课程测试、考核评分标准

科目：信号与系统（B 卷）

班级：106070201　106070202　　　　测试、考核时间：　　年　月　日

试卷评分标准及答案

一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1．①系统的幅频特性$|H(w)|$在整个频率范围内应为常数 K，即系统的通频带应为无穷大；(1 分) ②系统的相频特性$j(w)$在整个频率范围内与w成正比，即时$j(w)=-wt_0$　(1 分)

2．离散性、谐波性、收敛性（回答其中二条给 1.5 分,一条给 0.8 分）

3．$\frac{1}{a}F\left(-\frac{w}{a}\right)e^{jw\frac{b}{a}}$；　4．$\frac{dy(t)}{dt}+y(t)=f(t)$；　5．$a>-a$　；

6．$2[n+1]e(n)$；　7．$a\geq 0$且$b<0$或$a>0$且$b\leq 0$；　8．$2pd(w)$；$2pd(t)$

9．$y(n)+\frac{1}{2}y(n-1)=f(n)-f(n-1)$；　10．$2e\left(t-\frac{p}{6}\right)$；2

二、单项选择题（每小题 2 分，共 20 分）

（1）B、(2)A、(3)B、(4)D、(5) C、(6)D、(7) C、(8) C、（9）B、（10）B

三、简单分析题（每小题 5 分，共 30 分）

1．解：因$G_\tau(t)\leftrightarrow\tau\frac{\sin\frac{\omega\tau}{2}}{\frac{\omega\tau}{2}}$,取$\frac{\omega\tau}{2}=2\pi\omega$，故得$\tau=4\pi$，　(2 分)

则
$$G_{4\pi}(t)\leftrightarrow 4\pi\frac{\sin 2\pi\omega}{2\pi\omega}=2\pi\frac{\sin 2\pi\omega}{\pi\omega}$$

故
$$\frac{1}{2\pi}G_{4\pi}(t)\leftrightarrow\frac{\sin 2\pi\omega}{\pi\omega}$$
(2 分)

故根据傅立叶变换的对称性，有

$$\frac{\sin 2\pi t}{\pi t}\leftrightarrow 2\pi\times\frac{1}{2\pi}G_{4\pi}(\omega)=G_{4\pi}(\omega)$$

故
$$\frac{\sin 2\pi(t-2)}{\pi(t-2)}\leftrightarrow G_{4\pi}(\omega)e^{-j2\omega}$$
(2 分)

2．设 $$y_1(n)=y_{zi1}(n)+y_{zs1}(n)=e(n) \quad (1)$$ **（1 分）**

$$y_2(n)=y_{zi2}(n)+y_{zs2}(n)=\left[2\left(\frac{1}{3}\right)^n-1\right]e(n) \quad (2)$$ **（1 分）**

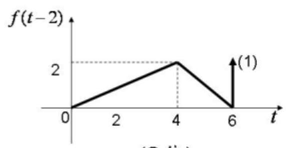
考虑 $y_{zi1}(n)=y_{zi2}(n)$　　$y_{zs2}(n)=-y_{zs1}(n)$ **代入式（2）得**

$$y_{zi1}(n)=\left(\frac{1}{3}\right)^n e(n) \qquad y_{zs1}(n)=e(n)-\left(\frac{1}{3}\right)^n e(n)$$ **（1 分）**

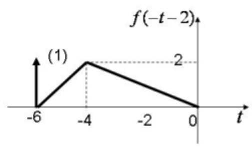
应用零输入响应、零状态齐次性可得

$$y_3(n)=2\times y_{zi1}(n)+3\times y_{zs1}(n)=\left[3-\left(\frac{1}{3}\right)^n\right]e(n)$$ **（2 分）**

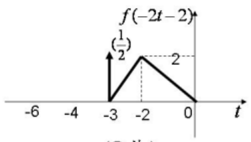
3．解：



(2分)



(2分)



(2分)

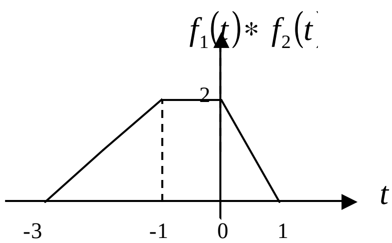
4．解：由卷积积分的积微性可知：

$$\begin{aligned} f_1(t)*f_2(t) &= f_1^{(-1)}(t)*f_2^{(1)}(t)=f_1^{(-1)}(t)*[\delta(t)+\delta(t-1)-2\delta(t-2)] \\ &= f_1^{(-1)}(t)+f_1^{(-1)}(t-1)-2f_1^{(-1)}(t-2) \end{aligned}$$ **（1 分）**

由图可知： $$f_1^{(-1)}(t)=(t+3)\varepsilon(t+3)-(t+2)\varepsilon(t+2)$$ **（1 分）**

即得： $$f_1(t)*f_2(t)=(t+3)\varepsilon(t+3)-3(t+1)\varepsilon(t+1)+2t\varepsilon(t)$$ **（1 分）**

其波形如图所示。（2 分）　　**由此可得：** $y(6)=0$ **（1 分）**



5．解：显然 1 是该系统的直流分量。分量$\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{3}\right)$**的周期**$T_1=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\frac{\pi}{4}}=8$

分量$\frac{1}{4}\cos\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)$**的周期**$T_1=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\frac{\pi}{3}}=6$ **（1 分）**

$f(t)$**的基波周期**T **是**T_1,T_2**的最小公倍数，则** $T=24$ **（1 分）**

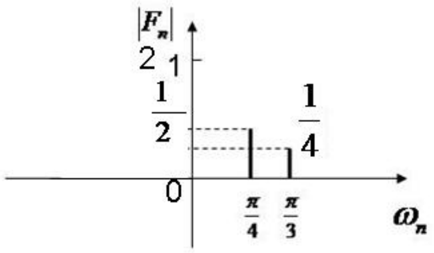
基波角频率为 $\Omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{12}$ **（1 分）**

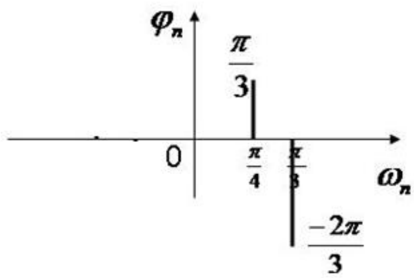
则$\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{3}\right)$**是** $f(t)$**的**$\frac{\pi}{4}\Big/\frac{\pi}{12}=3$ **次谐波分量，**$\frac{1}{4}\cos\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)$**是** $f(t)$**的**$\frac{\pi}{3}\Big/\frac{\pi}{12}=4$ **次谐波分量**

应用三角公式改写原 $f(t)$**的表达式，即**

$$f(t)=1+\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{3}\right)+\frac{1}{4}\sin\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{\pi}{6}\right)=$$
$$1+\frac{1}{2}\cos\left(\frac{\pi}{4}t+\frac{\pi}{3}\right)+\frac{1}{4}\cos\left(\frac{\pi}{3}t-\frac{2\pi}{3}\right)$$
（1 分）

画出它的单边幅频谱图、相频谱图如下图所示。 **（2 分）**





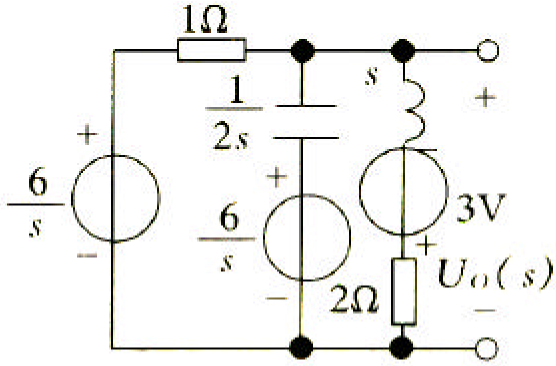
四、综合计算题（每小题 10 分，共 30 分）

1．解：根据题意得电路初始状态

$$i_L(0_-)=\frac{9}{1+2}=3A \qquad u_0(0_-)=\frac{2}{1+2}\times 9=6V$$ **（2 分）**

输入信号象函数为： $L[6\varepsilon(t)]=\frac{6}{s}$ **（1 分）**

将原图画出 S 域模型电路图如图所示。 （2 分）



由电路图可得：

$$\left(\frac{1}{1}+2s+\frac{1}{s+2}\right)U_{zi}(s)=12-\frac{3}{s+2} \quad \text{即} \quad \frac{2s^2+5s+3}{s+2}U_{zi}(s)=\frac{12s+21}{s+2} \text{即}$$

$$U_{zi}(s)=\frac{12s+21}{(s+1)(2s+3)}=\frac{9}{s+1}-\frac{3}{s+\frac{3}{2}} \quad (1) \quad （2 分）$$

由电路图可得：$\left(\frac{1}{1}+2s+\frac{1}{s+2}\right)U_{zs}(s)=\frac{6}{s}$ 即 $\frac{2s^2+5s+3}{s+2}U_{zs}(s)=\frac{6}{s}$

$$U_{zs}(s)=\frac{6(s+2)}{s(s+1)(s+3/2)\times 2}=\frac{4}{s}-\frac{6}{s+1}+\frac{2}{s+\frac{3}{2}} \quad (2) \quad （1 分）$$

将（1)、(2）式分别求拉氏反变换得：

$$u_{zi}(t)=\left[9e^{-t}-3e^{-1.5t}\right]\varepsilon(t) \qquad u_{zs}(t)=\left[4-6e^{-t}+2e^{-1.5t}\right]\varepsilon(t) \quad （1 分）$$

其全响应为： $u(t)=u_{zi}(t)+u_{zs}(t)=\left[4+3e^{-t}-e^{-1.5t}\right]\varepsilon(t)$ （1 分）

2．解：设 $H(z)=A\frac{z^2}{(z-1)(z+1)}$ （2 分）

由初值定理 $h(0)=\lim_{z\to\infty}H(z)=\lim_{z\to\infty}A\frac{z^2}{(z-1)(z+1)}=1$ （2 分）

由此可得， $A=1$

即得该系统函函数为： $H(z)=\frac{z^2}{(z-1)(z+1)}$ （1 分）

则有： $$\frac{H(z)}{z}=\frac{z}{(z-1)(z+1)}=\frac{\frac{1}{2}}{z-1}-\frac{\frac{1}{2}}{z+1}$$

故得： $$H(z)=\frac{1}{2}\frac{z}{z-1}-\frac{1}{2}\frac{z}{z+1}$$ （1 分）

这样系统的单位脉冲响应为：

$$h(n)=\frac{1}{2}\varepsilon(n)-\frac{1}{2}(-1)^{n}\varepsilon(n)$$ （1 分）

由系统函函数可得： $$H(z)=\frac{z^{2}}{z^{2}-1}=\frac{1}{1-z^{-2}}$$ （1 分）

故得描述该系统的差分方程为：

$$y(n)-y(n-2)=f(n)$$ （2 分）

3．解：高通滤波器前的信号 $x_1(t)$

$$x_1(t)=f(t)\cos\omega_b t$$ （1 分）

其傅里叶变换为： $X_1(\omega)=\frac{1}{2\pi}F(\omega)*\pi[\delta(\omega-\omega_b)+\delta(\omega+\omega_b)]=\frac{1}{2}[F(\omega-\omega_b)+F(\omega+\omega_b)]$ （1 分）

其频谱图形如图(a)所示。（1 分）

通过高通滤波器后的信号频谱为： $X_2(w)=H_1(w)X_1(w)=\begin{cases}K_1X_1(w) & |w|>w_b\\ 0 & |w|<w_b\end{cases}$ ，（1 分）

其频谱图形如图(b)所示。（1 分）

则由题图(b)可知， $x(t)=x_2(t)cos(w_b+w_m)t$ （1 分）

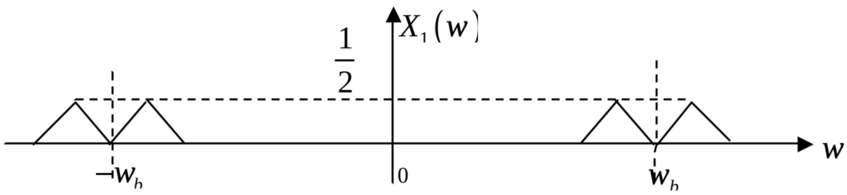
由其傅里叶变换为：

$$\begin{aligned}X(w)&=\frac{1}{2p}X_2(w)*F\left[cos(w_b+w_m)t\right]\\&=\frac{1}{2p}X_2(w)*p\left[d\left(w-(w_b+w_m)\right)+d\left(w+(w_b+w_m)\right)\right]\\&=\frac{1}{2}\left[X_2\left(w-(w_b+w_m)\right)+X_2\left(w+(w_b+w_m)\right)\right]\\&=\frac{1}{2}K_1\left[X_1\left(w-(w_b+w_m)\right)+X_1\left(w+(w_b+w_m)\right)\right]\\&=\frac{1}{2}K_1\left\{\frac{1}{2}\left[F\left(w-(2w_b+w_m)\right)+F\left(w-w_m\right)\right]+\frac{1}{2}\left[F\left(w+(2w_b+w_m)\right)+F\left(w+w_m\right)\right]\right\}\end{aligned}$$ （2 分）

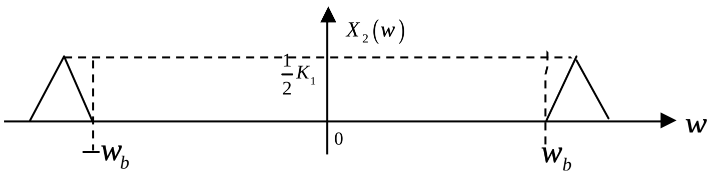
其频谱图形如图(c)所示。（1 分）

由题图(b)可知， $$Y(w)=X(w)H_2(w)=\begin{cases}K_2X_2(w) & |w|<w_m\\ 0 & |w|>w_m\end{cases}$$ **（1 分）**

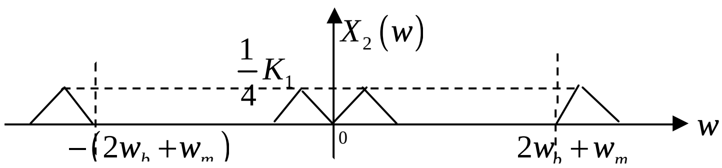
其频谱图如图(d)所示。（1 分）



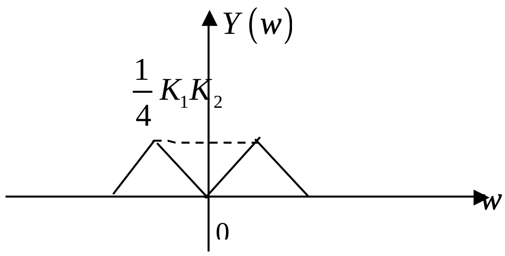
（a）



（b）



（c）



（d）