

北京邮电大学
2016 年硕士研究生入学考试试题

考试科目:信号与系统

请考生注意:①所有答案(包括选择题和填空题)一律写在答题纸上,否则不计成绩。

②允许考生使用计算器。

一、 判断题(每小题 2 分,共 10 分)

正确请用‘T’表示,错误请用‘F’表示。

1. 信号经过线性时不变系统,其输出不会产生与输入信号频率成分不同的频率分量。
2. 信号 $x(t)$ 经过一个连续时间系统的输出为 $y(t) = x(2t)$, 该系统是时变系统。
3. 信号 $x(t)$ 经过一个连续时间系统的输出为 $y(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T/2}^{t+T/2} x(\tau) d\tau$, T 为非零实常数, 该系统是因果系统。
4. 非周期信号一定是能量信号。
5. 如果 $x(t)$ 和 $h(t)$ 是奇函数, 则 $y(t) = x(t) * h(t)$ 是偶函数。

二、 填空题(每空 3 分,共 33 分)

此题将答案写在答题纸上即可,不必写出解答过程。

1. 计算积分 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-t} \delta'(t) dt =$ _____。
2. 离散信号 $\cos \frac{\pi}{3} n + \sin \frac{\pi}{4} n$ 的基波周期为_____。
3. 连续信号 $x(t) = \sin \omega t$ 的平均功率为_____, 全波整流信号 $x(t) = |\sin \omega t|$ 的直流分量为_____。
4. 已知话音信号 $x(t)$ 的带宽是 4kHz, 对其进行理想抽样, 最低抽样率

为____kHz；对 $x(t)\cos(8000\pi t)$ 进行理想抽样，则最低抽样率为____kHz。

5. 信号 $x(t) = \cos 2t$ 的单边拉普拉斯变换为_____。
6. 频谱函数 $\cos \omega$ 所对应的时间函数为_____。
7. 某连续线性时不变系统的系统函数为 $H(s) = \frac{s}{s+2}$ ，若用 $e(t)$ 表示输入信号， $r(t)$ 表示输出信号，则该系统的微分方程可以表示为_____。

8. 离散系统的输入信号 $x(n)$ 和输出信号 $y(n)$ 的关系表示为

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^n x(k), \text{ 则该系统的单位样植响应为 } h(n) = \underline{\hspace{2cm}}.$$

9. 信号 $x(n) = n2^{n-1}u(n)$ 的 z 变换等于_____。

三、 画图题（每小题 6 分，共 24 分）

1. 图 1 所示三角形脉冲 $x(t)$ ，请画出当 $T=1.5$ 时 $\delta_T(t)$ 和

$y(t) = x(t) * \delta_T(t)$ 的波形图。

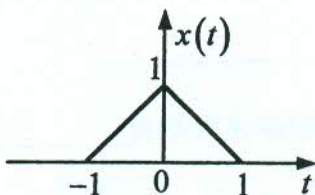


图 1

2. 某离散时间信号定义如下

$$x(n) = \begin{cases} 1, & n=1, 2 \\ -1, & n=-1, -2 \\ 0, & n=0, |n|>2 \end{cases}$$

请画出 $x(n)$ 和 $y(n) = x(2n+3)$ 的波形图。

3. 请画出信号 $u[\sin(\pi t)]$ 的波形图。

4. 某连续系统的系统函数

$$H(s) = \frac{2s+4}{s^3+3s^2+5s+3}$$

请画出用积分器实现的系统结构图（信号流图或方框图都可以）。

说明：以下所有题目，只有答案没有解题步骤不得分

四、 证明题（本题 6 分）

已知实信号 $f(t)$ 的希尔伯特变换可以表示为 $\hat{f}(t) = f(t) * \frac{1}{\pi t}$ ，请证明

$$\int_{-\infty}^{\infty} f^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}^2(t) dt。$$

五、 计算画图题（本题 8 分）

一个互联线性时不变离散系统如图 2 所示，它的子系统的单位样值响应分别为 $h_1(n) = \delta(n) + 2\delta(n-1) + \delta(n-2)$ ， $h_2(n) = u(n)$ ， $h_3(n) = u(n-3)$ 。

联系 $y(n)$ 和 $x(n)$ 的总系统的单位样值响应记为 $h(n)$ 。

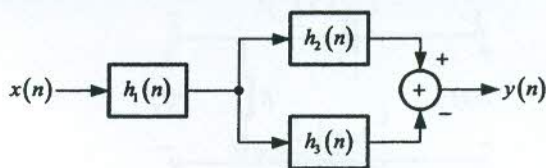


图 2

(1) 将 $h(n)$ 用 $h_1(n)$ ， $h_2(n)$ 和 $h_3(n)$ 表示出来。

(2) 用(1)的结果具体计算 $h(n)$ ，并画出 $h(n)$ 的波形图。

六、 计算画图题（本题 8 分）

已知信号 $x(t)$ 的波形如图 3 所示。

(1) 计算并画出其能量谱密度 $E(\omega)$ ，请标明关键点坐标。

(2) 计算 $x(t)$ 的能量 E_x 。

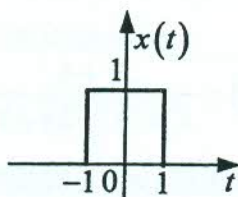


图 3

七、 计算题（本题 8 分）

一个因果线性时不变系统用如下差分方程来描述

$$y(n) - y(n-1] + \frac{1}{4}y(n-2) = x(n) + \frac{1}{4}x(n-1) - \frac{1}{8}x(n-2)$$

求其逆系统的系统函数，并确定原系统是否存在一个稳定的因果逆系统。

八、 计算画图题（本题 8 分）

图 4 所示的 RC 滤波器， $RC = \frac{1}{2}$ 。输入信号为 $x(t)$ ，输出信号为 $y(t)$ 。

求该系统的系统函数 $H(s)$ ，并画出零极点图。

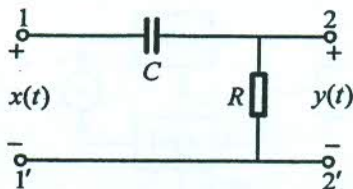


图 4

九、 计算画图题（本题 8 分）

已知某系统的系统函数为 $H(\omega) = \frac{1-j\omega}{1+j\omega}$ ，

(1) 请画出该系统的幅频特性曲线；

(2) 请判断该系统是否为无失真传输系统？

十、 计算题（本题 8 分）

设连续系统方程为

$$\frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = 3u(t)$$

已知系统全响应 $y(t) = \left(1 + \frac{1}{2}e^{-3t}\right)u(t)$ ，试求系统的零输入响应，并指出全响应中的自由响应分量和强迫响应分量。

十一、 计算题（本题 8 分）

已知连续因果系统的状态方程和输出方程分别可以表示为

$$\begin{cases} \dot{\lambda}_1(t) = \lambda_1(t) + x(t) \\ \dot{\lambda}_2(t) = \lambda_1(t) - 3\lambda_2(t) \\ y(t) = -\frac{1}{4}\lambda_1(t) + \lambda_2(t) \end{cases}$$

请判断该系统的稳定性。

十二、 计算题（本题 10 分）

微分器可以看作一个连续线性时不变系统，其系统函数为

$$H_c(s) = s$$

由

$$s = \frac{2}{T_s} \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

替换则可以设计离散时间 LTI 系统，这种方法称为双线性变换法， $T_s > 0$ 。

(1) 画出上述离散系统的框图。

(2) 确定离散时间系统的频率响应 $H_d(e^{j\Omega})$ ，此处 Ω 指数字角频率，并大致画出 $\Omega \in (-\pi, \pi)$ 的幅频特性曲线。

十三、 计算题（本题 11 分）

用 90° 相移的两个正交载波可以实现正交复用, 即两个载波可分别传输带宽相等的两个独立的基带信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$, 而只占用一条信道。系统框图如图 5 所示, 图中信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 的带宽为 ω_m , LPF 指理想低通滤波器, 其截止频率为 ω_m , $H_1(\omega)$ 和 $H_2(\omega)$ 为均衡器, 是指具有补偿特性的低通滤波器, 其作用是补偿由于信道不理想带来的信号传输失真。

(1) 试证明无失真恢复基带信号 $f_1(t)$ 的必要条件是线性非理想带通信道的

系统函数 $H(\omega)$ 必须满足

$$H(\omega + \omega_c) = H(\omega - \omega_c) \quad (0 \leq \omega \leq \omega_m)$$

(2) 请给出均衡器的系统函数 $H_1(\omega)$ 的表达式 (用 $H(\omega)$ 表示)。

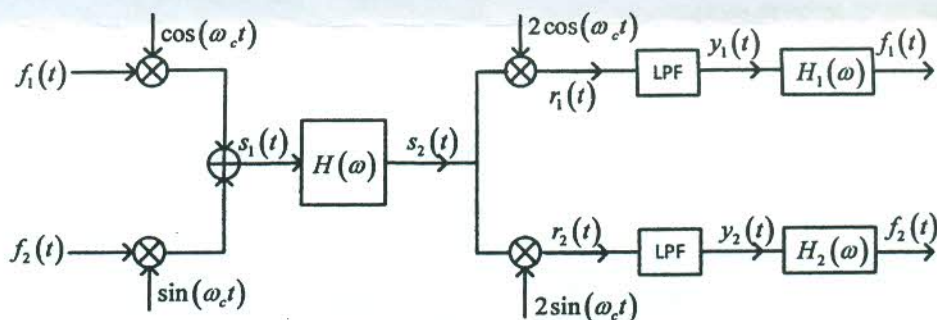


图 5