北京邮电大学 2017——2018 学年第 1 学期

“信号与系统”期末考试（4 学分 A 卷）答案和评分标准

一．填空题（每空 2 分，共 34 分）

1. m_1+m_2-1　　2. $\frac{1}{2}a^{n-1}u(n-1)$　　3. $1.5f_s$

4. 2　　5. 是　　6. 频分 或者 分频　　7. 0

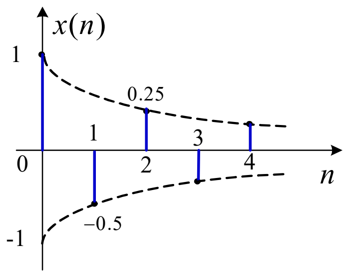
8. $\frac{1}{(s+2)^2}$, $\frac{1}{2(s+1)^2}$　　9. 0　　10. 低通

11. $\frac{3z-2z^2}{(z-1)^2},(|z|>1)$　　12. 不是　　13. $\left\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{5},2,-1\right\}$ 未指明 n=0 位置的扣 1 分

14. $2\cdot 0.4^n u(n)+3^n u(-n-1)$　　15. $|F(\omega)|^2$

16. $\frac{\mathrm{d}^2 r(t)}{\mathrm{d}t^2}+3\frac{\mathrm{d}r(t)}{\mathrm{d}t}+2r(t)=2\frac{\mathrm{d}e(t)}{\mathrm{d}t}+3e(t)$

二．（6 分）



（4 分）

画图共 4 分。其中图中如果 $u(n)$ 没有理解对，扣 2 分；如果没有标注关键点的坐标，扣 1 分；如果没有标注 $n=\mathbf{0}$ 的那一点，扣 1 分。

$$X(z)=\frac{z}{z+0.5},(|z|>0.5)$$（z 变换和收敛域各 1 分）

三．（6 分）

$L_1=-A_1F_1$　　$L_2=-A_2F_2$　　（2 分）

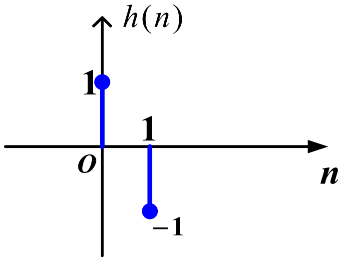
$g_1=A_1A_2$　　$\Delta=1+A_1F_1+A_2F_2$　　（2 分）

$H(s)=\frac{A_1A_2}{1+A_1F_1+A_2F_2}$　　（2 分）

若将系统看作 2 个子系统的串联，结构判断错误，没给分。

四.（8 分）

（1）



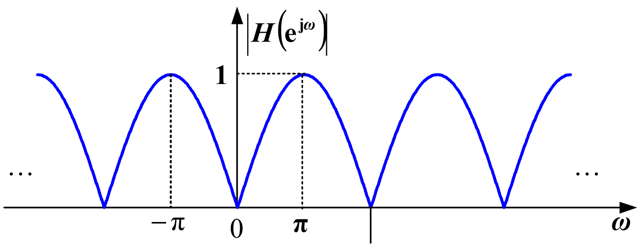
（2 分）（位置对，标注错误扣 1 分）

（2）$H(z)=1-z^{-1}$ （2 分）

$$H(e^{j\omega})=H(z)\big|_{z=e^{j\omega}}=1-e^{-j\omega}=e^{-j\frac{\omega}{2}}\cdot\frac{e^{j\frac{\omega}{2}}-e^{-j\frac{\omega}{2}}}{2}\cdot 2$$ （2 分）

$$H(e^{j\omega})=2j\sin\left(\frac{\omega}{2}\right)\cdot e^{-j\frac{\omega}{2}}$$

幅频特性：$\left|H(e^{j\omega})\right|=2\left|\sin\left(\frac{\omega}{2}\right)\right|$



（2 分）

五.（8 分）

对差分方程取单边 z 变换

$$Y(z)+5\left[z^{-1}Y(z)+y(-1)\right]+6\left[z^{-2}Y(z)+z^{-1}y(-1)+y(-2)\right]=2X(z)$$

$$Y(z)=\frac{2X(z)}{1+5z^{-1}+6z^{-2}}-\frac{5y(-1)+6y(-2)+6y(-1)z^{-1}}{1+5z^{-1}+6z^{-2}}$$
$$=Y_{zs}(z)+Y_{zi}(z)$$

零输入响应 $Y_{zi}(z)=-\frac{5y(-1)+6y(-2)+6y(-1)z^{-1}}{1+5z^{-1}+6z^{-2}}$

$$Y_{zi}(z)=\frac{-6}{1+5z^{-1}+6z^{-2}}=\frac{-6z^2}{z^2+5z+6}$$

$$Y_{zi}(z)=12\frac{z}{z+2}-18\frac{z}{z+3}$$ （6 分）

则系统的零输入响应

$$y_{zi}(n)=\mathcal{Z}^{-1}\left[Y_{zi}(z)\right]=\left[12\times(-2)^n-18\times(-3)^n\right],\quad n\geq 0$$ （2 分）

时域做法：

特征方程：$r^2+5r+6=0$（2 分），$r_1=-2, r_2=-3$，$r_{zi}=C_1(-2)^n+C_2(-3)^n$（2 分）

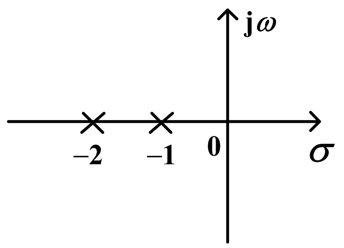
带入 $y(-1)=0, y(-2)=1$， $\begin{cases} C_1\left(-\dfrac{1}{2}\right)+C_2\left(-\dfrac{1}{3}\right)=0 \\ C_1\left(\dfrac{1}{4}\right)+C_2\left(\dfrac{1}{9}\right)=1 \end{cases}$ （2 分）

解得 $C_1=12, C_2=-18$ （2 分）

六．（8 分）

（1） $H(s)=H_1(s)-H_2(s)$ （2 分）

$H(s)=\dfrac{1}{s+1}-\dfrac{1}{s+2}=\dfrac{1}{(s+1)(s+2)}$ （1 分）



（2 分）坐标轴 1 分，两个极点 1 分

（2） $H(s)=\dfrac{1}{s+1}-\dfrac{1}{s+2}$，极点均在 s 平面的左半平面，所以系统稳定（3 分）

得出系统稳定的结论 1 分，写出稳定的原因 2 分。

七．（10 分）

（1）当 $n<0$ 时，$h(n)$ 不全为 0，因此该系统为非因果系统； （3 分）

$h(n)$绝对可和，因此该系统为稳定系统； （3 分）

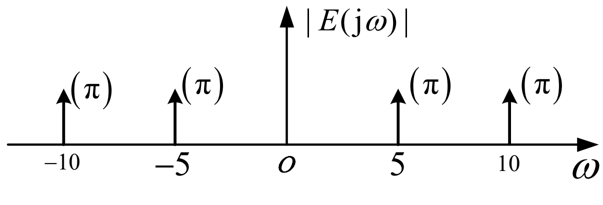
（2） $y(n)=x(n)\otimes h(n)=\left\{3,\underset{\underset{n=0}{\uparrow}}{25},13,17,2\right\}$ （4 分）（答案不全对的，酌情扣分）

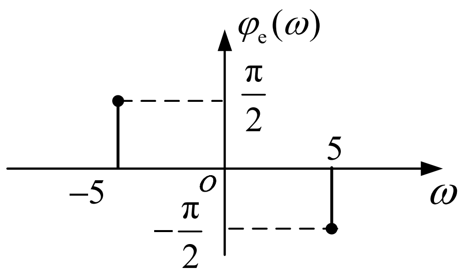
八．（10 分）

(1) $e(t)=\sin(5t)+\cos(10t)$

$E(\omega)=\mathscr{F}\left[e(t)\right]=\mathrm{j}\pi\left[\delta(\omega+5)-\delta(\omega-5)\right]+\pi\left[\delta(\omega+10)+\delta(\omega-10)\right]$

幅度频谱 （2 分） 相位频谱 （2 分）





(2) $\begin{cases} \left|H(\mathrm{j}\omega)\right| = u(\omega+6)-u(\omega-6) \\ \varphi(\omega) = -\dfrac{\omega}{6}\left[u(\omega+6)-u(\omega-6)\right] \end{cases}$ 或 $H(\mathrm{j}\omega)=\left[u(\omega+6)-u(\omega-6)\right]\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega}{6}}$（1 分）

由系统函数可得 $\left|H(\mathrm{j}5)\right|=1$，$\varphi(5)=-\dfrac{5}{6}$，$\left|H(\mathrm{j}10)\right|=0$，$\varphi(10)=0$（1 分）

所以信号 $e(t)$ 激励下系统的稳态响应为 $r(t)=\sin\left(5t-\dfrac{5}{6}\right)$ （2 分）

(3) 失真。 （2 分）

九.（10 分）

(1)时域表达

子系统 $-\mathrm{j}\operatorname{sgn}(\omega)$ 是一个希尔伯特变换器，设 $e(t)$ 的希尔伯特变换是 $\hat{e}(t)$，则当 $e(t)=\delta(t)$ 时，$\hat{e}(t)=\dfrac{1}{\pi t}$。系统的响应为

$$r(t)=\delta(t)\cos\omega_0 t+\frac{1}{\pi t}\sin\omega_0 t=\delta(t)+\frac{\omega_0}{\pi}\mathrm{Sa}(\omega_0 t) \qquad \text{（共 5 分）}$$

说明：上支路 1 分，下支路 4 分，其中 $\hat{e}(t)$ 的表达式 2 分，相乘、相加和可能的卷积运算等 2 分。

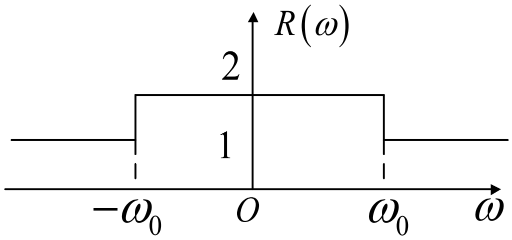
(2)频域表达

$$\mathscr{F}\left[\delta(t)\right]=1 \qquad \text{（1 分）}$$

$$\mathscr{F}\left[\frac{\omega_0}{\pi}\mathrm{Sa}(\omega_0 t)\right]=u(\omega+\omega_0)-u(\omega-\omega_0) \qquad \text{（2 分）}$$

$$R(\omega)=1+u(\omega+\omega_0)-u(\omega-\omega_0)$$

频谱如下图所示。



（2 分）