

# 北京邮电大学

## 2017 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(包括选择题)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 (每空 1.5 分，共 54 分)

按下面的格式在答题纸上填写**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	所有答案一律写在答题纸上，否则不计成绩！									
空格 编号	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)
答案										

● 设有 AM 信号  $[1 + m(t)] \cos 2\pi f_c t$ ，其中基带调制信号  $m(t)$  的带宽是 250Hz、平均功率是  $\overline{m^2(t)} = 0.25\text{W}$ 、最大幅度是  $|m(t)|_{\max} = 1\text{V}$ 。此 AM 信号的带宽是(1)kHz，调制指数是(2)，调制效率是(3)。

(1)(2)(3)	A. 1/5	B. 1/4	C. 1/2	D. 1
-----------	--------	--------	--------	------

● 将多路信号复用为一路时,按(4)的不同来区分各路信号属于频分复用,按(5)来区分各路信号属于时分复用,按(6)来区分各路信号属于码分复用。

(4)(5)(6)	A. 功率	B. 时隙	C. Walsh 码	D. 频带
-----------	-------	-------	------------	-------

● 在数字通信系统的设计中,针对频率选择性衰落的技术包括(7)等。

(7)	A. 部分响应系统、升余弦滚降	B. 科斯塔斯环、平方环
	C. 时域均衡、直序扩频、OFDM	D. OQPSK、64QAM

● 若二进制基带 PAM 系统的信道带宽是 20Hz,则无符号间干扰传输的最高数据速率是(8)bit/s;若 16ASK 系统的信道带宽是 5Hz,则无符号间干扰传输的最高速率是(9)bit/s。

(8)(9)	A. 10	B. 20	C. 30	D. 40
--------	-------	-------	-------	-------

● 将基带信号 $m(t)$ 先(10),再(11),得到的是 FM 信号;先(12),再(13),得到的是 PM 信号。

(10)(11)(12)(13)	A. 微分	B. 积分	C. 调频	D. 调相
------------------	-------	-------	-------	-------

● 设有 FM 信号  $4\cos\left[2\pi f_c t + 2\pi K_f \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau\right]$ ,其中  $K_f = 2\text{kHz/V}$ ,基带信号 $m(t)$ 的带宽是 2kHz、最大幅度是 $|m(t)|_{\max} = 2\text{V}$ 。此 FM 信号的最大频偏是(14)kHz、调制指数是(15)、带宽近似是(16)kHz。

(14) (15) (16)	A. 2	B. 4	C. 8	D. 12
----------------	------	------	------	-------

● 矩形星座 16QAM 的星座图中有 16 个星座点,将这 16 个点按各自能量的不同分为 3 组,能量从小到大分别是 2、(17)、(18)。

(17) (18)	A. 6	B. 10	C. 14	D. 18
-----------	------	-------	-------	-------

● HDB3 码与 AMI 码的共同之处是(19),不同之处是 HDB3 码(20)。

(19) (20)	A. 适用于隔直流传输	B. 编码输出没有长连零
	C. 引入了人为的符号间干扰	D. 降低了主瓣带宽

● 某带通信号的频带范围是 15kHz~18kHz，对其进行理想采样，不发生频谱混叠的最小采样率是(21)kHz。

(21)	A. 6	B. 12	C. 18	D. 36
------	------	-------	-------	-------

● 假设数据独立等概，OOK 的误比特率是(22)，2FSK 的误比特率是(23)，2PSK 的误比特率是(24)。

(22)(23)(24)	A. $\frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right)$	B. $\operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \right)$
	C. $\frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{2E_b}{N_0}} \right)$	D. $\frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b}{2N_0}} \right)$

● 设 $\{a_n\}$ 是零均值平稳独立序列， $E[a_n^2] = 1$ 。令  $x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \delta(t - nT_s)$ ，

则 $x(t)$ 的功率谱密度是 $P_x(f) = (25)$ ，平均自相关函数是 $\bar{R}_x(\tau) = (26)$ 。将 $x(t)$ 通过一个冲激响应为 $g(t)$ 、传递函数为 $G(f)$ 的滤波器后成为 $y(t) = (27)$ ，其功率谱密度是(28)。

(25)	A. $\delta(f)$	B. $\frac{1}{T_s}$	C. $\sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta \left( f - \frac{n}{T_s} \right)$	D. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{j2\pi f n T_s}$
(26)	A. $\frac{1}{T_s} \delta(\tau)$	B. 1	C. $\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{j2\pi \frac{n}{T_s} \tau}$	D. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\tau - nT_s)$
(27)	A. $x(t)g(t)$		B. $g(t)$	
	C. $\sum_{n=-\infty}^{\infty} g(t - nT_s)$		D. $\sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n g(t - nT_s)$	
(28)	A. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} G \left( \frac{n}{T_s} \right)$		B. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} G \left( f - \frac{n}{T_s} \right)$	
	C. $\frac{1}{T_s}  G(f) ^2$		D. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} G \left( \frac{n}{T_s} \right) \delta \left( f - \frac{n}{T_s} \right)$	

● 卷积码编码输出通过 BSC 信道传输，接收端用 Viterbi 算法译码，此译码算法属于(29)译码。

(29)	A. MAP	B. ML	C. MMSE	D. Max-Lloyd
------	--------	-------	---------	--------------

● 设发送数据速率是 2kb/s，正交 2FSK 信号的主瓣带宽最小是(30)kHz。

(30)	A. 3	B. 4	C. 5	D. 6
------	------	------	------	------

● 设基带信号  $x(t)$  的带宽是  $W$ ，傅氏变换是  $X(f)$ 。对  $x(t)$  按速率  $R_s = 1/T_s$  进行理想采样得到  $x_s(t) = x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT_s) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s) \delta(t - nT_s)$ 。  $x_s(t)$  的频谱是  $X_s(f) =$ (31)。采样后频谱不发生混叠的条件是(32)。

(31)	A. $X(f) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{n}{T_s}\right)$	B. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s) \delta\left(f - \frac{n}{T_s}\right)$		
	C. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} X\left(f - \frac{n}{T_s}\right)$	D. $\frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s) e^{j2\pi f n T_s}$		
(32)	A. $R_s \geq 2W$	B. $R_s \geq W$	C. $R_s \leq 2W$	D. $R_s \leq W$

● 第一类部分响应系统的冲激响应  $h_1(t)$  满足(33)。若相关编码的输入是二电平序列  $\{a_n\}$ ， $a_n \in \{\pm 1\}$ ，那么在没有噪声情况下，接收端在  $t = nT_b$  时刻的采样值为  $c_n =$ (34)。

(33)	A. $h_1(nT_b) = \begin{cases} 1, & n \text{ 为偶数} \\ -1, & n \text{ 为奇数} \end{cases}$	B. $h_1(nT_b) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & n = \pm 1, \pm 2, \dots \end{cases}$		
	C. $h_1(nT_b) = \begin{cases} 1, & n = 0, 1 \\ 0, & n \text{ 为其他值} \end{cases}$	D. $h_1(nT_b) = \begin{cases} 1, & n = 0, 1 \\ -1, & n \text{ 为其他值} \end{cases}$		
(34)	A. $a_n + a_{n-1}$	B. $a_n - a_{n-1}$	C. $a_n + a_{n-2}$	D. $a_n - a_{n-2}$

● 令  $H_N$  表示  $N$  阶哈达玛矩阵，其元素取值于  $\pm 1$ ，则  $H_{2N} =$ (35)。

(35)	A. $H_N^2$	B. $\begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}$	C. $\begin{bmatrix} H_N & -H_N \\ H_N & -H_N \end{bmatrix}$	D. $2H_N$
------	------------	--	---	-----------

● 四进制信源符号  $X$  的概率分布是  $\{1/2, 1/4, 1/8, 1/8\}$ ，经过哈夫曼编码后平均每符号的码长是(36)bit。

(36)	A. 1	B. 1.5	C. 1.75	D. 2
------	------	--------	---------	------

## 二. (16 分)

图 1(a)中 $r(t) = s(t) + n(t)$ ，其中 $s(t) = m(t) \cos 2\pi f_c t - \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$ 是已调信号，载频为 $f_c = 5\text{kHz}$ ； $m(t)$ 是功率为  $3\text{W}$ 、带宽为  $2\text{kHz}$  的基带信号； $\hat{m}(t)$ 是 $m(t)$ 的希尔伯特变换； $n(t)$ 是窄带噪声，其功率谱密度如图 1(b)所示，图中纵坐标的单位是  $\text{W/kHz}$ ；LPF 是截止频率为  $2\text{kHz}$  的理想低通滤波器。试：

- (1)问 $s(t)$ 是什么调制方式，并求 $s(t)$ 的带宽及功率；
- (2)求 $y_1(t), y_2(t)$ 的表达式；
- (3)求两个输出端各自的信噪比（折算为  $\text{dB}$  值）；
- (4)画出 $n(t)$ 的同相分量 $n_c(t)$ 的功率谱密度。

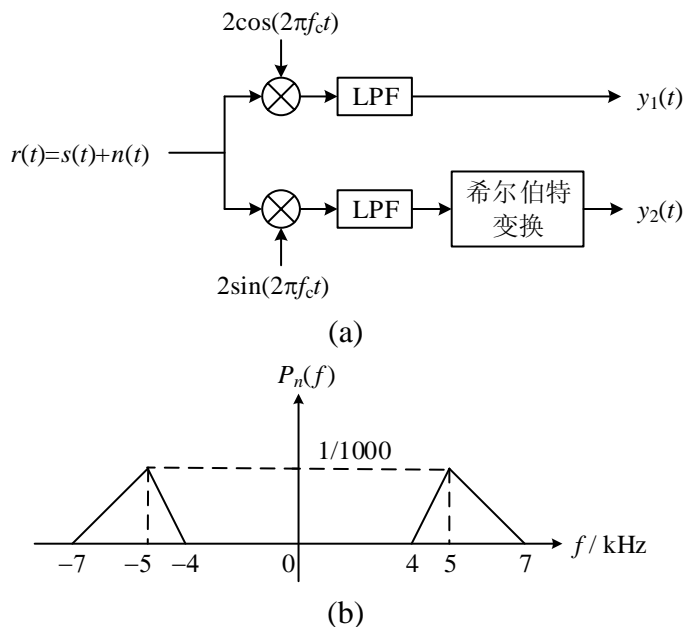


图 1

### 三. (16 分)

设二进制双极性传输系统的接收信号为

$$y(t) = \begin{cases} s(t) + n_w(t), & \text{若发送 1} \\ -s(t) + n_w(t), & \text{若发送 0} \end{cases}$$

其中  $n_w(t)$  是双边功率谱密度为  $N_0/2$  的高斯白噪声,  $s(t)$  的波形如图 2(a) 所示。接收信号经过一个冲激响应为  $h(t) = s(-t)$  的滤波器后, 在  $t = t_0$  时刻进行采样判决, 如图 2(b) 所示。试:

- (1) 求  $s(t)$  的能量;
- (2) 若  $t_0 = 0$ , 求采样时刻有用信号的值、噪声功率、判决错误率;
- (3) 若  $t_0 = 1$ , 求采样时刻有用信号的值、噪声功率、判决错误率。

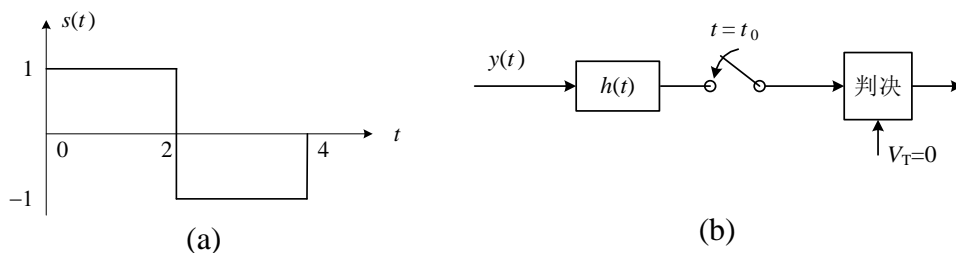


图 2

### 四. (16 分)

设某 8 电平非均匀量化编码器的输入  $X$  在  $[-8, +8]$  内均匀分布, 编码器输出码字由 3 个比特  $b_1 b_2 b_3$  构成, 其中  $b_1 = 1, 0$  表示  $X$  的极性为正、负;  $b_2 b_3$  取 00、01、10、11 分别表示  $X$  的绝对值落在  $[0,1)$ 、 $[1,2)$ 、 $[2,4)$ 、 $[4,8]$  区间中。每个区间的量化电平取为区间的中点。试求:

- (1) 量化输入信号  $X$  的功率  $E[X^2]$ ;
- (2) 量化电平  $Y$  的各可能取值及其出现概率;
- (3) 量化噪声功率  $N_q = E[(Y - X)^2]$ ;
- (4)  $b_1, b_2, b_3$  各自取 1 的概率。

### 五. (16 分)

已知(7,4)系统循环码编码器的输入为  $u = 0010$  时, 输出为  $c = 0010110$ 。  
试:

- (1) 求生成多项式;
- (2) 若编码器的输入是  $u = 0011$ , 写出编码器输出的码字  $c$ ;
- (3) 若译码器的输入是  $y = 1101101$ , 写出译码器输出码字  $\hat{c}$ ;
- (4) 若已知编码器输出  $c = c_6c_5 \cdots c_0$  中  $c_3 = c_2 = c_1 = 0$ ,  $c_0 = 1$ ,  
求  $c_6$ 、 $c_5$ 、 $c_4$ 。

### 六. (16 分)

图 3 中  $m$  序列的周期是 7, 特征多项式是  $f(x) = 1 + x^2 + x^3$ 。输出的  $m$  序列通过卷积码编码后映射为 8PSK 符号, 编码器的初始状态为全零。  
已知  $m$  序列的输出速率是 40kbit/s, 信道带宽是 60kHz。试:

- (1) 求 8PSK 系统的符号速率、滚降系数, 画出功率谱密度图、画出调制框图;
- (2) 画出  $m$  序列发生器的框图;
- (3) 画出该卷积码的状态转移图。

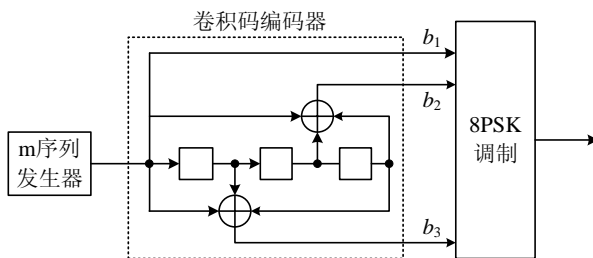


图 3

### 七. (8 分)

设  $X$  是二进制符号, 其概率分布为  $\{p_1, p_2\}$ ,  $p_1 + p_2 = 1$ 。试:

- (1) 写出  $X$  的熵  $H[X]$  随  $p_1$  变化的函数式, 画出函数曲线图;
- (2) 证明熵在  $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$  时最大, 写出熵的最大值。

## 八. (8 分)

设某二进制通信系统等概发送  $s_1 = (+1, +1)$  和  $s_2 = (-1, -1)$  之一，接收信号是  $\mathbf{r} = (r_1, r_2) = \mathbf{s} + \mathbf{n}$ ，其中  $\mathbf{n} = (n_1, n_2)$  是零均值高斯噪声向量， $n_1$  和  $n_2$  独立同分布，方差均为 1。试：

(1)画出星座图；

(2)写出发送  $s_1 = (+1, +1)$  条件下  $r_1$  的条件概率密度函数  $f(r_1 | +1)$  以及似然概率  $f(\mathbf{r} | s_1)$ ；

(3)画出最大似然判决域。