Hz}$

(2) 【3 分】



(3) 【2 分】  $f_s = 7500\text{Hz}$

【2 分】  $N f_s \log_2 L / \log_2 M = R_s$ ,  $N = R_s / f_s = 1.5\text{M} / 7.5\text{k} = 200$

(4) 【2 分】  $f_s = \frac{2f_h}{6} = 1000\text{Hz}$

$B=3000-2560=440$ ,  $3000/440=6.818$ ,  $k=6$ ,  $f_s=2 * 3000/6=1000$

【2 分】  $\frac{N f_s \cdot \log_2 256}{\log_2 64} = R_s$ ,  $N=1125$

$R_b=N*f_s*\log_2 256 = 8000N$ ,  $R_s= R_b/ \log_2 64= 8000N/6=15*10^6$ ,  $N=6*15*10^6/8000=1125$

2. 某数字通信系统的输入模拟信号的频率带宽为 300~3400Hz，抽样后每个样值 8 比特量化编码，采用  $M=8$  进制 PSK 调制方式，试问

- (1) 系统所需的最小传输带宽为多少？
- (2) 若系统采用 8kHz 抽样，基带信号升余弦滚降系数为 0.5，系统所需的传输带宽为多少？
- (3) 如果系统加上 (7, 4) 分组码后，系统所需的传输带宽为多少？
- (4) 如果系统加上 (7, 4) 分组码后，要求系统所需的传输带宽不变，如何调整进制数  $M$ ？

2. (1) 根据奈奎斯特抽样定理，最先抽样速率为 6800Hz，量化编码后速率为 54400b/s，系统所需的最小传输带宽为  $54400 / \log_2 M = 54400 / 3 = 18133 \text{ Hz}$

(2) 系统采用 8kHz 抽样，量化编码后速率为 64kb/s，系统所需的传输带宽为  $64000 \times (1+0.5) / \log_2 M = 96000 / 3 = 32 \text{ kHz}$

(3) 系统加上 (7, 4) 卷积码后，系统所需的传输带宽增加 7/4 倍，所需的传输带宽为  $32 \times 7/4 = 56 \text{ kHz}$

(4) 设系统采用  $N$  进制调制时，系统所需的传输带宽不变，则  $\log_2 N = 7/4 \times \log_2 M = \log_2 M^{7/4}$ ， $N = M^{7/4}$ ，取  $N = M^2 = 8^2 = 64$