北京邮电大学2012 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：信息与通信工程学科专业综合

注意：(1)所有答案一律写在答题纸上，否则不计成绩；(2)不得使用计算器；(3)试卷最后一页有附录

第一部分 信号与系统（60 分）

一、填空题（共30 分，每空2 分）

(1)微分 $\frac{d}{dt}[e^{-t}*\delta(t)]$__________，积分 $\int_{-\infty}^{t}\delta(2t-1)dt$ __________。

(2)已知信号$f(t)$的拉氏变换为$F(s)$，则 $f(t)e^{-\alpha t}$ 的拉氏变换____________ $f(t)\bullet f(t)e^{-\alpha t}$ 的拉氏变换为______________。

(3)已知某线性时不变的系统函数为 $H(j\omega)=|H(j\omega)|e^{j\varphi(\omega)}$，则信号经过该系统后，信号的幅度由__________进行加权，信号的相位由__________进行修正。

(4)已知某线性时不变离散系统的单位样值响应为$h(n)=u(n)-u(n-2)$，则在输入

$x(n)=\delta(n)-\delta(n-2)$作用下系统的输出为$y(n)$ ___________________， $y(n)$的能量为

_____。

(5)已知某线性时不变系统的系统函数为$H(s)=\frac{s+1}{s+2}$，则该系统的信号流图为

____________。

(6)系统 $y(t)=x(t)-2x(\frac{t}{2})$ 是否为时变系统？________

(7)序列 $x(n)=3+\sin(\frac{4n\pi}{9})$ 的周期为________。

(8)已知信号 $f(t)$的拉氏变换为$\frac{1}{(s+\alpha)(s+\beta)}$ $\alpha>0,\beta>0$. 则该信号离散化后所得序列的z变换的极点在z 平面的__________。

(9)如图1.1所示电容元件的初始电压为$v_c(0^-)=2V$，该电容元件串联形式的s域模型为

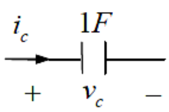

图 1.1

___________。

(10)已知某线性时不变系统的阶跃响应为$e^{-\alpha t}u(t)$，该系统在$\delta(t-1)$激励下的零状态响应为________。

(11)已知信号$f(t)$的频谱如图1.2所示，则 $f(t)\cos(5t)$的频谱图为__________。

二、(10 分)

已知 $f_1(t)$、 $f_2(t)$ 和 $f_2(t)$ 的波形分别如图2.1(a)、(b)、(c)所示， $f_1(t)$ 的傅里叶变换为 $F(\omega)=T\bullet Sa(\frac{\omega T}{2})$，试利用傅里叶变换的尺度变换、位移和卷积性质求 $f(t)$ 的傅里叶变换。

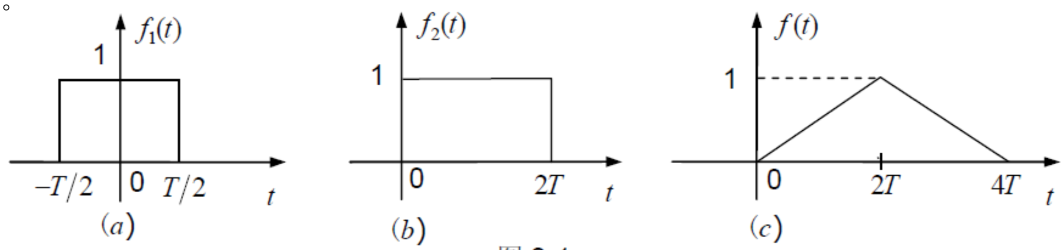

图 2.1

三、(10 分)

已知图3.1所示系统中两个子系统的冲激响应分别为 $h_1(t)=2e^{-3t}u(t)$， $h_2(t)=u(t)$ 。

(1) 求该系统的系统函数 $H(s)$。

(2) 求该系统的冲激响应 $h(t)$。

(3) 判断该系统是否稳定。

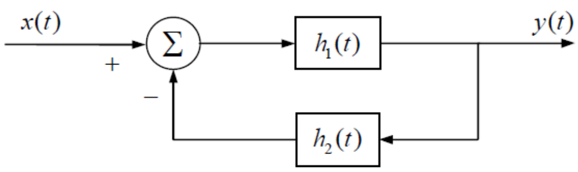

图 3.1

四、(10 分)

已知某线性时不变因果系统，其系统函数的零、极点图如图4.1 所示，且已知其单位样值响应 $h(n)$ 的初值为 $h(0^+)=1$。

(1) 求系统函数$H(z)$。

(2) 写出该系统的差分方程式。

(3) 求系统在输入信号 $x(n)=1.2^n u(n)$ 作用下的零状态响应。

(4) 写出该系统的频率响应表达式，并说明该系统具有何种滤波特性。

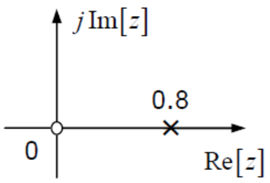

图 4.1

第二部分 通信原理（90 分）

五、(15 分)

图5.1示出了一个模拟调制系统，其中模拟基带信号 $m_1(t)$ 的最大幅度为1 V 、带宽为1MHz。

$m_1(t)$ 和 $m_2(t)$ 的频谱分别为 $M_1(f)$ 和 $M_2(f)$，如图5.2所示。SSB的频载是 $f_c=100MH_Z$，

FM 调制器的频率偏移常数是$50kHz/V$，FM 的载频比SSB的载频高$\Delta = 1.5MH_Z$

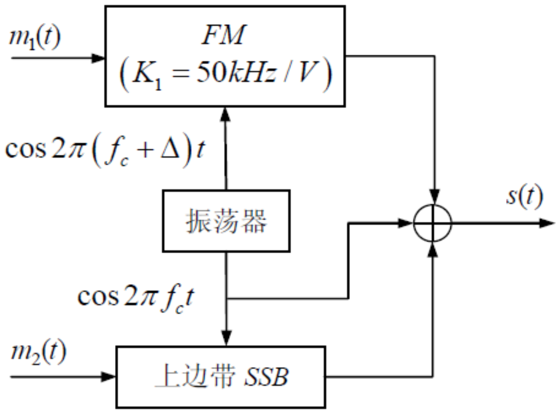

图 5.1

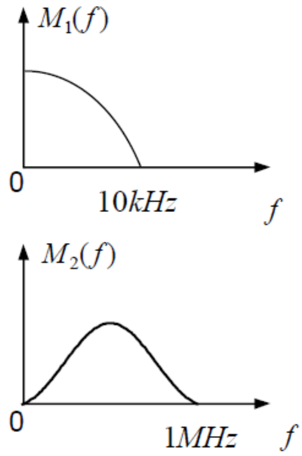

图 5.2

(1) 求SSB 信号的带宽。

(2) 求FM 信号的最大频偏及近似带宽。

(3) 画出 $s(t)$ 的频谱示意图。(标上关键频率值)

(4) 画出接收端的解调框图。(标出相关滤波器的频率参数)

(5) 以 $\cos 2\pi f_c t$ 为参考载波，写出 $s(t)$ 的复包络。

六、(17 分)

(1) 一基带 PAM 系统的符号间隔 $T_s = 0.1\mu s$，系统的总体传递函数 $H(f)$（包括发送滤波、信道及接收滤波）

如图6.1所示，其中 $f_1 = 4.5MH_Z$，若要实现无码间干扰传输，请求出 f_2 的最小值。

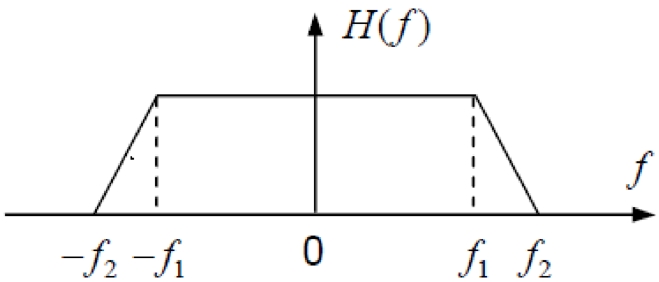

图 6.1

(2) 假设 $AWGN$ 信道的高斯白噪声 $n_w(t)$ 的双边功率谱密度为 $N_0/2$，通过此信道等概发送如下4个信号之一：

$$s_1(t)=\begin{cases}1 & 0\le t<1\\ 0 & else\end{cases},\quad s_2(t)=\begin{cases}1 & 0\le t<0.5\\ -1 & 0\le t<1\\ 0 & else\end{cases},\quad s_3(t)=-s_1(t),\quad s_4(t)=-s_2(t)$$

(a) 由这4 个信号所张成的信号空间的维数N 是多少？给出该信号空间的一组归一化正交基函数 $\{f_1(t),\cdots f_N(t)\}$ 。

(b) 写出$s_1(t),s_2(t),s_3(t),s_4(t)$的矢量表示式。

(c) 画出信号空间图(星座图)，在图中划分出最佳判决域，求出最小欧氏距离。

(d) 画出最佳接收框图。

(e) 求发送 $s_1(t)$ 条件下的误判概率。(提示：将星座图旋转任意角度后误码率不变，同时噪声在各维上投影的联合分布也不变。)

七、(13 分)

某 $MQAM$ 无线传输系统的信道频带是200MHz —218MHz ，拟传输的数据速率是60$Mbps$ ，假设信道特性是 $AWGN$ 信道。

(1) 请根据给定条件，设计进制数 M 及滚降系数 α 。要求 M 必须是2的整幂且尽可能小，$0.2\le\alpha\le1$。

(2) 画出所设计的发送及接收框图。

(3) 写出发送功率谱表达式。

(4) 在高信噪比条件下， MQAM 的误符号率可以近似为$p_M\approx2\left(1-\frac{1}{\sqrt{M}}\right)erfc\left(\sqrt{\frac{3E_{av}}{(M-1)N_0}}\right)$ 其中 N_0 是噪声的单边功率谱密度，Eav 是 MQAM 的平均符号能量。若要求误比特率为 P_b，请写出所需 $E_b\ N_0$ 的计算式。(假设系统采用格雷映射)

八、(13 分)

(1) 量化比特数为 q 的普通 AD 转换器是一种有 2^q 个量化区间的均匀量化器。假设 q =10，量化器的动态范围是±1024mV ，量化器输入在动态范围内均匀分布。

(a) 求量化间隔 Δ 及量化噪声功率 N_q 。

(b) 若要求量化信噪比提高12dB，量化比特数 q 需要增加多少？

(2) 信源 $x(t)$ 是零均值平稳高斯过程，自相关函数为 $R_x(\tau)=0.5\sin c(200\tau)$ 。以奈奎斯特

速率对信源进行抽样，对每个样值按下式进行量化 $y=\begin{cases}a, & x<u \\ b, & u\le x<v \\ c, & x\ge v\end{cases}$，其中量化分层电平 u、 v 能使 y 的三种取值等概出现，量化电平 a、b、c 的设计能使量化器的均方误差最小。

(a) 求时间上相邻的两个样值 $(x_{n-1,}x_n)$ 的联合概率密度函数。

(b) 将量化后的序列经过理想熵编码后，输出的比特速率是多少？
(c) 求量化分层电平 u、v。
(d) 求量化电平 a、b、c。
九、(9 分)

(1) $DPSK$ 差分相干解调的误码率公式是 $P_b(\gamma)=e^{-\gamma}$，其中 γ 是信噪比。在瑞利衰落信道中，γ 是随机变量，其概率密度函数为 $f(\gamma)=\frac{1}{\bar{\gamma}}e^{-\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}}$，其中 $\bar{\gamma}$ 是信道的平均信噪比。求 $DPSK$ 在瑞利信道中的平均误码率 $\overline{P_b}(\bar{\gamma})$。

(2) 某二元信道如图9.1所示，已知信道的转移概率是

$P(1|1)=P(0|1)=0.5$， $P(0|0)=1$， $P(X=0)=0.5$ 。。

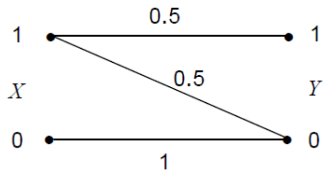

图 9.1

(a) 求 Y 的概率分布。
(b) 求互信息 $I(X;Y)$。
十、(15 分)

(1) 设 $c5,c4,c3,c2,c1,c0$ 表示 $(6,3)$ 系统线性分组码的码字，其中 $c5,c4,c3$ 是信息位。已知该码有如下校验关系：

$$\begin{cases}c_5+c_4+c_2=0 \\ c_4+c_3+c_1=0 \\ c_5+c_3+c_0=0\end{cases}$$

(a) 写出该码的监督矩阵。
(b) 根据监督矩阵求该码的最小汉明距离。
(c) 对于接收序列100110 时，译码结果是什么？

(2) 设 n,k 循环码的生成多项式是 $g(x)$。

(a) n 应满足何种条件？

(b) 若 $g(x)=x+1$，n 可以取何值？

(c) 若 $n=5, g(x)=x+1$，问 k =？并写出该系统循环码的生成矩阵。

(3) 已知一个 (2,1,3) 卷积码的输入为1011100 时，两路输出分别是1100101 和1001011 。

(a) 写出该卷积码的生成多项式。
(b) 画出编码器框图。
(c) 完成图10.1 中的状态转移图。图中圆圈中的数字表示状态，状态之间的带箭头连线表示转移方向，称为分支。分支上的数字表示由一个状态到另一个状态转移时的输出数字，括号中是数字则表示相
应的输入信息。

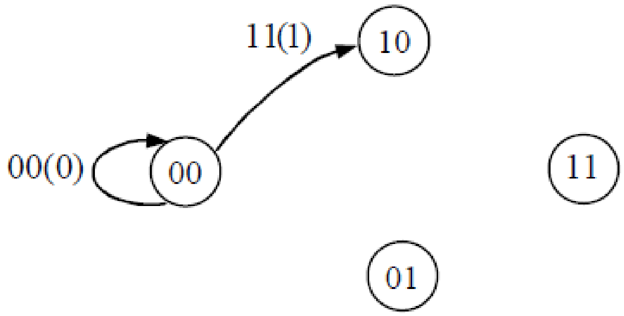

图 10.1

十一、(8 分)

一直接序列扩频系统如图11.1 所示。图中 $d(t)=\sum_{k=-\infty}^{\infty} d_k g(t-kT_b)$ 是幅度为± 1的双极性不归零信号，+1、−1等概出现，码元宽度是 T_b；m 序列的特征多项式是 $f(x)=1+x^2+x^3+x^4+x^8$；$c(t)$ 是m 序列对应的双极性不归零信号，幅度为± 1、码元宽度 $T_c=T_b/\mathrm{N}$，N 是m 序列的周期；载波频率 f_c 远大于码片速率$1/T_c$。扩频信号在信道传输中受到$i(\mathrm{t})$ 的干扰。接收信号 $r(t)=d(t)c(t)\cos 2\pi f_c t+i(\mathrm{t})$。对应第$k$ 个比特，相关器输出的判决量是 $y_k=\int_{(k-1)T_b}^{kT_b} r(t)\cdot 2c(t)\cos 2\pi f_c t dt$ 。

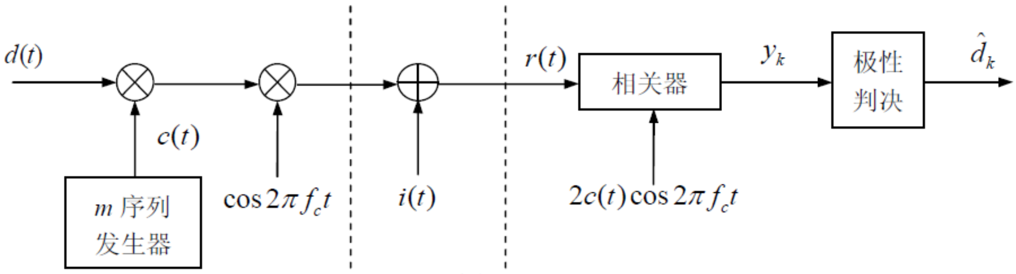

图 11.1

(1) 写出该 m 序列的周期 N ，画出序列发生器的逻辑框图。

(2) 若 $i(t)=a\cos(2\pi f_c t)$，其中 a 是均值为0、方差为1的高斯随机变量，求 y_k 中有用信号功率与干扰功率的比值。

(3) 若 $i(t)=c(t\text{-}2T_c)\cos(2\pi f_c t+\varphi)$，其中 φ 是在 $(0,2\pi)$ 内均匀分布的随机变量，求 y_k 中有用信号功率与干扰功率的比值

附录：

$$Q(\alpha)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{\alpha}^{\infty}\exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du$$

$$erfc(\alpha)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\alpha}^{\infty}\exp\left(-u^2\right)du$$

$$\sin c(x)=\frac{\sin\pi x}{\pi x}$$

$$Sa(x)=\frac{\sin x}{x}$$

$$\log_2 3\approx 1.6$$