

华南理工大学  
2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(请在答题纸上做答, 试卷上做答无效, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 信号与系统

适用专业: 物理电子学, 电路与系统, 电磁场与微波技术, 通信与信息系统, 信号与信息处理, 生物医学工程, 电子与通信工程, 集成电路工程

共 8 页

一. 填空题 (每小题 3 分, 共 42 分)

1. 已知一个线性时不变系统的单位阶跃响应  $s(t) = u(t) - u(t-3)$ , 求系统对输入

$$x(t) = \frac{\sin t}{\pi t} \text{ 时的响应 } y(t) = \underline{\hspace{2cm}}.$$

2. 已知一个连续时间理想低通滤波器为  $h(t) = \frac{\sin 5\pi(t-4)}{\pi(t-4)}$ ; 当  $x(t) = \sin 2\pi t$  时, 输出为  $y(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ ;

3. 求  $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t^2 - 4) dt = \underline{\hspace{2cm}}$ ;

4. 已知一个 LTI 系统的系统函数  $H(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{4}z^{-1}}$ , 当输入信号为  $x[n] = (-1)^n$  时, 系统的

输出信号  $y[n] = \underline{\hspace{2cm}}$ ;

5. 现对一信号  $x(t)$  给出如下信息:

①  $x(t)$  是实的且为奇函数。

②  $x(t)$  是周期的, 周期  $T = 2$ , 傅里叶系数为  $a_k$ 。

③ 对  $|k| > 2, a_k = 0$ 。

④  $\frac{1}{2} \int_0^2 |x(t)|^2 dt = 1$ 。

试写出满足这些条件的一个信号：\_\_\_\_\_；

6. 信号  $\frac{d}{dt} \{u(-2-t) + u(t-2)\}$  的傅立叶变换为：\_\_\_\_\_；

7.  $x[n]$  是一个实的奇周期信号，周期为 5，傅立叶系数为  $a_k$ ，已知  $a_2 = 3j$ ，则  $a_{-7} =$  \_\_\_\_\_；

8. 设信号  $f(t)$  由三个矩形脉冲组成，其脉冲相邻间隔  $T$  与脉宽  $\tau$  之比  $T/\tau = 3$ ，如图 1 所示，试求其频谱函数  $F(j\omega) =$  \_\_\_\_\_；

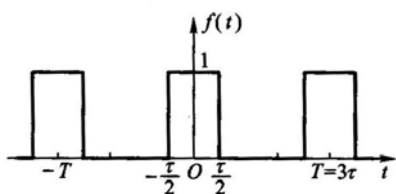


图 1

9. 信号  $x(t)$  经过零阶保持采样后得到信号  $x_0(t)$ ，零阶保持采样的周期是  $T$ 。信号

$x_1(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT)h_1(t-nT)$ ， $h_1(t)$  如图 2 所示，当一个滤波器的输入信号是  $x_0(t)$  时

它的输出信号是  $x_1(t)$ ，则该滤波器的频率响应  $H(j\omega) =$  \_\_\_\_\_；

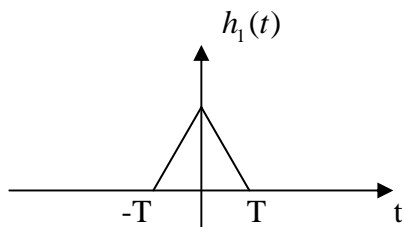


图 2

10. 两个实信号  $x(t)$  和  $y(t)$  的互相关函数定义为  $r_{xy}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(\tau-t)d\tau$ ，若

$x(t) = u(t) - u(t-2)$ 、 $y(t) = u(t+1) - u(t-1)$ ，则  $r_{xy}(t)$  的傅立叶变换  $R_{xy}(j\omega) =$ \_\_\_\_\_；

11. 考虑以信号  $x(t) = \left(\frac{\sin 20\pi t}{\pi}\right)^2$ ，现采用  $\omega_s = 60\pi$  的采样频率对  $x(t)$  进行采样得到一个信号  $g(t)$ ，其傅立叶变换为  $G(j\omega)$ ，则  $G(j30\pi) =$ \_\_\_\_\_；

12. 已知一个 LTI 系统的单位冲激响应为  $h(t) = e^{-2t}u(t)$ ，当输入信号为  $x(t) = \delta(t) + 3u(t)$  时，系统的输出为\_\_\_\_\_；

13. 已知一连续时间信号  $x(t)$  的拉普拉斯变换的收敛域为  $\text{Re}\{s\} > -3$ ，则信号  $t^3 x(t)$  的拉普拉斯变换的收敛域为\_\_\_\_\_；

14. 写出信号  $x(t) = \sin 1200\pi t$  的傅立叶变换的实部  $\text{Re}\{X(j\omega)\} =$ \_\_\_\_\_；

## 二. 单项选择题（每题 3 分，共 24 分）

1. 考虑信号  $x(t) = \cos \omega_0 t$ ，其基波频率为  $\omega_0$ 。信号  $f(t) = x(-t)$  的付立叶级数系数是（ ）。

A.  $a_1 = a_{-1} = \frac{1}{2}, a_k = 0, k$ 为其它；

B.  $a_1 = a_{-1} = \frac{1}{2j}, a_k = 0, k$ 为其它；

C.  $a_1 = \frac{1}{2}, a_{-1} = -\frac{1}{2}, a_k = 0, k$ 为其它；

D.  $a_1 = \frac{1}{2j}, a_{-1} = -\frac{1}{2j}, a_k = 0, k$ 为其它；

2. 设  $x[n]$  是一离散时间信号，并令  $y_1[n] = x[2n]$  和  $y_2[n] = \begin{cases} x[n/2], & n \text{为偶数} \\ 0, & n \text{为奇数} \end{cases}$ ，下列（ ）说法是错的。

- A. 若  $x[n]$  是周期的， $y_1[n]$  也是周期的。
- B. 若  $y_1[n]$  是周期的， $x[n]$  也是周期的。
- C. 若  $x[n]$  是周期的， $y_2[n]$  也是周期的。
- D. 若  $y_2[n]$  是周期的， $x[n]$  也是周期的。

3. 信号  $x(t) = E\{v\cos(4\pi t)u(t)\}$  是（ ）；

- A. 周期的
- B. 非周期的
- C. 稳定的
- D. 能量信号

4. 下列说法正确的是（ ）

A. 累加器  $y(n) = \sum_{k=-\infty}^n x(k)$  是无记忆系统；

B. LTI 系统的  $h(t) = e^{-4t}u(t-2)$ ，该系统是因果系统；

C. 一个系统的输入为  $x(t)$ ，输出为  $y(t) = \sin[x(t)] + x(t-2)$ ，则该系统是线性系统；

D. 一个系统的输入为  $x(t)$ ，输出为  $y(t) = tx(t)$ ，则该系统是稳定系统；

5. 信号  $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{2}n\right) + e^{j\frac{4\pi}{5}n}$ ，其基波周期为（ ）

- A. 20s
- B. 10s
- C. 30s
- D. 5s

6. 判断下列各信号，哪个信号的傅立叶变换满足条件：存在一个实数  $\alpha$ ，使得

$e^{j\alpha\omega} X(e^{j\omega})$  为实的。 ( )

A.  $x[n] = \delta[n-1] + \delta[n+2]$

B.  $x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^{|n|}$

C.  $x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n]$

D.  $x[n] = \delta[n-1] - \delta[n+1]$

7. 已知连续时间系统的系统函数为  $H(s) = \frac{s}{s^2 + 3s + 2}$ , 则其幅频特性响应所属类型为 ( ) 滤波器;

- A. 低通      B. 高通      C. 带通      D. 带阻

8. 信号  $f_1(t)$  与  $f_2(t)$  的波形如图 3 所示, 设  $y(t) = f_1(t) * f_2(t)$ , 则  $y(4) = ( )$

- A. 2      B. 4      C. -2      D. -4

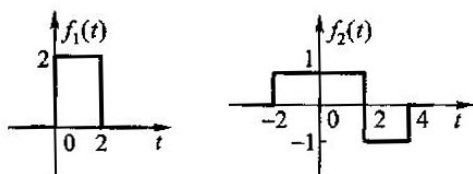


图 3

三. (6分) 双径传播信道的连续时间系统模型是  $y(t) = x(t) + kx(t - T_0)$ , 设计一个连续时间系统用于消除数据传输中因多径传输引起的失真。

四. (6分) 一个离散线性系统的系统函数为  $H(z) = \frac{(1 - z^{-1})^2}{1 - \frac{1}{2}z^{-1}}$ , 判断该离散系统是否因果系统, 并说明理由。

五. (6分) 具有频率响应为  $H(j\omega) = \begin{cases} \neq 0 & |\omega| \leq \omega_m \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$  的低通滤波器, 能否用硬件实现? 试述理由。

六. (6分) 2点滑动平均滤波器的输入输出关系为  $y[n] = \frac{1}{2}\{x[n] + x[n-1]\}$ ,

1. 试说明该滤波器是何种性质滤波器, 阐明理由。
2. 若要滤除高频噪声, 该种滤波器适不适用?

七. (10分) 一个 LTI 系统的系统函数为  $H(s) = \frac{10}{s+10}$ ,

1. 画出  $|H(j\omega)|$  的草图, 并给出滤波器的带宽;
2. 当输入为  $x(t) = 2e^{-2t} \cos(4t)u(t) + e^{-2t} \cos(20t)u(t)$ , 求此时通过系统的响应  $y(t) = ?$

八. (10分) 利用如图 4 (b) 示  $90^\circ$  相移网络来实现单边带调制, 若  $X(j\omega)$  为纯虚数并如图 4 (a) 示, 画出该系统的  $Y_1(j\omega)$ 、 $Y_2(j\omega)$  和  $Y(j\omega)$ , 并说明这个网络是仅仅保留了上边带。

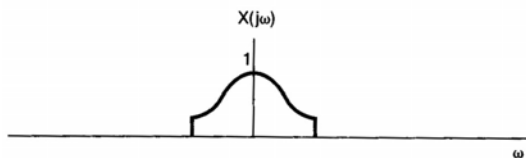


图 4(a)

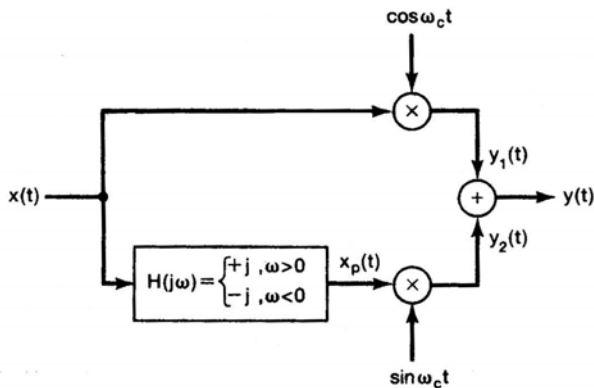


图 4 (b)

九. (10 分) 差分方程  $y[n] = x[n] + x[n-1]$  表示一个离散时间低通滤波器, 将其转换成一个离散时间高通滤波器,

1. 写出转换的过程;
2. 求出该高通滤波器的系统函数和表征它的差分方程。

十. (10 分) 信号  $x[n]$  的傅立叶变换  $X(e^{j\omega})$  在  $\frac{\pi}{4} \leq \omega \leq \pi$  为零, 另一信号

$$g[n] = x[n] \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[n-4k],$$

试给出一个低通滤波器的频率响应  $H(e^{j\omega})$ , 使之当该滤波器的输入为  $g[n]$  时, 输出是  $x[n]$ 。

十一. (10 分) 一个 LTI 系统当它的输入信号是  $x_1(t)$ , 它的输出是  $y_1(t)$ , 当输入信号为  $x_2(t)$  时, 求它的输出  $y_2(t)$ ,  $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$  和  $y_1(t)$  如图 5 所示, 画出  $y_2(t)$  的图形。

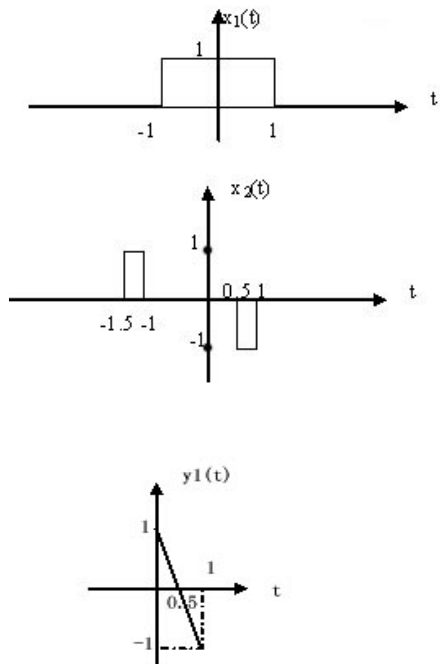


图 5

十二. (10分) 如图 6 (a) 所示是一个离散非周期序列  $x[n]$ , 图 6 (b) 所示是一个离散周期序列  $f[n]$ ,

1. 求  $x[n]$  的傅立叶变换  $X(e^{j\omega})$  和  $f[n]$  的傅立叶级数  $a_k$ ;
2. 说明  $X(e^{j\omega})$  与  $a_k$  之间的关系。

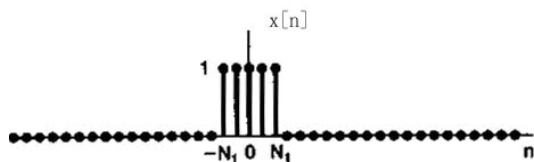


图 6 (a)



图 6 (b)