

中国航天科研机构 2017 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)

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、判断分析 (每小题 4 分, 本题共 20 分)

判断下列系统是否为线性的、时不变的、因果的。

1. $f(t)$ 是输入, $y(t)$ 是输出。 $y(t) = f(t-2) + f(2-t)$

2. $f(t)$ 是输入, $y(t)$ 是输出。 $y(t) = \cos t \cdot f(t)$

3. $f(n)$ 是输入, $y(n)$ 是输出, M 是常量。
$$y(n) = \sum_{k=-M}^M f(n-k)$$

4. $f(t)$ 是输入, $y(t)$ 是输出。
$$y(t) = \int_{-\infty}^{2t} f(\tau) d\tau$$

5. $f(t)$ 是输入, $y(t)$ 是输出, 系统为零状态系统。
$$y(t) = \frac{d}{dt} f(t)$$

二、分析计算题 (第 1-5 小题每小题 5 分, 第 6 题 15 分, 本题共 40 分)

1. 判断信号 $f(t) = \frac{\sin 2\pi t}{\pi t}$ 是能量信号还是功率信号, 或两者都不是, 并说明理由。若是能量信号或功率信号, 求出其能量或功率。

2. 判断 $x(n) = 2u(n)$ 是能量信号还是功率信号, 或两者都不是, 并说明理由。若是能量信号或功率信号, 求出其能量或功率。

3. 已知 $f(t)$ 的傅里叶变换式为
$$F(j\omega) = \begin{cases} 2 \cos \omega, & |\omega| < \pi \\ 0, & |\omega| > \pi \end{cases}$$
, 求 $f(t)$ 。

4. 计算 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-t} \delta'(2t-4) dt$ 。

5. 计算 $\int_{-1}^5 (t^2 + t - \sin \frac{\pi t}{4}) \delta(t-2) dt$ 。

6. 已知信号 $f(t)$ 如图 1 所示，在不求 $F(j\omega)$ 的前提下，请计算 $F(0)$ ， $\int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) d\omega$ ，

$$\int_{-\infty}^{\infty} |F(j\omega)|^2 d\omega。$$

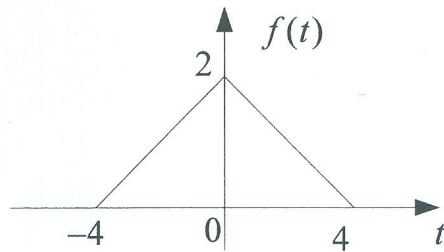


图 1

三、画图（每小题 5 分，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。

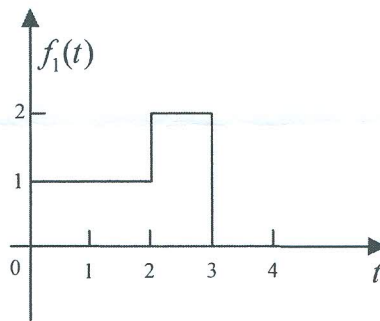


图 2

2. 已知信号的波形如图 3 所示，分别画出 $f(t)$ 和 $\frac{df(t)}{dt}$ 的波形。需画出关键的中间步骤，并标明关键点的数值。

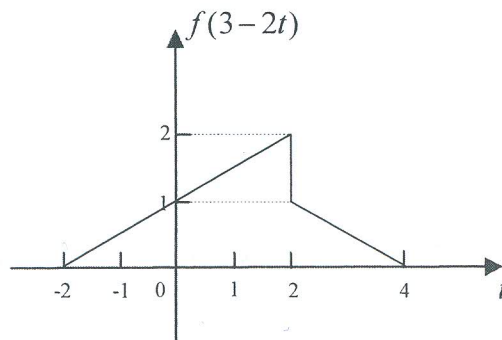


图 3

四、(本题共 10 分)

已知某 LTI 线性系统由如图 4 所示的脉冲信号 $x(t)$ 激励，在 $t=T$ 时刻，其零状态响应的数值恰好等于信号 $x(t)$ 的能量 E ，试确定该系统的冲激响应，并粗略画出其图形。

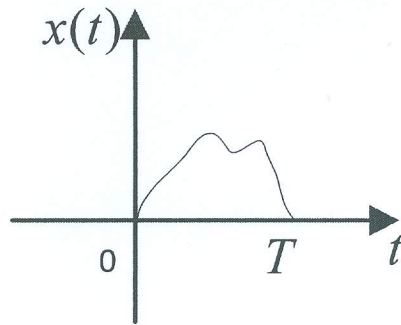


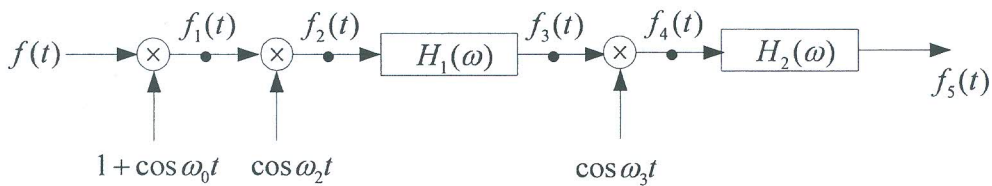
图 4

五、(本题共 20 分)

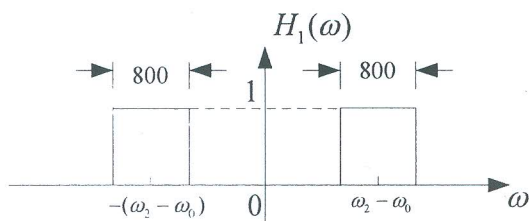
如图 5 (a) 所示系统 $f(t) = \frac{800}{\pi} \text{Sa}^2(200t)$ ， $H_1(\omega)$ 、 $H_2(\omega)$ 如图 5 (b)、(c) 所示，

$\omega_2 > \omega_0$ ，现要无失真地恢复信号 $f(t)$ ，即 $f(t)$ 与 $f_5(t)$ 成正比例。

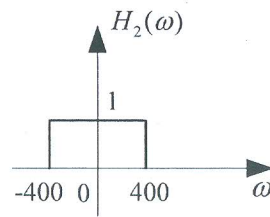
- (1) 求 $f(t)$ 与 $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 、 $f_4(t)$ 、 $f_5(t)$ 的频谱函数，并画图表示；
- (2) 要使 (1) 中各信号频谱不出现混叠， ω_0 、 ω_2 应满足什么关系；
- (3) ω_3 应为多大。



(a)



(b)



(c)

图 5

六、(本题共 15 分)

已知某线性时不变系统的冲激响应 $h(t)$ 及其拉普拉斯变换 $H(s)$ 满足以下条件:

① $h(t)$ 是实偶函数;

② $H(s)$ 有两个有限极点, 无有限零点;

③ $H(s)$ 的一个极点位于 $s = -1$;

④ $\int_{-\infty}^{\infty} h(t) dt = -2$

(1) 确定 $H(s)$ 的表达式及其收敛域;

(2) 判断该系统的稳定性;

(3) 求冲激响应 $h(t)$;

(4) 求系统对于激励 $x(t) = \sum_{n=0}^{+\infty} \delta(t-n)$ 所产生的响应 $y(t)$ 。

七、(本题共 15 分)

电路如图 6 所示, $t < 0$ 时电路已处于稳态, $t = 0$ 时开关 K 闭合。试用复频域分析法求 $t \geq 0$ 时电路中的电流 $i(t)$ 。

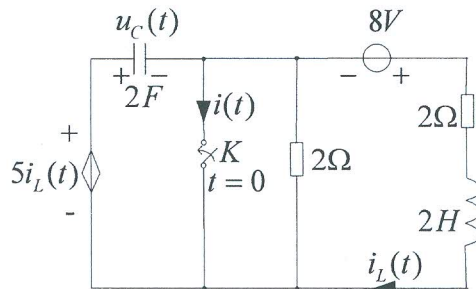


图 6

八、(本题共 20 分)

一线性时不变离散时间因果系统的直接型模拟框图如图 7 所示, 已知输入信号为 $f(k) = 4^k u(k)$, 初始条件为 $y(-1) = -1$, $y(-2) = 2$, 由 z 域求解。

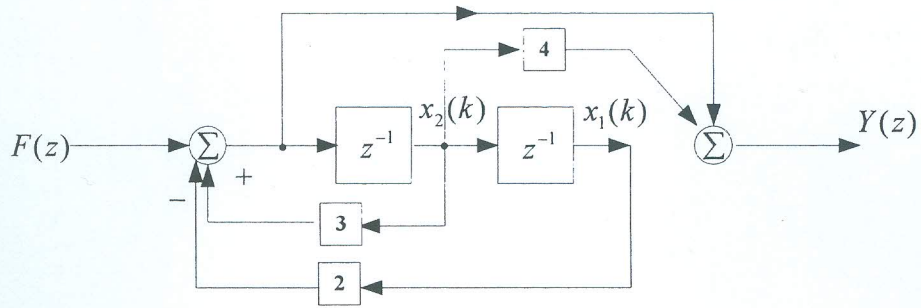


图 7

- (1) 描述系统的差分方程;
- (2) 系统的零输入响应 $y_{zi}(k)$ 、零状态响应 $y_{zs}(k)$ 和全响应 $y(k)$;
- (3) 系统函数 $H(z)$, 单位脉冲响应 $h(k)$;
- (4) 系统的状态方程和输出方程。