

南京工业大学 通信原理 试题 (A) 卷 (闭)

2019-2020 学年第 1 学期 使用班级 通信 1701-02

题号	一	二	三	四	五								总分
得分													

一、填空题 (每空 1 分, 共 15 分)

- 已知 4 进制数字信号的传输速率为 1600 波特, 若信息速率保持不变, 变换成二进制数字信号的传输速率为 波特。
- 出现概率越 的消息, 其所含有的信息量越大。
- 设英文字母 x 出现的概率为 0.002, 则 x 的信息量为 bit。
- 能量信号的平均功率为 。
- 对于一个平稳随机过程, 自相关函数 $R(0)$ 代表了信号的平均功率, $R(\infty)$ 代表了 功率, $R(0)-R(\infty)$ 代表了 功率。
- AM 信号的频谱由 载频分量、 三个部分构成, 其中后两者互为镜像关系。
- 在 AM、SSB、FM 系统中, 有效性最好的是 , 可靠性最好的是 。
- 设基带信号的最高频率为 3.4kHz, 则 SSB 调制后信号带宽为 DSB 调制后信号的带宽为 。
- 部分响应传输系统中, 由于采用了相关编码, 会导致出现差错传播的现象, 一般情况下, 可以采用 的方法来克服该问题。
- 在 4 进制 PSK 调制系统中, 发送端经常采用 来克服相位模糊。
- 对一模拟信号进行数字化的时候, 若抽样速率是 10kHz, 量化电平数为 32, 则数字信号的传输速率为 bps。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 写出信源、消息、信号、信息的定义。
2. 写出随机过程的均值、方差和自相关函数的表达式，并说明其意义。
3. 分别画出二进制数字序列{01101101}的 2ASK 和 2FSK 波形图。
4. 画出插入导频法提取位同步信号的发送端和接收端原理框图。
5. 什么是奈奎斯特速率？如果一个基带信号的带宽是 4kHz，最小无失真抽样速率是多少？

三、综合题（共 55 分）

1. （10 分）某信息源的符号集由 A、B、C、D 和 E 组成，设每一符号独立出现，其出现的概率分别为 $1/4$ ， $1/8$ ， $1/8$ ， $3/16$ 和 $5/16$ ；信息源以 1600B 码元速率进行传输，问：

- 1) 求该信源的熵；
- 2) 求该系统的平均信息速率；
- 3) 求该系统每小时传输的信息量；
- 4) 若各符号等概率出现时，求该信源的熵。

2. （10 分）设 $\xi(t)$ 是平稳随机过程，其自相关函数为 $R_{\xi}(\tau)$ ，试求它通过图示系统后的自相关函数及功率谱密度。



诚信考试，公平竞争：以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

3. (10分) 已调信号时域表示如下，其中 $A_m \sin \omega_m t$ 是调制信号。

$$s_m(t) = (A_0 + A_m \sin \omega_m t) \cos \omega_c t, A_0 \geq A_m$$

- 1) 如果发送该信号，计算 $s_m(t)$ 的发送功率；
- 2) 当 $A_0 = 0$ 时， $s_m(t)$ 为何信号？ $s_m(t)$ 能否用包络检波法解调？为什么？

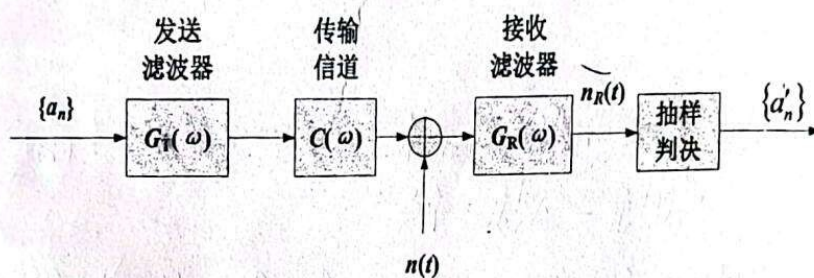
4. (10分) 已知数字基带信号序列 1101001000001。

- 1) 试写出 AMI 码的编码规则；
- 2) 试写出 AMI 码编码后的输出序列；
- 3) 试写出 HDB3 码的编码规则；
- 4) 试写出 HDB3 编码后的输出序列。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

5. (15 分) 存在如下一个由发送滤波器 $G_T(\omega)$ 、传输信道 $C(\omega)$ 、加性噪声 $n(t)$ 、接收滤波器 $G_R(\omega)$ 、及抽样判决器构成数字基带信号传输模型，如下图所示，其中，输入到发送滤波器的符号序列为 $\{a_n\}$ ， $h(t)$ 是基带传输系统总传输特性的单位冲激响应，接收机的抽样判决器在 $t = kT_s + t_0$ 时刻上对接收信号 $r(t)$ 进行抽样，其中 T_s 是码元周期。



- 1) 试写出该数字基带传输系统的总传输特性 $H(\omega)$ 的表达式；
- 2) 试写出接收滤波器的输出信号 $r(t)$ 的时域表达式；
- 3) 为了确定第 k 个码元 a_k 的取值，试写出在该时刻的抽样结果 $r(kT_s + t_0)$ ，并说明其中各项的意义；
- 4) 试写出该基带传输系统可以实现无码间串扰传输的条件

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严肃处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

南京工业大学 通信原理 试题 (A) 卷 (闭)

2020 -2021 学年第 1 学期 使用班级 通信 1801-02

课程目标	课程目标 1				课程目标 2								总分
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
得分													

课程目标 1 题目：

- (10 分) 设有一个四进制通信系统，传输的内容由四个符号组成，其中前三个符号的出现概率分别为 $1/4$, $1/8$, $1/8$ ，且各符号的出现是相互独立的。假设该传输系统每隔 0.4ms 发送一个符号
 - 试计算该符号集的平均信息量。
 - 该系统的信息传输速率；

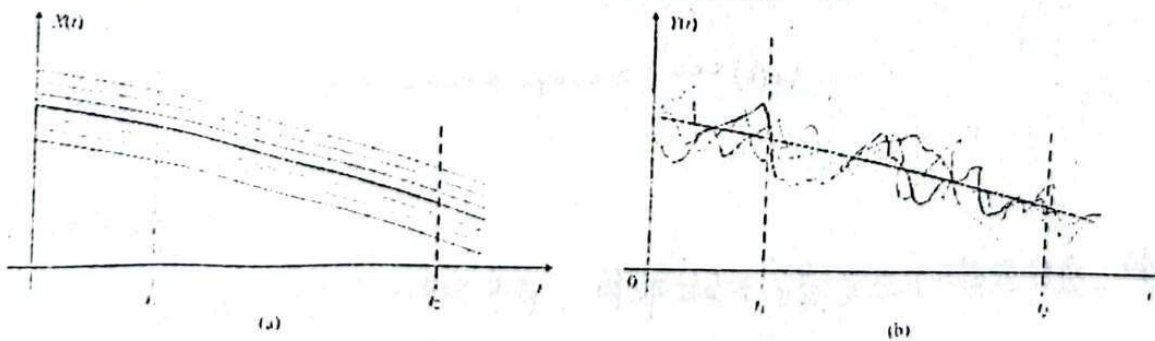
- (10 分) 存在一个交流耦合信道，信道带宽为 3kHz ，需要在该信道中传输 2 进制 数据，符号 0 和 1 的出现概率相等，且相互统计独立：
 - 请写出信道容量公式，并说明影响信道容量的因素；
 - 在 NRZ 和曼彻斯特编码中选择一个合适的基带编码方式来传输该信号，说明理由；
 - 假设数据的符号速率为 115200 ，请计算无失真传输该信号所需要的信噪比。

3. (10分) 已知信码序列为 101100000000101,

- 1) 使用 AMI 码及 HDB₃ 码对该信码进行编码, 写出编码结果;
- 2) 基于频谱特性, 说明 AMI 和 HDB₃ 码相对于单极性非归零码的性能改善。
- 3) 将 HDB₃ 编码 +1/-100-/-100+/-1-1+1 译为原始信码

课程目标 2 题目:

4. (5分) 观察以下两张图片所呈现的两个随机过程 $X(t)$ 和 $Y(t)$:



- 1) 从随机变量和样本函数角度出发, 说明什么是随机过程;
- 2) 从随机过程的数字特征的角度, 说明 $X(t)$ 和 $Y(t)$ 的异同点。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下一种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

5. (15分) 设随机过程 $Y(t) = X_1 \cos \omega_0 t - X_2 \sin \omega_0 t$ ，若 X_1 与 X_2 是彼此统计独立且均值为

0，方差为 σ^2 的高斯随机变量，试求：

1) $E[Y(t)]$ 、 $E[Y^2(t)]$ ；

2) $Y(t)$ 的一维概率密度函数 $f_Y(y)$ ；

3) $Y(t)$ 的相关函数 $R(t_1, t_2)$ 。

6. (15分) 已知 2 个已调信号表示式： $s_1(t) = \cos \Omega t \cos \omega_c t$ ； $s_2(t) = (1 + 0.5 \sin \Omega t) \cos \omega_c t$ ，式中 $\omega_c = 6\Omega$ ，2 个已调信号中的调制信号分别为 $\cos \Omega t$ 和 $0.5 \sin \Omega t$

1) 画出 $s_2(t)$ 的波形图和频谱图；

2) 计算 $s_2(t)$ 的调制效率；

3) 哪一个信号可以采用非相干解调的方案，说明理由；

4) 用相干法对 $s_1(t)$ 进行解调，绘制解调器的框图。

诚信考试，公平竞争：以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1. 替他人考试或由他人替考；2. 通讯工具作弊；3. 组织作弊。

7. (10 分) 设某 2FSK 调制系统的码元速率为 2000Baud，已调信号的载频分别为 6000Hz (对应“1”码) 和 4000Hz (对应“0”码)。
- 1) 若发送的信息序列为 1011001，试画出 2FSK 信号的时间波形；
 - 2) 试画出 2FSK 信号的功率谱密度示意图，并计算 2FSK 信号的第一谱零点带宽。
 - 3) 选择什么合适的解调方法解调该 2FSK 信号，说明理由并绘制解调器的框图。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

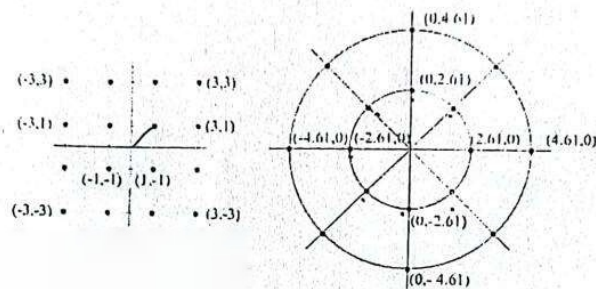
以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

8. (15 分) 对基带信号 $m(t) = \cos 2000\pi t + 2\cos 4000\pi t$ 进行理想抽样，为了在接收端能不失真地从抽样信号 $m_s(t)$ 中恢复 $m(t)$ 。
- 1) 绘制基带信号 $m(t)$ 的幅度谱；
 - 2) 结合低通抽样定理说明针对 $m(t)$ 信号，抽样间隔应如何选择；
 - 3) 若抽样间隔取为 0.2ms ，试画出已抽样信号 $m_s(t)$ 的幅度谱；
 - 4) 请画出从抽样信号 $m_s(t)$ 中恢复 $m(t)$ 的过程中需要的滤波器的频率响应。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。
 以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

9. (10分) 观察下图所示的星座图：

- 1) 请说明该星座图所代表的调制方式，并写出该信号的表达式。
- 2) 请按照正交平衡调制的方法，构造一个调制发生器的框图；
- 3) 按照括号内所示星座点的坐标(x,y)，计算两个调制的平均功率



诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

南京工业大学 通信原理 试题 (A) 卷 (闭)

2021 -2022 学年第 1 学期 使用班级 通信 1901-02

课程目标	课程目标 1				课程目标 2			课程目标 3	课程目标 4	
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	总分
得分										

课程目标 1 题目：

一、(10 分) 设有一个记录学生成绩的数据库，其中，学生的成绩有优、良、中、差四种，出现概率分别为 $1/8$ ， $1/2$ ， $1/4$ 和 $1/8$ ，且各学生的成绩的出现是相互独立的。数据库用 ABCD 四种符号来记录优、良、中、差四种成绩。其中一 (11) 班的 40 位同学某学期期末成绩为 AABCBD CDBBCB CACBCCADDCB BBBBBBCDBBCB CADBC。

- 1) 试计算该系统的熵；
- 2) 试计算一 (11) 班期末成绩的每符号的平均信息量；
- 3) 对比 1) 和 2)，说明为何两者不同。

三、(10 分) 某零均值平稳高斯白噪声(双边功率谱密度为 $\frac{n_0}{2}$)通过一个上限频率为 ω_H 的理想

低通滤波器，即 $H(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq \omega_H \\ 0 & |\omega| > \omega_H \end{cases}$ ，试求：

- 1) 滤波器输出噪声的功率谱密度 $P_o(\omega)$ ，自相关函数 $R_o(\tau)$ ，输出功率 S_o ；
- 2) 输出噪声的一维概率密度函数 $f(x)$ 。

四、(5 分) 请说明什么是通信系统的有效性和可靠性。表征模拟通信系统和数字通信系统的指标各有哪些。

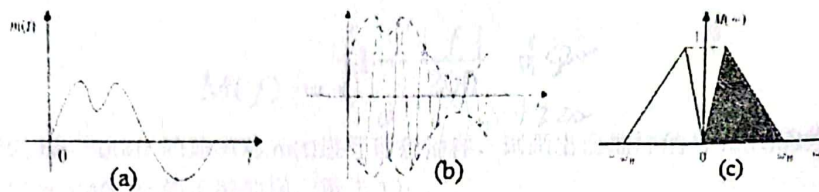
课程目标 2 题目：

五、(10 分) 某基带通信系统采用 HDB₃ 编码发送一个二进制序列 1000 0100 0000 1100 0000 0011

- 1) 简述 HDB₃ 编码的编码规则；
- 2) 说明 HDB₃ 编码主要要解决的问题；
- 2) 试写出发送序列经过 HDB₃ 编码后的输出序列；
- 3) 接收机收到了一个 HDB₃ 编码后的序列为：+1 -1 0 0 0 +1 0 0 -1 0 0 0 -1 0 0 +1，试写出编码前的原始序列。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。
 以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

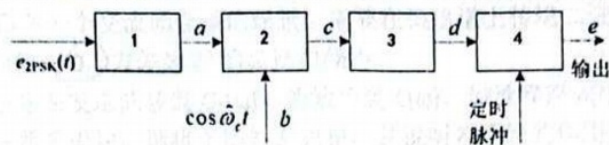
六、(15 分) 某调制信号 $m(t)$ 如图 a 所示，采用正弦载波调制后的已调信号如图 b 所示。 $m(t)$ 信号的频谱图如图 c 所示。



- 1) 请说明，图 b 采用的是什么调制方式，说明该调制和 DSB 调制的主要区别；
- 2) 请写出该调制的已调信号的表达式；
- 3) 请绘制该调制的调制器和非相干解调器框图；
- 4) 假设调制方式改为 DSB 调制，请绘制已调信号波形图；
- 5) 假设载波为 f_c ，请绘制该调制和 DSB 调制的已调信号频谱图。

诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。
 以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

七、（15 分）某 2PSK 带通数字通信系统，接收机拟采用下图所示的解调器。



- 1) 根据上图判断拟采用的是什解调方式，该解调方法的核心特征是什么；
- 2) 请写出上图中 1、2、3、4 各模块对应的处理环节的名称，并说明模块 1 的作用；
- 3) 假设符号速率为 1000 符号/Hz，载波频率为 1000Hz，发送符号为 0110，请在下图中绘制 2PSK 的波形图，并绘制解调器 a、b、c、d、e 各位置的波形图；
- 4) 请说明在采用平方环法时，b 处的波形是否唯一，如果不唯一，还可能是什么波形。

课程目标 3 题目:

八、(15 分) 已知一低通信号 $m(t)$ 的频谱 $M(f)$ 为

$$M(f) = \begin{cases} 1 - \frac{|f|}{200} & f < 200 \\ 0 & f \geq 200 \end{cases}$$

- 1) 若以 $f_s = 300\text{Hz}$ 的速率对 $m(t)$ 进行理想抽样, 试画出已抽样信号 $m_s(t)$ 的频谱草图;
- 2) 若以 $f_s = 400\text{Hz}$ 的速率抽样, 重作 1);
- 3) 设计一个 DAC 方案, 将 2) 中的抽样信号还原成 $m(t)$, 画出方案的框图;
- 4) 说明 3) 中用到的滤波器的类型和频率响应;
- 5) 说明 1) 中的抽样信号是否能够通过 3) 的方案还原成 $m(t)$;
- 6) 将 2) 中的抽样信号按 256 级进行量化, 各级均匀分布且抽样点相互独立, 计算数字化系统的信息速率。

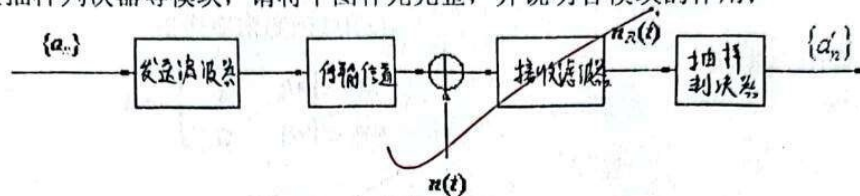
诚信考试，公平竞争；以实力争取过硬成绩，以诚信展现良好学风。

以下三种行为是严重作弊行为，学校将从严处理：1.替他人考试或由他人替考；2.通讯工具作弊；3.组织作弊。

课程目标 4 题目：

九、（15 分）假设存在一个交流耦合通信场景，需要在该信道上传输二进制数字基带信号传输，信道中会叠加均值为 0，方差为 σ^2 的高斯白噪声。

- 1) 传输系统中存在发送滤波器 $G_T(\omega)$ 、传输信道 $C(\omega)$ 、加性噪声 $n(t)$ 、接收滤波器 $G_R(\omega)$ 、及抽样判决器等模块，请将下图补充完整，并说明各模块的作用：



- 2) 假设存在两种传输设备，一种采用电平为 3V 和 0V 单极性信号传输，一种采用 $\pm 3V$ 双极性信号传输，请选择合理的设备，并说明选择的理由；
- 3) 根据 2) 的选择，试写出发送“1”时，抽样判决器的输入信号的一维概率密度函数。画出抽样信号的概率密度函数曲线图，假设判决门限电平为 V_d ，标出发生错误判决的区间；
- 4) 设发送“1”和“0”独立，且概率分别为 $P(1)$ 和 $P(0)$ ，写出系统的总的错误概率和系统的最佳判决门限表达式。