南京信息工程大学 2021-2022 学年二学期
《信号与系统》课程期末考试试卷 A 答案

一、选择题（10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

1~5：DADCC　　　6~10：CABCA

二、填空题（10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

1．200，100　　　2．0，4

3．0.4，1　　　4．48，96

5．2/π，5　　　6．$-3\delta(t-2)$，是

7．2，0.2π　　　8．$j2$，$-j2$

9．$-1+j2$，$-1-j2$　　　10．0.1，2

三、分析题（6 小题，每小题 10 分，共 60 分）

1 解：设零输入响应为 $y_0(t)$，零状态响应为 $y_f(t)$

当输入为 $f(t)$时，全响应 $y(t) = 2e^{-3t} + \sin 2t = y_0(t) + y_f(t)$ ，$t \geq 0$

当输入为 $2f(t)$时，全响应 $y(t) = e^{-3t} + 2\sin 2t = y_0(t) + 2y_f(t)$ ，$t \geq 0$

（1）系统的零输入响应：$y_0(t) = 3e^{-t}$ ，$t \geq 0$　　　（3 分）

（2）系统的零状态响应：$y_f(t) = -e^{-3t} + \sin 2t$ ，$t \geq 0$　　　（3 分）

（3）全响应 $y(t)= 2y_0(t) + 0.5y_f(t) = 5.5e^{-t} + 0.5\sin 2t$，$t \geq 0$　　　（4 分）

2 解：1）对差分方程作 Z 变换，有

$$Y(z) + z^{-1}Y(z) + 0.16z^{-2}Y(z) = 2F(z) + z^{-1}F(z)$$

整理得：$H(z)=\dfrac{Y(z)}{F(z)}=\dfrac{2+z^{-1}}{1+z^{-1}+0.16z^{-2}}=\dfrac{z}{z+0.8}+\dfrac{z}{z+0.2}$ （2 分）

故其收敛域为$|z|>0.8$，包括单位圆，因此系统稳定 （2 分）

2）单位样值响应 $h(n)=[(-0.8)^n+(-0.2)^n]u(n)$ （3 分）

单位阶跃响应 $g(n)=[\dfrac{25}{18}+\dfrac{4}{9}\times(-0.8)^n+\dfrac{1}{6}\times(-0.2)^n]u(n)$ （3 分）

3 解：1）设左边Σ输出为 $p(n)$，中间Σ输出为 $q(n)$，则

$$\begin{cases} p(n)=0.5f(n)-0.5p(n-1) \\ q(n)=p(n)+p(n-1)+0.4q(n-1) \\ y(n)=q(n)+0.2q(n-1) \end{cases}$$

消去 $p(n)$和 $q(n)$得系统的差分方程为：

$$y(n)+0.1y(n-1)-0.2y(n-2)=0.5f(n)+0.6f(n-1)+0.1f(n-2)$$ （4 分）

2）对差分方程作单边 Z 变换，有

$$Y(z)+0.1[z^{-1}Y(z)+y(-1)]-0.2[z^{-2}Y(z)+z^{-1}y(-1)+y(-2)]$$
$$=0.5F(z)+0.6z^{-1}F(z)+0.1z^{-2}F(z)$$

将 $f(n)=0.3^n u(n)$，作单边 Z 变换，有：$F(z)=\dfrac{z}{z-0.3}$

并将初始值 $y(-1)=1$，$y(-2)=-2$，代入方程，有

$$Y(z)=\frac{(0.5z^2+0.6z+0.1)\times\dfrac{z}{z-0.3}-0.5z^2+0.2z}{z^2+0.1z-0.2}=\frac{0.95z^2+0.94z}{(z-0.4)(z+0.5)(z-0.3)}$$

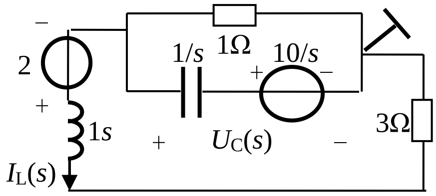
$$=\frac{44}{3}\frac{z}{z-0.4}+\frac{31}{48}\frac{z}{z+0.5}-\frac{245}{16}\frac{z}{z-0.3}$$ （3 分）

或 $$=\frac{14.67z}{z-0.4}+\frac{0.65z}{z+0.5}-\frac{15.31z}{z-0.3}$$ （3 分）

故 $y(n)=[\dfrac{44}{3}\times0.4^n+\dfrac{31}{48}\times(-0.5)^n-\dfrac{245}{16}\times0.3^n]u(n)$ （3 分）

或 $y(n)=[14.667\times0.4^n+0.646\times(-0.5)^n-15.313\times0.3^n]u(n)$

4 解：拉氏运算电路图如图所示：



根据结点电压法

$$(\frac{1}{s+3}+s+1)U_C(s)=\frac{-2}{s+3}+\frac{10/s}{1/s}$$

所以$U_C(s)=\dfrac{10s+28}{(s+2)^2}=\dfrac{8}{(s+2)^2}+\dfrac{10}{s+2}$　　（2 分）

零输入响应 $u_C(t)$：$u_C(t)=(8t+10)e^{-2t}V$， $t\ge 0$　　（3 分）

而：$I_L(s)=\dfrac{U_C(s)+2}{s+3}=\dfrac{2s+12}{(s+2)^2}=\dfrac{8}{(s+2)^2}+\dfrac{2}{s+2}$　　（2 分）

零输入响应 $i_L(t)$：$i_L(t)=(8t+2)e^{-2t}A$， $t\ge 0$　　（3 分）

5 解：1）对原微分方程两边取拉氏变换，可得

$$s^2Y(s)+3sY(s)+2Y(s)=4sF(s)+3F(s)$$

系统函数为：$H(s)=\dfrac{Y(s)}{F(s)}=\dfrac{4s+3}{s^2+3s+2}=\dfrac{-1}{s+1}+\dfrac{5}{s+2}$　　（2 分）

系统冲激响应为：$h(t)=(-e^{-t}+5e^{-2t})u(t)$　　（2 分）

2）对原微分方程两边取拉氏变换，并考虑初始值，可得

$$s^2Y(s)-sy(0^-)-y'(0^-)+3sY(s)-3y(0^-)+2Y(s)=4sF(s)+3F(s)$$

其中 $F(s)=\dfrac{1}{s+3}$， $y(0^-)=-2$， $y'(0^-)=3$

代入得 $Y(s)=\dfrac{(4s+3)\times\dfrac{1}{s+3}-2s+3-3\times 2}{s^2+3s+2}=-\dfrac{3/2}{s+1}+\dfrac{4}{s+2}-\dfrac{9/2}{s+3}$

故系统全响应为 $y(t)=(-\dfrac{3}{2}e^{-t}+4e^{-2t}-\dfrac{9}{2}e^{-3t})u(t)$　　（2 分）

零输入响应为 $y_0(t)=(-e^{-t}-e^{-2t})u(t)$ （2 分）

零状态响应为 $y_f(t)=(-\frac{1}{2}e^{-t}+5e^{-2t}-\frac{9}{2}e^{-3t})u(t)$ （2 分）

6 解：（1）因为 $H(j\omega)$ 可表示为：$[u(\omega+1)-u(\omega-1)]e^{-j\omega t_0}$

而 $Sa(t)$ 的频谱为：$\pi[u(\omega+1)-u(\omega-1)]$

$\delta(t-t_0)$ 的频谱为：$e^{-j\omega t_0}$

故：$h(t)=\frac{1}{\pi}Sa(t)*\delta(t-t_0)=\frac{1}{\pi}Sa(t-t_0)$ （4 分）

（2）因为 $Sa(2t)$ 的频谱为：$\frac{\pi}{2}[u(\omega+2)-u(\omega-2)]$

$$Y(j\omega)=\frac{\pi}{2}[u(\omega+2)-u(\omega-2)]\cdot[u(\omega+1)-u(\omega-1)]e^{-j\omega t_0}$$

$$=\frac{\pi}{2}[u(\omega+1)-u(\omega-1)]e^{-j\omega t_0}$$

故：$y(t)=\frac{1}{2}Sa(t)*\delta(t-t_0)=\frac{1}{2}Sa(t-t_0)$ （3 分）

（3）因为 $Sa(0.5t)$ 的频谱为：$2\pi[u(\omega+0.5)-u(\omega-0.5)]$

$$Y(j\omega)=2\pi[u(\omega+0.5)-u(\omega-0.5)]\cdot[u(\omega+1)-u(\omega-1)]e^{-j\omega t_0}$$

$$=2\pi[u(\omega+0.5)-u(\omega-0.5)]e^{-j\omega t_0}$$

故：$y(t)=Sa(\frac{1}{2}t)*\delta(t-t_0)=Sa(\frac{t-t_0}{2})$ （3 分）