

中山大学

二〇一二年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 871

科目名称: 信号与系统 (A)

考试时间: 1 月 8 日 下午

考生须知

全部答案一律写在答题纸上, 答在试题纸上的不计分! 请用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答。答题要写清题号, 不必抄题。

一、单选题 (每小题 3 分, 共计 15 分。每小题只选一个正确答案。)

- 若连续时间 LTI 系统是稳定因果的, 则它的系统函数的极点 ()
 A 全部落于 $j\omega$ 轴右侧 B 全部落于 $j\omega$ 轴左侧
 C 全部落于 $j\omega$ 轴上 D 可以在 $j\omega$ 轴左侧或右侧, 但不能在 $j\omega$ 轴上
- 设系统由方程 $y(t) = [\sin(\pi t) + \cos(\pi t)]x(t)$ 描述, 其中 $x(t)$ 为输入, $y(t)$ 为输出, 则在线性、时不变性和因果性中, 该系统具有的是 ()
 A. 线性、时不变性 B. 时不变性、因果性
 C. 因果性 D. 线性、因果性
- 以下关于离散时间信号 $x[n] = \cos(4n + \frac{\pi}{4})$ 的周期性表述正确的为 ()
 A. 周期信号, 周期为 2π B. 周期信号, 周期为 $\pi/2$
 C. 非周期信号 D. 周期信号, 周期为 4
- 信号 $x(t)$ 如图 1 所示, 其傅立叶变换为 $X(j\omega)$, 则 $X(0) = ()$
 A. 0 B. -1 C. 1 D. 2

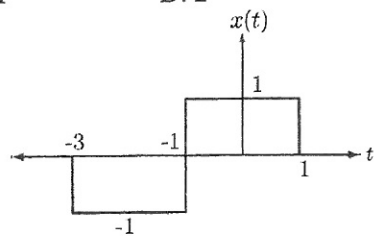


图 1

- 与拉普拉斯变换 $F(s) = \frac{s+4}{s^3+3s^2+2s}$ 对应的时间信号 $f(t) = ()$

- A. $(3e^{-t} + e^{-2t})u(t)$ B. $(2+3e^{-t} + e^{-2t})u(t)$
 C. $(2-3e^{-t} + e^{-2t})u(t)$ D. $(2+3e^{-t} - e^{-2t})u(t)$

二、填空题 (每小题 5 分, 共计 35 分。)

- 离散时间信号 $f[n] = u[n] + (n-1)u[n-1]$, 其 z 变换为 _____, 收敛域为 _____。
- $X(j\omega) = \frac{1}{6-\omega^2+j5\omega}$ 的傅里叶反变换为 _____。
- 某一增量线性时不变因果系统, 在相同的起始状态下, 当输入激励 $x_1(t) = u(t)$ 时, 全响应为 _____。

考试完毕, 试题和草稿纸随答题纸一起交回。

$y_1(t) = (e^{-t} + 3e^{-2t})u(t)$, 当输入激励 $x_2(t) = 2u(t)$ 时, 全响应为 $y_2(t) = (2e^{-t} + 3e^{-2t})u(t)$ 。则在相同起始状态下, 当激励 $x_3(t) = u(t) + u(t-1)$ 时系统的全响应 $y_3(t) =$ _____。

4. 设 $x(t)$ 为输入, $y(t)$ 为输出, 在线性、时不变性和因果性中, $\frac{dy(t)}{dt} + ay(t) = bx(t)$ (其中 a, b 为常数, 系统初始松弛) 具有的是 _____, $y(t) = x^2(t)$ 具有的是 _____。

5. 已知某 LTI 系统处于初始松弛状态, 其单位冲激响应为 $h(t) = u(t) - 2u(t-1)$, 若信号 $e(t) = 0.5u(t) + 0.5u(t-1) - u(t-2)$, 则系统在激励 $\frac{de(t)}{dt}$ 作用下的响应为 _____。

6. 周期信号 $f(t) = 4 + 2\cos(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{3}) + \sin(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{6})$ 的三次谐波分量所对应的傅里叶级数系数 $a_3 =$ _____。

7. 令 $x(t) = \cos(2\pi t) + \sin(6\pi t)$, 将该信号加入到单位冲激响应为 $h(t) = \frac{\sin(4\pi t)}{\pi t}$ 的 LTI 系统中, 所产生的响应为 _____。

三、计算分析题 (共计 100 分。要求给出计算分析过程。)

- (本题 12 分) 如图 2 所示为一周期性三角波 $x(t)$

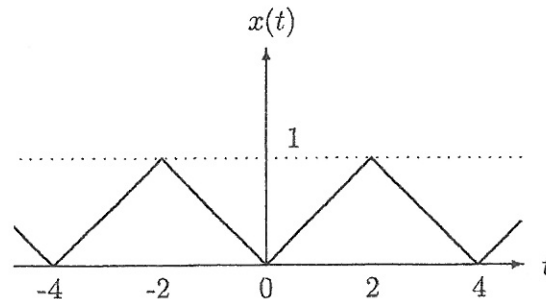


图 2

其傅里叶系数 $a_k = \begin{cases} 2 \frac{\sin(k\pi/2)}{j(k\pi)^2} e^{-jk\pi/2}, & k \neq 0 \\ \frac{1}{2}, & k = 0 \end{cases}$ 。该信号经过频率响应 $H(j\omega)$ 如图 3 所示的连续

时间 LTI 系统, 输出为 $y(t)$ 。试确定 $A_1, A_2, A_3, \Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$ 的值, 使系统的输出 $y(t) = 1 - \cos(3\pi t/2)$ 。

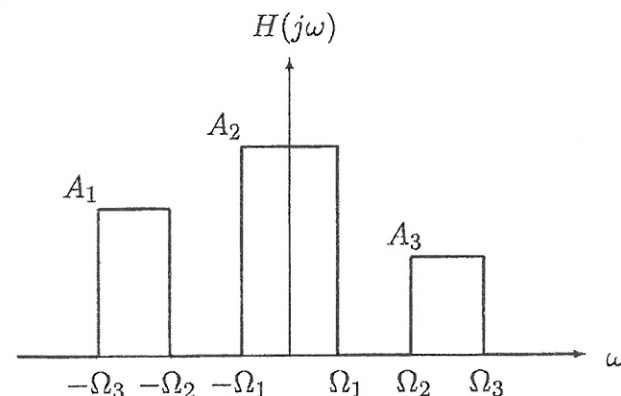


图 3

2. (本题 12 分) 离散时间因果线性时不变系统由下面的线性常系数差分方程描述

$$y[n] - \frac{1}{2}y[n-1] = x[n] + x[n-1]$$

求:

- (1) 系统的单位脉冲响应 $h[n]$;
 - (2) 若输入信号为 $x[n] = \cos(n\pi/3)$, 求输出信号 $y[n]$ 。
3. (本题 13 分) 信号 $x_a(t)$ 的傅里叶变换 $X_a(j\omega)$ 如图 4 所示

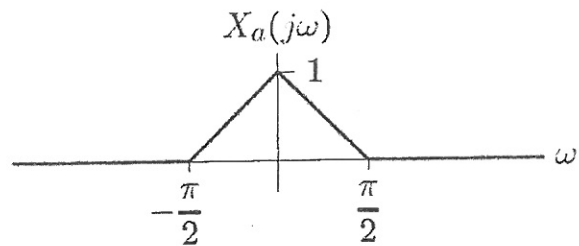


图 4

现将该信号加入图 5 所示系统

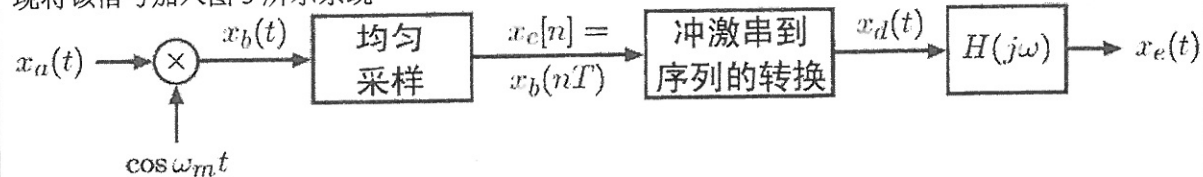


图 5

其中 $x_d(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x_c[n]\delta(t-nT)$, $H(j\omega) = \begin{cases} T, & |\omega| < \frac{\pi}{T} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$

- 1) 当 $\omega_m = 5\pi$, $T = \frac{1}{3}$ 时, 画出 $x_e(t)$ 的傅里叶变换 $X_e(j\omega)$ 。(请在图上标注出关键点)
- 2) 请问是否可能通过调整 T 的取值, 使得 $X_e(j\omega)$ 在 $\omega_m = 5\pi$ 时, 具有如图 6 所示的形式? 如果能, 请给出 T 的所有可能取值, 如果不能, 请说明原因。

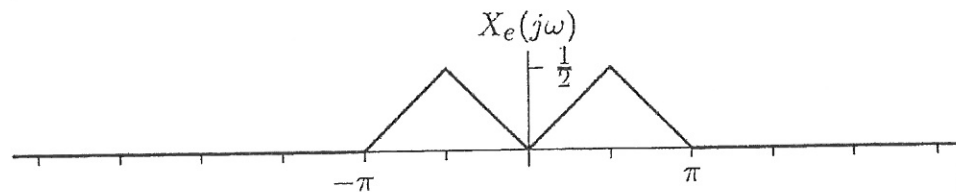


图 6

4. (本题 15 分) 考虑如图 7 所示连续时间系统:

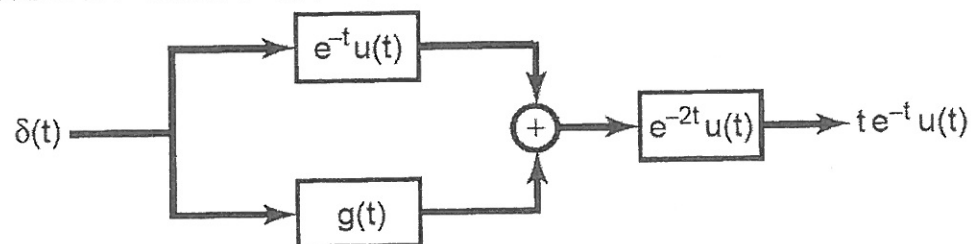


图 7

方框代表线性时不变系统, 其内的表达式表示其单位冲激响应函数, 请确定 $g(t)$ 。

5. (本题 15 分) 如图 8 所示因果线性时不变系统, 已知其系统函数为

$$H(s) = Y(s) / X(s) = 3, \text{ 且 } H_2(s) = 2/(s+3),$$

- (1) 求 $H_1(s)$;
- (2) 要使子系统 $H_1(s)$ 为稳定系统, 求 k 值的范围。

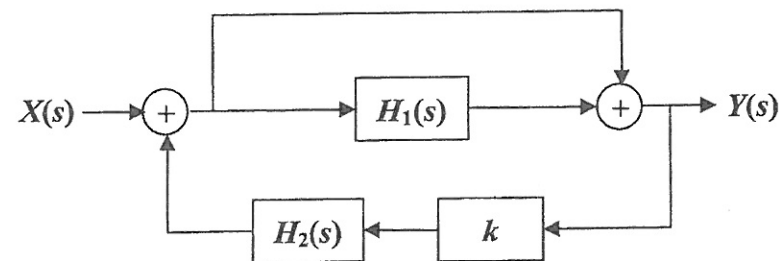


图 8

6. (本题 15 分) 某一离散时间线性时不变系统初始松弛, 当输入单位阶跃序列 $x[n] = u[n]$ 时的响应为:

$$y[n] = \begin{cases} 0 & n < 0 \\ 1 & n = 0, 3, 6, 9, \dots \\ 0 & n = 1, 4, 7, 10, \dots \\ 3 & n = 2, 5, 8, 11, \dots \end{cases}$$

- (1) 请确定能描述该系统的差分方程;
- (2) 画出与该系统对应的方框图;
- (3) 画出其系统函数的零极点图, 判断该系统的稳定性。

7. (本题 18 分) 已知一线性时不变因果系统框图如图 9 所示, 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) 当输入 $x(t) = e^{-t}u(t)$, 且 $y(0^-) = 1$, $y'(0^-) = -2$, 求系统的零状态响应 $y_{zs}(t)$ 和零输入响应 $y_{zi}(t)$ 。

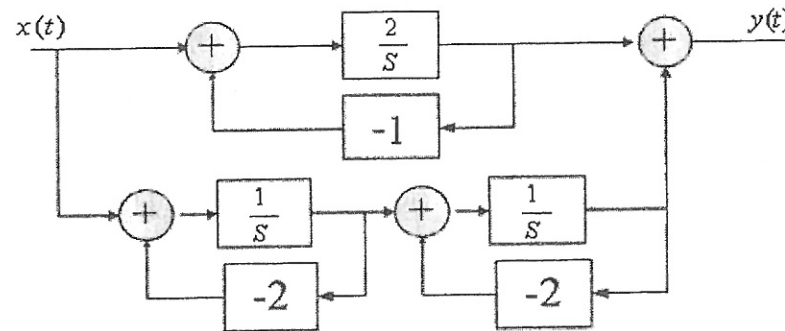


图 9