无线电系及生医系信号与系统课中期考试试题答案（仅供参考）

（考试时间 2004/04/28）

1、判断下列方程所描述的系统是否为线性系统

（每小题 2 分，共 6 分，写出“是”与“不是”即可）

(1) $$\frac{d^2r(t)}{dt^2}+3\frac{dr(t)}{dt}-5r(t)=2\frac{de(t)}{dt}+e(t)$$ (答案：是)

(2) $$\frac{dr(t)}{dt}+2\sin(\pi t)r(t)-\int_{-\infty}^{t}r(\tau)d\tau=e(t)$$ (答案：是)

(3). $$\frac{dr^2(t)}{dt^2}+2\frac{dr(t)}{dt}+r(t)=e^2(t)$$ (答案：不是)

2、 已知一线性系统： $$\frac{d}{dt}r(t)+5r(t)=\frac{d}{dt}e(t)+3e(t)$$

激励*e(t)=5*，（-∞<t<∞）求响应*r(t)*。 （**6**分）

解法1：

$$e(t)=5=5\cos(0t)$$

由系统方程 $$H(j\omega)=\frac{j\omega+3}{j\omega+5}$$

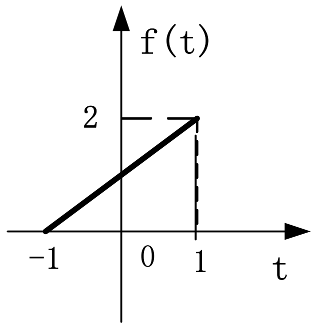
$$H(j0)=H(j\omega)\big|_{\omega=0}=\frac{3}{5}=\frac{3}{5}e^{j0}$$

故 $$r(t)=5\bullet\frac{3}{5}\cos(0t+0)=3 \qquad (-\infty<t<+\infty)$$

解法2：

此系统是稳定系统。因 *e(t)=5*,（-∞<t<∞），故可设r(t)=A (常数），代入系统方程，得 5A=3x5, r(t)= A =3 .

3. 利用傅里叶变换的性质求下列波形信号的傅里叶变换。（**8**分）



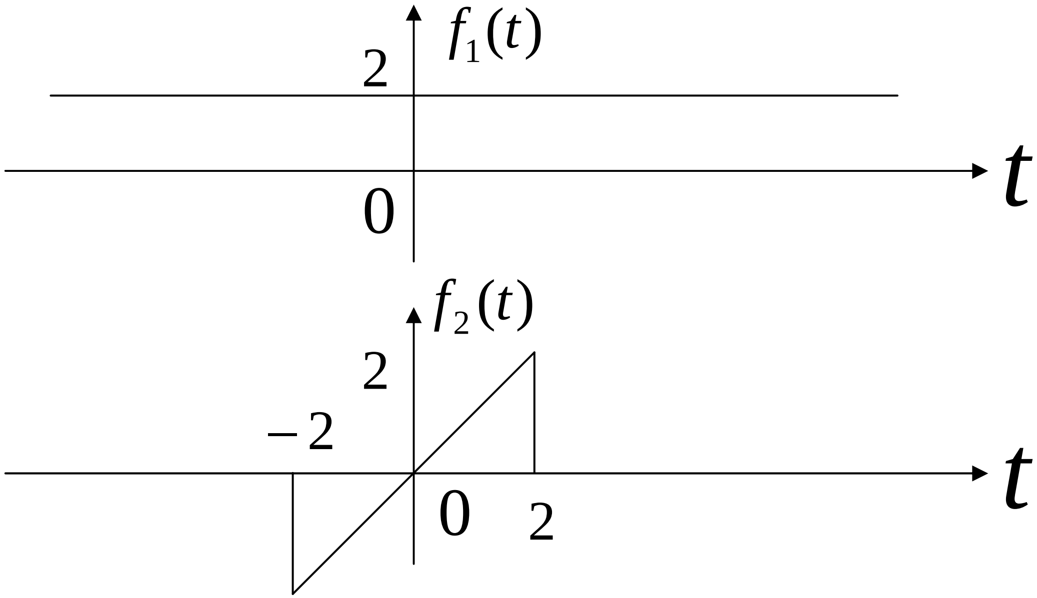
解：

$$f^{'}(t)=G_2(t)-2\delta(t-1)$$

$$F\{f^{'}(t)\}=2Sa(\omega)-2e^{-j\omega}=j\omega F(j\omega)$$

$$F(j\omega)=\frac{2}{j\omega}[Sa(\omega)-e^{-j\omega}]$$

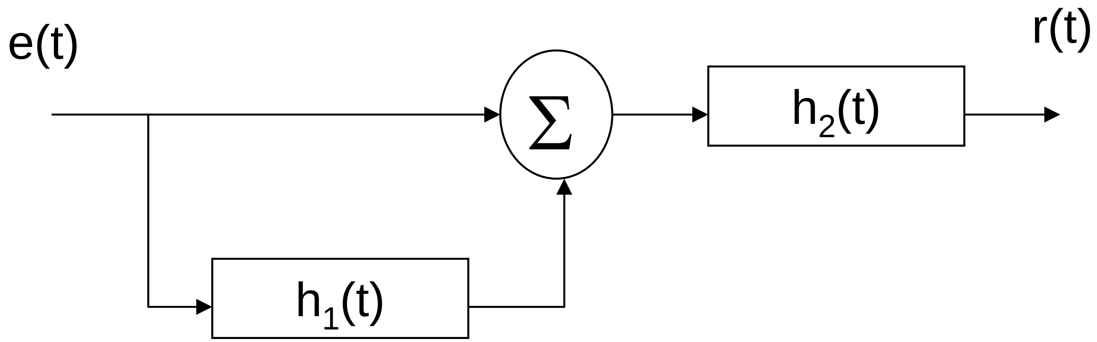
4。 计算卷积： **2*t[ε(t+2)-ε(t-2)]** 。 （**5**分）



解：

$$
\begin{aligned}
2*t[\varepsilon(t+2)-\varepsilon(t-2)] &= t[\varepsilon(t+2)-\varepsilon(t-2)]*2 \\
&= \int_{-\infty}^{\infty}\tau[\varepsilon(\tau+2)-\varepsilon(\tau-2)]2d\tau \\
&= 2\int_{-2}^{2}\tau d\tau \\
&= 0
\end{aligned}
$$

5. 如图所示系统：两个子系统的冲激响应为**$h_1(t)=\delta(t-1)$**，**$h_2(t)=\delta(t)$**，求整个系统的冲激响应**$h(t)$**。 （**6**分）



解：令$e(t)=\delta(t)$，由冲激响应定义，

$$
\begin{aligned}
h(t) &= r(t) \\
&= [\delta(t)+\delta(t)*h_1(t)]*h_2(t) \\
&= [\delta(t)+\delta(t)*\delta(t-1)]*\delta(t) \\
&= \delta(t)+\delta(t)*\delta(t-1) \\
&= \delta(t)+\delta(t-1)
\end{aligned}
$$

6. 已知系统为：**r´´(t)+2r´(t)=e´(t),** 初始条件为：**r(0⁻)=0**，**r´(0⁻)=2,** 求系统的零输入响应及冲激响应**h(t)**。 （**8**分）

解：

(1)系统的特征方程为： $\lambda^2 + 2\lambda = 0,$

解之，得 $\lambda_1 = 0, \qquad \lambda_2 = -2$

$$r_{zi}(t) = c_1 + c_2 e^{-2t}$$

$$r'_{zi}(t) = -2c_2 e^{-2t}$$

在输入为零时 $r(0^+) = r(0^-) = 0$，$r'(0^+) = r'(0^-) = 2$, 代入上列二式

$$\begin{cases} c_1 + c_2 = 0, \\ -2c_2 = 2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} c_1 = 1, \\ c_2 = -1 \end{cases}$$

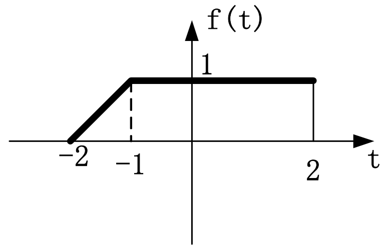
$$\therefore r_{zi}(t) = (1 - e^{-2t})\varepsilon(t)$$

(2)系统的转移算子为：

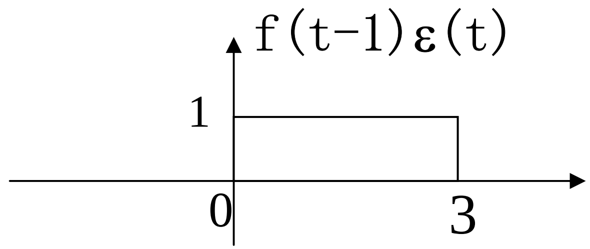
$$H(p) = \frac{p}{p(p+2)} = \frac{0}{p} + \frac{1}{p+2} = \frac{1}{p+2}$$

$$\therefore h(t) = e^{-2t}\varepsilon(t)$$

7，已知如图所示的f(t)，试画出f(t-1)ε(t) （5分）

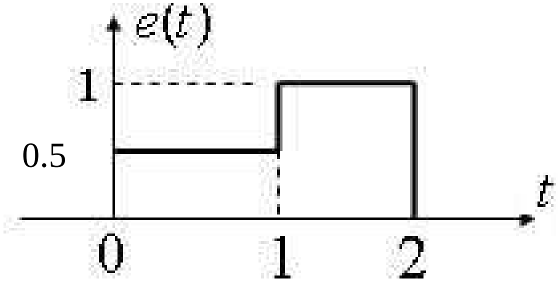


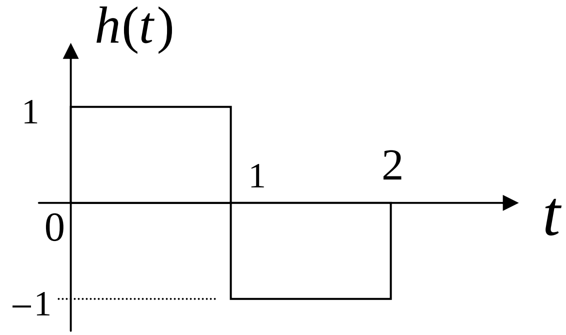
解：

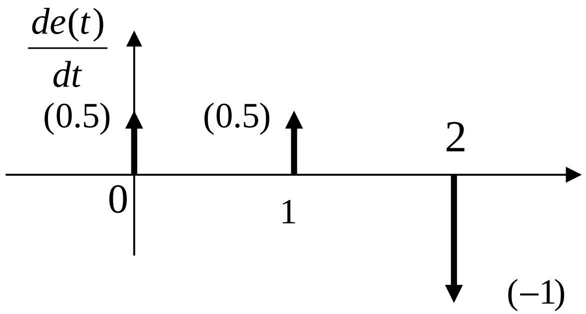


8、已知某线性时不变系统的冲激响应为 $h(t)=\varepsilon(t)-2\varepsilon(t-1)+\varepsilon(t-2)$

求系统在激励 $\dfrac{de(t)}{dt}$ 下的零状态响应。**e(t)**如图所示。**(9 分)**







解:

$$\frac{de(t)}{dt}=0.5\delta(t)+0.5\delta(t-1)-\delta(t-2)$$

$$\begin{aligned}r_{zs}(t)&=0.5h(t)+0.5h(t-1)-h(t-2)\\&=0.5[\varepsilon(t)-2\varepsilon(t-1)+\varepsilon(t-2)]\\&\quad+0.5[\varepsilon(t-1)-2\varepsilon(t-2)+\varepsilon(t-3)]\\&\quad-[\varepsilon(t-2)-2\varepsilon(t-3)+\varepsilon(t-4)]\\&=0.5\varepsilon(t)-0.5\varepsilon(t-1)-1.5\varepsilon(t-2)+2.5\varepsilon(t-3)-\varepsilon(t-4)\end{aligned}$$

9、有一系统对激励为$e_1(t)=\delta(t)$的完全响应为$r_1(t)=2e^{-t}\varepsilon(t)$，对激励为$e_2(t)=2\delta(t)$ 的完全响应为$r_2(t)=e^{-t}\varepsilon(t)$，

（1）求系统的零输入响应$r_{zi}(t)$；

（2）系统的初始状态保持不变，求系统对激励$e_3(t)=3\delta(t)$ 的完全响应$r_3(t)$

(8 分）

解：由题意，

（1）

$$r_1(t)=h(t)+r_{zi}(t)=2e^{-t}\varepsilon(t)$$

$$r_2(t)=2h(t)+r_{zi}(t)=e^{-t}\varepsilon(t)$$

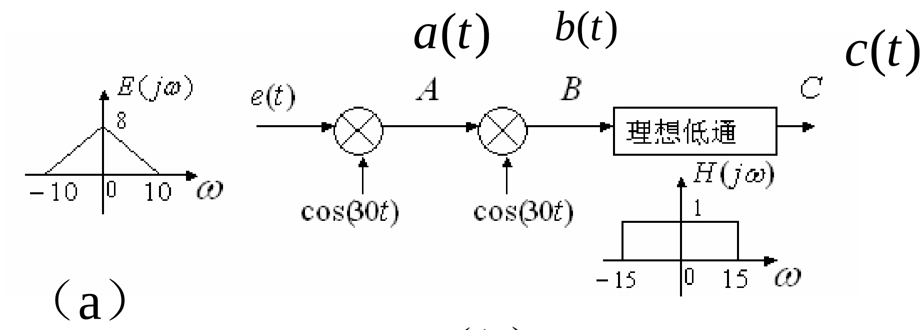
$$\therefore r_{zi}(t)=3e^{-t}\varepsilon(t)$$

（2）

$$h(t)=r_1(t)-r_{zi}(t)=-e^{-t}\varepsilon(t)$$

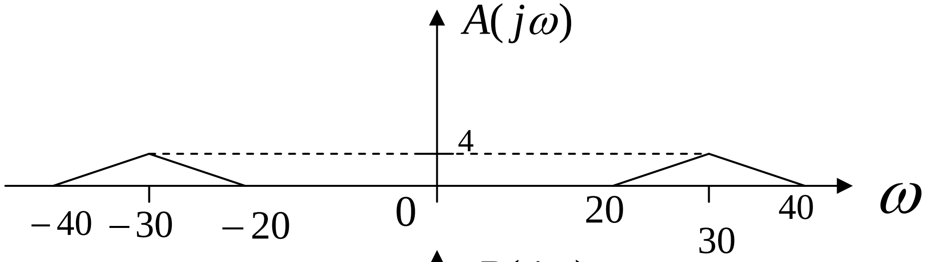
$$r_3(t)=3h(t)+r_{zi}(t)=-3e^{-t}\varepsilon(t)+3e^{-t}\varepsilon(t)=0$$

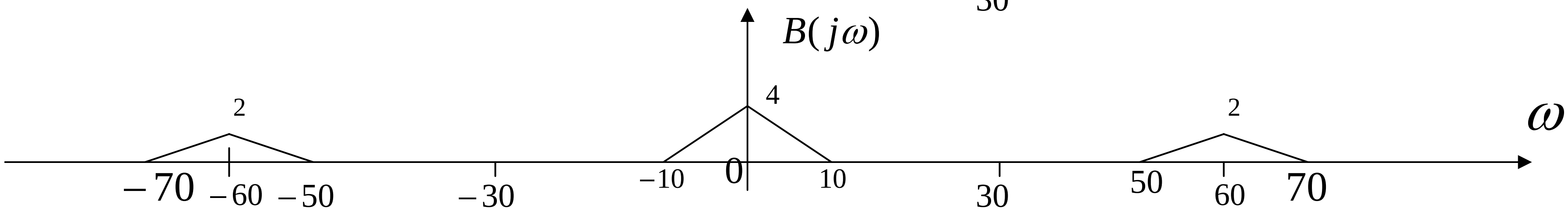
10、一带限信号的频谱如图**(a)**所示，若此信号通过图**(b)** 所示系统，请画出**A**、**B**、**C**三点处的信号频谱。理想低通滤波器的转移函数为 **H(j**ω**)=**ε**(**ω**+15)−**ε**(**ω**−15)**。**(10 分)**

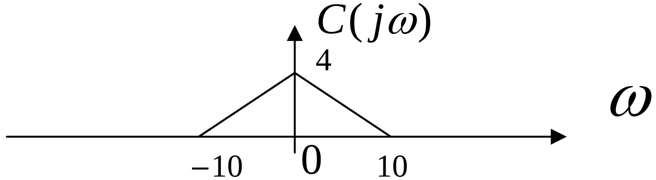


（b）

解：





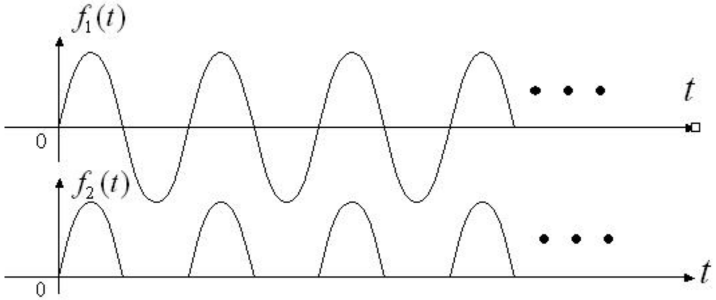


11、已知

$$f_1(t)=\sin(\omega_0 t)\varepsilon(t)$$

$$f_2(t)=\begin{cases} f_1(t) & 当f_1(t)\ge 0 \\ 0 & 当f_1(t)<0 \end{cases}$$

若已知$\mathbf{f_1(t)}$的拉氏变换$\mathbf{F_1(s)}$，求$\mathbf{F_2(s)}$. **(**即用$\mathbf{F_1(s)}$表示$\mathbf{F_2(s)}$**.) (8**分**)**



解：

令 $T=\dfrac{2\pi}{\omega_0}$

$$f_1(t)=f_2(t)-f_2(t-\frac{T}{2})=f_2(t)-f_2(t-\frac{\pi}{\omega_0})$$

$$F_1(s)=F_2(s)-F_2(s)e^{-\frac{\pi}{\omega_0}s}=F_2(s)[1-e^{-\frac{\pi}{\omega_0}s}]$$

$$\therefore F_2(s)=[1-e^{-\frac{\pi}{\omega_0}s}]^{-1}F_1(s)$$

12、求下列时间函数的拉普拉斯变换并注明收敛区。（ 8 分）

（1） $f(t)=e^{-2t}[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-2)]$

（2） $f(t)=\cos(t)\cos(3t)\varepsilon(t)$

解：

（1） $f(t)=e^{-2t}[\varepsilon(t)-\varepsilon(t-2)]=e^{-2t}\varepsilon(t)-e^{-2t}\varepsilon(t-2)$

$=e^{-2t}\varepsilon(t)-e^{-4}\bullet e^{-2(t-2)}\varepsilon(t-2)$

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

(Re(s)**>**–∞）

（2） $f(t)=\cos(t)\cos(3t)\varepsilon(t)=0.5[\cos(4t)+\cos(2t)]\varepsilon(t)$

$F(s)=0.5[\frac{s}{s^2+16}+\frac{s}{s^2+4}]$ [Re(s)>0]

13、求下列$F_d(s)$的原时间函数。（ 6 分）

$$F_d(s)=\frac{s}{(s+3)(s+5)},\quad (-5<\mathrm{Re}(s)<-3)$$

解:

$$F_d(s)=\frac{s}{(s+3)(s+5)}=\frac{2.5}{s+5}+\frac{-1.5}{s+3}$$

$$F_a(s)=\frac{2.5}{s+5}\xrightarrow{L^{-1}}2.5e^{-5t}\varepsilon(t)$$

$$F_b(s)=\frac{-1.5}{s+3}\xrightarrow{s\to -s}\frac{-1.5}{-s+3}=\frac{1.5}{s-3}\xrightarrow{L^{-1}}1.5e^{3t}\varepsilon(t)\xrightarrow{t\to -t}1.5e^{-3t}\varepsilon(-t)$$

$F_d(s)$的原时间函数为

$$f(t)=2.5e^{-5t}\varepsilon(t)+1.5e^{-3t}\varepsilon(-t)$$

14．画出系统的直接模拟框图：（7分）

$$\frac{d^3r(t)}{dt^3}+4\frac{d^2r(t)}{dt^2}+5\frac{dr(t)}{dt}+6r(t)=7\frac{de(t)}{dt}+8e(t)$$

解：引入辅助函数q(t)，得

$$\frac{d^3q(t)}{dt^3}+4\frac{d^2q(t)}{dt^2}+5\frac{dq(t)}{dt}+6q(t)=e(t)$$

$$r(t)=7\frac{dq(t)}{dt}+8q(t)$$