

中国航天科研机构 2019 年硕士研究生入学考试

信号与系统 试题

(本试题的答案必须全部写在答题纸上, 写在试题或草稿纸上无效)

(本试题共 5 页, 共 9 题, 总分 150 分)

注意:

1. t 表示连续时间, n 表示离散整数。

2. $u(t)$ 为单位阶跃函数
$$u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

$u(n)$ 为单位阶跃序列
$$u(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$

3. $\delta(t)$ 为连续时间单位冲激函数, $\delta(n)$ 为离散时间单位样值函数。

一、填空题 (每空 5 分, 共 20 分)

1. 设 $f(n)u(n)$ 的 z 变换为 $F(z)$ ($|z| > R$), 则 $f(-n)u(-n)$ 的 z 变换为 _____, 收

敛域为 _____

2. 某连续系统的特征方程为 $s^4 + 9s^3 + 20s^2 + ks + k = 0$, 使系统稳定的 k 的取值范围为 _____

3. 信号 $f(t) = e^{-2t} \cos(100t)u(t)$ 的频谱 $F(j\omega) =$ _____

二、判断题 (请给出 “√” 或 “×” 判断。每小题 2 分, 共 10 分)

1. 理想模拟低通滤波器是非因果且物理上不可实现的系统。()

2. 对连续周期信号取样所得离散时间序列也是周期信号。()

3. $x(t) = 2e^{-t} - 6e^{-2t}$ ($t > 0$)。 $x(t)$ 是能量信号。()

4. $f(n)$ 是输入, $y(n)$ 是输出, M 是常量。 $y(n) = \sum_{k=-M}^M f(n-k)$ 是线性、时不变、

非因果信号。()

5. $2\delta(t) = 0.5\delta(2t)$ 。()

三、分析计算题 (每小题 5 分, 共 5 题, 共 25 分)

1. 已知线性时不变系统的输入 $x(n)$ 和输出 $y(n)$ 满足 $y(n) = \sum_{k=-\infty}^n 2^k \left(\frac{1}{2}\right)^n x(k)$, 试确定该系统是否因果、稳定, 并说明理由。
2. 信号 $f(t)$ 如图 1 所示, 其傅里叶变换为 $F(j\omega)$, 求 $F(0) \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) d\omega$.

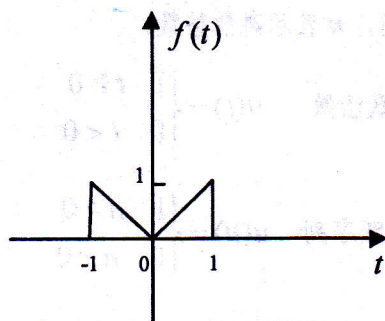


图 1

3. 计算 $\int_{-5}^6 (t-3)\delta(-2t+4)dt$
4. 计算 $\frac{d}{dt}[e^{-t}u(t)]$
5. 求电压信号 $f(k) = \left(\frac{1}{2}\right)^k u(k)$ (伏) 的能量。

四、画图 (每小题 5 分, 共 2 题, 本题共 10 分)

- (1) 已知 $f_1(t)$ 的波形如图 2 所示, 试画出 $y(t) = f_1(2t) + f_1(-t+5) + f_1'(t+3)$ 的波形。需画出或给出关键的中间步骤, 并标明关键点的数值。

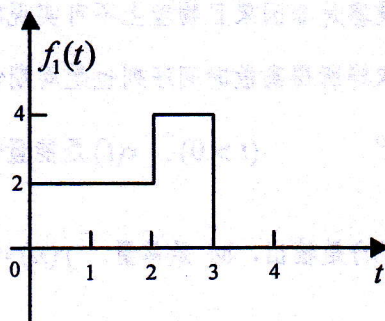
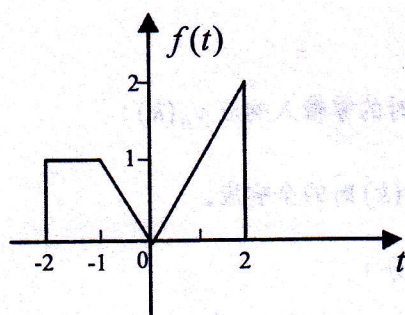


图 2

2. 已知信号 $f(t)$ 的波形如图 3 所示, 画出 $f(2t+4)$ 的波形。



②. $f(2t+4)$

图 3

五、分析计算题 (本题共 15 分)

如图 4(a)所示系统, 已知输入 $f(t)$ 的频谱函数如图 4(b)所示, 滤波器的频率响应

$$H(\omega) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq 3 \\ 0, & |\omega| > 3 \end{cases}, \text{ 求 } f(t) \cos(3t) \text{ 的频谱, 并画出图形; 画出输出 } y(t) \text{ 的频谱; 求输出}$$

$y(t)$.

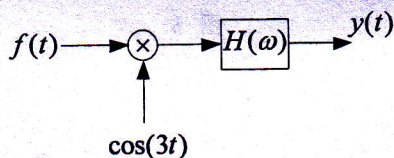


图 4(a)

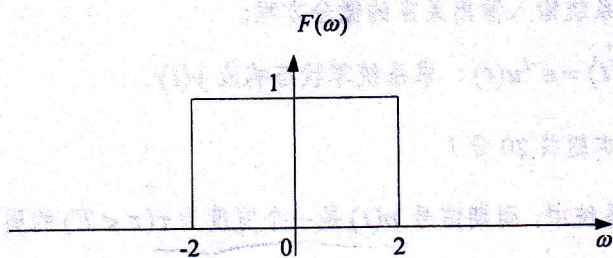


图 4(b)

六、分析计算题 (本题共 10 分)

已知线性时不变系统, 初始状态为 $x(0)$, 当激励 $f(k) = u(k)$ 时, 全响应为

$y(k) = 0.5^k + 1, k \geq 0$; 初始状态不变, 当激励 $f(k) = -u(k)$ 时, 全响应为

$$y(k) = (-0.5)^k - 1, k \geq 0.$$

初始状态不变, 求 $f(k) = 0$ 时的零输入响应 $y_z(k)$;

初始状态不变, 求 $f(k) = 2u(k)$ 时的全响应。

七、分析计算题 (本题共 20 分)

已知一线性时不变因果系统框图如图 5 所示。

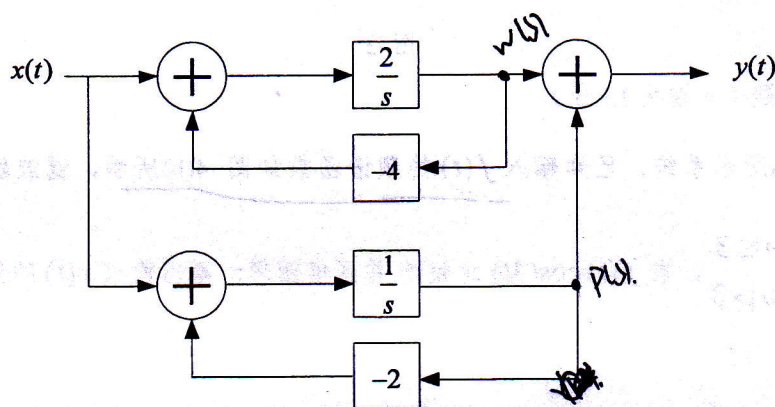


图 5

试确定:

- (1) 系统函数 $H(s)$;
- (2) 画出零极点分布图, 并判断系统的稳定性;
- (3) 系统的单位冲激响应 $h(t)$;
- (4) 写出描述系统输入输出关系的微分方程;
- (5) 当输入 $f(t) = e^{-t}u(t)$, 求系统零状态响应 $y(t)$ 。

八、分析计算题 (本题共 20 分)

在图 6 所示的系统中, 周期信号 $p(t)$ 是一个宽度为 $\tau (\tau < T)$ 的周期矩形脉冲串; $p(t)$

的波形如图 7 所示; 信号 $f(t)$ 的频谱为 $F(j\omega)$ 。

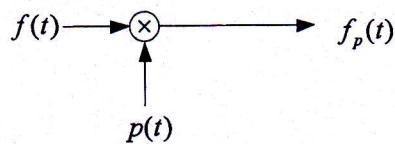


图 6

$$f(t) \rightarrow F(j\omega)$$

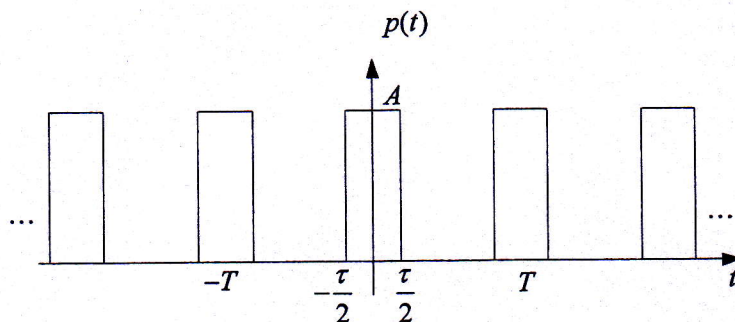


图 7

- (1) 计算周期信号 $p(t)$ 的频谱 F_n ;
- (2) 计算 $p(t)$ 的频谱密度 $P(j\omega)$;
- (3) 求出信号 $f_p(t)$ 的频谱表达式 $F_p(j\omega)$;
- (4) 若信号 $f(t)$ 的最高频率 ω_m , 为了使 $F_p(j\omega)$ 频谱不混叠, T 应如何取值。

九、分析计算题 (本题共 20 分)

已知某个 IIR 数字滤波器的结构如图 8 所示。

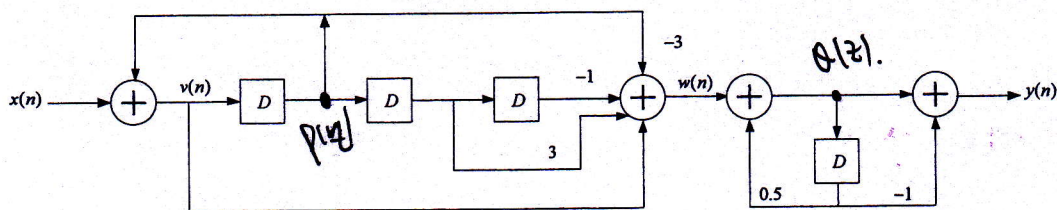


图 8

图中 D 为单位延时, 试求其单位阶跃响应 $s(n)$, 并计算在如下因果输入 $x(n)$ 时, 滤波器输出 $y(n)$ 的前 5 个序列值。

$$x(n) = 0, n < 0; x(0) = 4; x(1) = 2; x(2) = 2; x(3) = -6; x(4) = -2; x(5) = 4; \dots$$