

北京邮电大学

2018 年硕士研究生入学考试试题

考试科目:通信原理

请考生注意: ①所有答案一律写在答题纸上, 否则不计成绩。

②不允许使用计算器。

一. 单项选择题 (每题 1 分, 共 50 分)

按下面的格式将答题表复制在答题纸上, 然后填写最佳答案。

空格 编号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
答案	所有答案一律写在答题纸上, 否则不计成绩!									
空格 编号	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
答案										
空格 编号	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)
答案										
空格 编号	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)
答案	所有答案一律写在答题纸上, 否则不计成绩!									
空格 编号	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)
答案										



- 某 2FSK 系统在 $[0, T_b]$ 时间内发送 $s_1(t) = \cos(2\pi f_c t)$ 或 $s_2(t) = \cos(2\pi f_c t + 2\pi f_0 t)$ 之一, 其中 $T_b f_c = 10^6$ 。令 ρ 表示 $s_1(t)$ 与 $s_2(t)$ 的归一化相关系数, 则当 $f_0 = \frac{1}{2T_b}$ 时(1), 当 $f_0 = \frac{3}{4T_b}$ 时(2)。

(1)(2)	(A) $\rho = -1$	(B) $-1 < \rho < 0$	(C) $\rho = 0$	(D) $0 < \rho < 1$
--------	-----------------	---------------------	----------------	--------------------

- 设 $X(t)$ 是零均值平稳随机过程, 其自相关函数是 $R_X(\tau)$, 功率谱密度是 $P_X(f)$ 。令 $\hat{X}(t)$ 为 $X(t)$ 的希尔伯特变换、 $\hat{R}_X(\tau)$ 为 $R_X(\tau)$ 的希尔伯特变换, 则 $\hat{X}(t)$ 的自相关函数是(3), $\hat{X}(t)$ 与 $X(t)$ 的互相关函数是(4), $X(t) + j \cdot \hat{X}(t)$ 的功率谱密度是(5)。

(3)(4)	(A) $R_X(\tau)$	(C) $R_X(\tau) + \hat{R}_X(\tau)$
	(B) $\hat{R}_X(\tau)$	(D) $R_X(\tau) \cdot \hat{R}_X(\tau)$
(5)	(A) $4P_X(f)$	(C) $\begin{cases} 4P_X(f), & f > 0 \\ 0, & f < 0 \end{cases}$
	(B) $2P_X(f)$	(D) $\begin{cases} 4P_X(f), & f < 0 \\ 0, & f > 0 \end{cases}$

- 设 $X_c(t)$ 、 $X_s(t)$ 是两个独立同分布的零均值平稳高斯随机过程、 f_c 足够大, 则 $X_c(t) \cos 2\pi f_c t - X_s(t) \sin 2\pi f_c t$ 是(6), $X_c(t) \cos 2\pi f_c t - \frac{X_s(t)}{2} \sin 2\pi f_c t$ 是(7), $A(t) = \sqrt{X_c^2(t) + X_s^2(t)}$ 是(8)。

(6)(7)(8)	(A) 平稳非高斯过程	(C) 循环平稳高斯过程
	(B) 平稳高斯过程	(D) 循环平稳非高斯过程

- FM 鉴频器输出端噪声的功率谱密度呈现出(9)形状。

(9)	(A) 双曲线	(B) 抛物线	(C) 平坦	(D) 上凸
-----	---------	---------	--------	--------

- 在下列调制方式中, 若基带调制信号 $m(t)$ 相同, 已调信号 $s(t)$ 的功率相同, 信道高斯白噪声的功率谱密度相同, 则解调输出信噪比最大的是(10), 已调信号带宽最小的是(11)。

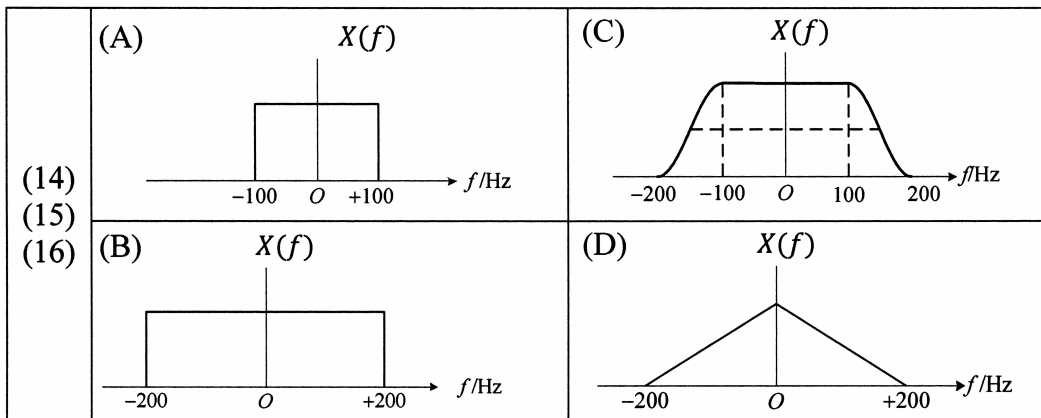
(10)	(A) 调制指数为 5 的 FM	(C) DSB-SC
(11)	(B) 调制指数为 0.5 的 AM	(D) SSB



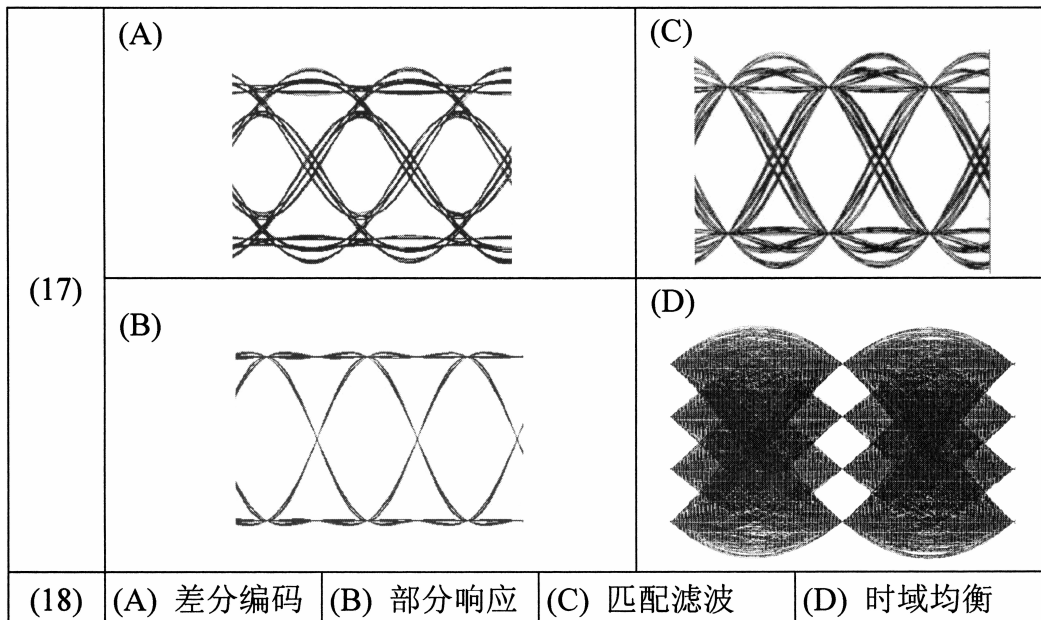
- 假设二进制数据独立等概、速率为 1000bit/s。双极性 NRZ 码的主瓣带宽是(12)Hz，半占空比的单极性 RZ 码的主瓣带宽是(13)Hz。

(12)(13)	(A) 500	(B) 1000	(C) 1500	(D) 2000
----------	---------	----------	----------	----------

- 考虑下列各图所示的数字基带传输系统的总体传递函数 $X(f)$ 。无符号间干扰传输速率最高的是(14)，其次是(15)；若传输速率是 200Baud，在采样点存在符号间干扰的是(16)。



- 下列眼图中，最佳采样时刻明显有符号间干扰的是(17)。在此情况下，接收端可以采用(18)来减少符号间干扰。



- 二进制数据 1111000011110000 经过 AMI 编码后是(19)，经过 HDB3 编码后是(20)。

(19)	(A) +--+0000+--+0000	(C) +--+0000-+--+0000
(20)	(B) +--+000-+--+000-	(D) +--+000-+--+00+

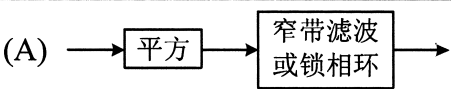
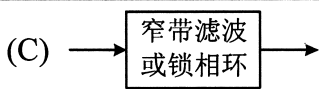
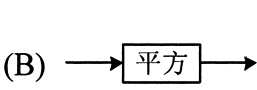
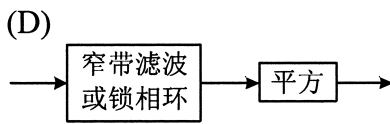
- 第一类部分响应系统中的发送端采用了(21)。

(21)	(A) 相关编码	(B) 升余弦滚降	(C) 根升余弦滚降	(D) 时域均衡
------	----------	-----------	------------	----------

- 在下列调制中，接收端可以采用差分相干解调器进行解调的是(22)，只能采用相干解调的是(23)。

(22)(23)	(A) OOK	(B) 2FSK	(C) 2PSK	(D) 2DPSK
----------	---------	----------	----------	-----------

- 若以双极性 NRZ 码为基带调制信号，对载波做调制指数为(24)、调制效率为(25)的(26)调制，其结果就是 OOK。由于已调信号的功率谱密度中(27)，其相干解调器的载波提取可以采用如(28)所示方式。

(24)	(A) 1/6	(B) 1/3	(C) 1/2	(D) 1
(25)	(A) DSB-SC	(B) AM	(C) SSB	(D) FM
(26)	(A) 存在载频的线谱分量		(C) 不存在载频的线谱分量	
(27)	(B) 存在二倍载频线谱分量		(D) 不存在二倍载频线谱分量	
(28)	(A) 		(C) 	
	(B) 		(D) 	

- 在下列调制方式中，频带利用率最高的是(29)。给定 E_b/N_0 时，误符率最大的是(30)，最小的是(31)。

(29)(30)(31)	(A) 64QAM	(B) 16FSK	(C) 16PSK	(D) 16ASK
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

- OQPSK 的(32)比 QPSK 小。

(32)	(A) 包络起伏	(B) 频带利用率	(C) 误比特率	(D) 复杂度
------	----------	-----------	----------	---------



- 若时间离散的 AWGN 信道的输出信噪比是 SNR, 则信道容量是(33)bit/symbol。根据(34)信息论中的相关定理, 欲使传输速率接近信道容量, 必须采用(35)。

(33)	(A) $2 \log(1 + 2 \cdot \text{SNR})$		(C) $\frac{1}{2} \log(1 + \text{SNR})$	
	(B) $2 \log(1 + \text{SNR})$		(D) $\frac{1}{2} \log\left(1 + \frac{1}{2} \text{SNR}\right)$	
(34)	(A) 奈奎斯特	(B) 哈达玛	(C) 香农	(D) 希尔伯特
(35)	(A) 信源编码	(B) 信道编码	(C) 最佳量化	(D) 交织编码

- 信号通过(36)后会产生时域扩展, 通过(37)后会产生频域扩展。

(36)	(A) 时变平坦衰落信道	(C) 无记忆信道
(37)	(B) 频率选择性信道	(D) 无失真信道

- 在高信噪比条件下, 若采用格雷码映射的 8PSK 的平均误比特率是 p , 则其平均误符号率近似为(38)。

(38)	(A) $\frac{p}{3}$	(B) p	(C) $\frac{3}{2}p$	(D) $3p$
------	-------------------	---------	--------------------	----------

- 某四进制数字通信系统发送 $s_1(t), s_2(t), s_3(t), s_4(t)$ 之一, 发送信号通过信道之后成为 $r(t)$, 接收端计算 $r(t)$ 与 $s_1(t), s_2(t), s_3(t), s_4(t)$ 的欧氏距离, 取距离最小者作为判决结果。若已知该接收机的误符号率与 MAP 接收机相同, 则发送信号的特性是(39), 并且信道是(40)。

(39)	(A) 等能量	(B) 先验等概	(C) 等距离	(D) 线性无关
(40)	(A) AWGN 信道	(B) 非高斯信道	(C) BSC 信道	(D) 离散信道

- 通信系统中使用扰码的主要目的是(41), 使用交织的主要目的是(42)。

(41)	(A) 便于实现 Rake 接收		(C) 便于实现 CDMA	
(42)	(B) 将突发差错变成随机差错		(D) 将数据随机化	

- 沃尔什码是一种(43), 其特点是(44), 主要用于(45)系统。

(43)	(A) 伪随机码	(B) 正交码	(C) 准正交码	(D) 线路码
(44)	(A) 有平坦的自相关特性		(C) 不同码字在异步情况下正交	
	(B) 有尖锐的自相关特性		(D) 不同码字在同步情况下正交	
(45)	(A) CDMA	(B) TDMA	(C) OFDM	(D) MFSK



- 在下列技术中，抵抗单径平坦衰落最有效的是(46)技术。

(46)	(A) OFDM	(B) 扩频	(C) Rake 接收	(D) 分集
------	----------	--------	-------------	--------

- 在下列信道中，(47)最适合采用 OFDM 技术。

(47)	(A) AWGN 信道	(B) 瑞利信道	(C) 多径信道	(D) 莱斯信道
------	-------------	----------	----------	----------

- 信号 $s(t) = e^{-\frac{t^2}{2}}$ 的能量是(48)。

(48)	(A) $\sqrt{\pi}$	(B) $\sqrt{2\pi}$	(C) π	(D) 2π
------	------------------	-------------------	-----------	------------

- 令 $s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n g(t-nT)$ ，其中 $g(t) = \text{sinc}\left(\frac{t}{T}\right)$ 、 a_n 以独立等概方式取值于 ± 1 ，则序列 $\{a_n\}$ 的自相关函数是(49)、 $s(t)$ 的功率谱密度是(50)。

(49)	(A) $\begin{cases} 2, & m = 0 \\ 1, & m = \pm 1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(B) $\begin{cases} 2, & m = 0 \\ -1, & m = \pm 1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(C) $\begin{cases} 2, & m = 0 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(D) $\begin{cases} 1, & m = 0 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$
(50)	(A) $\begin{cases} T, & f < \frac{1}{T} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(B) $\begin{cases} 1, & f < \frac{1}{2T} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(C) $\begin{cases} T, & f < \frac{1}{2T} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	(D) $\begin{cases} 1, & f < \frac{1}{T} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$

二. (14 分)

设已调信号 $s(t) = m(t) \cos 2\pi f_c t - \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$ ，其中 $f_c = 20\text{kHz}$ ， $m(t)$ 的自相关函数 $R_m(\tau) = 21 \cdot \text{sinc}^2(5000\tau)$ ， $\hat{m}(t)$ 是 $m(t)$ 的希尔伯特变换。解调框图如图 1 所示，图中高斯白噪声 $n_w(t)$ 的单边功率谱密度为 $N_0 = 10^{-6}\text{W/Hz}$ ，带通滤波器的通带范围是 $19\text{kHz} \sim 26\text{kHz}$ ，其输出是 $s(t) + n(t)$ ，其中 $n(t) = n_c(t) \cos 2\pi f_c t - n_s(t) \sin 2\pi f_c t$ 是窄带噪声，低通滤波器的截止频率是 5kHz 。试：

- (1) 求 $s(t)$ 的功率和带宽；
- (2) 写出 $s(t)$ 的复包络 $s_L(t)$ 的表达式；
- (3) 画出带通滤波器输出噪声的同相分量 $n_c(t)$ 的功率谱密度图；
- (4) 求图中 A 点和 B 点的信噪比。



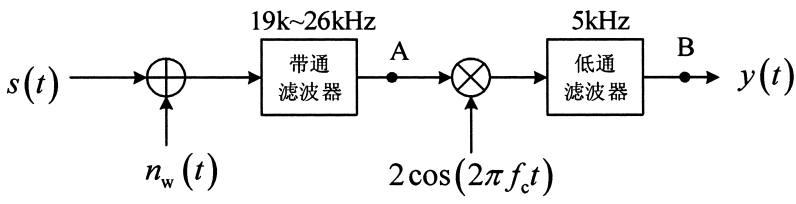


图 1

三. (15 分)

某二进制数字通信系统在 $[0, T_b]$ 时间内等概发送 $s(t) \in \{\pm g(t)\}$, 已知 $T_b = 2s$ 、 $g(t)$ 如图 2 所示。发送信号叠加了单边功率谱密度为 N_0 的高斯白噪声 $n_w(t)$ 后成为 $r(t) = s(t) + n_w(t)$ 。在接收端采用匹配滤波器进行最佳接收, 其最佳采样时刻的输出值为 y 。试:

- (1) 求 $s(t)$ 的平均能量 E_s ;
- (2) 确定最佳取样时刻, 画出匹配滤波器的冲激响应波形;
- (3) 求发送 $-g(t)$ 条件下 y 的均值、方差、概率密度函数;
- (4) 写出最佳判决门限;
- (5) 求该系统的平均误比特率。

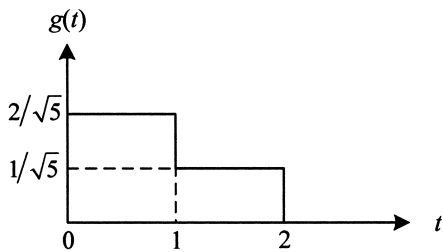


图 2



四. (14 分)

某二维 8 进制数字调制系统的归一化正交基函数为

$$f_1(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, \quad f_2(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq \frac{1}{2} \\ -1, & \frac{1}{2} < t \leq 1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

星座图上 8 个星座点的坐标分别是： $\mathbf{s}_1 = (0,0)$ 、 $\mathbf{s}_2 = (-1,1)$ 、 $\mathbf{s}_3 = (1,-1)$ 、 $\mathbf{s}_4 = (1,0)$ 、 $\mathbf{s}_5 = (1,1)$ 、 $\mathbf{s}_6 = (-1,-1)$ 、 $\mathbf{s}_7 = (0,1)$ 、 $\mathbf{s}_8 = (-1,0)$ 。假设信道噪声是加性高斯白噪声。试：

- (1) 画出星座图，写出星座点之间的最小距离；
- (2) 画出星座点 \mathbf{s}_5 对应的发送信号波形 $s_5(t)$ ；
- (3) 若各星座点等概出现，求平均符号能量 E_s ，画出 \mathbf{s}_1 的最佳判决域；
- (4) 若星座点 \mathbf{s}_7 的出现概率为零，其他星座点等概出现，画出此时 \mathbf{s}_1 的最佳判决域。

五. (14 分)

在图 3 中， $m_1(t)$ 和 $m_2(t)$ 是带宽为 4kHz 的基带信号， $m_3(t)$ 和 $m_4(t)$ 是带宽为 1.5kHz、最高频率为 4kHz 的带通信号。每路 PCM 按不发生频谱混叠的最小采样率进行采样，对每个样值按 A 律十三折线编码。四路 PCM 的数据复用后，通过升余弦滚降系数为 1 的矩形 16QAM 调制传输。试：

- (1) 写出图中 A 点、B 点、C 点的比特速率 R_A 、 R_B 和 R_C ；
- (2) 画出 D 点的单边功率谱密度图（标出频率值）；
- (3) 画出调制框图、解调框图。

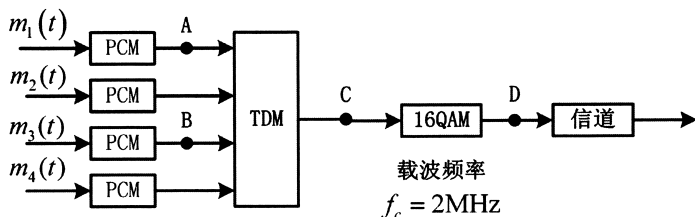


图 3



六. (14 分)

四进制符号 $X \in \{A, B, C, D\}$ 与 $Y \in \{a, b, c, d\}$ 的联合概率 $\Pr\{X, Y\}$ 如下:

$\Pr\{X, Y\}$	a	b	c	d
A	$1/8$	0	$1/4$	0
B	0	$1/8$	0	$1/8$
C	$1/16$	0	$1/8$	0
D	0	$1/16$	0	$1/8$

(1) 试求熵 $H[X, Y]$ 、 $H[X]$ 、 $H[Y|X]$ 以及互信息 $I[X; Y]$;

(注: 计算中遇到的对数不必算出具体数值, 合理化简即可。)

(2) 试对 (X, Y) 整体进行哈夫曼编码、求出平均码长。

七. (14 分)

某四电平量化器输入信号 X 的概率密度函数 $p(x)$ 如图 4 所示。量化器 $Q(X)$ 的输入输出关系是

$$Y = Q(X) = \begin{cases} 1 + \frac{a}{2} & a \leq X \leq 2 \\ \frac{a}{2} & 0 \leq X < a \\ -\frac{a}{2} & -a \leq X < 0 \\ -1 - \frac{a}{2} & -2 \leq X < -a \end{cases}$$

其中 $0 < a < 2$ 。试:

(1) 求量化器输入信号 X 的平均功率 $S = E[X^2]$;

(2) 求量化噪声功率 $N_q = E[(X - Y)^2]$;

(3) 若 $Q(X)$ 是均匀量化器, 求 a 的值以及相应的量化信噪比 $\frac{S}{N_q}$;

(4) 若 $Q(X)$ 能使量化器输出 Y 的熵最大, 求对应的 a 值。

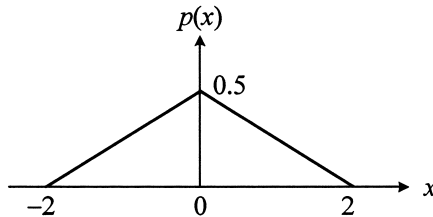


图 4



八. (15 分)

已知 $x^{15} + 1$ 可以分解为

$$x^{15} + 1 = (x^4 + x^3 + 1)(x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)(x^4 + x + 1)(x^2 + x + 1)(x + 1)$$

试:

- (1) 求利用上式可以构成的 $(15, k)$ 循环码的个数;
- (2) 写出 $(15, 3)$ 循环码的生成多项式;
- (3) 求 $(15, 3)$ 循环码的系统码生成矩阵;
- (4) 写出 $(15, 3)$ 循环码的最小码距;
- (5) 用 $x^{15} + 1$ 的两个因式 $x^4 + x^3 + 1$ 和 $x^4 + x + 1$ 构造一个 $1/2$ 码率的卷积码, 画出编码器框图, 写出该编码器的状态数, 写出输入为 $10000\cdots$ 时的卷积码编码输出。

