

学习及考试资料整理汇编

——备考冲刺篇——

（考点或配套习题突击训练专用）

信号与系统考试题及答案（一）

1. 系统的激励是 $e(t)$ ，响应为 $r(t)$ ，若满足 $r(t) = \frac{de(t)}{dt}$ ，则该系统为 线性、时不变、因果。（是否线性、时不变、因果？）
2. 求积分 $\int_0^2 (t-1)(t-2)dt$ 的值为 5。
3. 当信号是脉冲信号 $f(t)$ 时，其 低频分量 主要影响脉冲的顶部，其 高频分量 主要影响脉冲的跳变沿。
4. 若信号 $f(t)$ 的最高频率是 2kHz，则 $f(t)$ 的奈奎斯特抽样频率为 8kHz。
5. 信号在通过线性系统不产生失真，必须在信号的全部频带内，要求系统幅频特性为 一常数 相频特性为 一过原点的直线（群时延）。
6. 系统阶跃响应的上升时间和系统的 截止频率 成反比。
7. 若信号的 $F(s) = \frac{3s}{(s+4)(s+2)}$ ，求该信号的 $F(j\omega) = \frac{\beta}{(j\omega+4)(j\omega+2)}$ 。
8. 为使 LTI 连续系统是稳定的，其系统函数 $H(s)$ 的极点必须在 S 平面的 左半平面。
9. 已知信号的频谱函数是 $F(j\omega) = \frac{1}{j} \left(\frac{1}{\omega - \omega_0} - \frac{1}{\omega + \omega_0} \right)$ ，则其时间信号 $f(t)$ 为 $\frac{1}{j} \sin(\omega_0 t)$ 。
10. 若信号 $f(t)$ 的 $F(s) = \frac{s-1}{(s-1)^2}$ ，则其初始值 $f(0) = \underline{1}$ 。

二、判断下列说法的正误，正确请在括号里打“√”，错误请打“×”。（每小题 2 分，共 10 分）

得	分
---	---

1. 单位冲激函数总是满足 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$ （√）
2. 满足绝对可积条件 $\int_{-\infty}^{\infty} |f(t)| dt < \infty$ 的信号一定存在傅立叶变换，不满足这一条件的信号一定不存在傅立叶变换。（×）
3. 非周期信号的脉冲宽度越小，其频带宽度越宽。（√）
4. 连续 LTI 系统的冲激响应的形式取决于系统的特征根，于系统的零点无关。

(✓)

5. 所有周期信号的频谱都是离散谱, 并且随频率的增高, 幅度谱总是渐小的。

(×)

三、计算分析题 (1、3、4、5 题每题 10 分, 2 题 5 分,

得 分	
-----	--

6 题 15 分, 共 60 分)

1. 信号 $f_1(t) = 2e^{-t}u(t)$, 信号 $f_2(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq 1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$, 试求 $f_1(t) * f_2(t)$ 。(10 分)解法一: 当 $t < 0$ 时, $f_1(t) * f_2(t) = 0$

$$\text{当 } 0 \leq t < 1 \text{ 时, } f_1(t) * f_2(t) = \int_0^t 2e^{-\alpha} d\alpha = 2(1 - e^{-t})$$

$$\text{当 } t \geq 1 \text{ 时, } f_1(t) * f_2(t) = \int_{t-1}^t 2e^{-\alpha} d\alpha = 2e^{-t}(e - 1)$$

解法二:

$$\begin{aligned} L[f_1(t) * f_2(t)] &= \frac{2}{s} \frac{(1 - e^{-s})}{s} = \frac{2}{s(s+2)} = \frac{2e^{-s}}{s(s+2)} \\ &= \frac{2}{s} - \frac{2}{s+2} = \left(\frac{2}{s} - \frac{2}{s+2}\right)e^{-s} \end{aligned}$$

$$f_1(t) * f_2(t) = 2u(t) - 2e^{-t}u(t) - 2u(t-1) + 2e^{-(t-1)}u(t-1)$$

2. 已知 $X(z) = \frac{10z}{(z-1)(z-2)}$, $|z| < 2$, 求 $x(n)$ 。(5 分)

解:

$$\frac{X(z)}{z} = \frac{10z}{(z-1)(z-2)} = \frac{10}{z-2} - \frac{10}{z-1}, \text{ 收敛域为 } |z| < 2$$

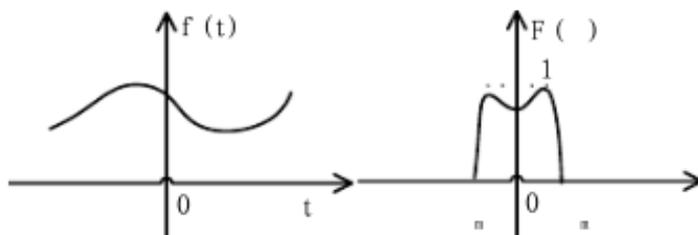
由 $X(z) = \frac{10z}{z-2} - \frac{10z}{z-1}$, 可以得到 $x(n) = 10(2^n - 1)u(n)$ 3. 若连续信号 $f(t)$ 的波形和频谱如下图所示, 抽样脉冲为冲激抽样

$$p_s(t) = \sum_n \delta(t - nT_s)$$

(1) 求抽样脉冲的频谱; (3 分)

(2) 求连续信号 $f(t)$ 经过冲激抽样后 $f_s(t)$ 的频谱 $F_s(\omega)$; (5分)

(3) 画出 $F_s(\omega)$ 的示意图, 说明若从 $f_s(t)$ 无失真还原 $f(t)$, 冲激抽样的 T_s 应该满足什么条件? (2分)



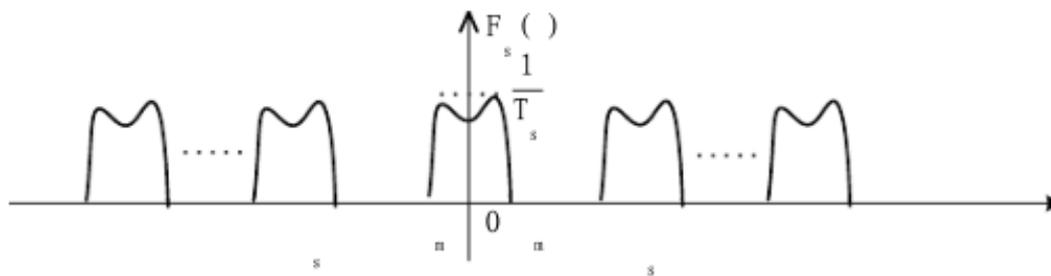
解: (1) $f_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(t - nT_s)$, 所以抽样脉冲的频谱

$$F[\delta_T(t)] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n(\omega - n\omega_s) = F_n \frac{1}{T_s}$$

(2) 因为 $f_s(t) = f(t) \delta_T(t)$, 由频域抽样定理得到:

$$F[f_s(t)] = F[f(t) \delta_T(t)] = \frac{1}{2\pi} F(\omega) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - n\omega_s) = \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - n\omega_s)$$

(3) $F_s(\omega)$ 的示意图如下



$F_s(\omega)$ 的频谱是 $F(\omega)$ 的频谱以 ω_s 为周期重复, 重复过程中被 $\frac{1}{T_s}$ 所加权, 若从

$f_s(t)$ 无失真还原 $f(t)$, 冲激抽样的 T_s 应该满足若 $\omega_s < 2\omega_m$, $T_s > \frac{1}{2\omega_m}$.

4. 已知三角脉冲信号 $f_1(t)$ 的波形如图所示

(1) 求其傅立叶变换 $F_1(\omega)$; (5分)

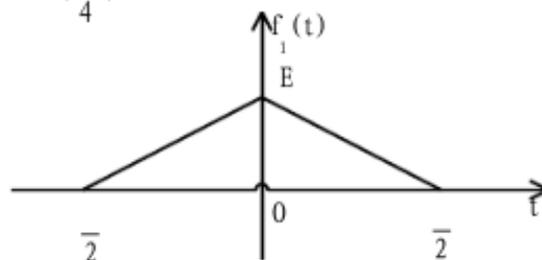
(2) 试用有关性质求信号 $f_2(t) = f_1(t - \frac{1}{2})\cos(\omega_0 t)$ 的傅立叶变换 $F_2(\omega)$ 。(5分)

解: (1) 对三角脉冲信号求导可得: $\frac{df_1(t)}{dt} = \frac{2E}{2} [u(t - \frac{1}{2}) - u(t)] + \frac{2E}{2} [u(t) - u(t - \frac{1}{2})]$

$F[\frac{df_1(t)}{dt}] = \frac{1}{j} [\frac{8E}{4} \sin(\frac{\omega}{4})]$, 可以得到 $F_1(\omega) = \frac{E}{2} \text{Sa}^2(\frac{\omega}{4})$ 。

(2) 因为 $f_2(t) = f_1(t - \frac{1}{2})\cos(\omega_0 t)$

$F[f_1(t - \frac{1}{2})] = e^{-j\frac{\omega}{2}} \frac{E}{2} \text{Sa}^2(\frac{\omega}{4})$

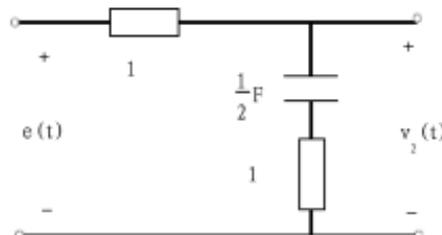


$F[f_2(t) \cos(\omega_0 t)] = \frac{1}{2} e^{j(\omega - \omega_0)\frac{1}{2}} \frac{E}{2} \text{Sa}^2(\frac{\omega - \omega_0}{4}) + \frac{1}{2} e^{j(\omega + \omega_0)\frac{1}{2}} \frac{E}{2} \text{Sa}^2(\frac{\omega + \omega_0}{4})$

5. 电路如图所示, 若激励信号 $e(t) = (3e^{-2t} - 2e^{-3t})u(t)$, 求响应 $v_2(t)$ 并指出响应中的强迫分量、自由分量、瞬态分量与稳态分量。(10分)

解: 由 S 域模型可以得到系统函数为

$$H(s) = \frac{V_2(s)}{E(s)} = \frac{1}{2} \frac{\frac{2}{s}}{\frac{2}{s} + 1} = \frac{s - 2}{2s + 2}$$



由 $e(t) = (3e^{-2t} - 2e^{-3t})u(t)$, 可以得到

$E(s) = \frac{3}{s + 2} - \frac{2}{s + 3}$, 在此信号激励下, 系统的输出为

$$V_2(s) = H(s)E(s) = \frac{s - 2}{2s + 2} \left(\frac{3}{s + 2} - \frac{2}{s + 3} \right) = \frac{3}{s + 1} - \frac{1}{s + 3}$$

则 $v_2(t) = (2e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t})u(t)$

强迫响应分量: $\frac{1}{2}e^{-3t}u(t)$

自由响应分量: $2e^{-t}u(t)$

瞬态响应分量: $v_2(t) = (2e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t})u(t)$

稳态响应分量: 0

6. 若离散系统的差分方程为

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

- (1) 求系统函数和单位样值响应; (4分)
- (2) 讨论此因果系统的收敛域和稳定性; (4分)
- (3) 画出系统的零、极点分布图; (3分)
- (4) 定性地画出幅频响应特性曲线; (4分)

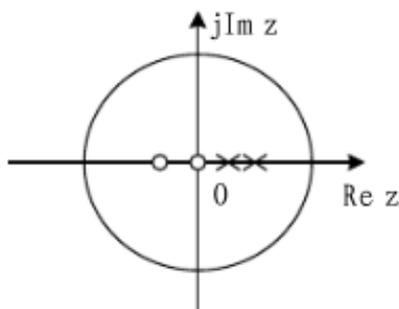
解: (1) 利用 Z 变换的性质可得系统函数为:

$$H(z) = \frac{1 - \frac{1}{3}z^{-1}}{1 - \frac{3}{4}z^{-1} + \frac{1}{8}z^{-2}} = \frac{z(z - \frac{1}{3})}{(z - \frac{1}{2})(z - \frac{1}{4})} = \frac{\frac{10}{3}z}{z - \frac{1}{2}} - \frac{\frac{7}{3}z}{z - \frac{1}{4}} \quad |z| > \frac{1}{2}, \text{ 则单位样值响应}$$

为

$$h(n) = [\frac{10}{3}(\frac{1}{2})^n - \frac{7}{3}(\frac{1}{4})^n]u(n)$$

- (2) 因果系统 z 变换存在的收敛域是 $|z| > \frac{1}{2}$, 由于 H(z) 的两个极点都在 z 平面的单位圆内, 所以该系统是稳定的。
- (3) 系统的零极点分布图

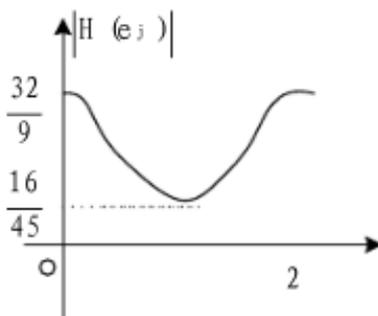


(4) 系统的频率响应为

$$H(e^{j\omega}) = \frac{e^{j\omega} (e^{j\omega} - \frac{1}{3})}{e^{j2\omega} - \frac{3}{4}e^{j\omega} + \frac{1}{8}} \quad |H(e^{j\omega})| = \frac{|e^{j\omega} - \frac{1}{3}|}{|e^{j\omega} - \frac{1}{2}| |e^{j\omega} - \frac{1}{4}|}$$

当 $\omega = 0$ 时, $|H(e^{j\omega})| = \frac{32}{9}$

当时, $|H(e^{j\omega})| = \frac{16}{45}$



四、简答题 (1、2 二题中任选一题解答, 两题都做只计第 1 题的分数, 共 10 分)

得 分	
-----	--

1. 利用已经具备的知识, 简述如何由周期信号的傅立叶级数出发, 推导出非周期信号的傅立叶变换。(10 分)
2. 利用已经具备的知识, 简述 LTI 连续时间系统卷积积分的物理意义。(10 分)

1. 解: 从周期信号 FS 推导非周期信号的 FT $f(t) = \sum_n F(n_1) e^{jn_1 t}$

对于非周期信号, $T_1 \rightarrow \infty$, 则重复频率 $\frac{1}{T_1} \rightarrow 0$, 谱线间隔 $(n_1) = \frac{1}{T_1} \omega$, 离散频率变成连续频率 ω 。

$$F(n_1) = \frac{1}{T_1} \int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} f(t) e^{-jn_1 t} dt$$

在这种极限情况下 $F(n_1) \rightarrow 0$, 但 $F(n_1) \frac{2}{T_1}$ 可望不趋于零, 而趋于一个有限值, 且变成一个连续函数。

$$F(\omega) = \lim_{T_1 \rightarrow \infty} F(n_1) \frac{2}{T_1} = \lim_{T_1 \rightarrow \infty} F(n_1) T_1$$

$$= \lim_{T_1 \rightarrow \infty} \int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} f(t) e^{-jn_1 t} dt$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

考察函数 $F(\omega) = \frac{2}{T_1} \int_{-T_1/2}^{T_1/2} f(t) e^{-j\omega t} dt$ 或 $F(\omega) = \int_{-T_1/2}^{T_1/2} f(t) e^{-j\omega t} dt$, 并定义一个新的函数 $F(\omega)$ 傅立叶变换:

$$F(\omega) = \int_{-T_1/2}^{T_1/2} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

$F(\omega)$ 称为原函数 $f(t)$ 的频谱密度函数 (简称频谱函数).

傅立叶逆变换

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(\omega)}{2\pi} e^{j\omega t} d\omega$$

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(\omega')}{2\pi} e^{-j\omega' t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(\omega')}{2\pi} e^{-j\omega' t} dt$$

2.解: 线性系统在单位冲激信号的作用下, 系统的零状态的响应为单位冲激响应:

$$y(t) = h(t)$$

利用线性系统的时不变特性:

$$y(t - t_0) = h(t - t_0)$$

利用线性系统的均匀性:

$$e^{-j\omega t_0} y(t) = e^{-j\omega t_0} h(t)$$

利用信号的分解, 任意信号可以分解成冲激信号的线性组合:

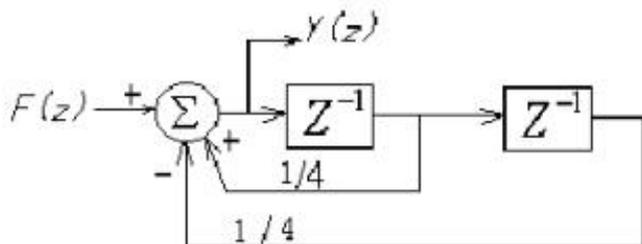
$$e(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e(\tau) \delta(t - \tau) d\tau$$

利用线性系统的叠加定理:

$$e(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e(\tau) \delta(t - \tau) d\tau \quad r(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

信号与系统考试题及答案（二）

- $\int_0^2 (\cos 5t) \delta(t) dt = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- $\int_0^1 e^{-2t} \delta(t-1) dt = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 已知 $f(t)$ 的傅里叶变换为 $F(j\omega)$ ，则 $f(2t-3)$ 的傅里叶变换为 $\underline{\frac{1}{2} e^{-j\frac{3}{2}\omega} F(j\frac{\omega}{2})}$ 。
- 已知 $F(s) = \frac{s+1}{s^2-5s+6}$ ，则 $f(0) = \underline{1}$ ； $f(\infty) = \underline{0}$ 。
- 已知 $FT[\delta(t)] = \underline{1}$ ，则 $FT[t \delta(t)] = \underline{j}$ 。
- 已知周期信号 $f(t) = \cos(2t) + \sin(4t)$ ，其基波频率为 $\underline{2}$ rad/s
周期为 $\underline{0.5}$ s。
- 已知 $f(k) = 3 \delta(k-2) + 2 \delta(k-5)$ ，其 Z 变换 $F(z) = \underline{3z^{-2} + 2z^{-5}}$ ；
收敛域为 $\underline{z > 0}$ 。
- 已知连续系统函数 $H(s) = \frac{3s+2}{s^3+4s^2+3s+1}$ ，试判断系统的稳定性： $\underline{\text{不稳定}}$ 。
- 已知离散系统函数 $H(z) = \frac{z+2}{z^2-0.7z-0.1}$ ，试判断系统的稳定性： $\underline{\text{不稳定}}$ 。
- 如图所示是离散系统的 Z 域框图，该系统的系统函数 $H(z) = \underline{\frac{z^2-1/4}{z^2-1}}$ 。



二、(15分)如下方程和非零起始条件表示的连续时间因果 LTI 系统，

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + 4y(t) = 2 \frac{df}{dt} + 5f(t)$$

$$y(0) = 2, y'(0) = 5$$

已知输入 $f(t) = e^{-2t} \delta(t)$ 时，试用拉普拉斯变换的方法求系统的零状态响应 $y_{zs}(t)$ 和零输入响应 $y_{zi}(t)$ ， $t \geq 0$ 以及系统的全响应 $y(t)$ ， $t \geq 0$ 。

三. (14分)

① 已知 $F(s) = \frac{2s^2 - 6s + 6}{s^2 - 3s + 2}$ ， $\text{Re}[s] < 2$ ，试求其拉氏逆变换 $f(t)$ ；

② 已知 $X(z) = \frac{5z}{z^2 - 3z + 2}$ ($|z| < 2$)，试求其逆 Z 变换 $x(n)$ 。

四 (10分) 计算下列卷积：

$$1. f_1(k) * f_2(k) \quad \{1, 2, 1, 4\} * \{3, 4, 6, 0, 1\};$$

$$2. 2e^{-3t} \delta(t) * 3e^{-t} \delta(t).$$

五. (16分) 已知系统的差分方程和初始条件为：

$$y(n) = 3y(n-1] - 2y(n-2) + x(n), \quad y(1) = 0, \quad y(2) = 0.5$$

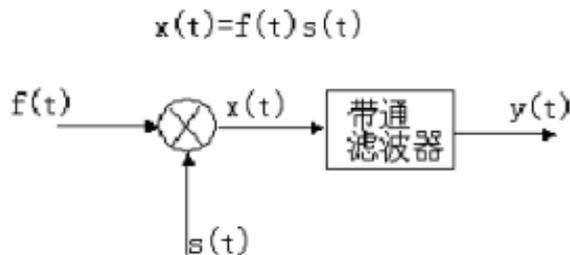
1. 求系统的全响应 $y(n]$;
2. 求系统函数 $H(z)$, 并画出其模拟框图;

六. (15分) 如图所示图(a)的系统, 带通滤波器的频率响应如图(b)

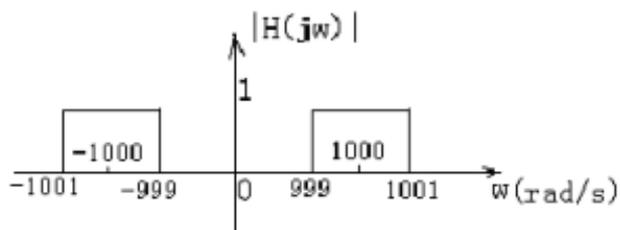
所示, 其相位特性 $\angle H(j\omega) = 0$, 若输入信号为:

$$f(t) = \frac{\sin 1000t}{2t}, \quad s(t) = \cos 1000t$$

试求其输出信号 $y(t)$ 并画出 $y(t)$ 的频谱图。



图(a)



图(b)

参考答案

一. 填空题 (30分, 每小题3分)

2. 1 ; 2. e^{-2} ; 3. $\frac{1}{2}e^{-\frac{1}{2}}F(j\frac{1}{2})$;

4. $1, 0$;

5. $j'(t) = \frac{1}{2}$;

6. 2π ;

7. $F(z) = 3z^2 - 2z^5$, $|z| > 0$ 8. 不稳定; 9. 稳定

10. $H(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{4}z^{-1} - \frac{1}{4}z^{-2}}$

二. (15分) $\frac{d^2y}{dt^2} + 5\frac{dy}{dt} + 4y(t) = 2\frac{df}{dt} + 5f(t)$
 $y(0) = 2, y'(0) = 5$

方程两边取拉氏变换:

$$Y(s) - Y_{zs}(s) - Y_{zi}(s) = \frac{sy(0) - y'(0) - 5y(0)}{s^2 - 5s + 4} = \frac{2s - 5}{s^2 - 5s + 4} F(s)$$
$$Y_{zs}(s) = \frac{2s - 9}{s^2 - 5s + 4}, \quad Y_{zi}(s) = \frac{1}{s - 2}$$

$$Y_{zi}(s) = \left(\frac{2s - 9}{s^2 - 5s + 4} = \frac{13/3}{s - 1} - \frac{7/3}{s - 4} \right); \quad y_{zi}(t) = \left(\frac{13}{3}e^{-t} - \frac{7}{3}e^{-4t} \right) (t)$$

$$Y_{zs}(s) = \frac{1}{s - 2} + \frac{2s - 9}{s^2 - 5s + 4} = \frac{1}{s - 1} + \frac{1/2}{s - 2} + \frac{1/2}{s - 4}$$

$$y_{zs}(t) = \left(e^{-t} + \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{1}{2}e^{-4t} \right) (t);$$

$$y(t) = y_{zs}(t) + y_{zi}(t) = \left(\frac{16}{3}e^{-t} + \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{17}{6}e^{-4t} \right) (t)$$

三. 1. (7分)

$$F(s) = \frac{2s^2 - 6s + 6}{s^2 - 3s + 2} = 2 + \frac{2}{s^2 - 3s + 2} = 2 + \frac{2}{s - 1} - \frac{2}{s - 2}$$
$$f(t) = 2\delta(t) + 2e^{-t} - 2e^{-2t} \quad (t > 0)$$

2. (7分)

$$F(z) = \frac{5z}{z^2 - 3z + 2}; \quad \frac{F(z)}{z} = \frac{5}{(z - 1)(z - 2)} = \frac{5}{z - 1} - \frac{5}{z - 2};$$

 $|z| > 2$, 为右边序列

$$f(k) = 5(2^k - 1) \quad (k)$$

四. 1. (5分) $f(k) = 3, 2, 11, 4, 21, 22, 1, 4$

2. (5分)

$$2e^{-3t} (t) - 3e^{-t} (t) - 6e^{-3t} (t) + e^{-t} (t) (t) d$$

$$6 \int_0^t e^{-t} e^{-2t} dt - 3e^{-t} (e^{-2t}) \Big|_0^t - 3(e^{-t} - e^{-3t}) (t)$$

五. 解: (16分)

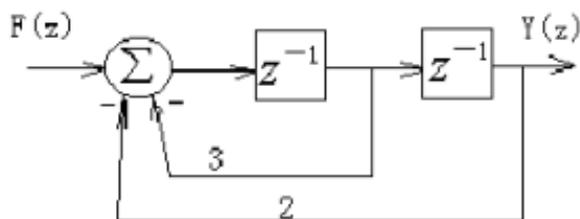
(1) 对原方程两边同时 Z 变换有:

$$Y(z) - 3[z^{-1}Y(z) - y(1)] - 2[z^{-2}Y(z) - y(2) - z^{-1}y(1)] = \frac{z}{z-1}$$

$$Y(z) = \frac{z^2}{(z-1)(z-1)(z-2)} - \frac{1}{6} \frac{z}{z-1} - \frac{1}{2} \frac{z}{z-1} - \frac{2}{3} \frac{z}{z-2}$$

$$y(n) = \left[\frac{1}{6} - \frac{1}{2} (1)^n + \frac{2}{3} (2)^n \right] (n)$$

$$(2) H(z) = \frac{1}{1 - 3z^{-1} - 2z^{-2}}$$



六 (15分)

$$f(t) = \frac{\sin t}{2t}, \quad s(t) = \cos(1000t)$$

$$f(t) = \frac{\sin 2t}{2t} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{\sin 2t}{2t}$$

$$F(j\omega) = \frac{1}{4} g_4(\omega) \cdot 0.5 g_4(\omega)$$

$$x(t) = f(t) s(t) = \frac{\sin 2t}{2t} \cos(1000t)$$

$$X(j\omega) = \frac{1}{2} F(j\omega) * S(j\omega)$$

$$= \frac{1}{4} g_4(\omega) * [(\omega - 1000) - (\omega + 1000)]$$

$$y(t) = x(t) * h(t)$$

$$Y(j\omega) = X(j\omega) H(j\omega)$$

$$= \left\{ \frac{1}{4} g_4(\omega) * [(\omega - 1000) - (\omega + 1000)] \right\} H(j\omega)$$

$$H(j\omega) = \begin{cases} 1, & 999 \leq \omega \leq 1001 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

$$Y(j\omega) = X(j\omega) H(j\omega) = X(j\omega)$$

$$y(t) = x(t) = \frac{\sin 2t}{2t} \cos(1000t)$$

信号与系统考试题及答案（三）

课程名称 信号与系统 考（试） A（A 卷）

适用专业班级 电子信息 0201/02/03 考试形式 闭（闭）

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
计分											

一、填空题：（30 分，每小题 3 分）

1. $\int (t^2 - 2t + 5)(t - 3)dt$ _____

2. $\int \cos(2t - \frac{\pi}{4}) t dt$ _____

3. 已知 FT $[f(t)] = F(j\omega)$ ，则 FT $[f(t) \cos(\omega_0 t)]$ _____。

4. 为信号传输无失真，系统的频率响应函数为 $H(j\omega)$ _____

5. 已知： $F(s) = \frac{1}{s(s-3)}$ ，则 $f(0)$ _____； $f(\infty)$ _____。

6. 要传送频带为 15kHz 的音乐信号，为了保证不丢失信息，其最低采样频率为 _____。

7. 已知 $f(k) = (0.5)^k$ ，其 Z 变换 $F(z)$ _____；收敛域为 _____。

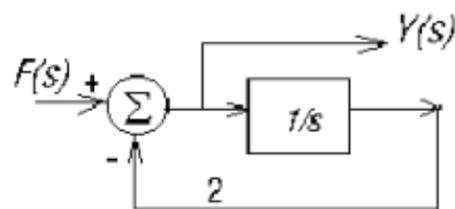
8. 已知连续系统函数 $H(s) = \frac{3s^2 - 2}{s^3 - 2s^2 - 3s - 1}$ ，试判断系统的稳定性：_____。

9. 已知离散系统函数 $H(z) = \frac{z^2 - 2}{z^2 - 3z - 2}$ ，试判断系统的稳定性：_____。

10. 如图所示是 LTI 系统的 S 域框图，

该系统的系统函数

$H(s) =$ _____。



) 一 (案 答 及 题 试 考 统 系 与 号 信

核 审 萍 爱 陈 师 教 题 命

湖南工程学院试卷用纸

专

业 班 级 ----- 姓 名 ----- 学 号 -----
 共 --3-- 页 第 --2-- 页

三. (14分)

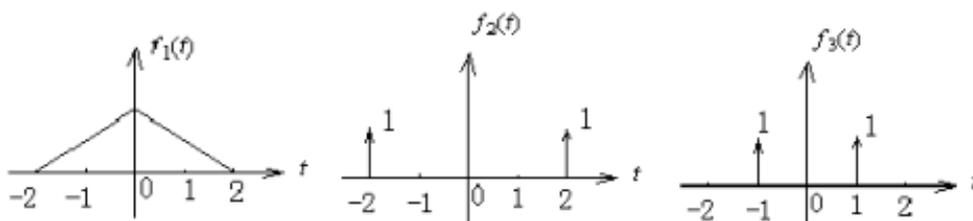
① 已知 $F(s) = \frac{s^2}{s^2 - 4s + 3}$, 试求其拉氏逆变换 $f(t)$;② 已知 $F(z) = \frac{5z}{3z^2 - 7z + 2}$ ($\frac{1}{3} < |z| < 2$), 试求其逆 Z 变换 $f(n)$ 。

) 题答准不内线订装(

四. (5分) 1. 已知 $f_1(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 3, & n = 1 \\ 2, & n = 2 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$ $f_2(n) = \begin{cases} 4 - n, & n = 0, 1, 2, 3 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$

求 $f_1(n) * f_2(n)$ 。

2. (6分) 已知 $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 的波形如图所示, $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 为单位冲激函数, 画出 $f_4(t) = f_1(t) * f_2(t)$ 和 $f_5(t) = f_1(t) * f_2(t) * f_3(t)$ 的波形图。



共 3 页 第 3 页

六. (15分) 如图所示图(a)是抑制载波振幅调制的接收系统。若输入信号为 $f(t) = \frac{\sin t}{t} \cos 1000t$, $s(t) = \cos 1000t$, $x(t) = f(t)s(t)$, 低通滤波器的幅频响应如图(b)所示, 其相位特性 $\phi(\omega) = 0$ 。试求其输出信号 $y(t)$ 并画出 $x(t)$ 和 $y(t)$ 的频谱图。

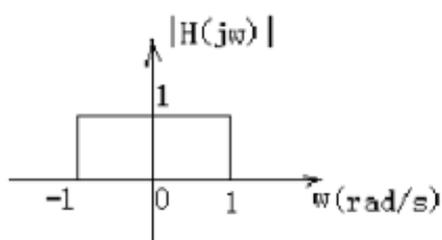


图 (a)

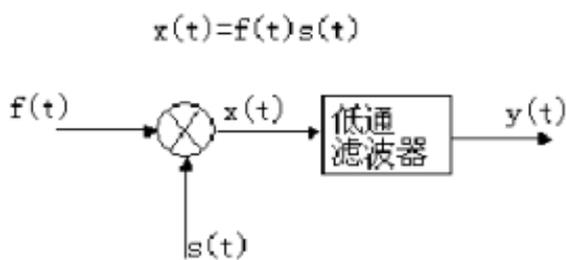


图 (b)

) 题答准不内线订装 (

课程名称-----信号与系统 (A) 1---

一 填空题 (30分, 每小题3分)

1. 10 ; 2. 0.707 ; 3. 课本 152

4. $ke^{j\omega t}$; 5. 0, 1/3 ; 6. 30kHz;7. $\frac{z}{z-0.5}$, $|z|>0.5$; 8. 稳定;9. 不稳定; 10. $H(s) = \frac{s}{s^2}$

二. 解: (15分)

(1) $(s^2 - 3s - 2)Y(s) - sy(0) - y'(0) - 3y(0) = (2s - 1)F(s)$

$$F(s) = \frac{1}{s-3}; \quad Y(s) = \frac{2s-1}{s^2-3s-2} = \frac{1}{s-3} + \frac{2s-3}{s^2-3s-2}$$

$$(2) Y_{zs}(s) = \frac{2s-1}{s^2-3s-2} = \frac{1}{s-3} + \frac{5/2}{s-3} + \frac{3}{s-2} + \frac{1/2}{s-1}$$

$$y_{zs}(t) = \left(\frac{5}{2}e^{3t} + 3e^{2t} + \frac{1}{2}e^{-t} \right) (t)$$

$$(3) Y_{zi}(s) = \frac{2s-9}{s^2-3s-2} = \frac{5}{s-2} + \frac{7}{s-1}$$

$$y_{zi}(t) = (5e^{2t} + 7e^{-t}) (t)$$

$$y(t) = \left(\frac{5}{2}e^{3t} + 2e^{2t} + \frac{13}{2}e^{-t} \right) (t)$$

湖南工程学院试卷参考答案及评分标准(A 卷)

专业班级_电子信息_0201/02/03命题老师_陈爱萍_2003_至_2004_学年第

_2_学期 共 2 页 第 2 页

课程名称_信号与系统 (A) 2

五. 解: (15 分)

$$(1) Y(z) = F(z) \left(\frac{3}{4} z^{-1} + \frac{1}{8} z^{-2} \right) Y(z)$$

$$H(z) = \frac{z^2}{z^2 - \frac{3}{4}z - \frac{1}{8}} = \frac{z}{z - \frac{1}{4}} + \frac{2z}{z - \frac{1}{2}}$$

$$h(k) = \left[2 \left(\frac{1}{2} \right)^k + \left(\frac{1}{4} \right)^k \right] u(k)$$

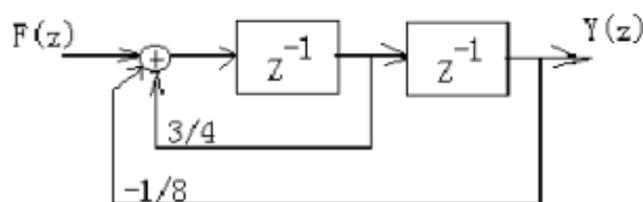
$$(2) Y_r(z) = H(z)F(z),$$

$$f(k) = \delta(k), \quad F(z) = \frac{z}{z-1}$$

$$Y_r(z) = \frac{z^3}{\left(z - \frac{1}{4}\right) \left(z - \frac{1}{2}\right) (z-1)} = \frac{8}{3} \frac{z}{z-1} + \frac{2z}{z - \frac{1}{2}} + \frac{1}{3} \frac{z}{z - \frac{1}{4}}$$

$$y_r(t) = \left[\frac{8}{3} + 2 \left(\frac{1}{2} \right)^k + \frac{1}{3} \left(\frac{1}{4} \right)^k \right] u(k)$$

(3) 模拟框图



信号与系统考试题及答案（四）

一、选择题（每小题可能有一个或几个正确答案，将正确的题号填入[]内）

1. $f(5-2t)$ 是如下运算的结果——— ()

(A) $f(-2t)$ 右移 5 (B) $f(-2t)$ 左移 5

(C) $f(-2t)$ 右移 $\frac{5}{2}$ (D) $f(-2t)$ 左移 $\frac{5}{2}$
2. 已知 $f_1(t) = u(t), f_2(t) = e^{-at}u(t)$, 可以求得 $f_1(t) * f_2(t)$ ——— ()

(A) $1 - e^{-at}$ (B) e^{-at}

(C) $\frac{1}{a}(1 - e^{-at})$ (D) $\frac{1}{a}e^{-at}$
3. 线性系统响应满足以下规律——— ()

(A) 若起始状态为零, 则零输入响应为零。

(B) 若起始状态为零, 则零状态响应为零。

(C) 若系统的零状态响应为零, 则强迫响应也为零。

(D) 若激励信号为零, 零输入响应就是自由响应。
4. 若对 $f(t)$ 进行理想取样, 其奈奎斯特取样频率为 f_s , 则对 $f(\frac{1}{3}t - 2)$ 进行取样, 其奈奎斯特取样频率为——— ()

(A) $3f_s$ (B) $\frac{1}{3}f_s$ (C) $3(f_s - 2)$ (D) $\frac{1}{3}(f_s - 2)$
5. 理想不失真传输系统的传输函数 $H(j\omega)$ 是 ——— ()

(A) $Ke^{-j\omega t_0}$ (B) $Ke^{-j\omega t_0}$ (C) $Ke^{-j\omega t_0} u(\frac{t}{c}) u(\frac{t}{c})$

(D) $Ke^{-j\omega t_0}$ (t_0, t_0, c, k 为常数)
6. 已知 Z 变换 $Z[x(n)] = \frac{1}{1 - 3z^{-1}}$, 收敛域 $|z| > 3$, 则逆变换 $x(n)$ 为——— ()

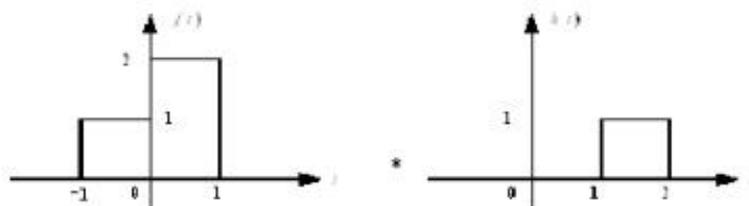
(A) $3^n u(n)$ (C) $3^n u(n - 1)$

(B) $3^n u(-n)$ (D) $3^{-n} u(n - 1)$

二、(15分)

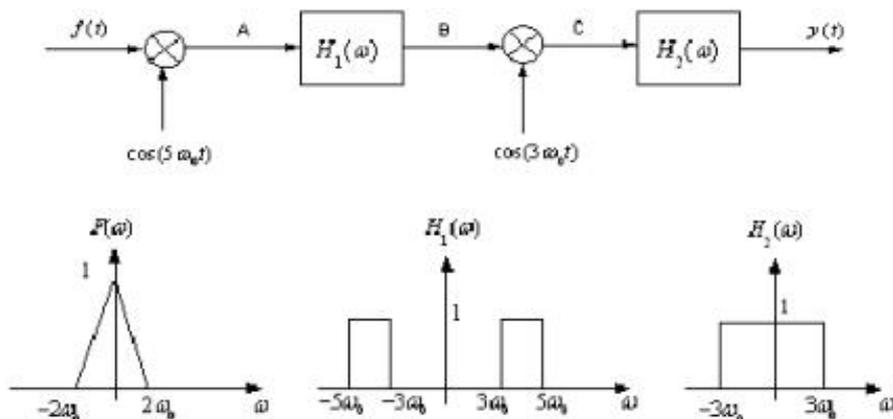
已知 $f(t)$ 和 $h(t)$ 波形如下图所示, 请计算卷积 $f(t) * h(t)$ 并画出 $f(t) * h(t)$ 波形。

用图解法计算下图卷积积分



三、(15分)

下图是一个输入信号为 $f(t)$ ，输出信号为 $y(t)$ 的调制解调系统。已知输入信号 $f(t)$ 的 Fourier 变换为 $F(\omega)$ ，试概略画出 A,B,C 各点信号的频谱及 $y(t)$ 频谱 $Y(\omega)$ 。



四、(20分)

已知连续时间系统函数 $H(s)$ 请画出三种系统模拟框图(直接型/级联型/并联型)。

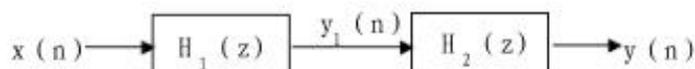
$$H(s) = \frac{5s^2 + 5}{s^3 + 7s^2 + 10s}$$

五、(20分)

某因果离散时间系统由两个子系统级联而成，如题图所示，若描述两个子系统的差分方程分别为：

$$y_1(n) = 0.4x(n) + 0.6x(n-1)$$

$$y(n) = \frac{1}{3}y(n-1) + y_1(n)$$



1. 求每个子系统的系统函数 $H_1(z)$ 和 $H_2(z)$;
2. 求整个系统的单位样值响应 $h(n)$;
3. 粗略画出子系统 $H_2(z)$ 的幅频特性曲线;

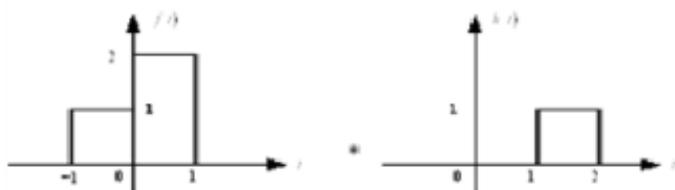
《信号与系统》试题四标准答案

说明：考虑的学生现场答题情况，由于时间问题，时间考试分数进行如下变化：1) 第六题改为选做题，不计成绩，答对可适当加分；2) 第五题改为 20 分。

一、

1. C 2. C 3. AD 4. B 5. B 6. A

二、



【解】 利用图解法计算信号卷积 $y(t) = f(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)h(t-\tau)d\tau$ 的基本过程是：

- (1) 将 $f(t)$, $h(t)$ 中的自变量由 t 改为 τ , τ 成为函数的自变量；
- (2) 把其中一个信号翻转，如将 $h(\tau)$ 翻转得 $h(-\tau)$ ；
- (3) 把 $h(-\tau)$ 平移 t , 成为 $h(t-\tau)$, t 是参变量, $t > 0$ 时, 图形右移, $t < 0$ 时, 图形左移。
- (4) 将 $f(\tau)$ 与 $h(t-\tau)$ 相乘；
- (5) 对乘积后的图形积分。

$$(a) y(t) = f(t) * h(t),$$

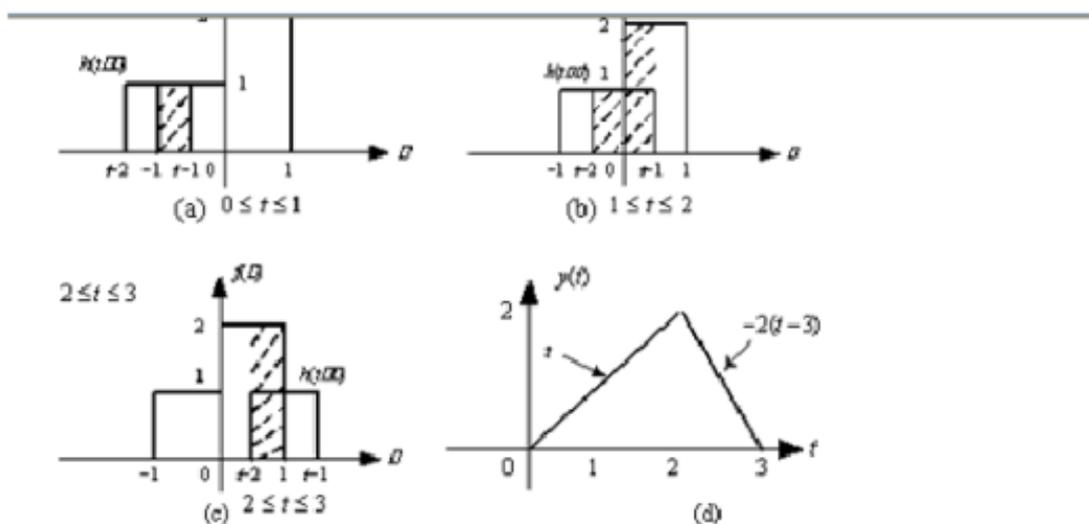
$$(1) \text{ 当 } t < 0 \text{ 时, } y(t) = 0$$

$$(2) \text{ 当 } 0 \leq t \leq 1 \text{ 时, } y(t) = \int_{-1}^{t-1} 1 d\tau = t$$

$$(3) \text{ 当 } 1 \leq t \leq 2 \text{ 时, } y(t) = \int_{t-2}^0 1 d\tau + \int_0^{t-1} 2 d\tau = t$$

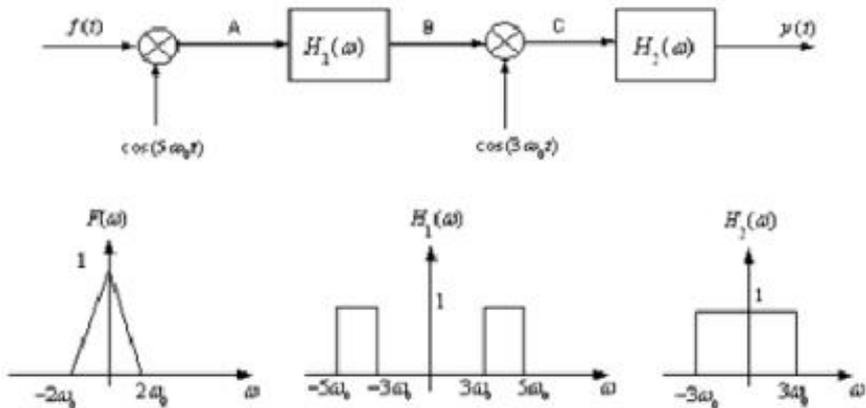
$$(4) \text{ 当 } 2 \leq t \leq 3 \text{ 时, } y(t) = \int_{t-2}^1 2 d\tau = 6 - 2t$$

$$(5) \text{ 当 } t > 3 \text{ 时, } y(t) = 0$$

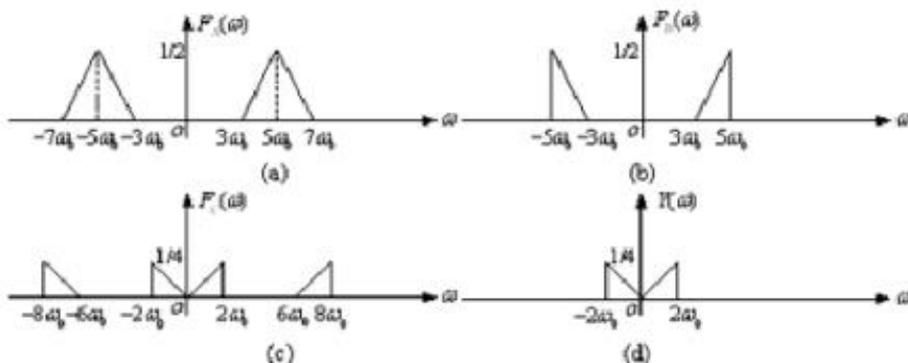


三、

15 下图是一个输入信号为 $f(t)$ ，输出信号为 $y(t)$ 的调制解调系统。已知输入信号 $f(t)$ 的 Fourier 变换为 $F(\omega)$ ，试概略画出 A,B,C 各点信号的频谱及 $y(t)$ 频谱 $Y(\omega)$ 。



解: A,B,C 各点信号的频谱及 $y(t)$ 频谱分别为



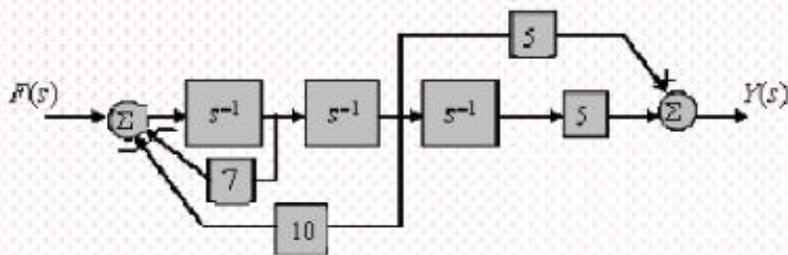
四. (20分)

已知连续时间系统函数 $H(s)$ 请画出三种系统模拟框图(直接型/级联型/并联型)。

$$H(s) = \frac{5s + 5}{s^3 + 7s^2 + 10s}$$

解: 1) 直接型框图

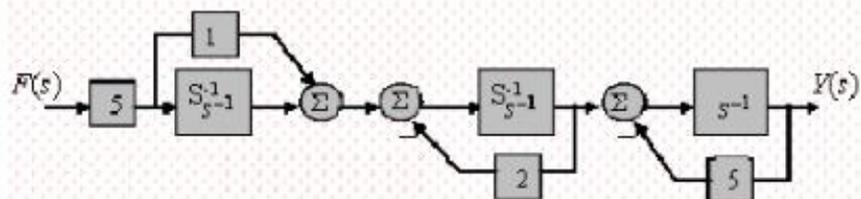
$$H(s) = \frac{5s^{-2} + 5s^{-3}}{1 + 7s^{-1} + 10s^{-2}}$$



解： 2) 级联式

$$H(s) = \frac{5s+5}{s} \times \frac{1}{s+2} \times \frac{1}{s+5}$$

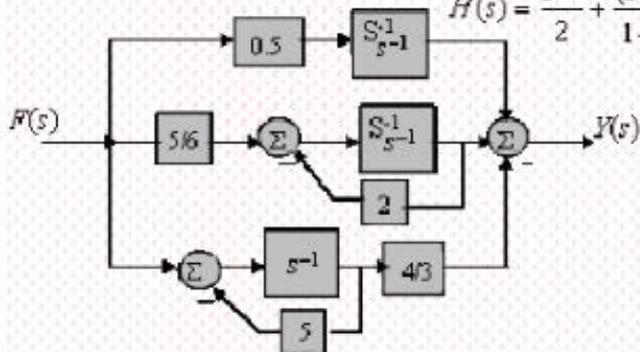
$$H(s) = (5 + 5s^{-1}) \times \frac{s^{-1}}{1 + 2s^{-2}} \times \frac{s^{-1}}{1 + 5s^{-1}}$$



解： 3) 并联式

$$H(s) = \frac{1}{2s} + \frac{5}{6s+12} - \frac{4}{3s+15}$$

$$H(s) = \frac{s^{-1}}{2} + \frac{(5/6)s^{-1}}{1 + 2s^{-1}} - \frac{(4/3)s^{-1}}{1 + 5s^{-1}}$$

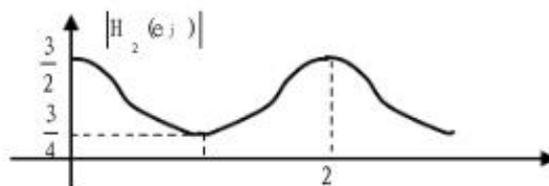
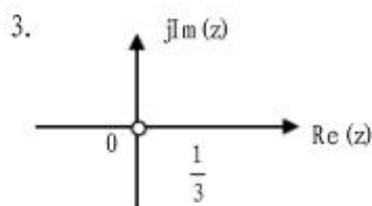


五、答案：

1. $H_1(z) = 0.4 + 0.6z^{-1} + \frac{2}{5}(z^{-1} - \frac{3}{2})$ $|z| > 0$

$H_2(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{3}z^{-1}} - \frac{z^{-1}}{z - \frac{1}{3}}$ $|z| > \frac{1}{3}$

2. $h(n) = \frac{2}{5}(\frac{1}{3})^n u(n) - \frac{3}{5}(\frac{1}{3})^{n-1} u(n-1) + \frac{2}{15} \delta(n) - \frac{11}{5}(\frac{1}{3})^n u(n-1)$



信号与系统考试题及答案（五）

一、选择题（共 10 题，每题 3 分，共 30 分，每题给出四个答案，其中只有一个正确的）

- 卷积 $f_1(k+5)*f_2(k-3)$ 等于 _____。
 (A) $f_1(k)*f_2(k)$ (B) $f_1(k)*f_2(k-8)$ (C) $f_1(k)*f_2(k+8)$ (D) $f_1(k+3)*f_2(k-3)$
- 积分 $\int_{-2}^2 (t-2) dt$ 等于 _____。
 (A) 1.25 (B) 2.5 (C) 3 (D) 5
- 序列 $f(k)=-u(-k)$ 的 z 变换等于 _____。
 (A) $\frac{z}{z-1}$ (B) $-\frac{z}{z-1}$ (C) $\frac{1}{z-1}$ (D) $\frac{1}{z+1}$
- 若 $y(t)=f(t)*h(t)$ 则 $f(2t)*h(2t)$ 等于 _____。
 (A) $\frac{1}{4}y(2t)$ (B) $\frac{1}{2}y(2t)$ (C) $\frac{1}{4}y(4t)$ (D) $\frac{1}{2}y(4t)$
- 已知一个线性时不变系统的阶跃响应 $g(t)=2e^{-t}u(t)$ ，当输入 $f(t)=3e^{-2t}u(t)$ 时，系统的零状态响应 $y_f(t)$ 等于
 (A) $(-9e^{-t}+12e^{-2t})u(t)$ (B) $(3-9e^{-t}+12e^{-2t})u(t)$
 (C) $(t)+(-6e^{-t}+8e^{-2t})u(t)$ (D) $3(t)+(-9e^{-t}+12e^{-2t})u(t)$
- 连续周期信号的频谱具有
 (A) 连续性、周期性 (B) 连续性、收敛性
 (C) 离散性、周期性 (D) 离散性、收敛性
- 周期序列 $2\cos(0.5k-45^\circ)$ 的周期 N 等于
 (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
- 序列和 $\sum_{k=1}^{\infty} k^{-1}$ 等于
 (A) 1 (B) ∞ (C) $u(k-1)$ (D) $ku(k-1)$
- 单边拉普拉斯变换 $F(s)=\frac{2s-1}{s^2}e^{-2s}$ 的原函数等于
 (A) $t u(t)$ (B) $t u(t-2)$ (C) $(t-2) u(t)$ (D) $(t-2) u(t-2)$
- 信号 $f(t)=te^{3t}u(t-2)$ 的单边拉氏变换 $F(s)$ 等于
 (A) $\frac{2s-7e^{-2s}}{s^3}$ (B) $\frac{e^{-2s}}{s^3}$

C $\frac{se^{2s^3}}{s^3}$

D $\frac{e^{2s^3}}{s^3}$

二、填空题（共 9 小题，每空 3 分，共 30 分）

① 卷积和 $[(0.5)^{k+1}u(k+1)] * \delta(k) =$ _____

② 单边 z 变换 $F(z) = \frac{z}{2z-1}$ 的原序列 $f(k) =$ _____

③ 已知函数 $f(t)$ 的单边拉普拉斯变换 $F(s) = \frac{s}{s-1}$ ，则函数 $y(t) = 3e^{t^2} \cdot f(3t)$ 的单边拉普拉斯变换 $Y(s) =$ _____

④ 频谱函数 $F(j\omega) = 2u(1-\omega)$ 的傅里叶逆变换 $f(t) =$ _____

⑤ 单边拉普拉斯变换 $F(s) = \frac{s^2-3s+1}{s^2-s}$ 的原函数 $f(t) =$ _____

⑥ 已知某离散系统的差分方程为 $2y(k) - y(k-1) - y(k-2) = f(k) - 2f(k-1)$ ，则系统的单位序列响应 $h(k) =$ _____

⑦ 已知信号 $f(t)$ 的单边拉氏变换是 $F(s)$ 则信号 $y(t) = \int_0^{t^2} f(x)dx$ 的单边拉氏变换 $Y(s) =$ _____

8、描述某连续系统方程为

$$y''(t) - 2y'(t) - 5y(t) = f'(t) - f(t)$$

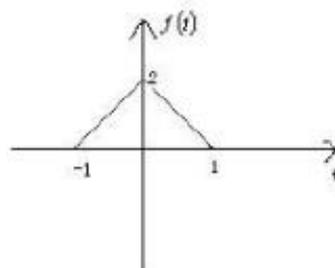
该系统的冲激响应 $h(t) =$ _____

9、写出拉氏变换的结果 $66u(t) =$ _____, $22te^{-t} =$ _____

三、(8 分)

四、(10 分) 如图所示信号 $f(t)$ ，其傅里叶变换

$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{j\omega t} dt$ ，求 (1) $F(0)$ (2) $\int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) d\omega$



六、(10分) 某 LTI 系统的系统函数 $H(s) = \frac{s^2}{s^2 - 2s - 1}$ ，已知初始状态 $y(0) = 0, y'(0) = 2$ ，激励 $f(t) = u(t)$ ，求该系统的完全响应。

信号与系统期末考试参考答案

一、选择题 (共 10 题, 每题 3 分, 共 30 分, 每题给出四个答案, 其中只有一个正确的)

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

二、填空题 (共 9 小题, 每空 3 分, 共 30 分)

1、 $0.5kuk$ 2、 $(0.5)k_1u(k)$ 3、 $\frac{s-2}{s-5}$ 4、 $t \frac{e^{jt}}{j}$

5、 $(t)u(t) e^{-t}u(t)$ 6、 $1 - 0.5k_1uk$ 7、 $\frac{e^{-2s}}{s} F(s)$

8、 $e^{-t} \cos 2t u(t)$ 9、 $\frac{66}{s}, 22k! / s^{k+1}$

四、(10分)

解: 1)

$$F(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-st} dt$$

$$F(0) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) dt = 2$$

2)

$$f(t) = \frac{1}{2} F(s)e^{j\omega t}$$

$$F(s) = 2 f(0) = 4$$

六、(10分)

解:

由 $H(s)$ 得微分方程为

$$y''(t) - 2y'(t) - y(t) = f(t)$$

$$s^2 Y(s) - sy(0^-) - y'(0^-) - 2sY(s) - 2y(0^-) - Y(s) = s^2 F(s)$$

$$Y(s) = \frac{s^2}{s^2 - 2s - 1} F(s) + \frac{(s-2)y(0^-) - y'(0^-)}{s^2 - 2s - 1}$$

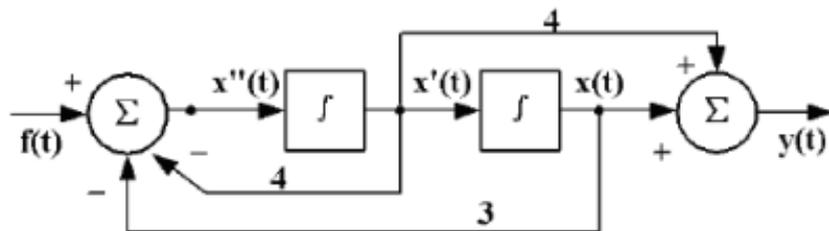
将 $y(0^-), y'(0^-), F(s) = \frac{1}{s}$ 代入上式得

$$Y(s) = \frac{2}{(s-1)^2} + \frac{s-1}{(s-1)^2} + \frac{1}{(s-1)^2}$$

$$\frac{1}{(s-1)^2} + \frac{1}{s-1}$$

$$y(t) = te^{-t} + e^{-t}$$

二、写出下列系统框图的系统方程，并求其冲激响应。(15分)



解: $x''(t) + 4x'(t) + 3x(t) = f(t)$

$$y(t) = 4x'(t) + x(t)$$

则: $y''(t) + 4y'(t) + 3y(t) = 4f'(t) + f(t)$

根据 $h(t)$ 的定义有

$$h''(t) + 4h'(t) + 3h(t) = \delta(t)$$

$$h'(0^-) = h(0^-) = 0$$

先求 $h'(0^+)$ 和 $h(0^+)$ 。

因方程右端有 $\delta(t)$ ，故利用系数平衡法。 $h''(t)$ 中含 $\delta(t)$ ， $h'(t)$ 含 $\varepsilon(t)$ ， $h'(0^+) \neq h'(0^-)$ ， $h(t)$ 在 $t=0$ 连续，即 $h(0^+) = h(0^-)$ 。积分得

$$[h'(0^+) - h'(0^-)] + 4[h(0^+) - h(0^-)] + 3 = 1$$

考虑 $h(0^+) = h(0^-)$ ，由上式可得

$$h(0^+) = h(0^-) = 0$$

$$h'(0^+) = 1 + h'(0^-) = 1$$

对 $t > 0$ 时，有 $h''(t) + 4h'(t) + 3h(t) = 0$

故系统的冲激响应为一齐次解。

微分方程的特征根为 $-1, -3$ 。故系统的冲激响应为

$$h(t) = (C_1 e^{-t} + C_2 e^{-3t}) \varepsilon(t)$$

代入初始条件求得 $C_1=0.5, C_2=-0.5$, 所以

$$h(t) = (0.5 e^{-t} - 0.5 e^{-3t}) \varepsilon(t)$$

三、描述某系统的微分方程为 $y''(t) + 4y'(t) + 3y(t) = f(t)$
求当 $f(t) = 2e^{-2t}, t \geq 0; y(0)=2, y'(0)=-1$ 时的解; (15分)

解: (1) 特征方程为 $\lambda^2 + 4\lambda + 3 = 0$ 其特征根 $\lambda_1 = -1, \lambda_2 = -3$. 齐次解为

$$y_h(t) = C_1 e^{-t} + C_2 e^{-3t}$$

当 $f(t) = 2e^{-2t}$ 时, 其特解可设为

$$y_p(t) = P e^{-2t}$$

将其代入微分方程得

$$P \cdot 4 e^{-2t} + 4(-2 P e^{-2t}) + 3P e^{-2t} = 2e^{-2t}$$

解得 $P=2$

于是特解为 $y_p(t) = 2e^{-2t}$

全解为: $y(t) = y_h(t) + y_p(t) = C_1 e^{-t} + C_2 e^{-3t} + 2e^{-2t}$

其中 待定常数 C_1, C_2 由初始条件确定。

$$y(0) = C_1 + C_2 + 2 = 2,$$

$$y'(0) = -C_1 - 3C_2 - 1 = -1$$

解得 $C_1 = 1.5, C_2 = -1.5$

最后得全解 $y(t) = 1.5e^{-t} - 1.5e^{-3t} + 2e^{-2t}, t \geq 0$

三、描述某系统的微分方程为 $y''(t) + 5y'(t) + 6y(t) = f(t)$
求当 $f(t) = 2e^{-t}, t \geq 0; y(0)=2, y'(0)=-1$ 时的解; (15分)

解: (1) 特征方程为 $\lambda^2 + 5\lambda + 6 = 0$ 其特征根 $\lambda_1 = -2, \lambda_2 = -3$. 齐次解为

$$y_h(t) = C_1 e^{-2t} + C_2 e^{-3t}$$

当 $f(t) = 2e^{-t}$ 时, 其特解可设为

$$y_p(t) = P e^{-t}$$

将其代入微分方程得

$$P e^{-t} + 5(-P e^{-t}) + 6P e^{-t} = 2e^{-t}$$

$$\frac{e^{-s}}{s^2} (1 - e^{-s} - s e^{-s})$$

解得 $P=1$

于是特解为 $y_p(t) = e^{-t}$

全解为: $y(t) = y_h(t) + y_p(t) = C_1 e^{-2t} + C_2 e^{-3t} + e^{-t}$

其中 待定常数 C_1, C_2 由初始条件确定。

$$y(0) = C_1 + C_2 + 1 = 2,$$

$$y'(0) = -2C_1 - 3C_2 - 1 = -1$$

解得 $C_1 = 3, C_2 = -2$

最后得全解 $y(t) = 3e^{-2t} - 2e^{-3t} + e^{-t}, t \geq 0$

五、已知 $F(s) = \frac{10(s+2)(s+5)}{s(s+1)(s+3)}$, 求其逆变换.

(12分)

解：部分分解法 $F(s) = \frac{k_1}{s} + \frac{k_2}{s-1} + \frac{k_3}{s-3}$ ($m < n$)

其中 $k_1 = sF(s) \Big|_{s=0} = \frac{10(s-2)(s-5)}{(s-1)(s-3)} \Big|_{s=0} = \frac{100}{3}$

解： $k_2 = (s-1)F(s) \Big|_{s=1} = \frac{10(s-2)(s-5)}{s(s-3)} \Big|_{s=1} = 20$

$k_3 = (s-3)F(s) \Big|_{s=3} = \frac{10(s-2)(s-5)}{s(s-1)} \Big|_{s=3} = \frac{10}{3}$

解： $F(s) = \frac{100}{3s} + \frac{20}{s-1} + \frac{10}{3(s-3)}$

$f(t) = \frac{100}{3} + 20e^t + \frac{10}{3}e^{3t}$ (t)

已知 $F(s) = \frac{s^3 - 5s^2 + 9s - 7}{(s-1)(s-2)}$,

求其逆变换

解：分式分解法 $F(s) = s + 2 + \frac{k_1}{s-1} + \frac{k_2}{s-2}$

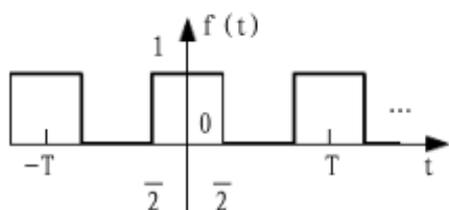
其中 $k_1 = (s-1) \frac{s^3 - 5s^2 + 9s - 7}{(s-1)(s-2)} \Big|_{s=1} = 2$

$k_2 = \frac{s^3 - 5s^2 + 9s - 7}{s-1} \Big|_{s=2} = 1$

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

$f(t) = t' + 2 + (2e^t + e^{2t})$ (t)

六、有一幅度为 1，脉冲宽度为 2ms 的周期矩形脉冲，其周期为 8ms，如图所示，求频谱并画出频谱图频谱图。（10 分）



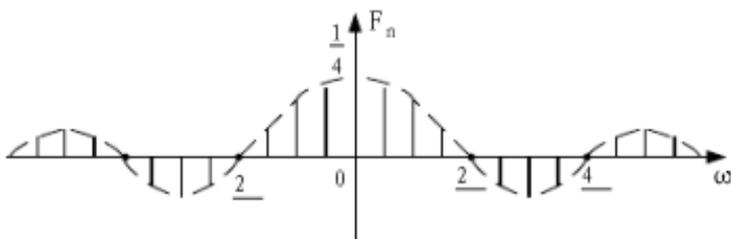
解：付里叶变换为

$$F_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) e^{-jn\Omega t} dt = \frac{1}{T} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} e^{-jn\Omega t} dt$$

$$\frac{1}{T} \frac{e^{jn\Omega t}}{jn} \Big|_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} = \frac{2}{T} \frac{\sin\left(\frac{n\Omega\tau}{2}\right)}{n}$$

$$= \frac{\tau}{T} \text{Sa}\left(\frac{n\pi\tau}{T}\right)$$

F_n 为实数，可直接画成一个频谱图。



周期信号 $f(t) = 1 - \frac{1}{2} \cos \frac{2}{4}t - \frac{2}{3} - \frac{1}{4} \sin \frac{2}{3}t - \frac{1}{6}$

试求该周期信号的基波周期 T ，基波角频率 Ω ，画出它的单边频谱图，并求 $f(t)$ 的平均功率。

解 首先应用三角公式改写 $f(t)$ 的表达式，即

$$f(t) = 1 - \frac{1}{2} \cos \frac{2}{4}t - \frac{2}{3} - \frac{1}{4} \cos \frac{2}{3}t - \frac{1}{6}$$

显然 1 是该信号的直流分量。

$$\frac{1}{2} \cos \frac{2}{4}t - \frac{2}{3} \quad \text{的周期 } T_1 = 8 \quad \frac{1}{4} \cos \frac{2}{3}t - \frac{1}{6} \quad \text{的周期 } T_2 = 6$$

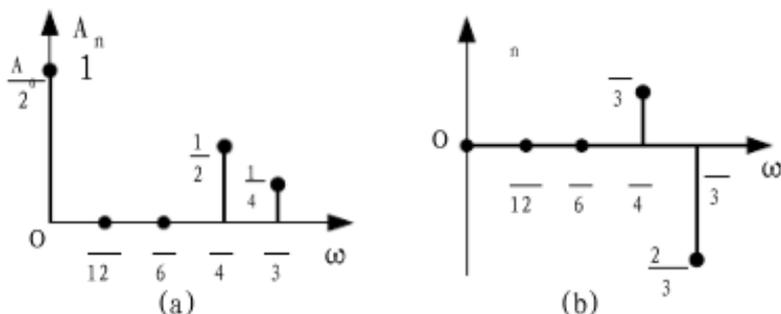
所以 $f(t)$ 的周期 $T = 24$ 基波角频率 $\Omega = 2\pi/T = \pi/12$ 根据帕斯瓦尔等式，其功率为

$$P = 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{4} - \frac{1}{8} + \frac{1}{8} - \frac{1}{16} + \frac{1}{16} - \frac{1}{32} + \frac{1}{32}$$

$\frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{4} t$ 是 $f(t)$ 的 $[\pi/4]/\pi/12 = 3$ 次谐波分量;

$\frac{1}{4} \cos \frac{2\pi}{3} t$ 是 $f(t)$ 的 $[\pi/3]/\pi/12 = 4$ 次谐波分量;

画出 $f(t)$ 的单边振幅频谱图、相位频谱图如图



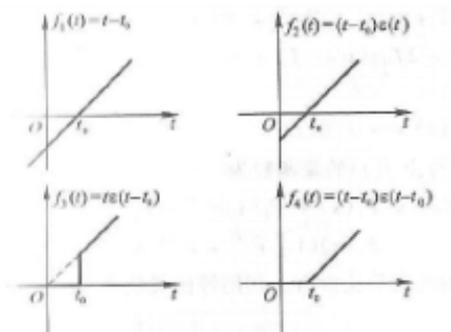
二、计算题 (共 15 分) 已知信号 $f(t) = t \varepsilon(t)$

1、分别画出 $f_1(t) = t \varepsilon(t - t_0)$ 、 $f_2(t) = (t - t_0) \varepsilon(t)$ 、 $f_3(t) = t \varepsilon(t - t_0)$ 和 $f_4(t) = (t - t_0) \varepsilon(t - t_0)$ 的波形, 其中 $t_0 > 0$ 。(5 分)

2、指出 $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ 、 $f_3(t)$ 和 $f_4(t)$ 这 4 个信号中, 哪个是信号 $f(t)$ 的延时 t_0 后的波形。并指出哪些信号的拉普拉斯变换表达式一样。(4 分)

3、求 $f_2(t)$ 和 $f_4(t)$ 分别对应的拉普拉斯变换 $F_2(s)$ 和 $F_4(s)$ 。(6 分)

1、(4 分)

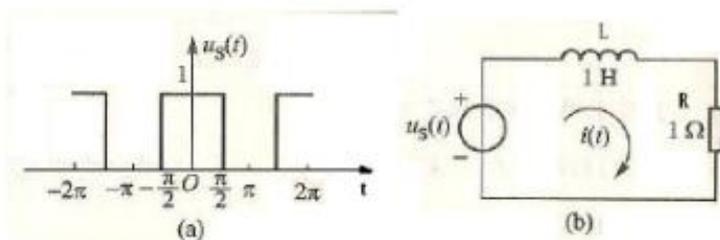


2、 $f_4(t)$ 信号 $f(t)$ 的延时 t_0 后的波形。(2 分)

3、 $F_2(s) = F_1(s) \frac{1}{s^2} \frac{t}{s}$ (2分)

$F_4(s) = \frac{1}{s^2} e^{-s\tau}$ (2分)

三、计算题 (共 10 分) 如下图所示的周期为 2 秒、幅值为 1 伏的方波 $u_s(t)$ 作用于 RL 电路, 已知 $R = 1 \Omega$, $L = 1H$ 。



- 1、写出以回路电流 $i(t)$ 为输出的电路的微分方程。
- 2、求出电流 $i(t)$ 的前 3 次谐波。

解 “

1、 $u_s(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < 1 \\ 0, & 1 \leq t < 2 \end{cases}$ (2分)

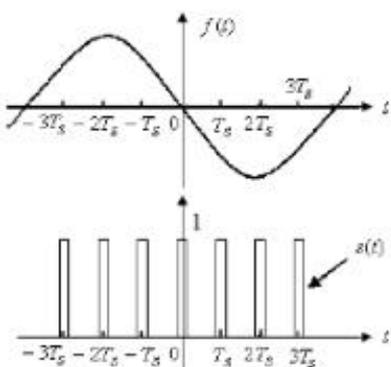
2、 $u_s(t) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t)$
 $\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n} \sin(\frac{n\pi}{2}) \cos(n\omega t) = \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \cos(3\omega t) + \frac{2}{5} \cos(5\omega t) - \dots$ (3分)

分)

3、 $i(t) = i(t) u_s(t)$ (2分)

4、 $i(t) = \frac{1}{2} - \frac{1}{15} \cos(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) - \dots$ (3分)

四、计算题 (共 10 分) 已知有一个信号处理系统, 输入信号 $f(t)$ 的最高频率为 $f_m = 2 / T_s$, 抽样信号 $s(t)$ 为幅值为 1, 脉宽为 τ , 周期为 T_s ($T_s = 1/f_s$) 的矩形脉冲序列, 经过抽样后的信号为 $f_s(t)$, 抽样信号经过一个理想低通滤波器后的输出信号为 $y(t)$ 。 $f(t)$ 和 $s(t)$ 的波形分别如下图所示。



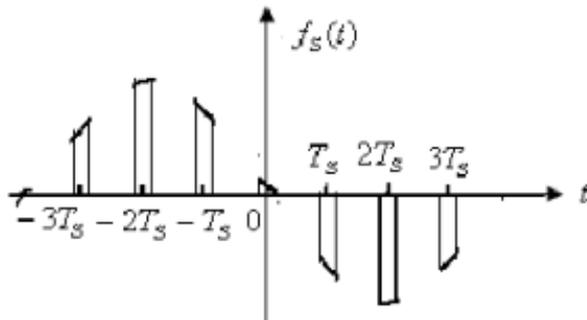
列, 经过抽样后的信号为 $f_s(t)$, 抽样信号经过一个理想低通滤波器后的输出信号为 $y(t)$ 。 $f(t)$ 和 $s(t)$ 的波形分别如下图所示。

- 1、试画出采样信号 $f_s(t)$ 的波形; (4分)
- 2、若要使系统的输出 $y(t)$ 不失真地还原输入信号 $f(t)$, 问

该理想滤波器的截止频率 ω_c 和抽样信号 $s(t)$ 的频率 f_s , 分别应该满足什么条件? (6分)

解:

1、(4分)



2、理想滤波器的截止频率 ω_c , 抽样信号 $s(t)$ 的频率 $f_s = 2f_n$ 。(6分)

五、计算题(共15分)某LTI系统的微分方程为: $y'(t) - 5y(t) = 6y(t) - 2f(t) - 6f(t)$ 。

已知 $f(t) = \delta(t)$, $y(0^-) = 2$, $y(0^+) = 1$ 。

求分别求出系统的零输入响应、零状态响应和全响应 $y_{zi}(t)$ 、 $y_{zs}(t)$ 和 $y(t)$ 。

解:

$$1、F(s) = \int_0^{\infty} \delta(t) e^{-st} dt = \int_0^{\infty} e^{-st} dt = \left. \frac{1}{-s} e^{-st} \right|_0^{\infty} = \frac{1}{s} \quad (2分)$$

$$2、s^2 Y(s) - sy(0^-) - y(0^+) = 5sY(s) - 5y(0^-) - 6Y(s) - 2sF(s) - 2F(s) \quad (3分)$$

$$3、Y_{zi}(s) = \frac{sy(0^-) - y(0^+) - 5y(0^-)}{s^2 - 5s - 6} = \frac{2s - 11}{s^2 - 5s - 6} = \frac{7}{s - 2} - \frac{5}{s - 3}$$

$$Y_{zs}(s) = \frac{2(s - 3)}{s^2 - 5s - 6} = \frac{1}{s - 2} + \frac{2}{s - 3}$$

$$Y_{zi}(s) = \frac{2s - 11}{s^2 - 5s - 6} = \frac{2s - 3}{s^2 - 5s - 6} - \frac{1}{s} \quad (5分)$$

$$4、y_{zi}(t) = (7e^{2t} - 5e^{3t}) \cdot \delta(t)$$

$$y_{zs}(t) = (1 - e^{2t}) \cdot \delta(t)$$

$$y(t) = (1 - 6e^{2t} - 5e^{3t}) \cdot \delta(t) \quad (5分)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/748062115003006047>