2019-2010-1《通信原理》（64 学时）试卷 B 答案

一：解：

（1）归一化电平为$V_s=\dfrac{0.796875}{2}\times 2048=816\Delta$；

因为$V_s>0$，所以极性码：**C_1=1；**

因为816Δ落在第 7 段，所以段落码：**$C_2C_3C_4$=110；** **(2 分)**

因为第 7 段的量化间隔$\Delta_6=32\Delta$, $816\Delta-512\Delta=304\Delta=32\Delta\times 9+16\Delta$，

所以段内序号为 9，所以段内码: **$C_5C_6C_7C_8$=1001**。

因此，编码器输出码字 **C=11101001**。 （**2** 分）

（2）该码组的**译码电平**为$512\Delta+32\Delta\times 9+\dfrac{32\Delta}{2}=816\Delta$；

译码后的**量化误差**为$816\Delta-816\Delta=0\Delta$ （**2**分）

二：解：

（1）信号频率范围为 200~8000Hz,**最小抽样速率:** $f_s=2f_H=2\times 8000=16kH_Z$ （**2** 分）

（2） $f(t)$在[-5，+5]内具有均匀分布，所以，

信号 $f(t)$ 的功率: $S=\int_{-5}^{5}x^2\cdot\dfrac{1}{10}dx=\dfrac{25}{3}$ W （**2** 分）

（3） $N_q=\dfrac{(\Delta V)^2}{12}=1/7500$，量化电平数 $\boldsymbol{M}=10\div(\dfrac{1}{25})=250$，因此，

量化信噪比为 $\left(\dfrac{S}{N_q}\right)_{\text{dB}}=20\lg M$ =48dB （**2** 分）

三：解：

（1） 奈奎斯特速率: $f_s=2f_H=2\times 2000=4kH_Z$ （**2** 分）

因为有 128 个量化电平，所以量化位数 **N=7**;

因此码元速率: $R_B=f_s\times N$ =**28000 bps** （**2** 分）

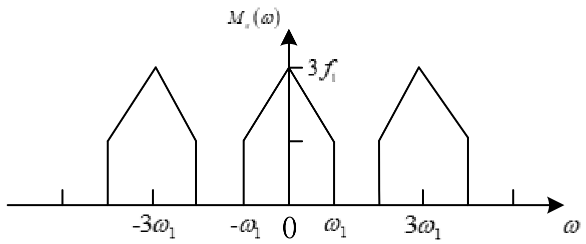
（2） 10 秒传输的总码数为 **N=280000** 个

因此 $N_e=p_e\times N$ =**2800 个** （**4** 分）

四：解：

（1） $M(\omega)$通过$H_1(\omega)$后的最高频率为 f_1，故抽样速率为 $f_s\geq 2f_1$ （**4** 分）

（2）抽样信号的频谱如下图所示：



（**4** 分）

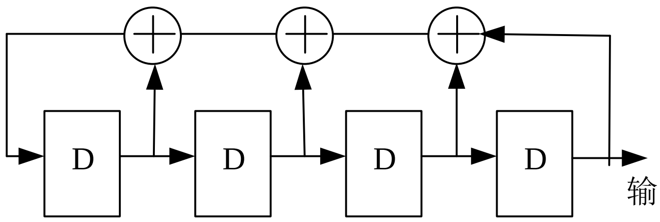
（3） $H_2(\omega)=\begin{cases}\dfrac{1}{H_1(\omega)},|\omega|\leq\omega_1\\ 0,|\omega|>\omega_1\end{cases}$ （**4** 分）

五：解：（每种码型 2 分）

二 进 码：		1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
AMI 码：	+1	-1	+1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	+1	-1
HDB_3 码：	V+	-1	+1	B-	0	0	V-	+1	0	0	0	V+	-1	+1
CMI 码	00	11	00	01	01	01	01	11	01	01	01	01	00	11

六：解：

（1）线性反馈移存器框图　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（**3** 分）



（2）因为

$$f(x)\times(x+1)=(x^4+x^3+x^2+x+1)(x+1)=(x^5+x^4+x^3+x^2+x)+(x^4+x^3+x^2+x+1)=x^5+1$$

所以 $f(x)$ 不是本原多项式，故构不成 m 序列。　　　　　　　　　　（**3** 分）

（3）一个周期的状态表如下所示　　　　　　　　　　　　　　　　　（2 分）

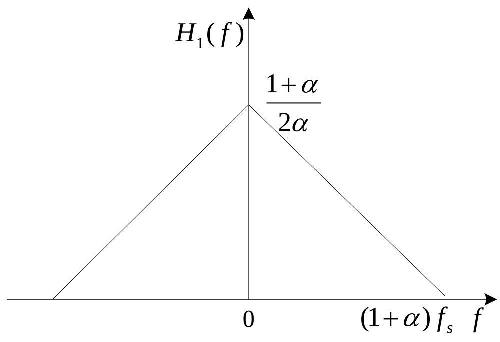
a_3	a_2	a_1	a_0
1	**1**	**1**	**1**
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0
1	**1**	**1**	**1**

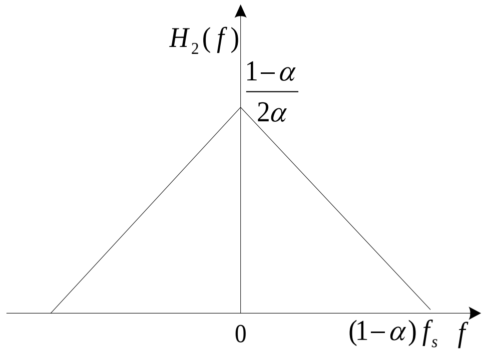
七：解：

（1）对 $H(f)$ 进行傅里叶反变换可得单位冲激响

总特性 $H(f)$ 可看成下图两个三角形特性之差，即

$$H(f)=H_1(f)-H_2(f)$$





其中：$H_1(f) <=> h_1(t) = \dfrac{1+\alpha}{2\alpha}(1+\alpha)f_s \cdot Sa^2[\pi(1+\alpha)f_s t]$

$$H_2(f) <=> h_2(t) = \frac{1-\alpha}{2\alpha}(1-\alpha)f_s \cdot Sa^2[\pi(1-\alpha)f_s t]$$

所以冲激响应：

$$\begin{aligned}
h(t) = h_1(t) - h_2(t) &= \frac{(1+\alpha)^2}{2\alpha} f_s \cdot Sa^2[\pi(1+\alpha)f_s t] - \frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha} f_s \cdot Sa^2[\pi(1-\alpha)f_s t] \\
&= \frac{(1+\alpha)^2}{2\alpha} f_s \cdot \frac{\sin^2[\pi(1+\alpha)f_s t]}{[\pi(1+\alpha)f_s t]^2} - \frac{(1-\alpha)^2}{2\alpha} f_s \cdot \frac{\sin^2[\pi(1-\alpha)f_s t]}{[\pi(1-\alpha)f_s t]^2} \quad \text{（4 分）} \\
&= \frac{\sin(2\pi f_s t)\cdot\sin(2\pi\alpha f_s t)}{2\alpha\pi^2 f_s t^2} \\
&= 2f_s \cdot Sa(2\pi f_s t)\cdot Sa(2\pi\alpha f_s t)
\end{aligned}$$

（2）因为该系统可等效成理想低通特性：

$$H_{eq}(f) = \begin{cases} 1\ , & |f| \le f_s \\ 0\ , & |f| > f_s \end{cases}$$

最高的码源速率为 $R_B = \dfrac{1}{T_B} = 2f_s$， $3f_s > R_B$，输出波形有码间串扰。 （**4** 分）

（3）该系统的 $h(t)$ 尾部衰减较快，与 t^2 成反比。所以码元定时偏差引起的码间串扰比相同带宽的升余弦滚降频谱信号（与 t^3 成反比）大，比理想的低通滤波器（与 t 成反比）小。 （**4** 分）

八：解：

（1）两信号波形能量相同为

$$E_b = \int_0^T s_0^2(t)dt = \int_0^T s_1^2(t)dt = \frac{A^2T}{2}$$ （**2** 分）

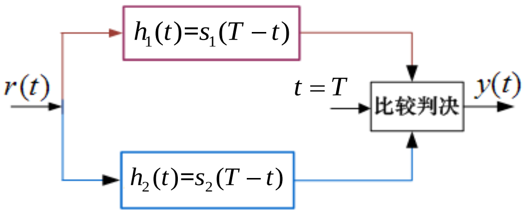
互相关系数 $\rho = \dfrac{\int_0^{T_B} s_0(t)s_1(t)dt}{E_b}$ =**-1** （**2** 分）

平均误码率：$P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{n_0}}\right)=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{A^2T}{2n_0}}\right)=Q\left(\sqrt{\frac{A^2T}{n_0}}\right)$ **（2 分）**

（2）相关系数 $\rho=\frac{\int_0^T s_0(t)s_1(t)dt}{E_b}$ =**0** **（1 分）**

误码率 $P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{2n_0}}\right)=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{A^2T}{4n_0}}\right)=Q\left(\sqrt{\frac{A^2T}{2n_0}}\right)$

（1 分）



（**2** 分）

九：解：

（1） $V_d^*=\frac{A}{2}+\frac{\sigma_n^2}{A}\ln\frac{P(0)}{P(1)}$,V_d^* =1V, （2 分）

$V_d^*<1V$ （**2** 分）

（2） 该系统为第 IV 类部分响应系统，相关电平数为 7，则输入数据为 M=4。

该系统的频带利用率η为 2B/Hz 或 4bps （**2** 分）

该系统的最高信息传输速率为 $R_b=R_B\log_2 M=\frac{2}{T}$ bps （**2** 分）

十：解：

（1）线性 PCM 编码后的传信率为 $\tilde{R}_b=2f_H\times N=2\times6\times10^6\times8=96$ Mb/s，经（6，3）

线性分组码编码后，信息传输速率变为 2 $\tilde{R}_b$ =192Mb/s，所以 R_b =192Mb/s。（**2** 分）

$\eta=\frac{\log_2 M}{1+\alpha}$ = 5/3=1.67 b/(s.Hz) （**2** 分）

$R_B=R_b/\log_2 M$ 采用 QPSK 时，M=4

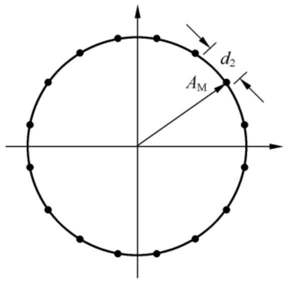
R_B =96MBaud, $B=(1+\alpha)R_B$ =115.2MHz

或占用信道带宽为 $B=\frac{R_b}{\eta}=115.2$MHz （**2** 分）

（2）采用 16PSK 时，M=16. R_B =48MBaud, $B=(1+\alpha)R_B$ =57.6MHz （**1** 分）

$$\eta = \frac{\log_2 M}{1+\alpha} = 10/3 = 3.33\text{b/(s.H}_Z\text{)}$$ （**1** 分）

（3）



（b）16PSK

（2 分）

相邻信号点之间的最小欧式距离为

$$d_2 = 2A_M \sin(\frac{\pi}{16}) \approx \frac{\pi}{4} = 0.786$$ （**2** 分）

十一：解：

（1）生成矩阵 G 经初步行变换后变为

$$G_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_3 & Q \end{bmatrix}$$ （**2** 分）

$$H = \begin{bmatrix} P & I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$ （**2** 分）

$$n = 6, k = 3$$ （**2** 分）

（2）监督位的关系式为：$\begin{cases} a_2 = a_5 \oplus a_4 \\ a_1 = a_4 \oplus a_3 \\ a_0 = a_5 \oplus a_3 \end{cases}$

（2 分）

该（n,k）码的所有码字$[a_5 \quad a_4 \quad a_3 \quad a_2 \quad a_2 \quad a_1 \quad a_0]$为

0 0 0 0 0 0

0 0 1 0 1 1

0 1 0 1 1 0

0 1 1 1 0 1

1 0 0 1 0 1

1 0 1 1 1 0

1　1　0　0　1　1

1　1　1　0　0　0　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（**2** 分）

（3）观察已得到的码组，可知该线性分组码的最小重量为 3。因为线性分组码的最小码距是非零码的最小重量。所以该线性分组码的最小码距 $d_0 = 3$。　　　　　　（**2** 分）