西安电子科技大学 2024 年《信号与系统》期中考试

吉小鹏
Email: jixiaopeng@nuist.edu.cn
南京信息工程大学 电子与信息工程学院

2024 年 4 月 21 日

1 填空题（20 分：每小题 4 分，共 5 题）

1. $f(t)=\int_0^t(2\tau^2-6)\delta(2\tau-4)d\tau=$ ________________;试画出 $f(t)$ 的波形:________________________。

2. 连续系统的微分方程为：$y''(t)+3y'(t)+2y(t)=f^2(t-1)$，假定系统的初始状态为零，则该系统是 ________（线性/非线性）、________（时变/时不变）系统。

3. 一阶连续 LTI 系统的微分方程为：$y'(t)+6y(t)=f'(t)+12f(t)$，若已知 $y(0_-)=1$，$f(t)=\delta(t)$，则 $y(0+)=$ ________; 系统阶跃响应 $g(t)=$ ________________。

4. $f_1(k)=u(k)$，$f_2(k)=\sum_{i=-\infty}^{k}\delta(i-1)$，则 $f_1(k-23)*f_2(k+24)=$ ________________。

5. 连续时间实周期信号 $f(t)$ 如图 1 所示。$f(t)$ 的周期 $T=$ ________，直流分量 $=$________。若基于傅里叶级数的三角形式 I:$f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}a_n\cos(n\Omega t)+\sum_{n=1}^{\infty}b_n\sin(n\Omega t)$，$\Omega=\frac{2\pi}{T}$，试确定该周期信号所包含的谐波成分（直流不计在内）：________________________________。

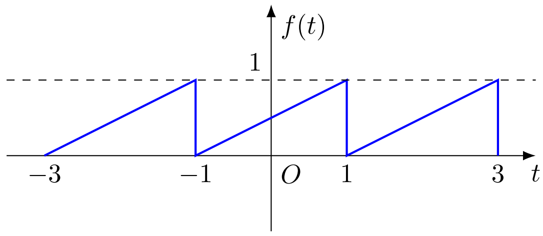


图 1: 题 5

2 单项选择题（20 分：每小题 4 分，共 5 题）

6. 以下关于系统属性的陈述正确的是 (　　)。

   A. 两个连续时间周期信号的差一定具有周期性。

   B. 序列 $\sin(\beta k)$ 一定具有周期性，这里的 β 是不等于零的实常数。

   C. 系统 $y(t)=f(-t)$ 具备线性，但不具备因果性。

   D. $u(t)$ 是功率信号，e^{-t} 也是功率信号。

7. 以下信号等式中不正确的是 (　　)。

   A. $u(t)=\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau$。

   B. $f(t)\delta'(t-t_0)=f'(t_0)\delta(t-t_0)-f(t_0)\delta'(t-t_0)$，这里 t_0 是实常数，$f(t)$ 在 $t=t_0$ 处连续且可导。

C. $\delta(k-k_0)=u(k-k_0)-u(k-k_0-1)$，这里 k_0 是整常数。

D. $u(k+1)=\sum_{i=-1}^{\infty}\delta(k-i)$。

8. 微分器的输入输出关系为 $y(t)=\frac{df(t)}{dt}$，则其冲激响应 $h(t)$ 为 (　　)。

A. $u(t)$。

B. $\delta(t)$。

C. $\delta'(t)$。

D. $\delta''(t)$。

9. 离散 LTI 系统的模拟框图如图 2 所示，则系统方程 (后向差分形式) 为 (　　)。

A. $y(k)+a_1y(k-1)+a_0y(k-2)=b_1f(k-1)+b_0f(k-2)$。

B. $y(k)-a_1y(k-1)-a_0y(k-2)=b_1f(k-1)+b_0f(k-2)$。

C. $y(k)+a_1y(k-1)+a_0y(k-2)=b_1f(k)+b_0f(k-1)$。

D. $y(k)-a_1y(k-1)-a_0y(k-2)=b_1f(k)+b_0f(k-1)$。

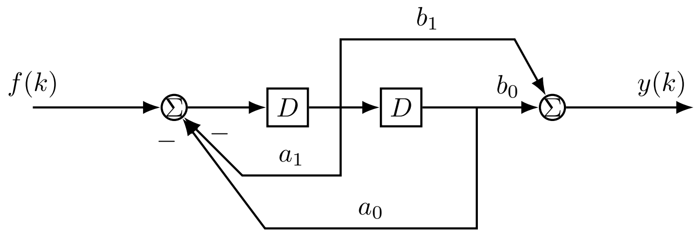


图 2: 题 9

10. 信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$ 是时间有限信号，波形如图 3 所示。若 $f(t)=f_1(t)*f_2(t)$，则 $f(t)$ 波形的对称形式及对称轴（或对称中心）为 (　　)。

A. 偶对称，对称轴为 $t=3$。

B. 奇对称，对称中心为 $t=3$。

C. 偶对称，对称轴为 $t=2$。

D. 奇对称，对称中心为 $t=2$。

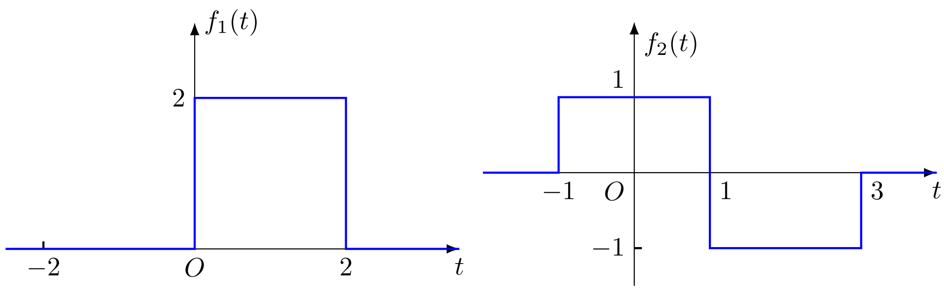


图 3: 题 10

3　画图、证明、计算题（60 分：共 4 题）

本大题 11、13、14 题的题解应给出必要的计算步骤，直接写出答案将酌情扣分或不得分。

11. 画图与计算题（共计 25 分）:

(1) (6 分) 若 $r(t) = tu(t)$，那么有：$f(t) = r(t) - r(t-1) - r(t-2) + r(t-3)$，试画出 $f_1(t) = f(-0.5t + 1.5)$、$f_1'(t)$ 和 $f_1''(t)$ 的波形。

(2) (4 分) 如图 4 所示的 LTI 离散级联复合系统，若 $h_1(k) = 1(k=0), -1, 1$，$h_2(k) = u(k) - u(k-2)$。试计算复合系统的单位序列响应 $h(k)$，并画出其波形。

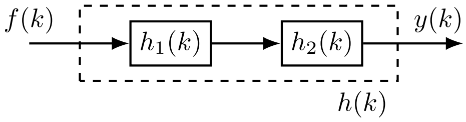
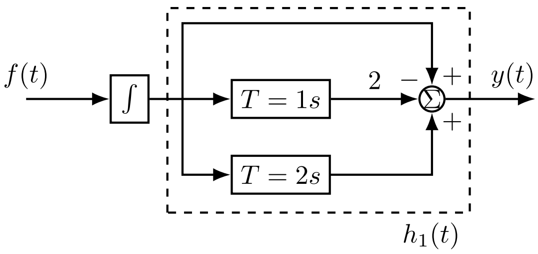


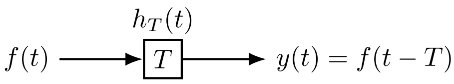
图 4: 题 11(2)

(3) (8 分) 周期信号 $f(t)$ 的三角函数形式的傅里叶级数如下：
$f(t) = -1 - \cos(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{2}) + 2\sin(\frac{\pi}{4}t - \frac{2\pi}{3})$，
试确定其（基本）周期 T；写出其虚指数函数形式傅里叶级数的系数 $F_n(n = 0, \pm1, \pm2, \cdots)$，并画出其单边振幅（幅度）谱、单边相位谱；计算 $f(t)$ 的平均功率 $\bar{P}$。

(4) (7 分) LTI 连续时间复合系统框图如图 5(a) 所示，其中时间延迟器（子系统）如图 5(b) 所示，试分别画出虚线框定系统的冲激响应 $h_1(t)$ 和整个复合系统阶跃响应 $g(t)$ 的波形。



(a) LTI 连续时间复合系统框图



(b) 时间延时器

图 5: 题 11(4)

12. 证明题（共计 10 分）;

(1) (4 分) 若周期信号 $f(t)$ 的周期为 T，其指数型傅里叶级数为 $f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n e^{jn\Omega t}$，其中，$F_n$ 是复傅里叶系数，$\Omega = \frac{2\pi}{T}$。
试证明：若 $f_1(t) = f(at)$，a 是大于零的实常数，则：
A) $f_1(t)$ 的周期为 $T_1 = \frac{T}{a}$；
B) 若 $f_1(t)$ 的指数型傅里叶级数为 $f_1(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{1n} e^{jn\Omega_1 t}$，其中，$F_{1n}$ 是 $f_1(t)$ 的复傅里叶系数，$\Omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$，则有：$F_{1n} = F_n, n = 0, \pm1, \pm2, \cdots\cdots$。

(2) (6 分) 若 $f(t) \leftrightarrow F(j\omega)$，$a$、$b$ 为实常数，且 $a \neq 0$，则：
$f(at - b) \leftrightarrow \frac{1}{|a|} F(j\frac{\omega}{a}) e^{-j\frac{b}{a}\omega}$。
请用傅里叶变换的定义，即 $F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$，证明以上结论。

13. 计算题（13 分）：描述某 LTI 连续系统的微分方程为:
$y''(t) + 2y'(t) + y(t) = f'(T) + 2f(t)$,
已知 $y(0_-) = 1, y'(0_-) = 0, f(t) = e^{-2t}u(t)$。

试求系统的零输入响应 $y_{zi}(t)$、零状态相应 $y_{zs}(t)$ 及全响应 $y(t)$，并指出 $y(t)$ 中固有响应和强迫响应。

14. 计算题（12 分）：描述某 LIT 离散系统的差分方程为：

$y(k)+3y(k-1)+2y(k-2)=f(k)-f(k-1)$,

试求：

(1) 系统的单位序列响应 h(k)；

(2) $f(k)=u(k), y(-1)=0, y(-2)=1$ 时，系统的零输入响应 $y_{zi}(k)$、零状态响应 $y_{zs}(k)$ 及全响应 $y(k)$。