

北京邮电大学 2020—2021 学年第 II 学期

《通信原理 I》期末考试试题（B 卷）

注意事项	闭卷考试，不使用计算器，手机关机、离身						
考试课程	通信原理 I		考试时间		2021 年 6 月 25 日		
题号	一	二	三	四	五	六	总分
满分	20	16	16	16	16	16	100
得分							
阅卷教师							

一. 选择填空

在候选答案中选出最佳的一个答案写在下面的答题表中，写在别处不得分

空格号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
答案	B	D	B	A	A	D	D	A	B	C
空格号	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
答案	A	C	A	C	C	D	C	A	B	C

1. 将速率为 100kbit/s 的独立等概二进制数据经过差分编码后进行 BPSK 调制，得到的是(1)信号，其主瓣带宽是(2)kHz。

(1)	(A) 2FSK	(B) DPSK	(C) QPSK	(D) OOK
(2)	(A) 50	(B) 100	(C) 150	(D) 200

2. 下列调制方式中，频带利用率最高的是(3)，最低的是(4)。给定 E_b/N_0 的条件下，误符号率最低的是(5)，最高的是(6)。

(3)(4)(5)(6)	(A) 16FSK	(B) 16QAM	(C) QPSK	(D) 8ASK
--------------	-----------	-----------	----------	----------

3. 每个 64QAM 符号携带(7)个比特。若系统的比特速率是 12Mbit/s，则其符号速率是(8)MBaud。若基带采用滚降因子为 0.5 的升余弦滚降，则其带宽是(9)MHz。

(7)(8)(9)	(A) 2	(B) 3	(C) 4	(D) 6
-----------	-------	-------	-------	-------

4. 假设 QPSK 和 OQPSK 系统均采用了升余弦滚降，其滚降因子、比特速率、 E_b/N_0 都相同，则 QPSK 信号的带宽(10)、包络起伏(11)，QPSK 的误比特率(12)。

(10)(11)(12)	(A) 比 OQPSK 大	(B) 比 OQPSK 小	(C) 与 OQPSK 相同	(D) 是 OQPSK 的一半
--------------	---------------	---------------	----------------	-----------------

5. 在无 ISI 的 M 进制系统中，能使平均误符号率最小的接收机设计应符合(13)准则。当信号先验等概且通过 AWGN 信道传输时，接收端按最小(14)判决就能使平均误符号率最小。

(13)	(A) 最大后验	(B) 最大似然	(C) 最小后验	(D) 最小似然
(14)	(A) 后验概率	(B) 转移概率	(C) 欧氏距离	(D) 均方误差

姓名: _____ 学号: _____ 班级: _____

6. 设 $x(t)$ 是带宽为 3kHz 的带通信号，其最高频率是 20kHz。对 $x(t)$ 进行理想采样，采样后频谱不发生交叠的最低采样率是(15)kHz。

(15)	(A) 10/3	(B) 6	(C) 20/3	(D) 8
------	----------	-------	----------	-------

7. 某 A 律十三折线 PCM 编码器的设计输入范围是 $[-64, +64]$ mV，若采样值为 +8.1mV，则编码器的输出码组是(16)。

(16)	(A) 11010001	(B) 11100000	(C) 11100001	(D) 11010000
------	--------------	--------------	--------------	--------------

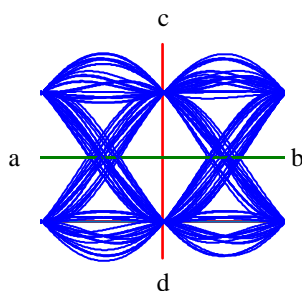
8. 若正交 8FSK 的比特速率是 18kbit/s，则相邻频率之间的频差最小是(17)kHz。

(17)	(A) 1	(B) 2	(C) 3	(D) 4
------	-------	-------	-------	-------

9. 某 4ASK 系统发送 $s \in \{-3, -1, +1, +3\}$ ，经过 AWGN 信道传输，收端判决器输入为 $r = s + z$ ，其中噪声 z 是零均值高斯随机变量。若 $r = -2.9$ ，则 ML 判决结果是 $\hat{s} = (18)$ 。若已知先验概率是 $P(s = +3) = P(s = -1) = \frac{1}{2}$ ，则 MAP 判决结果是 $\hat{s} = (19)$ 。

(18)(19)	(A) -3	(B) -1	(C) +1	(D) +3
----------	--------	--------	--------	--------

10. 下图是某数字调制系统在 I 路观察到的眼图，其中 ab 是最佳判决门限，cd 是最佳采样时刻。从眼图可以看出，该系统的调制方式为(20)。



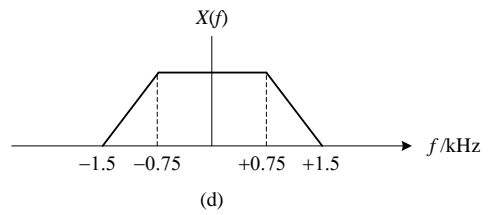
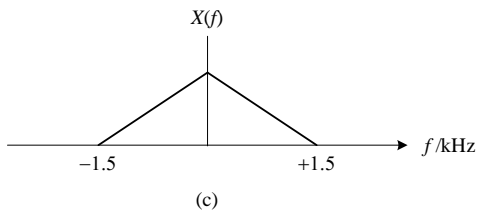
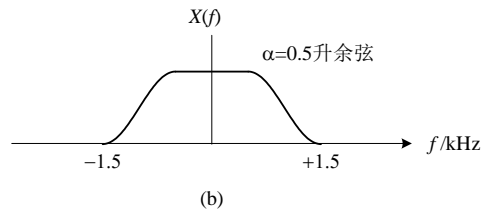
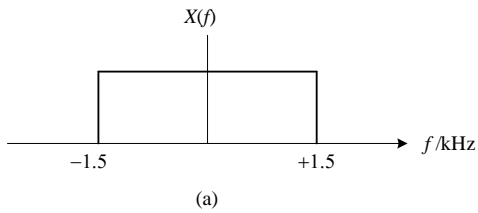
(20)	(A) 8PSK	(B) 16QAM	(C) QPSK	(D) 16FSK
------	----------	-----------	----------	-----------

二.(16分)某基带传输系统发送滤波器、信道及接收滤波器在内的总体传递函数为 $X(f)$ 。

对以下各图，试：

(1) 判断所示 $X(f)$ 对于 1500Baud 的均匀速率传输是否有 ISI；

(2) 写出该 $X(f)$ 无 ISI 传输的最高符号速率。



1) a 无, b 有, c 无, d 有

2) a3000, b2000, c1500, d2250

姓名：

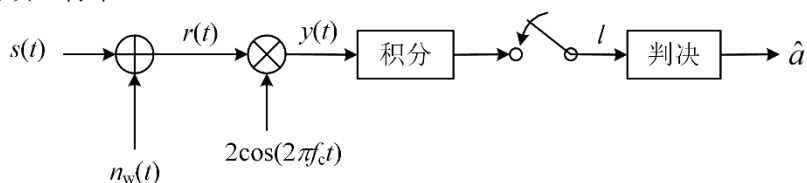
学号：

班级：

三. (16 分) 某调制系统在 $[0, T_s]$ 内等概发送 $s_1(t) = \cos(2\pi f_c t)$ 或 $s_2(t) = -\cos(2\pi f_c t)$ 之一，其中 f_c 充分大。接收框图如下所示，其中高斯白噪声 $n_w(t)$ 的单边功率谱密度为

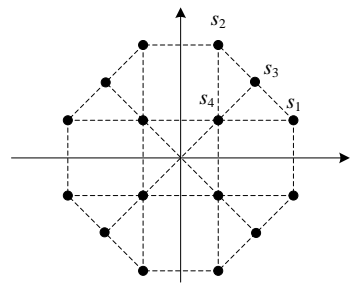
N_0 ，判决单元的输入 $l = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} y(t) dt$ 。试写出

- (1) 平均比特能量 E_b ；
- (2) 发送 $s_1(t)$ 条件下判决量 l 的均值、方差、概率密度函数；
- (3) 最佳判决门限；
- (4) 系统的误比特率。



	$E_b = \frac{T_s}{2}$	均值	1
方差	$\sigma^2 = \frac{N_0}{T_s}$	概率密度	$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(l-1)^2}{2\sigma^2}}$
门限	0	误比特率	$\frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{T_s}{2N_0}}\right)$

四. (16 分) 某 16 进制系统通过 AWGN 信道发送星座点 $s \in \Omega = \{s_1, s_2, \dots, s_{16}\}$, 其中 Ω 是归一化正交基函数下的星座图, 如图所示。按复数表示, $s_1 = 3 + j$, $s_2 = 1 + 3j$, $s_3 = 2 + 2j$, $s_4 = 1 + j$ 。已知 16 个星座点等概出现。



- (1) 求平均符号能量 E_s 、星座点之间的最小距离;
- (2) 画出星座点 s_1, s_3, s_4 的 ML 判决域;
- (3) s_1, s_3, s_4 三个星座点中, 哪一个的判决错误率最高?

	$E_s = \frac{10+10+8+2}{4} = 7.5$
最小距离	$\sqrt{2}$
错误率最高的星座点	s3

姓名:

学号:

班级:

五. (16 分) 某量化器的输入 X 的概率密度 $p(x) = \begin{cases} 1/8, & |x| \leq 2 \\ 1/12, & 2 < |x| \leq 4 \\ 1/24, & 4 < |x| \leq 6 \end{cases}$ 。量化输出为

$$Y = \begin{cases} 4, & 2 \leq X \leq 6 \\ 0, & -2 < X < 2 \\ -4, & -6 \leq X \leq -2 \end{cases} \text{。试求:}$$

(1) 量化器输入功率 $S = E[X^2]$;

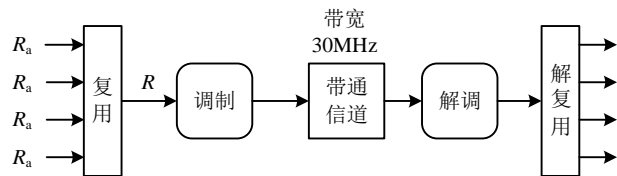
(2) Y 的各可能取值的出现概率以及概率 $S_q = E[Y^2]$;

(3) X, Y 的归一化相关系数 $\frac{E[XY]}{\sqrt{S \cdot S_q}}$;

(4) 量化噪声功率 $N_q = E[(Y - X)^2]$ 。

输入功率	$S = E[X^2] = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p(x) dx = 2 \int_0^6 x^2 p(x) dx$ $= \frac{1}{4} \int_0^2 x^2 dx + \frac{1}{6} \int_2^4 x^2 dx + \frac{1}{12} \int_4^6 x^2 dx = \frac{2}{3} + \frac{28}{9} + \frac{38}{9} = 8$
出现概率	$P(Y=0) = \frac{1}{2}, \quad P(Y=-4) = P(Y=4) = \frac{1}{4}$
输出功率	$S_q = 8$
相关系数	$E[XY] = \int_{-6}^6 p(x) xy dx = 2 \int_0^6 p(x) xy dx = 2 \int_2^6 p(x) x \times 4 dx$ $= 8 \int_2^4 \frac{x}{12} dx + 8 \int_4^6 \frac{x}{24} dx = 4 + \frac{10}{3} = \frac{22}{3}, \quad \rho = \frac{22}{3 \times 8} = \frac{11}{12}$
量化噪声功率	$N_q = E[(Y - X)^2] = S + S_q - 2E[XY] = \frac{4}{3}$

六. (16 分) 下图所示的传输系统将四路速率为 $R_a = 12\text{Mbit/s}$ 的数据流复用为一路速率为 R 的数据流后通过带宽为 30MHz 的带通信道传输。试确定该系统的总比特速率 R 、频带利用率 (bit/s/Hz)、合理的调制方式及升余弦滚降系数。



速率	48Mbps
频带利用率	1.6bit/s/Hz
调制	QPSK
滚降系数	1/4