# 复习题一

## 一、单项选择题

1、下列信号中，（　　　　）不是周期信号，其中 m, n 是整数。

A、$x(t)=x(t+mT)$；　　　　B、$x(t)=\cos 2\pi t+\sin 5\pi t$

C、$x(n)=x(n+mN)$；　　　　D、$x(n)=\sin 7n+e^{j\pi n}$

2、下列关于冲激函数的表达式，选项（　　　　）不正确。

A、$\delta(t)=\dfrac{du(t)}{dt}$；　　　　B、$\delta(t)*x(t)=x(t)$

C、$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)x(t)dt=x(0)$；　　D、$\delta(t)=\lim\limits_{\tau\to 0}\dfrac{1}{\tau}G_{2\tau}(t)$

3、下列系统中，（　　　　）是线性时不变系统。

A、$\dfrac{dy(t)}{dt}+6y(t)+\int_{-\infty}^{t}y(\tau)d\tau=4x(t)$；　　　　B、$y(t)=x(1-t)$；

C、$y(n)=x(n)+3$；　　　　D、$\dfrac{dy(t)}{dt}+6ty(t)=4x(t)$

4、两个单位冲激响应分别为$h_1(t)$、$h_2(t)$的子系统级联，则下面选项中，（　　　　）不正确。

A、$h(t)=h_1(t)*h_2(t)$；　　　　B、$h(t)=h_1(t)+h_2(t)$；

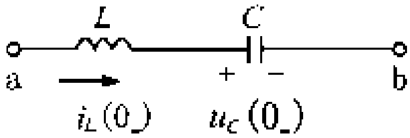
C、$H(s)=H_1(s)H_2(s)$；　　　　D、$h_1(t)*h_2(t)=\delta(t)$时子系统互为逆系统

5、一 LTI 系统，它在某激励信号作用下的自由响应是$(e^{-3t}+e^{-t})u(t)$，受迫响应是$(1-e^{-2t})u(t)$，那么下列说法正确的是（　　　　）。

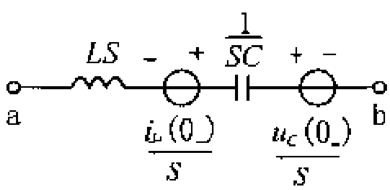
A、系统一定是二阶系统；　　　　B、系统的零输入响应中一定包含$(e^{-3t}+e^{-t})u(t)$

C、系统一定稳定；　　　　D、系统的零状态响应中一定包含$(1-e^{-2t})u(t)$

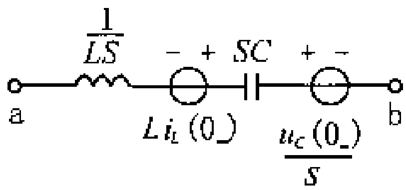
6、图 ab 段电路属于复杂电路中的一部分，其中电感和电容都有初始状态



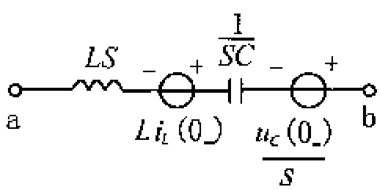

下图中，选项（　　　　）是 ab 段电路的等效 S 域模型。



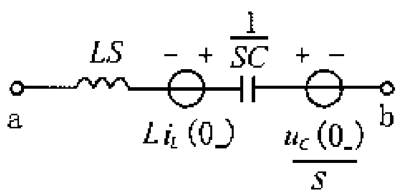

A、　　　　；




B、　　　　；




、　　　　；




D、

7、下列关于离散时间信号的运算表达式中，不正确的是（　　　　）。

A、$\nabla u(n)=\delta(n)$；　　　　B、$u(n)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}\delta(m)$；

C、$\delta(n)*x(n)=x(n)$；　　　　D、$u(-n-1)\leftrightarrow\frac{z}{1-z}\quad |z|<1$

8、关于二阶 LTI 系统，选项（　　　　），可以获取正确的零输入响应。

A、如系统方程为 $y(n)+5y(n-1)+6y(n-2)=2u(n)$

则 $y_{zi}(n)=A_1(-2)^n+A_2(-3)^n$ ，其中待定系数由边界条件 $y(-1)$、$y(-2)$确定；

B、如系统方程为 $y(n+2)+5y(n+1)+6y(n)=2u(n)$

则 $y_{zi}(n)=A_1(-2)^n+A_2(-3)^n$ ，其中待定系数由边界条件 $y(-1)$、$y(-2)$确定；

C、如系统函数为 $H(s)=\frac{(s+3)}{(s+3)(s+2)}$

则 $y_{zi}(t)=Ae^{-2t}$ ，其中待定系数由边界条件 $y(0_+)$确定；

D、如系统方程为 $\frac{d^2y(t)}{dt^2}+6\frac{dy(t)}{dt}+9y(t)=2\frac{df(t)}{dt}+5f(t)$

则 $y_{zi}(n)=(A_0+A_1t)e^{-3t}$ ，其中待定系数由边界条件 $y(0_+)$、$y'(0_+)$确定。

9、下列系统中，（　　　　）是因果稳定系统。

A、$H(s)=\frac{s-1}{(s+1)(s-2)}\quad -1<\sigma<2$；　B、$h(t)=e^{-3t}u(t+1)$

C、$H(z)=\frac{z^2+z+1}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{3})}\quad |z|>\frac{1}{2}$；　　D、$y(n)=x(2n)$

10、下列系统中，系统（　　　　）可以无失真传输信号。

A、$h(t)=3\delta(t-1)$；　　　　B、$h(t)=cos(t)$；

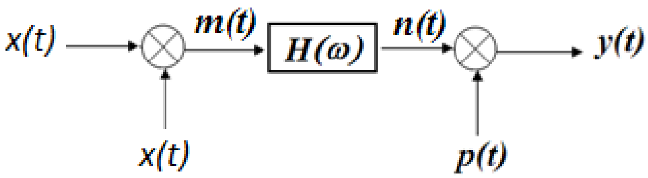
C、$H(\omega)=2G_6(\omega)e^{-j\omega}$；　　　　D、$H(s)=\frac{s-1}{s+1}$

11、系统函数为 $H(s)=\frac{s}{s^2+s+1}$，则系统的滤波特性为（　　　　）。

A、低通　　　B、高通　　　C、带通　　　D、带阻

## 二、分析计算题（共 70 分）

1、（25 分）如下图所示系统，已知 $x(t)=\frac{\sin t}{\pi t}$， $H(\omega)=\begin{cases}1 & |\omega|\le 1\\ 0 & |\omega|>1\end{cases}$




（1）求信号 $x(t)$ 的傅里叶变换 $X(\omega)$；

（2）设乘法器输出信号 $m(t)\leftrightarrow M(\omega)$，画出 $M(\omega)$ 的幅频特性；

（3）其中子系统 $H(\omega)$ 物理可实现吗？

（4）设第二个乘法器输入信号 $n(t)\leftrightarrow N(\omega)$，画出 $N(\omega)$ 的幅频特性；

（5）设 $p(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT_s)$，确定对信号 $n(t)$ 进行不混叠抽样的奈奎斯特间隔 $T_{s\max}$。

2、（**23** 分）已知因果 LTI 系统的方程

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(t)}{\mathrm{d}t^2}+a\frac{\mathrm{d}y(t)}{\mathrm{d}t}+by(t)=\frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2}+2\frac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t}+x(t)$$

当输入 $x(t)=1$ 时，输出 $y(t)=\frac{1}{2}$；

当输入 $x(t)=te^{-t}u(t)$ 时，输出 $y(t)=e^{-t}\sin tu(t)$；

（1） 确定 $a$ 、$b$ 的值；

（2） 求系统函数 $H(s)$ 及其收敛域；

（3） 画出系统框图；

（4） 求该系统逆系统的阶跃响应。

3、（22分）设 $x_1(n)=\{\underset{\underset{n=0}{\uparrow}}{3},\ 3,\ 2,\ 1\}$，$x_2(n)=n[u(n)-u(n-4)]$

（1）计算 $x(n)=x_1(n)*x_2(n)$；

（2）求 $x_2(n)$ 的 Z 变换；

（3）将 $x_2(n)$ 作为输入信号，通过一 LTI 离散系统，设该系统的差分方程为

$$y(n+2)-\frac{5}{2}y(n+1)+y(n)=x(n+1)$$

试求系统函数 $H(z)$，系统稳定时的单位样值响应 $h(n)$，以及系统的零状态响应 $y(n)$。

# 复习题一答案

## 一、单项选择题

1、D；2、D；3、A；4、B；5、D；6、D；7、B；8、A；9、C；10、A；11、C

## 二、分析计算题

1、(1) $G_2(t)\leftrightarrow 2Sa(\omega)$，$2\pi G_2(\omega)\leftrightarrow 2Sa(t)$，$F(\omega)=G_2(\omega)$

(2) $f^2(t)\leftrightarrow\frac{1}{2\pi}F(\omega)*F(\omega)$，如图 1 所示

(3) 不可实现

(4) $N(\omega)=H(\omega)M(\omega)$，如图 2 所示

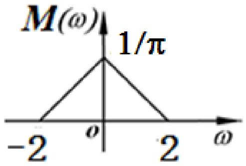



图 1

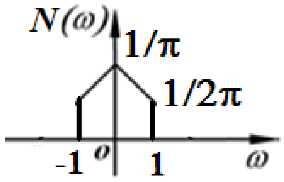



图 2

(5) $\omega_m=1$，$f_{s\max}>2f_m$，$T_{s\max}<\pi$

2、(1) $H(s)=\frac{(s+1)^2}{s^2+as+b},H(0)=\frac{1}{2}$

$$H(s)=\frac{Y(s)}{F(s)}=\frac{\frac{1}{(s+1)^2+1}}{\frac{1}{(s+1)^2}}=\frac{(s+1)^2}{s^2+2s+2}\qquad a=b=2$$

(2) $H(s)=\frac{(s+1)^2}{s^2+2s+2}\qquad\sigma>-1$；(3) 略

(4) $Y(s)=F(s)H_1(s)=\frac{1}{s}\cdot\frac{s^2+2s+2}{s^2+2s+1}=\frac{2}{s}+\frac{-1}{(s+1)^2}+\frac{-1}{s+1}$

$$y(t)=(2-te^{-t}-e^{-t})u(t)\qquad h(t)=\delta(t)+te^{-t}u(t)$$

3、(1) $x_2(n)=\delta(n-1)+2\delta(n-2)+3\delta(n-3)$

$$y(n)=\left\{\underset{\underset{n=0}{\uparrow}}{0}\quad 3\quad 9\quad 17\quad 14\quad 8\quad 3\right\}$$

(2) $X_2(z)=z^{-1}+2z^{-2}+3z^{-3}=\frac{z^2+2z+3}{z^3}\underset{或}{=}\frac{z}{(z-1)^2}-\frac{z^{-3}}{(z-1)^2}-\frac{4z^{-3}}{z-1}$

(3) $H(z)=\frac{z}{z^2-\frac{5}{2}z+1}=\frac{\frac{2}{3}z}{z-2}+\frac{\frac{-2}{3}z}{z-\frac{1}{2}}\qquad\frac{1}{2}<|z|<2$

$h(n)=-\frac{2}{3}[(\frac{1}{2})^nu(n)+2^nu(-n-1)]\qquad y(n)=x_2(n)*h(n)$

# 复习题二

## 一、简析题

1、已知 $f(t)$ 波形如图 1 所示，画出 $f(-2-3t)$ 的波形。

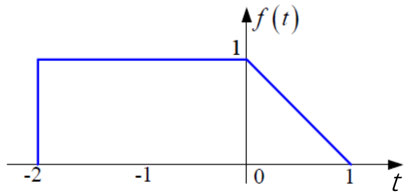



图1

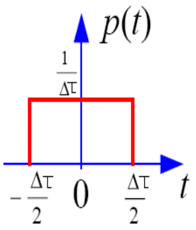



图2

2、设 f(t)是一个连续信号，写出用一系列矩形脉冲 $p(t)$ （如图 2 所示）叠加逼近 f(t)的近似表达式，并证明 $f(t)=f(t)*\delta(t)$ 。

3、设 $f(t)=\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[e^{-2t}\delta(t)]$，计算函数 $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)dt$ 的值。

4、判断下列系统是否是线性的、时不变的、因果的？

1） $y(t)=\int_{-\infty}^{5t} f(\tau)d\tau$；　　2） $y(n)=x(5-n)$

5、求信号 $f(t)=-te^{-\alpha t}u(t)$ 的傅立叶变换 $F(\omega)$。

6、已知带限信号 $f_1(t)$ 和 $f_2(t)$，其中 $F_1(\omega)=0 \quad |f|>300\,Hz$；

$F_2(\omega)=0 \quad |f|>800\,Hz$；

对下列信号进行无混叠抽样，确定其最小抽样频率？

1) $f_1(t)\cos(200\pi t)$；　　2) $f_1(t)*f_2(t)$

7、求像函数 $F(s)=\dfrac{1}{1+e^{-s}}$ 　$\sigma>0$ 的拉普拉斯逆变换。

8、两个级联子系统的单位样值响应分别为 $h_1(n)=\alpha^n u(n)$，$h_2(n)=\beta^n u(n)$，$0<\alpha<1$,，$0<\beta<1$, 　$\alpha\neq\beta$，求复合系统的总单位样值响应 $h(n)$ 。

9、求序列 $x(n)=(\dfrac{1}{2})^n u(-n-1)$ 的 $Z$ 变换，并标注其收敛域。

10、序列单边 Z 变换 $X(z)$，若序列 $x(n)$当$n\to\infty$时收敛，证明其终值 $x(\infty)$为：$x(\infty)=\lim\limits_{z\to 1}[(z-1)X(z)]$ 。

11、已知某系统的系统函数为 $H(s)=\dfrac{s+4}{s^2+3s+2}$，初始状态 $y(0\_)=y'(0\_)=1$，求系统的零输入响应 $y_{zi}(t)$ 。

12、求下式的卷积积分，绘出 $f(t)$ 的波形图，并标出关键点。

$$f(t)=[u(t-1)-u(t-2)]*[-u(-t)]$$

二、设 $f_0(t)=u(t+1)-u(t-1)$

1、求其傅立叶变换 $F_0(\omega)$；

2、若以周期 $T=10$ 重复 $f_0(t)$，从而构建一周期信号 $f(t)$，求该周期信号 $f(t)$ 的指数式傅立叶级数表达式；

3、求周期信号 $f(t)$ 的功率谱。

三、已知离散系统差分方程表示式

$$y(n)-\frac{3}{4}y(n-1)+\frac{1}{8}y(n-2)=x(n)+\frac{1}{3}x(n-1)$$

1、求系统函数和单位样值响应 h(n);

2、画出系统框图。

四、对某一 $LTI$ 系统，已知以下信息：

1、系统是因果的；

2、系统函数 $H(s)$ 是有理真分式，且仅有两个极点在 $s=-2$ 和 $s=-400$；

3、若对所有时刻 $t$，输入 $f(t)=1$，则输出 $y(t)=0$；

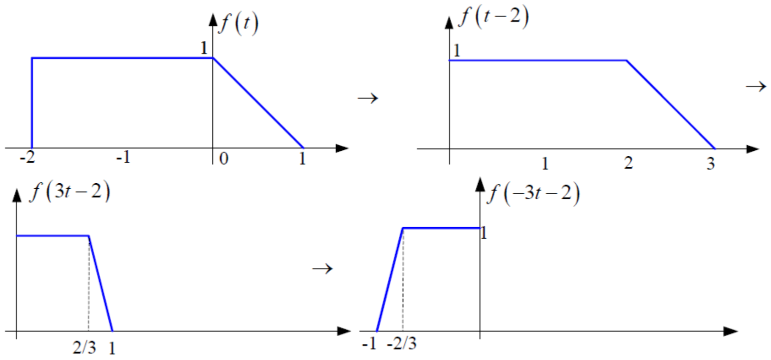
4、系统的冲击响应在 $t=0_+$ 时刻的值是 4;

求该系统的系统函数 $H(s)$；大致画出其幅频特性，并说明系统的滤波特性。

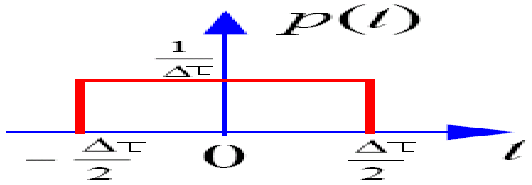
# 复习题二答案

一、简析题

1、答:




2、答:




$$f(t) \approx \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(k\Delta\tau)\Delta\tau p(t-k\Delta\tau)$$

当 $\Delta\tau \to 0$ 时，
$$\begin{cases} \Delta\tau \to d\tau \\ k\Delta\tau \to \tau \\ p(t) \to \delta(t) \\ \Sigma \to \int \end{cases}$$

于是：$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau$

3、答：0

4、

答：1）线性，时变，非因果

　　2）线性，时变，非因果

5、答：$\dfrac{-1}{(\alpha+i\omega)^2}$

6、答：1）800Hz；2）600Hz

7、答：$F(s) = \dfrac{1}{1-e^{-2s}} - \dfrac{e^{-s}}{1-e^{-2s}} \leftrightarrow f(t) = \sum_{n=0}^{\infty}[\delta(t-2n)-\delta(t-2n-1)]$

8、答：$h_1(n) * h_2(n) = \dfrac{\alpha^{n+1}-\beta^{n+1}}{\alpha-\beta}u(n)$

9、答: $X(z)=\dfrac{z}{\frac{1}{2}-z} \qquad |z|<\dfrac{1}{2}$

10、答:

证明

因为 $\mathscr{Z}[x(n+1)-x(n)]=zX(z)-zx(0)-X(z)$

$$=(z-1)X(z)-zx(0)$$

取极限得

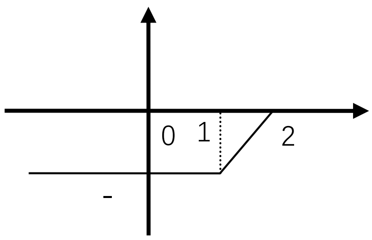
$$\begin{aligned}\lim_{z\to1}(z-1)X(z)&=x(0)+\lim_{z\to1}\sum_{n=0}^{\infty}[x(n+1)-x(n)]z^{-n}\\&=x(0)+[x(1)-x(0)]+[x(2)-x(1)]\\&\quad+[x(3)-x(2)]+\cdots\\&=x(0)-x(0)+x(\infty)\end{aligned}$$

所以

$$\lim_{z\to1}(z-1)X(z)=x(\infty)$$

11、答: $y_{zi}(t)=(3e^{-t}-2e^{-2t})u(t)$

12、答:




二、答: 1、$F_0(\omega)=2Sa(\omega)$

2、1) $f(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}F_n e^{in\omega_1 t}$ , $F_n=\dfrac{1}{T_1}F_0(\omega)\Big|_{\omega=n\omega_1}=\dfrac{2}{T_1}Sa(n\omega_1)=\dfrac{1}{5}Sa(\dfrac{n\pi}{5})$

2) $\mathrm{F}s(\omega)=2\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}F_n\delta(\omega-n\omega_1)=\frac{2\pi}{5}\sum_{n=-\infty}^{\infty}Sa(\frac{n\pi}{5})\delta(\omega-\frac{n\pi}{5})$

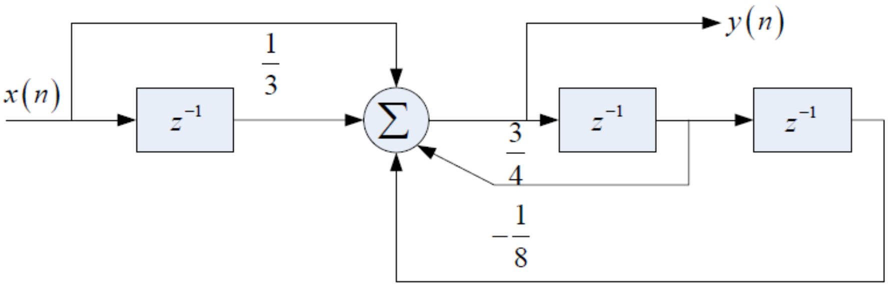
3) $s(\omega)=2\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}|F_n|^2\delta(\omega-n\omega_1)=2\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left|\dfrac{1}{5}Sa(\dfrac{n\pi}{5})\right|^2\delta(\omega-\dfrac{n\pi}{5})$

三、

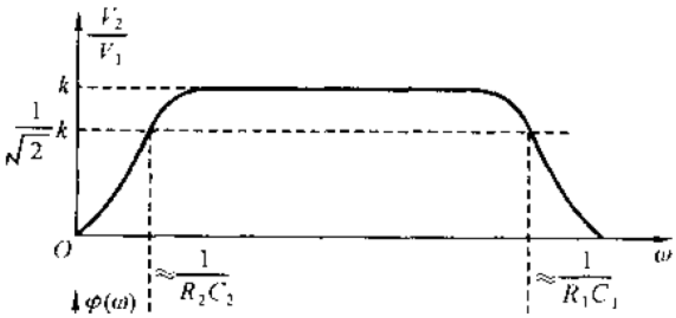
$$\text{系统函数}\ H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{1+\frac{1}{3}z^{-1}}{1-\frac{3}{4}z^{-1}+\frac{1}{8}z^{-2}}=\frac{z\left(z+\frac{1}{3}\right)}{z^{2}-\frac{3}{4}z+\frac{1}{8}}$$

$$=\frac{10}{3}\left(\frac{z}{z-\frac{1}{z}}\right)-\frac{7}{3}\left(\frac{z}{z-\frac{1}{z}}\right)\left(|z|>\frac{1}{2}\right)$$

$$\text{单位样值响应}\ h(n)=\mathscr{Z}^{-1}\left[H(z)\right]=\left[\frac{10}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^{n}-\frac{7}{3}\left(\frac{1}{4}\right)^{n}\right]u(n)$$




四、答: $H(s)=\dfrac{4s}{(s+2)(s+400)}$




幅频特性为带通滤波特性

# 复习题三

## 一、选择题

1、下列信号中的能量信号是（　　　　）。

（A） $Sa(t)$；　　（B） $\cos 3\pi t + \sin 2\pi t$；　　（C） $Si(t) = \int_0^t Sa(\tau)d\tau$；　　（D） $sgn(t)$

2、下列信号中的周期信号是（　　　　）。

（A） $x(t) = \cos 3t + \cos \pi t$；　　（B） $x(n) = e^{j\frac{9\pi}{8}n}$；

（C） $e^{(\sigma + j\omega)t}$　　$\sigma > 0$；　　（D） $x(n) = \cos(\frac{2}{3}n)$

3、下列系统中，线性时不变系统是（　　　　）。

（A） $y(t) = t^2 x(t)$；　　（B） $y'(t) + 3y(t) = 2x(t) + 1$；

（C） $y(n) = \sum_{m=-\infty}^{n+3} x(m)$；　　（D） $y(t) = \int_{-\infty}^{5t} x(\tau)d\tau$

4、下列关于冲激函数性质的表达式不正确的是（　　）

（A　$f(t)\delta(t) = f(0)\delta(t)$　　$\delta(at) = \frac{1}{a}\delta(t)$

$\int_{-\infty}^{t} \delta(\tau)\,\mathrm{d}\,\tau = \varepsilon(t)$　　$\delta(-t) = \delta(t)$

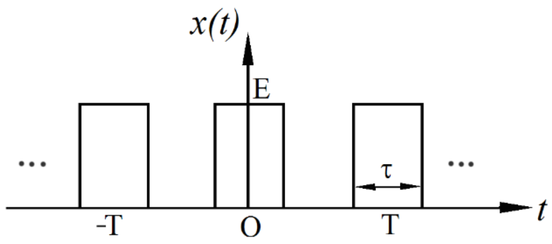
5、下列各系统中（　　）是可逆系统

(A) $y(t) = x^2(t)$；　　(B) $h(n) = u(n)$；

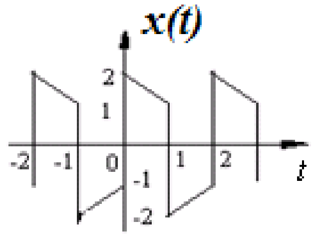
(C) $y(t) = 3\frac{dx(t)}{dt}$；　　（D） $y(n) = x(2n)$

6、周期矩形脉冲信号 $x(t)$ 如图所示，若周期 $T = 0.1ms$，脉冲宽度 $\tau = 25\mu s$，幅度 $E = 5V$，试问能从 $x(t)$ 信号中选出下列选项中的哪个频率分量（　　　　　）。

（A） $6KHz$　　（B） $40KHz$　　（C） $80KHz$　　（D） $100KHz$




第 6 题图




第 7 题图

7、周期信号 $x(t)$ 的傅里叶级数展式中含有（　　　　　）。

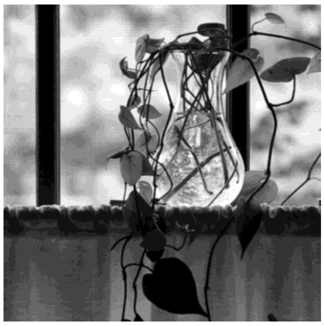
（A）奇次、偶次正弦项；　　（B）奇次、偶次余弦项；
（C）奇次正弦、余弦项；　　（D）偶次正弦、余弦项

8、下列可以实现无失真传输信号的系统是（　　　　　）

（A） $H(\omega)=kG_{2\omega_C}(\omega)e^{-j\omega t_0}$；　　（B） $g(t)=\dfrac{k}{2}+\dfrac{k}{\pi}Si(\omega_c(t-t_0))$；

（C） $h(t)=k\delta(t-t_0)$；　　（D） $h(t)=h(t)u(t)$

9、下面哪一幅图像对应着高频信号的成分多？（　　　）



（A）

(B)

10、下列系统中的因果系统是（　　　　）。

(A) $H(z)=\dfrac{(z-1)^2}{z-\dfrac{1}{3}}$　$|z|>\dfrac{1}{3}$；　(B) $H(s)=\dfrac{s-1}{(s+1)(s-2)}$　$-1<\sigma<2$；

(C) $y(n)=x(2n)$；　　(D) $H(z)=\dfrac{z^2+z+1}{(z-\dfrac{1}{2})(z-\dfrac{1}{3})}$　$|z|>\dfrac{1}{2}$

二、计算分析题

1、 (1) LTI 系统 $\frac{\mathrm{d}^2y(t)}{\mathrm{d}t^2}+7\frac{\mathrm{d}y(t)}{\mathrm{d}t}+6y(t)=2\frac{df(t)}{dt}+5f(t)$，求其零输入响应的解析式;

(2) LTI 系统 $y(n)+3y(n-1)+2y(n-2)=2^n u(n)$，求其零输入响应的解析式;

2、周期信号 $x(t)=2+5\sin\pi t+\sqrt{3}\cos3\pi t-2\sin3\pi t-\cos(4\pi t-\frac{\pi}{4})$，求其平均功率是多少？

3、若已知 $x(t)\leftrightarrow X(\omega)$，求信号 $\int_{-\infty}^{t}x(2\tau-2)d\tau$ 的频谱。

4、设 $x(t)=(t-1)^2e^{-2t}u(t-1)$，求 $x(t)$ 的拉普拉斯变换 $X(s)$，并标示收敛域。

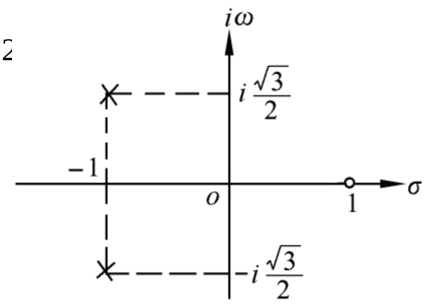
5、求序列 $x(n)=(-1)^n\sum_{m=0}^{n}2^m$ 的 $Z$ 变换，并标明收敛域。

6、已知某离散信号的单边 Z 变换为 $F(z)=\frac{2z^2+z}{(z-2)(z+3)}$，$(|z|>3)$，则其反变换 f(n)。

7、已知一零初始状态的 LTI 系统，当输入 $x_1(t)=u(t)$ 激励下的响应为 $y_1(t)=4e^{-2t}u(t)$，求输入 $x_2(t)=tu(t)$ 激励下的响应 $y(t)$

8、一连续 LTI 系统的输入输出方程 $y''(t)-y'(t)-2y(t)=x(t)$，如果该系统既不是因果的也不是稳定的，求系统的冲激响应 $h(t)$。

9、某因果 LTI 系统，其系统函数 $H(s)$ 的零极点图如图所示，有一个零点 $s=1$，一对共轭极点 $s_{1,2}=-1\pm i\frac{\sqrt{3}}{2}$，若冲激响应的初始值 $h(0_+)=2$




（1）求系统函数 $H(s)$，并判断系统是否稳定？

（2）求冲激响应 $h(t)$；

（3）说明系统的滤波特性。

复习题三答案

一. A B C B D D C C A D

B

二. 1. 1) $A_1e^{-t}+A_2e^{-6t}$ $(t>0)$ 2) $A_1(-1)^n+A_2(-2)^n$ $(n\geq 0)$

2. $2^2+\frac{5^2}{2}+\frac{3+4}{2}+\frac{(-1)^2}{2}=\frac{41}{2}$

3. $x(t-2)\leftrightarrow X(\omega)e^{-j2\omega}$ $x(2t-2)\leftrightarrow\frac{1}{2}X(\frac{\omega}{2})e^{-j\omega}$

$\int_{-\infty}^{t}x(2\tau-2)d\tau\leftrightarrow\frac{\pi}{2}X(0)\delta(\omega)+\frac{1}{j2\omega}X(\frac{\omega}{2})e^{-j\omega}$

4. $t^2u(t)\leftrightarrow\frac{2}{s^3}$ $(t-1)^2u(t-1)\leftrightarrow\frac{2}{s^3}e^{-s}$

$(t-1)^2e^{-2t}u(t-1)\leftrightarrow\frac{2}{(s+2)^3}e^{-(s+2)}$ $Re[s]>-2$

5. $\sum_{m=0}^{n}2^m=2^nu(n)*u(n)\cancel{\sum}\leftrightarrow\frac{z}{z-2}\cdot\frac{z}{z-1}$

$(-1)^n\sum_{m=0}^{n}2^m\leftrightarrow\frac{-z}{-z-2}\cdot\frac{-z}{-z-1}=\frac{z^2}{(z+2)(z+1)}$ $|z|>2$

6. $\frac{F(z)}{z}=\frac{2z+1}{(z-2)(z+3)}=\frac{1}{z-2}+\frac{1}{z+3}$

$F(z)=\frac{z}{z-2}+\frac{z}{z+3}\leftrightarrow 2^nu(n)+(-3)^nu(n)$

7. ∵ $tu(t)=\int_{-\infty}^{t}u(\tau)d\tau$ ∴ $y(t)=\int_{-\infty}^{t}y_1(\tau)d\tau=\int_{-\infty}^{t}4e^{-2\tau}u(\tau)d\tau$

$=-4\frac{1}{2}e^{-2\tau}\Big|_0^t=-(2e^{-2t}-2)u(t)=2(1-e^{-2t})u(t)$

8.

算法 2：通过输出和输入得到 H(s)，再用新的输入乘以 H(s)

8. $H(s)=\frac{1}{s^2-s-2}=\frac{1}{(s-2)(s+1)}=\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{s-2}-\frac{1}{3}\frac{1}{s+1}$

$h(t)=-\frac{1}{3}e^{2t}u(-t)+\frac{1}{3}e^{-t}u(-t)\qquad \sigma<-1$

9. 1) $H(s)=A\cdot\frac{s-1}{(s+1-\frac{\sqrt{3}}{2}j)(s+1+\frac{\sqrt{3}}{2}j)}$

$h(0_+)=\lim\limits_{s\to\infty}sH(s)=A=2.\qquad H(s)=\frac{2(s-1)}{(s+1)^2+\frac{3}{4}}\ (\sigma>-1)$

系统稳定.

2) $H(s)\leftrightarrow h(t)$

$H(s)=\frac{2(s+1)-4}{(s+1)^2+\frac{3}{4}}\leftrightarrow 2e^{-t}\left[\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t-\cancel{4}\,\frac{4\sqrt{3}}{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t\right]u(t)$

3) $\omega=0$时, $|H(\omega)|\neq0$ , $\omega\to\infty$时 $|H(\omega)|=0$

系统具有低通特性.

复习题四

## 一、单选题

1、下列信号中的能量信号是（　　　　）。

（A）$2e^{-|t|}$；　　　　（B）$Si(t)=\int_0^t Sa(\tau)d\tau$；

（C）$cos3\pi t+sin2\pi t$；　　　　（D）$sgn(t)$

2、下列信号中的周期信号是（　　　　）。

（A）$\cos 3t+\sin 2\pi t$；　　　　（B）$e^{j\frac{9\pi}{8}n}$；

（C）$e^{(3+j5)t}$；　　　　（D）$Sa(2t)$

3、下列系统中，线性时不变系统是（　　　　）。

（A）$y(t)=t^2x(t)$；　　　　（B）$y'(t)+3y(t)=2x(t)+1$；

（C）$y(n)=\sum_{m=-\infty}^{n+3}x(m)$；　　　　（D）$y(t)=\int_{-\infty}^{5t}x(\tau)d\tau$

4、关于响应，下列叙述正确的是（　　　　）。

（A）零输入响应和零状态响应中的齐次解部分合起来构成总的自由响应；

（B）系统的自由响应是零输入响应的一部分；

（C）零状态响应是受迫响应的一部分；

（D）零输入响应形式为$A_1e^{\lambda_1 t}+A_2e^{\lambda_2 t}$的系统，则一定是 2 阶系统。

5、下列系统中，可逆的系统是（　　　　）。

（A）$y(t)=x^2(t)$；　　　　（B）$y(t)=3\frac{dx(t)}{dt}$；

（C）$y(n)=x(2n)$；　　　　（D）$h(n)=u(n)$

6、下列系统中，因果且稳定的系统是（　　　　）。

（A）$H(s)=\frac{s-1}{(s+1)(s-2)}\quad -1<\sigma<2$；　　　　（B）$y(t)=x(1-t)$；

（C）$H(z)=\frac{z^2+z+1}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{3})}\quad |z|>\frac{1}{2}$；　　　　（D）$y(n)=x(2n)$

7、下列系统中，物理可实现的系统是（　　　　）。

（A）$H(\omega)=kG_{2\omega_C}(\omega)e^{-j\omega t_0}$；　　　　（B）$h(t)=3e^{-3t}u(t)$；

(C) $H(z)=\dfrac{(z-1)^2}{z-\dfrac{1}{2}}\quad \dfrac{1}{2}<|z|<\infty$； (D) $h(t)=k\dfrac{\omega_c}{\pi}Sa(\omega_c(t-t_0))$

8、周期信号 $x(t)=1+3\sin\pi t+\sqrt{3}\cos 3\pi t-\sin 3\pi t-\sin(4\pi t-\dfrac{\pi}{4})$，其平均功率等于（　　　　）W。

(A) $\dfrac{15}{2}$； (B) $\dfrac{89}{8}$； (C) 6； (D) 8

9、经过理想抽样后所得样本信号的频谱是（　　　　）

(A) 离散周期谱； (B) 连续周期谱；

(C) 离散非周期谱； (D) 连续非周期谱

10、图 1 所示 ab 段电路属于复杂电路中的一部分，其中电感和电容都有初始状态，请从下图中确定电路的 S 域模型是（　　　　）。

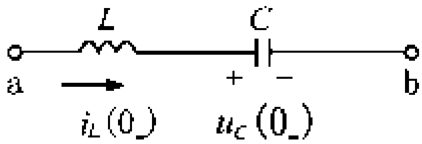
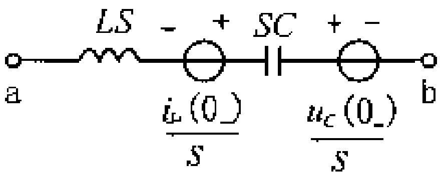
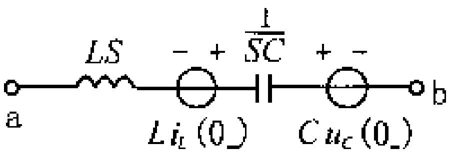
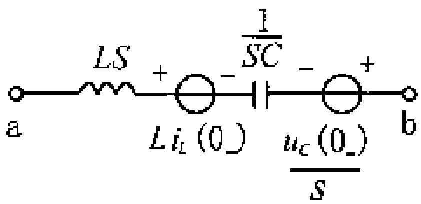
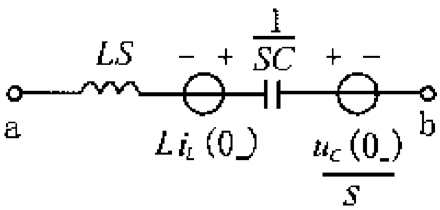


图 1

(A)  ；(B)  ；

(C)  ；(D) 

## 二、分析计算题

1、信号 $x(t)$ 如图 1 所示

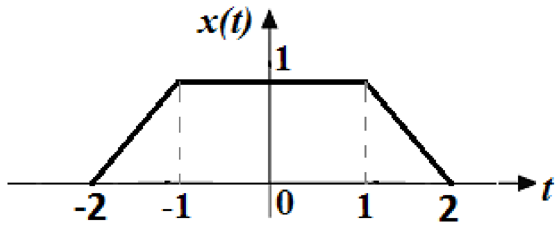


图 1

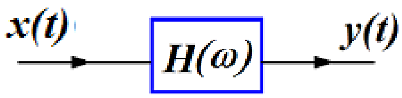


图 2

(1) 画出 $x(2-t)u(1-t)$ 的波形图。

(2) 计算 $\int_{-\infty}^{t} x(\tau)\delta(2\tau-3)d\tau+\int_{-2}^{2} x(\tau)\delta(\tau-1)]d\tau$ 。

（3）求信号 $x(t)$ 的傅里叶变换 $X(\omega)$。

（4）如设 $x_T(t)=x(t)*\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-6n)$，试判断 $x_T(t)$ 的傅里叶级数展式中是否含有：直流项？正弦项？余弦项？奇次项？偶次项？

（5）系统如图2所示，如 $H(\omega)=G_{\frac{4\pi}{3}}(\omega)e^{-j\omega}$，那么系统阶跃相应的 $g(\infty)=?$

（6）将 $x(t)$ 作为输入信号，通过图2 $H(\omega)=G_{\frac{4\pi}{3}}(\omega)$ 的系统，输出 $y(t)$ 会不会产生失真？若对输出信号 $y(t)$ 进行不混叠抽样，试求信号的最小抽样频率为多少 $Hz$。

2、如图 3 所示系统，已知

（1） $h_1(t)=\dfrac{1}{t\pi}$， $h_2(t)=\cos t$；

（2） $h_1(n)=n[u(n)-u(n-3)]$， $h_2(n)=3^n[u(n)-u(n-3)]$

求复合系统的总冲激响应 $h(\bullet)$。

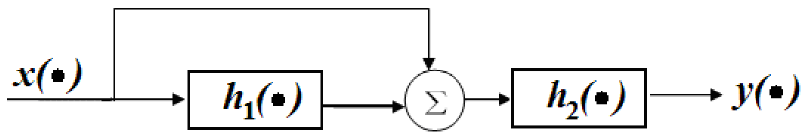



图 3

3、

（1）设 $x(t)\leftrightarrow X(\omega)$，试确定信号 $\int_{-\infty}^{t}x(2\tau-1)d\tau$ 的频谱。

（2）设 $x(t)=(t-1)^2e^{-3t}u(t-1)$， 求 $x(t)$ 的拉普拉斯变换 $X(s)$，并标示收敛域。

（3）已知 $x(n)=(-1)^n\sum_{m=0}^{n}2^m$， 求其 Z 变换，并标示收敛域。

4、已知一因果 LTI 的系统函数 $H(s)=\dfrac{s^2}{s^2+s+1}$

（1）求系统的单位冲激响应 $h(t)$；

（2）画出系统的零极点分布图，说明系统的滤波性能；

（3）如输入 $x(t)=e^{-t}u(t)$，试求系统的零状态响应 $y(t)$。

5、已知一 LTI 的系统函数 $H(z)=\dfrac{z(z+3)}{z^2-\frac{3}{2}z-1}$

（1）求稳定系统的单位冲激响应 $h(n)$；

（2）写出（含待定系数）系统零输入响应的数学表达式 $y_{zi}(n)$；

（3）画出系统框图；

（4）写出系统的差分方程。

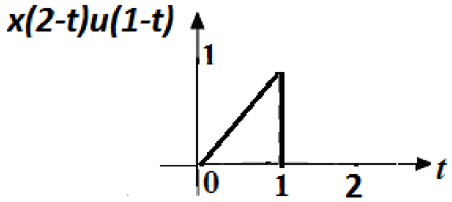
# 复习题四答案

## 一、单选题

A　B　C　A　D　　　C　B　D　B　D

二、分析计算题

1、 (1)




（2） $\frac{1}{4}u(t-\frac{3}{2})+1$；

(3) $x(t)=G_1(t)*G_3(t)$， $X(\omega)=3Sa(\frac{3\omega}{2})Sa(\frac{\omega}{2})=\frac{2(\cos\omega-\cos 2\omega)}{\omega^2}$

（4）直流项、余弦项、奇次项、偶次项;　（5）1;　（6））产生失真， $\frac{2}{3}Hz$

2、（1） $h(t)=h_2(t)*[\delta(t)+h_1(t)]=\sin t+\cos t$

（2） $h(n)=h_2(n)*[\delta(n)+h_1(n)]=\left\{\underset{n=0}{\underset{\uparrow}{1}}\quad 4\quad 14\quad 15\quad 18\right\}$；

3、

（1） $\int_{-\infty}^{t}x(2\tau-1)d\tau\leftrightarrow\frac{1}{2}[\pi X(0)\delta(\omega)+\frac{1}{j\omega}X(\frac{\omega}{2})e^{-j\frac{\omega}{2}}]$

（2） $X(s)=\frac{2}{(s+3)^3}e^{-(s+3)}\quad \sigma>-3$；　（3） $\frac{z^2}{(z+2)(z+1)}\quad |z|>2$

4、（1） $h(t)=\delta(t)-e^{-\frac{t}{2}}(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t+\frac{1}{\sqrt{3}}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t)u(t)$；（2）高通

（3） $y(t)=(e^{-t}-\frac{2}{\sqrt{3}}e^{-\frac{t}{2}}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t)u(t)$

5、（1） $h(n)=-(-\frac{1}{2})^n u(n)-2^{n+1}u(-n-1)$

（2） $A_1(-\frac{1}{2})^n+A_2(2)^n$

(4) $y(n)-\frac{3}{2}y(n-1)-y(n-2)=x(n)+3x(n-1)$

## 复习题五

## 一 单选题

1、下列信号中的功率信号是（　　　　）。

（A）$(e^{-5t}+e^{-t})u(t)$；　　（B）$G_\tau(t)$；

（C）$\cos 3t+\sin(2\pi t)$；　　（D）$Sa(t)$

2、下列信号中的周期信号是（　　　　）。

（A）$x(t)=\cos 3t+\cos \pi t$；　　（B）$x(n)=\cos(\frac{2}{5}n)$；

（C）$x(t)=\int_0^t Sa(\tau)d\tau$；　　（D）$x(n)=\cos(\frac{9\pi}{7}n)$

3、已知系统的激励与响应的关系为 $y(t)=e^{-t}\int_{-\infty}^{t}x(\tau)e^{\tau}d\tau$，则该系统是（　　　　）

（A）线性时不变系统；　　（B）线性时变系统；

（C）非线性时不变系统；　　（D）非线性时变系统

4、$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}[e^{-2t}\delta(t)]=$（　　　　）

（A）$-2e^{-2t}\delta(t)$；　（B）$\delta'(t)$；　（C）$-2\delta(t)$；　（D）$\delta(t)$

5、下列系统中，可逆的系统是（　　　　）。

(A) $y(t)=x^2(t)$；　　(B) $h(n)=u(n)$；

(C) $y(t)=2\frac{dx(t)}{dt}$；　　(D) $y(n)=x(3n)$

6、下列表达式中，错误的是（　　　　）。

（A）$\delta(t)=\lim\limits_{\mathrm{k}\to\infty}\frac{k}{\pi}Sa(kt)$；　　（B）$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1$

（C）$\sum\limits_{n=-\infty}^{\infty}x(n)\delta(n)=x(0)$；　　（D）$\sum\limits_{m=-\infty}^{n}\delta(m)=1$

7、一线性时不变系统 $y(n)+3y(n-1)+2y(n-2)=2^n u(n)$，其零输入响应的解析式为（　　　　）；

（A）$A_1e^{-t}+A_2e^{-2t}$；　　（B）$A_1(-1)^n+A_2(-2)^n$；

（C）$A_1+A_2e^{2t}$；　　（D）$A_1+A_2 2^n$

8、周期信号 $x(t)=2+3\sin\pi t+\sqrt{3}\cos 3\pi t-\sin 3\pi t-\sin(4\pi t-\frac{\pi}{4})$，其平均功率等于（　　　　）W。

（A）$\frac{89}{8}$；　（B）$\frac{89}{9}$；　（C）10；　（D）11

9、周期矩形脉冲信号 $x(t)$ 如图 1 所示，若周期 $T=0.1ms$，脉冲宽度 $\tau=20\mu s$，幅度 $E=5V$，试问能从 $x(t)$ 信号中选出下列选项中的哪个频率分量。

（　　　　　）

（A） $8KHz$；　　（B） $50KHz$；　　（C） $80KHz$；　　（D） $100KHz$

10、图 2 所示周期信号 $x(t)$ 的傅里叶级数展式中含有（　　　　　）。

（A）奇次、偶次正弦项；　　（B）奇次、偶次余弦项；

（C）奇次正弦、余弦项；　　（D）偶次正弦、余弦项

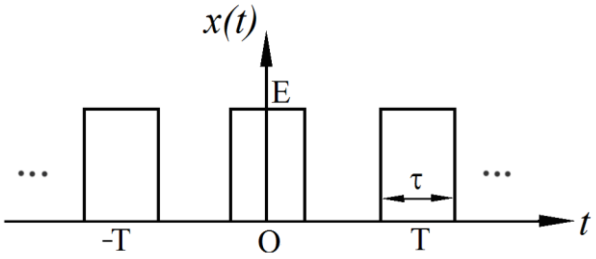



图 1

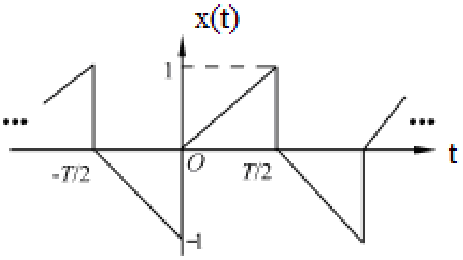



图 2

11、下列可以实现无失真传输信号的系统是（　　　　　）。

（A） $H(\omega)=5G_{2\omega_C}(\omega)e^{-j\omega t_0}$；　　（B） $g(t)=\frac{3}{2}+\frac{3}{\pi}Si(\omega_c(t-t_0))$；

（C） $h(t)=k\delta(t-t_0)$；　　（D） $h(t)=h(t)u(t)$

12、两台电视机正在播放同一个节目，电视机 A 的字幕比电视机 B 的字幕清晰，那么两台电视机的频带宽度（　　　　　）。

（A） $B_A>B_B$；　　（B） $B_A=B_B$；　　（C） $B_A<B_B$；　　（D）不确定

13、下列系统中的因果系统是（　　　　　）。

A、$H(z)=\dfrac{z-1}{z-\frac{1}{3}}\quad |z|>\frac{1}{3}$；　　B、$H(s)=\dfrac{s-1}{(s+1)(s-2)}\quad -1<\sigma<2$

C、$y(n)=x(2n)$；　　D、$H(z)=\dfrac{z^3+2z^2+z+1}{(z+\frac{1}{2})(z-\frac{1}{5})}\quad |z|>\frac{1}{2}$

## 二、分析计算题

1、计算 $\int_{-\infty}^{t}e^{-6\tau}\delta'(\tau)d\tau=$

2、若已知 $x(t)\leftrightarrow X(\omega)$，求信号 $\int_{-\infty}^{t}x(3\tau-2)d\tau$ 的频谱。

3、已知函数的单 $f(t)$ 边拉普拉斯变换为 $F(s)=s/(s+1)$，求函数 $y(t)=3e^{-2t}f(3t)$ 的单边拉普拉斯变换。

4、已知某离散信号的单边 Z 变换为 F（z） $=\dfrac{2z^2+z}{(z-1)(z+3)}$，$(|z|>3)$，则其反变换

f(n)。

5、已知一零初始状态的LTI系统，当输入 $x_1(t)=u(t)$ 激励下的响应为 $y_1(t)=3e^{-2t}u(t)$，求输入 $x_2(t)=tu(t)$ 激励下的响应 $y(t)$

6、一离散 LTI 系统的输入输出方程为：

$$y(n)-1.2y(n-1)+0.35y(n-2)=2x(n)+x(n-1)$$

设 $x(n)=2^n u(n)$，且系统的零输入响应为

$y_{zi}(n)=[\frac{2}{3}(0.7)^n-\frac{1}{15}(0.5)^n]u(n)$，试求系统全响应在 $n=0$ 时刻的值 $y(0)=?$

7、一连续 LTI 系统的输入输出方程 $y''(t)-y'(t)-2y(t)=x(t)$，如果该系统既不是因果的也不是稳定的，求系统的冲激响应 $h(t)$。

8、已知某因果离散线性时不变反馈系统的框图如图 3 所示，其中 $H_1(z)=\frac{2}{2-z^{-1}}$，$H_2(z)=1-Kz^{-1}$，求使得系统稳定的 $K$ 值取值范围。

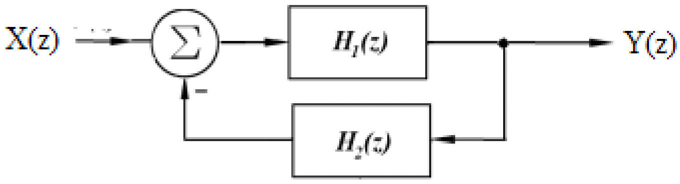



图 3

9、已知某因果 LTI 系统函数 $H(s)$ 的零、极点分布如图 4 所示，有一个零点位于坐标原点，有一对共轭极点。当系统输入为 $x(t)=e^{\frac{t}{2}}$ 时，对所有 $t$，系统输出为 $y(t)=\frac{1}{2}e^{\frac{t}{2}}$。

（1）求系统函数 $H(s)$；

（2）写出包含待定系数的零输入响应数学表达式；

（3）大致画出系统的幅频特性，并说明其滤波特性。

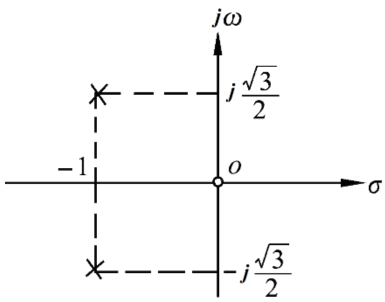



图 4

10、设 $x(t)$ 是频带宽带为 $\omega_m$ 的低频信号，$X(\omega)$ 如图 5 所示，

（1）试确定对信号 $x(2t)*x(t)$ 进行不混叠抽样的最小抽样角频率（写出分析步骤）；

(2) 将 $x(t)$ 输入图 6 所示系统, 设 $H_1(\omega)=-j\,sgn(\omega)$, $H_2(\omega)=G_{2\omega_0}(\omega)$, 其中 $2\omega_m<\omega_0$, 试写出输出 $y(t)$ 的数学表示式, 并画出 $Y(\omega)$ 的频谱图。

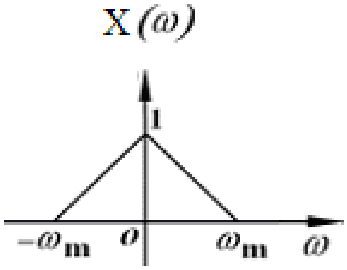



图 5

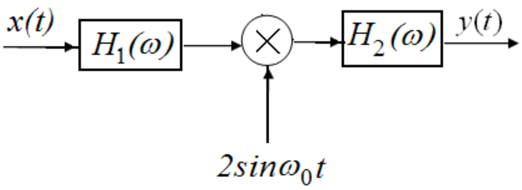



图 6

# 复习题五答案

一.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | D | C | B | D | D | B | D | C | C | C | A | A |
| | | A | | B | | | | | | | | |

二.

1. $\int_{-\infty}^{t}[\delta'(t)+6e^{0}\delta(t)]dt = \int_{-\infty}^{t}\delta'(t)dt+\int_{-\infty}^{t}6\delta(t)dt$

$=\delta(t)+6u(t).$

2. $x(t-2)\leftrightarrow X(\omega)e^{-j2\omega}$

$x(3t-2)\leftrightarrow \frac{1}{3}X(\frac{\omega}{3})e^{-j\frac{2}{3}\omega}$

$\int_{-\infty}^{t}x(3\tau-2)d\tau \leftrightarrow \frac{\pi}{3}X(0)\delta(\omega)+\frac{1}{j3\omega}X(\frac{\omega}{3})e^{-j\frac{2}{3}\omega}$

3. $f(3t)\leftrightarrow \frac{1}{3}\cdot\frac{\frac{s}{3}}{\frac{s}{3}+1}$

$3f(3t)\leftrightarrow \frac{s}{s+3}$

$3e^{-2t}f(3t)\leftrightarrow \frac{s+2}{s+5}$

4. $\frac{F(z)}{z}=\frac{2z+1}{(z-1)(z+3)}=\frac{\frac{9}{4}}{z-1}+\frac{\frac{5}{4}}{z+3}$

$F(z)=\frac{9}{4}\cdot\frac{z}{z-1}+\frac{5}{4}\frac{z}{z+3}\leftrightarrow \frac{9}{4}u(n)+\frac{5}{4}\cdot 3^{n}u(n).$

5. $\because tu(t)=\int_{-\infty}^{t}u(\tau)d\tau$

$\therefore y(t)=\int_{-\infty}^{t}3e^{-2\tau}u(\tau)d\tau=\int_{0}^{t}3e^{-2\tau}d\tau=\frac{3}{-2}e^{-2\tau}\Big|_{0}^{t}$

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

6. $Y(z) - 1.2z^{-1}Y(z) + 0.35z^{-2}Y(z) = 2X(z) + z^{-1}X(z)$

$$H(z) = \frac{2+z^{-1}}{1-1.2z^{-1}+0.35z^{-2}} = \frac{2z^2+z}{z^2-1.2z+0.35}$$

$$Y_{zs}(z) = H(z)X(z) = \frac{2z^2+z}{z^2-1.2z+0.35}\cdot\frac{z}{z-2}$$

$$y_{zs}(0) = \lim_{z\to\infty} Y_{zs}(z) = 2$$

$$y(0) = y_{zs}(0) + y_{zi}(0) = 2 + \frac{2}{3} - \frac{1}{15} = 2.6 \overset{或}{=} \frac{39}{15}$$

7. $$H(s) = \frac{1}{s^2-s-2} = \frac{1}{(s+1)(s-2)} = \frac{\frac{1}{3}}{s-2} + \frac{-\frac{1}{3}}{s+1}$$

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

8. $$\frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1}{\frac{1}{H_1(z)}+H_2(z)} = \frac{H_1(z)}{1+H_1(z)H_2(z)}$$

$$= \frac{\frac{2}{2-z^{-1}}}{1+\frac{2}{2-z^{-1}}(1-kz^{-1})} = \frac{2z}{4z-1-2k} = \frac{\frac{1}{2}z}{z-\frac{1+2k}{4}}$$

若系统稳定：$\left|\frac{1+2k}{4}\right|<1$. 即 $-1<\frac{1+2k}{4}<1 \Rightarrow -\frac{5}{2}<k<\frac{3}{2}$

9. 1. 设 $H(s)=A\dfrac{s}{(s+1-j\frac{\sqrt{3}}{2})(s+1+j\frac{\sqrt{3}}{2})}$

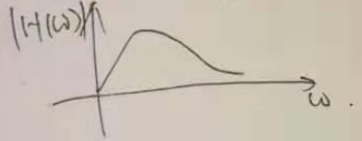
$y(t)=H(\frac{1}{2})e^{\frac{t}{2}}=A\cdot\dfrac{\frac{1}{2}e^{\frac{t}{2}}}{(\frac{3}{2})^2+\frac{3}{4}}=A\dfrac{\frac{1}{2}e^{\frac{t}{2}}}{\frac{12}{4}}=\frac{1}{2}e^{\frac{t}{2}}$

$A=3.$ $\quad H(s)=\dfrac{3s}{(s+1)^2+\frac{3}{4}}$

2. $y_{zi}(t)=A_1e^{(-1+j\frac{\sqrt{3}}{2})t}+A_2e^{(-1-j\frac{\sqrt{3}}{2})t}$

3. $\omega=0$ 时 $|H(\omega)|=0$. $\quad |\omega|\neq 0 \quad |H(\omega)|\neq 0.$

$\omega\to\infty \quad |H(\omega)|=0.$




带通.

10. 1) $x(2t)*x(t)\leftrightarrow\frac{1}{2}X(\frac{\omega}{2})X(\omega)$. 即带宽为 $\omega_m$.

最小抽样角频率为 $2\omega_m$.

2). $\because -j\mathrm{sgn}(\omega)\leftrightarrow\frac{1}{\pi t}$ $\quad G_{2\omega_0}(\omega)\leftrightarrow\frac{\omega_0}{\pi}Sa(\omega_0 t)$.

$Y'(\omega)=X(\omega+\omega_0)\mathrm{sgn}(\omega+\omega_0)-X(\omega-\omega_0)\mathrm{sgn}(\omega-\omega_0)$

$Y(\omega)=Y'(\omega)G_{2\omega_0}(\omega).$