2021-2022-1 通信原理 A 卷答案

1. （1）码元速率 $R_B=1/T_B=10^4\,\text{Baud}$ （2 分）

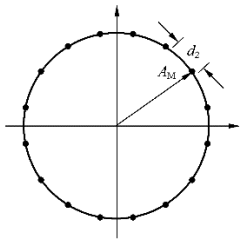
信息速率 $R_b=R_B\log_2 16=4\times10^4$ b/s （2 分）

（2）总信息量 $I=R_b\bullet t=4\times10^4\times10\times60=24$ Mb/s （2 分）

总码元数 $N=R_B\bullet t=10^4\times10\times60=6$ Mb/s，

误码率 $P_e=\dfrac{N_e}{N}=\dfrac{10}{6\times10^6}\approx1.67\times10^{-6}$ （2 分）

（3）16PSK 星座图如下： （2 分）



2.

AMI 码	+1	0	-1	0	0	0	+1	-1	0	0	+1	-1	+1	0
译码	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0

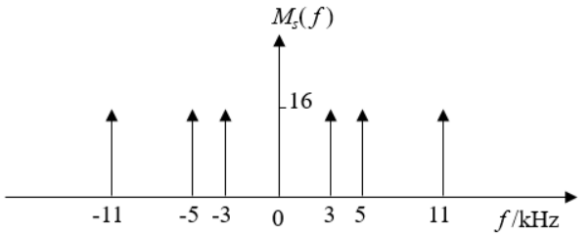
HDB3 码	+1	0	-1	0	0	0	-1	+1	0	0	+1	-1	+1	0
译码	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

3. （1）抽样速率满足的**条件**： $f_s\geq2f_H=6kHz$ （2 分）

（2）原信号频谱 $M(f)=2\left[\delta(f-3)+\delta(f+3)\right]$

抽样信号频谱为 $M_s(f)=f_s\sum_{n=-\infty}^{\infty}M(f-nf_s)=8\sum_{n=-\infty}^{\infty}M(f-8n)$

频谱图如下： （2 分）



（3）$I_s=\frac{-1.5}{4}\times 2048\Delta=-768\Delta$

因为I_s为负，所以极性码 $C_1=0$；

因为$512<|I_s|<1024$，所以段落码$C_2C_3C_4=110$；

因为$(768\text{-}512)/32=8$，所以段内码$C_5C_6C_7C_8=1000$；

所以，编码器输出码组为 $0110\,1000$。（2 分）

编码电平为 $I_c=-(512+8\times 32)=-768\Delta$

译码电平为 $I_D=I_c\text{-}\Delta V_i/2=\text{-}768\text{-}32/2=\text{-}784\Delta$（1 分）

译码后的量化误差为 $I_S\text{-}I_D=784\Delta\text{-}768\Delta=16\Delta$（1 分）

4. （1）**信息速率** $R_b=f_s\cdot N=60000\times 1=60\,kb/s$（2 分）

（2）由不过载条件$\left|\frac{dm(t)}{dt}\right|_{\max}\le\sigma\cdot f_s$可得，应满足$\sigma\ge\frac{A\omega_k}{f_s}=0.314V$

因此，σ=0.1V 时，**会发生过载失真**。（2 分）

（3）矩形脉冲宽度$\tau=\frac{1}{2}T_b$，故**带宽** $B=\frac{1}{\tau}=2R_b=120\,kHz$（2 分）

5. （1）**最高码元速率** $R_{B\max}=2f_N=\frac{2}{1+\alpha}B=\frac{2}{1.2}\times 6k=10^4\,Baud$（2 分）

（2）$R_B=\frac{R_b}{\log_2 M}=\frac{15k}{2}=7.5\times 10^3\,Baud$

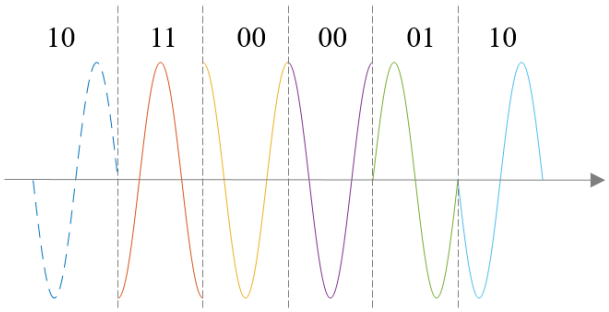
与$R_{B\max}$不是整数关系，故 有码间串扰（3 分）

（3）$R_B=\frac{1}{T_B}=\frac{1}{0.2\times 10^{-3}}=5\times 10^3\,Baud$

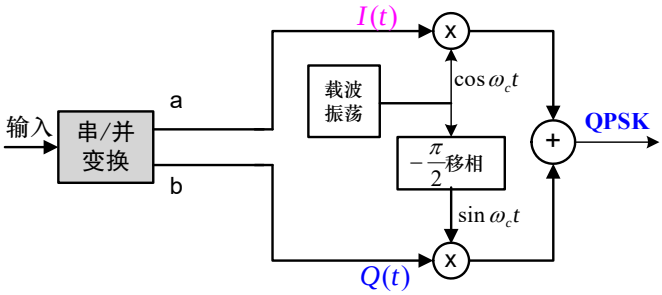
与$R_{B\max}$是整数倍关系，故 没有码间串扰（3 分）

6. （1）**码元速率** $R_B=\frac{R_b}{\log_2 M}=\frac{128}{2}=64kBaud$（2 分）

（2）信号波形：（2 分）



调制框图：　　（2 分）

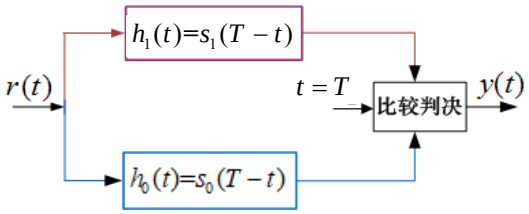


（3）**带宽** $B=(1+\alpha)R_B=1.5\times 64k=96kBaud$　　（2 分）

频带利用率 $\eta=\dfrac{R_b}{B}=\dfrac{128}{96}=1.33b/s/Hz$　　（2 分）

7. （1）带宽　$B=2R_B=\dfrac{2}{T}$　　（2 分）

（2）最佳匹配滤波器的接收机原理图如下



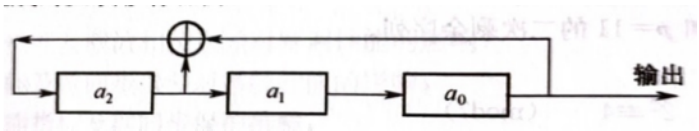
（4 分）

（3）$E_b=\int_0^T s_1^2(t)dt=\int_0^T s_2^2(t)dt=\dfrac{A^2T}{2}$

$$\rho=\frac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)dt}{E_b}=-1$$

最小误码率为　$P_e=\dfrac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\dfrac{E_b(1-\rho)}{2n_0}}\right)=\dfrac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\dfrac{A^2T}{2n_0}}\right)$　　（6 分）

8. （1）（3 分）



（2）（2 分）级数为　$n=3$，故**周期为**　$m=2^n-1=7$

（2 分）一个周期的序列：1 1 1 0 1 0 0

a_2	a_1	a_0	输出
1	1	1	
0	1	1	**1**
1	0	1	**1**
0	1	0	**1**
0	0	1	**0**
1	0	0	**1**
1	1	0	**0**
1	1	1	**0**

（3）总游程数为 $2^{n-1}=4$

长度为 1 的游程数占 $\frac{1}{2^1}$，故**有 2 个**　　（1 分）

长度为 2 的游程数占 $\frac{1}{2^2}$，故**有 1 个**　　（1 分）

长度为 3 的游程数：即连 1 游程，**有 1 个**　　（1 分）

9. （1）$R_B=1/T_B=2\times10^3\,Baud$　且由于 $R_b=NR_B\log_2 M$

故 $M=2^{R_b/NR_B}=2^{(512\times10^3)/(128\times2\times10^3)}=4$，即采用 QPSK（或 4PSK）　　（3 分）

（2）$B=(N+1)R_B=129\times2\times10^3=258\times10^3\,Hz$

$$\eta=\frac{R_b}{B}=\frac{512\times10^3}{258\times10^3}=1.98bit/s/\mathrm{Hz}$$　　（3 分）

10. （1）$R_{b1}=f_s\times N=8k\times8=64kb/s$　　（2 分）

（2）T 路信号的码元速率 $R_B=\frac{R_b}{\log_2 M}=\frac{TR_{b1}}{\log_2 M}=T\cdot16kBaud$

占用带宽 $B'=2R_B=T\cdot32kHz$

由 $B'\le B$，得 $T\le\frac{B}{B_1}=\frac{288\times10^3}{32\times10^3}=9$，即**最多 9 路**　　（4 分）

（3）T 路信号的码元速率 $R_B=\frac{R_b}{\log_2 M}=\frac{TR_{b1}\times n/k}{\log_2 M}=\frac{T\times64k\times12/8}{\log_2 16}=T\cdot24kBaud$

占用带宽 $B'=(1+\alpha)R_B=T\cdot36kHz$

$T\le\frac{B}{B_1}=\frac{288\times10^3}{36\times10^3}=8$，**最多 8 路**　　（4 分）

11. （1）典型生成矩阵为　$G'=\left[\begin{array}{cccc|cccc}1&0&0&0&1&1&1&0\\0&1&0&0&1&0&1&1\\0&0&1&0&0&1&1&1\\0&0&0&1&1&1&0&1\end{array}\right]$

典型监督矩阵为　$H=\left[\begin{array}{cccc|cccc}1&1&0&1&1&0&0&0\\1&0&1&1&0&1&0&0\\1&1&1&0&0&0&1&0\\0&1&1&1&0&0&0&1\end{array}\right]$　　（4 分）

n=8，k=4　　（2 分）

（2）(1111)对应的系统码组：$A=[1\ 1\ 1\ 1]\cdot G'=[1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1]$　　（3 分）

（3）校正子 $S=R\cdot H^T=[0\ \ 1\ \ 0\ \ 0]$，S 不为 **0**，故接收码组 ***R*** **为错误码组**。　　（3 分）