

中山大学本科生 期中考试

考试科目:《信号与系统》(A 卷)

学年学期: 2021 学年第 1 学期

姓 名: _____

学 院/系: 电子与通信工程学院

学 号: _____

考试方式: 闭卷

年级专业: _____

考试时长: 120 分钟

班 别: _____

警示

《中山大学授予学士学位工作细则》第八条:“考试作弊者,不授予学士学位。”

————— 以下为试题区域,共四道大题,总分 100 分,考生请在答题纸上作答 —————

一、不定选择题 (共9小题,每小题3分,共27分;每道题有一个或两个正确答案)

1. 如果信号 $x(t)$ 为功率信号,则下列说法正确的是 (B)。

A、 $x(t)$ 的平均功率 $0 < P < \infty$, 总能量 $E = 0$
 B、 $x(t)$ 的平均功率 $0 < P < \infty$, 总能量 E 为无穷大
~~C、 $x(t)$ 的平均功率 $P = 0$, 总能量 $0 < E < \infty$~~
~~D、 $x(t)$ 的平均功率 $P = 0$, 总能量 E 为无穷大~~

2. 下列四个等式成立的是 (C)。

~~A、 $\delta(at+b) = \frac{1}{|a|} \delta(t+b)$~~ ~~B、 $\delta(at+b) = \frac{1}{|a|} \delta(t-\frac{b}{a})$~~

C、 $\int_{-\infty}^{\infty} x(t) \delta(t-t_0) dt = x(t_0)$ ~~D、 $x(t) \delta(t-t_0) = x(t_0)$~~

3. 关于周期信号,下列说法正确的是 (A)。

A、两个连续时间周期信号之和一定为周期信号
~~B、两个离散时间周期序列之和一定为周期序列~~
~~C、能量信号都是非周期信号~~
~~D、功率信号都是非周期信号~~

4. 下列系统中,不是线性系统的是 (BC)。

~~A、 $y(t) = y(t_0) + (\cos t) \sqrt{t^2 + 3} f(t)$~~ ~~B、 $y(t) = e^{f(t)}$~~

C、 $y(n) = ny^2(n_0) + \sum_{k=n_0}^n x(k)$ ~~D、 $y(t) = \frac{d}{dt}[f(t)]$~~

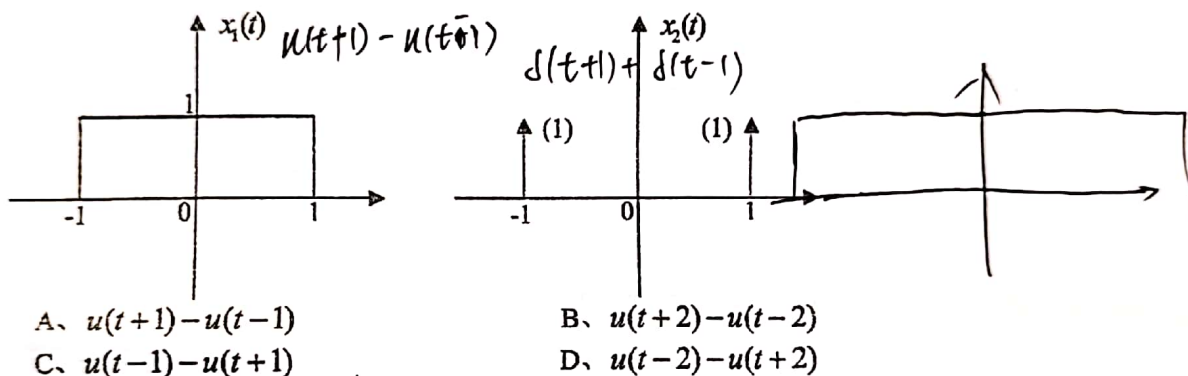
5. 下列系统中,不是时不变系统的是 (BC)。

~~A、 $y(t) = f(t)f(t-1)$~~ B、 $y(n) = \sin \frac{n\pi}{2} x(n)$

C、 $y(t) = \int_{-\infty}^{2t} f(\tau) d\tau$ ~~D、 $y(t) = \int_{-\infty}^{t+1} f(\tau) d\tau$~~

6. 下列信号中,属于功率信号的是 (AC)。

- A、 $x(t) = \begin{cases} 5 \cos 10\pi t & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$ B、 $x(t) = \begin{cases} 5 \cos(10\pi t) & 0 \leq t \leq 100 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$
- C、 $x(t) = 5 \cos(10\pi t)$ D、 $x(t) = 5e^{-2t} \cos(10\pi t)u(t)$
7. 已知某系统的初始状态为零，当输入为 $x(t)$ 时，系统的响应为 $y(t) = tx(t)$ ，则下列说法正确的是 (AD)。
- A、输入为 $2x(t)$ 时，响应为 $2tx(t)$
- B、输入为 $x(t-t_0)$ 时，响应为 $(t-t_0)x(t-t_0)$
- C、系统为非因果系统
- D、系统为线性时变系统
8. 下列表达式能正确反映 $\delta(n)$ 与 $u(n)$ 关系的是 (A)。
- A、 $u(n) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(n-k)$ B、 $u(n) = \sum_{k=1}^{\infty} \delta(n-k)$
- C、 $u(n) = \sum_{k=-\infty}^n \delta(k)$ D、 $u(n) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(k)$
9. 信号 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$ 如图所示。则两者的卷积结果 $y(t) = x_1(t) * x_2(t)$ 为 (B)。



二、填空题 (共8小题，每小题2分，共16分)

1. 线性系统的三个特点为：_____、_____、_____。
2. 傅里叶级数展开的条件是 Dirichlet 条件，是指在一个周期内函数满足：_____、_____、_____。
3. 记 $y(n) = u(n) * u(n-1)$ ，则 $y(1) =$ 1。 $u(n) * u(n) * \delta(n-1)$
4. 写出图示序列的表达式 _____。
5. $\int_{-1}^{9.5} \delta(2t) dt =$ $\frac{1}{2}$ 。 $\int_{-1}^{9.5} \delta(t) dt =$ 1
6. 信号 $f(t) = 2 + 7 \cos(\frac{1}{2}t + \theta_1) + 3 \cos(\frac{2}{3}t + \theta_2)$ 的基频为 $\frac{1}{6}$ rad/s。

$$3\cos 3\pi t + 3\cos \pi t$$

7. $x_1(n)$ 的长度为 N_1 , $x_2(n)$ 的长度为 N_2 , 则 $x_1(n) * x_2(n)$ 的长度为 $|N_1 + N_2 - 1|$.

$$T_1 = \frac{2\pi}{3\pi} = \frac{2}{3} \quad T_2 = \frac{2\pi}{\pi} = 2$$

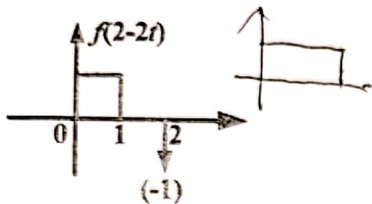
8. 已知 $\omega_0 = 3\pi$, 求信号 $f(t) = 2e^{-j2\omega_0 t} + 3e^{-j\omega_0 t} + 4 + 3e^{j\omega_0 t} + 2e^{j2\omega_0 t}$ 的平均功率 (4V) W.

$$I = 2$$

$$2e^{-j6\pi t} + 3e^{-j3\pi t} + 4 + 3e^{j3\pi t} + 2e^{j6\pi t}$$

三、画图题 (共2小题, 每小题6分, 共12分)

1. 已知信号 $f(2-2t)$ 的波形如图所示, 试画出 $f(t)$ 的波形



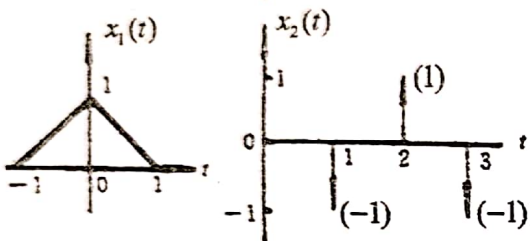
$$f(t) = 4 + \frac{6\cos 3\pi t}{18} + \frac{4\cos \pi t}{8}$$

$$f(t) = 4 + \frac{1}{3}\cos 3\pi t + \frac{1}{2}\cos \pi t$$

$$f(t) = 4 + \frac{1}{3}\cos 3\pi t + \frac{1}{2}\cos \pi t$$

$$f(t) = f(1 - \frac{t}{2})$$

2. 已知 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 波形如下图所示, 请画出 $x_1(t) * x_2(t)$ 的波形图。



$$x_2(t)$$

$$t' = 2 - 2t$$

$$f(t) = u(t) - u(t-1)$$

$$2t = 2 - t'$$

$$= u(-\frac{t'}{2} + 1) - u(-\frac{t'}{2})$$

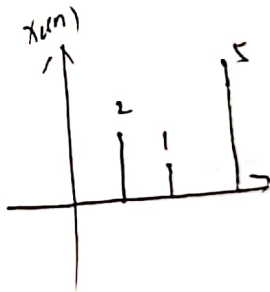
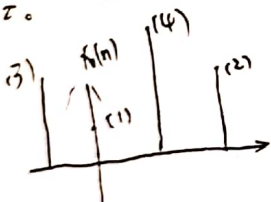
$$t = 1 - \frac{t'}{2}$$

$$f(1-t)$$

四、简单计算题 (共3小题, 每小题5分; 共15分)

1. 计算 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\tau} \delta'(\tau) d\tau$.

$$\delta(t) + u(t)$$



2. 已知序列 $x_1(n) = 3\delta(n+1) + \delta(n) + 4\delta(n-1) + 2\delta(n-2)$, $x_2(n) = 2\delta(n-1) + \delta(n-2) + 5\delta(n-3)$, 求 $x_1(n) * x_2(n)$.

$$\{3, 1, 4, 2\}$$

$$\{6, 5, 24, 13, 22, 10\}_{1,2}$$

3. 令 LTI 系统的单位冲激响应为 $h(t) = 4e^{-2t}u(t) + e^{-t}u(t)$, 求所对应的连续时间 LTI 系统的微分方程表达式。

$$h(t) \cdot f(t)$$

$$\frac{4}{p+2} + \frac{1}{p+1}$$

$$y''(t) + 3y'(t) + 2y(t) = 5f'(t) + 6f(t)$$

$v_{zs}(t) = (-\frac{2}{3}e^{-2t} + \frac{2}{3}e^{-\frac{1}{2}t})u(t)$

$\lim_{t \rightarrow \infty} -\frac{1}{2}e^{-\frac{1}{2}t} = 0 - \frac{1}{2}e^{-\frac{1}{2}t} = -\frac{1}{2}$

五、综合题 (共3小题, 每小题10分, 共30分)

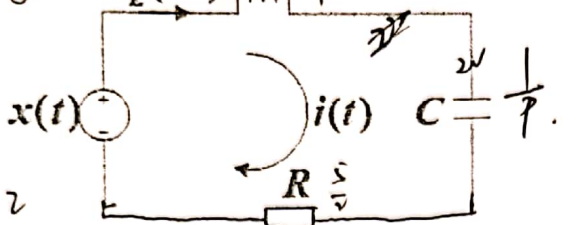
1. 如图电路, $R=5/2\Omega$, $C=1F$, $L=1H$, 输入为电压源为 $u(t)$, 输出为回路中电流 $i(t)$, 初始状态 $i_L(0^-)=1A$, $u_C(0^-)=2V$, 试求下列问题:

(1) 零输入响应、零状态响应、全响应是多少?

(2) 自然响应、强迫响应是多少?

(3) 稳态响应、瞬态响应是多少?

$i_L(0^-)=1A$, $u_C(0^-)=2V$, $\frac{du_C(0)}{dt}=1$



$u_C(0^-) + Rv(0^-) + L\frac{dv(0^-)}{dt} = u(t)$
 $2 + \frac{5}{2} + v(0^-) = u(t)$
 $v(0^-) = u(t) - \frac{5}{2}$

2. 设离散时间系统的传输算子为 $U = LpI$
 $I = CpU$
 $U = C \frac{du}{dt}$
 $u_C(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t v(t) dt = \frac{1}{p} v(t)$

系统的初始条件为 $y(0)=y(1)=0$, 输入 $x(n)=(-2)^n u(n)$, 试回答下列问题:

(1) 写出系统的差分方程: $y(n+2) + 3y(n+1) + 2y(n) = x(n+2) + x(n+1)$

(2) 试求系统的零输入响应 $y_{zi}(n)$, 零状态响应 $y_{zs}(n)$, 以及全响应 $y(n)$.

$2A + B = 1$

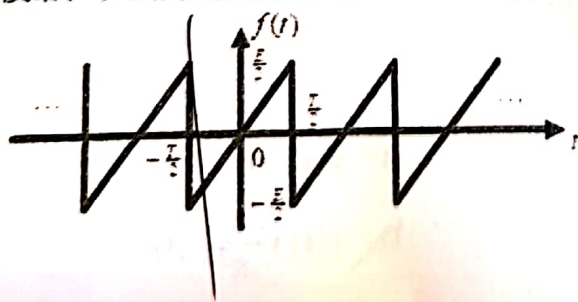
$4A + B = 5$

$y_{zi}(n) = 2 \cdot (-1)^n = 2 \cdot (-2)^n$

$y_{zs}(n) = [(1+2n)(-2)^n] u(n)$

$y(n) = [2(-1)^n - (2n+2)(-2)^n]$

3. 周期为 T 的锯齿波信号如图所示, 试对该信号进行三角形式的傅里叶级数展开, 写出其单边幅度谱和单边相位谱的表达式.



$f(t) =$

$a_0 = \frac{E}{4}$

$a_k = 0$

$b_k = -\frac{E}{\pi k} \cos k\pi$

$|K_k| = \frac{E}{\pi k} \cos k\pi$

$\phi_k = \begin{cases} \frac{\pi}{2}, & b_k < 0 \\ -\frac{\pi}{2}, & b_k > 0 \end{cases}$