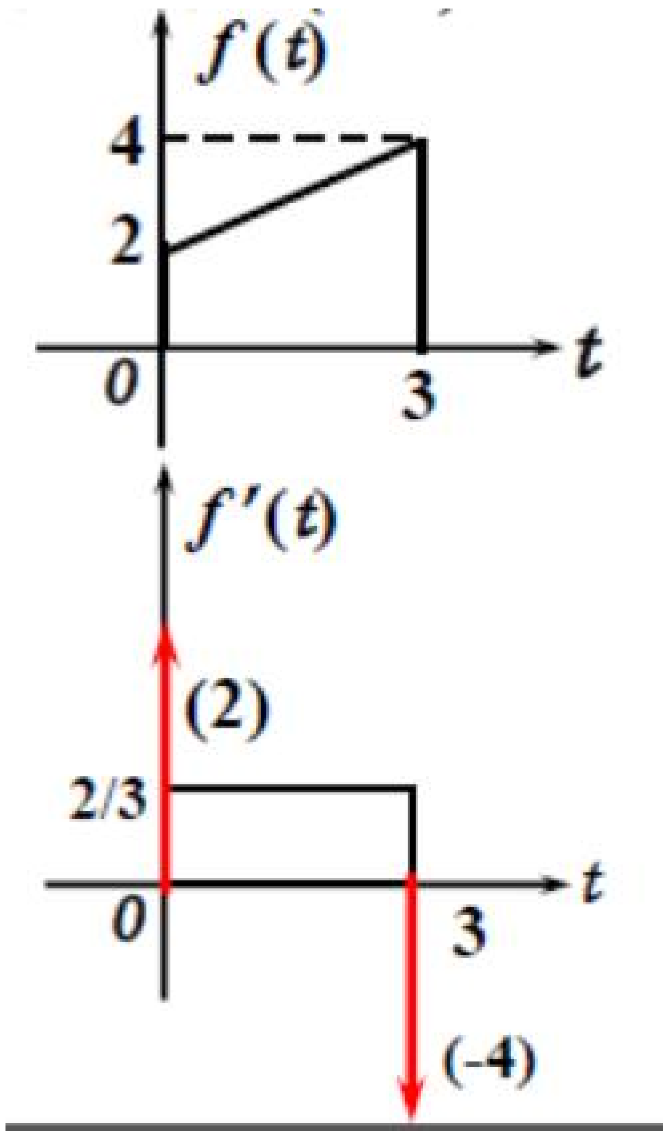
期末复习

第一章 信号与系统

- 一）信号的表示
- 1) 函数表示　2) 波形表示
- 掌握由波形写出函数式，由函数式画出波形
- 会处理函数表示式的中间变量，如ε(sin$t$)

- 二）信号的基本运算
- 加、减、乘、平移、反折、尺度变换
- $f(t)$-> f(at+b)，先做平移
- f(at+b)->$f(t)$，最后做平移
- 微分：注意函数值跳变处
- 积分：注意边上限积分



第一章 信号与系统

- 三）信号的分类
- 1) 周期信号和非周期信号
- 2) 能量信号和功率信号

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

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta'(t)dt = -f'(0)$$

$$\int_{t_1}^{t_2} f(t)\delta(t-t_0)dt = \begin{cases} f(t_0) & t_1 < t_0 < t_2 \\ 0 & t_0\text{不在上述区间} \end{cases}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} f(t)\delta'(t-t_0)dt = \begin{cases} -f'(t_0) & t_1 < t_0 < t_2 \\ 0 & t_0\text{不在上述区间} \end{cases}$$

- 四）典型信号及基本信号

$$\delta(\alpha t) = \frac{1}{|\alpha|}\delta(t) \qquad \alpha\text{为常数，且}\alpha \neq 0$$

第一章 信号与系统

- 五) 系统的描述
- 1) 用数学模型描述 2) 用系统框图描述 3) 用系统函数描述 4) 用流图描述

- 六) 线性系统的性质
- ①线性性质 ②时不变性 ③因果性 ④稳定性 ⑤微、积分特性

已知$e_1(t)=\varepsilon(t)$时 $y_{zs_1}(t)$

则$e_2(t)=\delta(t)$时$y_{zs_2}(t)=[y_{zs_1}(t)]'$

作业知识点分布

- 信号的基础知识
- 1、函数式->波形 （注意：奇异信号、连续与离散信号） 作业：1.1(3,4,5,9,10) 1.2(1,5,6,8,9)
- 2、波形->函数式 作业：1.3(a,b,c) 1.4
- 3、判断信号的周期性 作业：1.5
- 4、判断能量信号还是功率信号
- 5、信号的运算 作业：1.6（2,4,5,6,7） 1.7（2,4,5）
- 6、冲激信号及冲激偶的性质 作业：1.10
- 系统的基础知识
- 7、由框图写出系统的数学模型 作业：1.20
- 8、动态线性系统、时变、因果、稳定的判断 作业：1.23 (1,2,4) 1.24 (2,4)， 1.25(3,4,6)
- 9、线性时不变性质的应用 作业：1.29

第二章 连续系统的时域分析

- 一）微分方程的经典解
- 1) 会由特征根的形式确定齐次解, 输入的形式确定特解

$$\sum_{i=0}^{n} a_i y^{(i)}(t) = \sum_{j=0}^{m} b_j f^{(j)}(t) \qquad y(t) = y_h(t) + y_p(t)$$

- 2) 掌握初始状态*y*(0-), 初始条件*y*(0+), 跳变量Δ*y* (0+)的概念
- 3) 会用δ匹配法确定跳变量Δ*y* (0+), 从而确定初始条件*y*(0+)

例 $i_L'(t) + \frac{1}{2} i_L(t) = \frac{1}{2}\delta''(t) + \frac{1}{2}\delta'(t)$， $i_L(0_-)=0$ 求$i_L(0_+)$

- 4) 掌握系统全响应的三种不同分解方法

第二章 连续系统的时域分析

- 二) 冲激响应和阶跃响应
  - 深刻理解系统冲激响应*h*(*t*)与阶跃响应*g*(*t*)的物理意义，并会求解。
- 三) 卷积积分
  - 1) 深刻理解卷积积分的物理意义，掌握其定义式

$$f(t)*h(t)=y_{zs}(t) \qquad f(t)*h(t)=\int_{-\infty}^{\infty}f(\tau)h(t-\tau)d\tau$$

  - 2) 会用图示法求两个时限信号的卷积
  - 3) 熟练掌握卷积积分的性质，并熟练应用其性质求卷积积分（重点）
  - 注意： 不论是波形还是函数式首先考虑能否用性质

如 $g_4(t-2)*g_2(t-4)$， $e^{2t}\varepsilon(t)*\varepsilon(t)$

作业知识点分布

- 1、求解零输入、零状态及全响应 作业：2.1 (1,3,4)，2.4
- 2、ð函数平衡法 作业：2.2 (2,4)
- 3、求解冲激响应和阶跃响应 作业：2.14
- 4、卷积积分及其性质 作业：2.16，2.17 (1,2,3,4,5,7)，2.20
- 5、零状态响应等于输入信号与单位冲激响应卷积。 作业：2.18(1,2,4),2.28
- 6、复合系统的冲激响应 作业：2.29

第三章 离散系统的时域分析

- 一）差分方程的经典解
- **1)** 会由特征根的形式确定齐次解，输入的形式确定特解

$$\sum_{i=0}^{n} a_{n-i} y(k-i) = \sum_{j=0}^{m} b_{m-j} f(k-j) \qquad y(k) = y_h(k) + y_p(k)$$

- **2)** 掌握初始状态$y(-n)$，初始条件$y(j)$的概念$(j=0,1,2\ldots,n-1)$
- **3)** 会用迭代法确定初始条件$y(j)$，$(j=0,1,2\ldots n-1)$
- **4)** 掌握系统全响应的三种不同分解方法

第三章 离散系统的时域分析

- 二) 单位序列响应和阶跃序列响应
  - 深刻理解系统单位序列响应h(k)与阶跃响应g(k)的物理意义，并会求解。
- 三) 卷积和
  - 1) 深刻理解卷积和的物理意义，掌握其定义式

$$f(k)*h(k)=y_{zs}(k) \qquad f(k)*h(k)=\sum_{i=-\infty}^{\infty}f(i)h(k-i)$$

  - 2) 掌握求卷积和常用的方法
    - a)用定义式求(配合级数的求和公式)
    - b)图解法
    - c) 不进位乘法(重点）
    - d) 利用性质

注意：b) c)只适用于有限长序列

- 作业知识点分布
- 1、求解零输入、零状态及全响应 作业：3.2 (1)，3.4 (3)，3.6 (1,5)
- 2、求解单位序列响应和阶跃响应 作业：3.8(2,3)，3.9(c)，3.10(b)，3.13(c)，3.15
- 3、运用不进位乘法求卷积和 作业：3.11(1,3)
- 4、零状态响应等于输入信号与单位序列响应的卷积和。（运用卷积和的性质计算） 作业：3.12(2,4)，3.18
- 5、复合系统的单位序列响应 作业：3.22

第四章 傅里叶变换和系统的频域分析

- 一) 掌握周期信号频谱的离散性、谐波性、收敛性的概念
  - 周期矩形脉冲的T、τ 对其频谱、带宽的影响。
- 二) 非周期信号的频谱（频谱密度函数，傅里叶变换）
  - 1. 理解频谱密度函数的物理意义及定义式
  - 2. 熟练掌握典型信号的傅里叶变换

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

1) $g_\tau(t) \leftrightarrow \tau Sa\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)$ (3−80)

2) $e^{-\alpha t}\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{\alpha+j\omega}$ $\alpha>0$

3) $\delta(t) \leftrightarrow 1$ (3−85)

6) $1 \leftrightarrow 2\pi\delta(\omega)$ (3−92) 7) $\mathrm{sgn}(t) \leftrightarrow \frac{2}{j\omega}$

8) $\varepsilon(t) \leftrightarrow \pi\delta(\omega)+\frac{1}{j\omega}$ (3−99)

第四章 傅里叶变换和系统的频域分析

- 三) 灵活运用傅里叶变换的(常用)性质对信号进行正、反变换
  - 线性性质、对称性、尺度变换、时移特性、频移特性、卷积定理、时域微分、时域积分

例：已知$f(t) \leftrightarrow F(j\omega)$， 求 $e^{-j4t} f(2-3t)$其频谱密度函数。

解：$f(2+t) \leftrightarrow F(j\omega)e^{j2\omega}$

$$f(2+3t) \leftrightarrow \frac{1}{3}F(j\frac{\omega}{3})e^{j\frac{2\omega}{3}}$$

$$f(2-3t) \leftrightarrow \frac{1}{3}F(j\frac{-\omega}{3})e^{-j\frac{2\omega}{3}}$$

$$e^{-j4t} f(2-3t) \leftrightarrow \frac{1}{3}F(-j\frac{\omega+4}{3})e^{-j\frac{2(\omega+4)}{3}}$$

第四章 傅里叶变换和系统的频域分析

- 四) 掌握周期信号的傅里叶变换（正弦信号）

$$\cos\omega_0 t \leftrightarrow \pi[\delta(\omega+\omega_0)+\delta(\omega-\omega_0)]$$

$$\sin\omega_0 t \leftrightarrow j\pi[\delta(\omega+\omega_0)-\delta(\omega-\omega_0)]$$

$$f_T(t) \leftrightarrow 2\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n\delta(\omega-n\Omega) = \Omega\sum_{n=-\infty}^{\infty} F_0(jn\Omega)\delta(\omega-n\Omega)$$

$$F_n = \frac{1}{T}F_0(jn\Omega) = \frac{1}{T}F_0(j\omega)\Big|_{\omega=n\Omega}$$

$$\delta_T(t) \leftrightarrow \Omega\sum_{n=-\infty}\delta(\omega-n\Omega)$$

第四章 傅里叶变换和系统的频域分析

- **五) LTI系统的频域分析法**
  - 1) 深刻理解系统函数*H(jw)*的定义，熟练掌握LTI系统的频域分析法。

$$y_{zs}(t)=H(j\omega_0)e^{j\omega_0 t}=\left|H(j\omega_0)\right|e^{j[\omega_0 t+\varphi(\omega_0)]} \qquad (3-190)$$

$$y_{zs}(t)=\left|H(j\omega_0)\right|\cos[\omega_0 t+\varphi(\omega_0)] \qquad (3-191)$$

  - 2)掌握系统无失真传输的条件

时域： $h(t)=K\ \delta(t-t_d)$

频域： $H(j\omega)=\dfrac{Y(j\omega)}{E(j\omega)}=K\,e^{-j\omega t_d}$

  - 3)掌握低通滤波器的定义及其传输特性

第四章 傅里叶变换和系统的频域分析

- 六)掌握时域抽样定理、会确定奈奎斯特频率和奈奎斯特周期

$$f_S = 2f_m \qquad T_S = \frac{1}{2f_m}$$

已知$f(t)$的最高频率为$100Hz$,若对下列信号进行时域抽样,求最大抽样间隔。

$$f(t) * f(\frac{1}{2}t), \quad f(4t), \quad f(t) + f^2(t)$$

作业知识点分布

- 1、求解周期信号的傅里叶系数 作业：4.7 (求Fn)
- 2、信号满足某种对称性关系（奇、偶、半波对称、半波镜像对称）时，傅里叶系数的特点 作业：4.10(a,d)
- 3、求解傅里叶正变换（用傅里叶变换的性质求解） 作业：4.13(a,d)， 4.14(b,d,e)， 4.18，4.19(b)，4.20(1,5,8)，4.23，4.39
- 4、求解傅里叶逆变换 作业：4.21(1,2,4)，4.22
- 系统的频域分析：
- 5、由微分方程求解系统的H(jω) 作业：4.30(2)
- 6、系统对虚指数信号（正弦信号）的零状态响应 作业：4.35
- 7、典型的通信系统框图 作业：4.45，4.47
- 8、抽样定理 作业：4.48

第五章 连续系统的复频域分析

- 一) 掌握拉氏变换定义式 、收敛域的概念，并熟练掌握典型信号的拉氏变换。

1. $\delta(t) \leftrightarrow 1 \quad (\mathrm{Re}[s] > -\infty)$
2. $\delta^{(n)}(t) \leftrightarrow s^n \quad (\mathrm{Re}[s] > -\infty)$
3. $\varepsilon(t) \leftrightarrow \dfrac{1}{s} \quad (\mathrm{Re}[s] > 0)$
4. $e^{s_0 t}\varepsilon(t) \leftrightarrow \dfrac{1}{s-s_0} \quad (\mathrm{Re}[s] > \mathrm{Re}[s_0])$
5. $\sin\omega_0 t\varepsilon(t) \leftrightarrow \dfrac{\omega_0}{s^2+\omega_0^2} \quad (\mathrm{Re}[s] > 0)$
6. $\cos\omega_0 t\varepsilon(t) \leftrightarrow \dfrac{s}{s^2+\omega_0^2} \quad (\mathrm{Re}[s] > 0)$
7. $\delta_T(t) = \sum_{n=0}^{\infty}\delta(t-nT) \leftrightarrow \dfrac{1}{1-e^{-sT}} \quad \mathrm{Re}[s] > 0$
8. $t^n\varepsilon(t) \leftrightarrow \dfrac{n!}{s^{n+1}}$

第五章 连续系统的复频域分析

- 二)灵活应用拉氏变换的常用性质和典型信号的变换对求信号的*LT*。
  - 单边周期信号的拉氏变换

$$f_T(t) \leftrightarrow F_0(s)\cdot\frac{1}{1-e^{-sT}} \quad \mathrm{Re}[s]>0$$

- 三）熟练应用部分分式法及性质求拉氏反变换 。(仅有共轭复根时用配平法）
- 四）熟练掌握微分方程的变换(s)域解法。
- 五）深刻理解系统函数*H*(s)含意，会由微分方程求出*H*(s)，由*H*(s)写出系统的微分方程。
- 六）能由系统s 域框图直接写出系统s域的方程
- 七）掌握用*s*域法求解电路的方法。 (KCL、KVL、元件VAR的*s* 域形式及电路的*s* 域模型)
- 八）理解因果信号的傅里叶变换与拉氏变换关系的含意

掌握 $F(j\omega)=F(s)\big|_{s=j\omega} \qquad \sigma_0<0$

作业知识点分布

- 1、求解信号的拉氏变换（优先用性质求解） 作业：5.2(a,c,f)，5.3(1,3,5,7,9,11)，5.4(2)
- 2、运用初值定理和终值定理求信号初值和终值 作业：5.6
- 3、有始周期信号的拉氏变换 作业：5.7(d)，5.10(2,4)
- 4、拉普拉斯逆变换 作业：5.8(1,3,7,9)，5.9(3,6)
- 系统的复频域分析：
- 5、由微分方程求响应（复频域方法）（零输入、零状态、冲激、阶跃） 作业：5.15(1)，5.17(1)
- 6、系统函数相关的题目（求响应、时域信号、复合系统冲激响应） 作业：5.18(1)，5.19，5.22，5.28，
- 7、电路的复频域求解 作业：5.29(1)
- 8、傅里叶变换与拉氏变换的关系 作业：5.41(1,3)，5.42(1)

第六章 离散系统的Z域分析

- 一）理解单、双边z变换的定义 、收敛域的概念，并熟练掌握典型信号的z变换对。

1、 单位样值序列 $\delta(k) \leftrightarrow 1 \qquad |z| \ge 0$

2、 指 数 序 列 $a^k\varepsilon(k) \leftrightarrow \dfrac{z}{z-a}, |z| > |a|$ $\qquad b^k\varepsilon(-k-1) \leftrightarrow \dfrac{-z}{z-b}, |z| < |b|$

3、 单 位 阶 跃 序 列 $\varepsilon(k) \leftrightarrow \dfrac{z}{z-1}, |z| > 1$

$$\cos\omega_0 k\varepsilon(k) \leftrightarrow \frac{z^2 - z\cos\omega_0}{z^2 - 2z\cos\omega_0 + 1}, \quad |z|>1$$ 记住

$$k\varepsilon(k) \leftrightarrow \frac{z}{(z-1)^2} \quad |z|>1$$

$$\sin\omega_0 k\varepsilon(k) \leftrightarrow \frac{z\sin\omega_0}{z^2 - 2z\cos\omega_0 + 1}, \quad |z|>1$$ 记住

第六章 离散系统的Z域分析

- 二）掌握 z变换的常用性质，灵活应用z变换的性质求序列的ZT。
- 三）熟练应用部分分式法对求逆z变换。(注意根据收敛域确定原序列）
- 四）熟练掌握差分方程的变换(z)域解法。
- 五）深刻理解系统函数H(z)的含意，会由差分方程求H(z)，由H(z)写出系统的差分方程。
- 六）能由系统 z 域框图直接写出系统z域的方程。
- 七）掌握z平面与s平面的映射关系

作业知识点分布

- 1、求解信号的Z变换（优先用性质求解） 作业：6.1，6.2 (2,5)，6.3 (1,4)，6.5(2,3,7)
- 2、逆Z变换 作业：6.9 (1,4)，6.10(1,4)，6.11(3)
- 系统的Z域分析
- 3、用Z变换求解差分方程 作业：6.15(1,3)，6.16(2)，6.17
- 4、由Z域框图求解响应 作业：6.19(a)，6.21(3)
- 5、系统函数相关的题目（含复合系统） 作业：6.27，6.31

第七章　系统函数

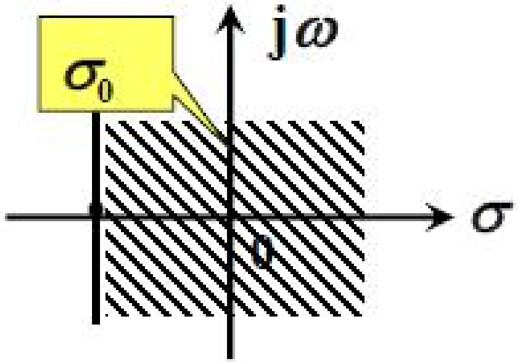
一、会由系统函数$H(\bullet)$分析系统的特性

1) 掌握系统函数零极点的概念。

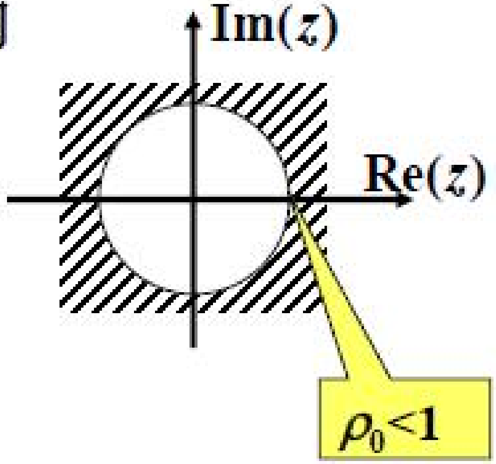
2) 会由系统函数的极点确定系统时域响应的形式

3) 会由系统函数求系统的频率响应函数

(a) $H(j\omega)=H(s)|_{s=j\omega}$　$\sigma_0<0$



(b) $H(e^{j\omega})=H(z)|_{z=e^{j\omega}}$　$|z|=1$在收敛域内



4) 会定性地画系统的频率特性曲线

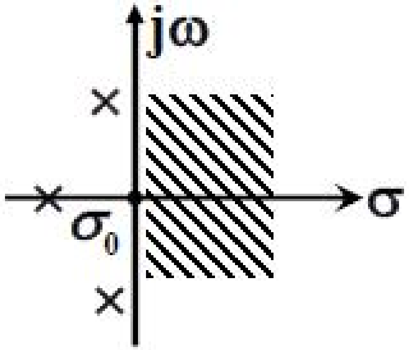
5) 掌握全通系统和最小相移系统的概念

二、系统的因果性、稳定性与系统函数的关系

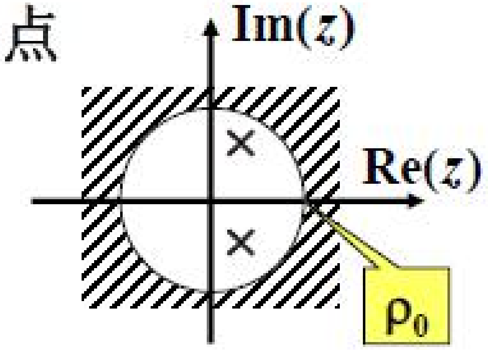
1) 系统的因果性

连续系统 ~ $H(s)$的收敛域$\mathrm{Re}[s] > \sigma_0$，

且$H(s)$的极点均在收敛轴的左半平面



离散系统 ~ $H(z)$的收敛域$|z| > \rho_0$，且$H(z)$的极点均在半径为ρ_0收敛圆的内部



2) 系统的稳定性

连续系统 ~ $H(s)$的极点全部在s平面的左半开平面

离散系统 ~ $H(z)$的极点全部在z平面的单位圆内

3) 系统的稳定性准则

a) 罗斯准则(罗斯阵列)　　　b) 朱里准则(朱里表)

对于二阶系统 $\because$ $A(S) = a_2S^2 + a_1S + a_0$

$$a_2 > 0,\quad a_1 > 0,\quad a_0 > 0$$

$$A(z) = a_2z^2 + a_1z + a_0$$

$$\left.\begin{array}{l} A(1) > 0 \\ A(-1) > 0 \\ a_2 > |a_0| \end{array}\right\}$$

三)系统的信号流图表示和梅森公式

1) 理解系统的直接型、级联型和并联型结构

2) 掌握信号流图的性质

3) 能用梅森公式求系统函数

$$H(\cdot)=\frac{1}{\Delta}\sum_{i}p_i\Delta_i$$

作业知识点分布

- 1、由零极点分布图求系统函数，画幅频和相频曲线 作业：6.36(a)，7.7(b)，7.13(c)
- 2、输入正弦序列（信号），求解离散（连续）系统的稳态响应 作业：6.41
- 3、由系统函数判断系统的稳定性 作业：7.18(1)，7.19(3)，7.20，7.22
- 4、画系统直接形式、级联、并联形式框图 作业：7.32(1)，7.33(1)
- 5、信号流图化简（由梅森公式求解系统函数） 作业：7.37

第八章 系统状态变量分析

- 1) 会建立系统动态方程
- 2) 掌握状态方程的变换域的分析方法
- 3）掌握系统可控和可观的概念

作业知识点分布

- 1、 由电路、系统数学模型（微分/差分方程）、信号流图/框图、系统函数求解状态方程和输出方程 作业：8.1(a)，8.2， 8.8，8.9，8.12，8.13
- 2、 由系统矩阵判断系统的稳定性 作业：8.20，8.28

反变换的典型例题

$$\mathscr{F}^{-1}\left\{\left[\delta(\omega+5\pi)+\delta(\omega-5\pi)\right]\cdot e^{-\frac{3}{2}j\omega}\right\}=\frac{1}{\pi}\cos 5\pi(t-\frac{3}{2})$$

$$\mathscr{L}^{-1}\left[\frac{s}{s^2+4s+8}\right]=e^{-2t}(\cos 2t-\sin 2t)\varepsilon(t)$$

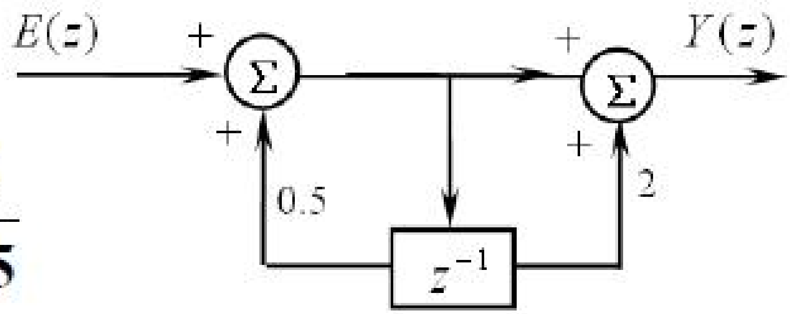
$$\mathcal{Z}^{-1}\left[\frac{-4z^2}{z^2-0.4z-0.12}\right] \qquad 0.2<|z|<0.6$$

$$\frac{-4z^2}{z^2-0.4z-0.12}=\frac{-z}{z+0.2}+\frac{-3z}{z-0.6}$$

$$f(k)=-(-0.2)^k\varepsilon(k)+3(0.6)^k\varepsilon(-k-1)$$

某一离散系统如图所示。(1)求该系统的频率响应函数 $H(e^{j\omega})$

(2)求当 $e(k)=[1+2\cos(\frac{\pi}{2}k+60^{\circ})]\varepsilon(k)$ 时该系统的稳态响应 $y_{ss}(k)$



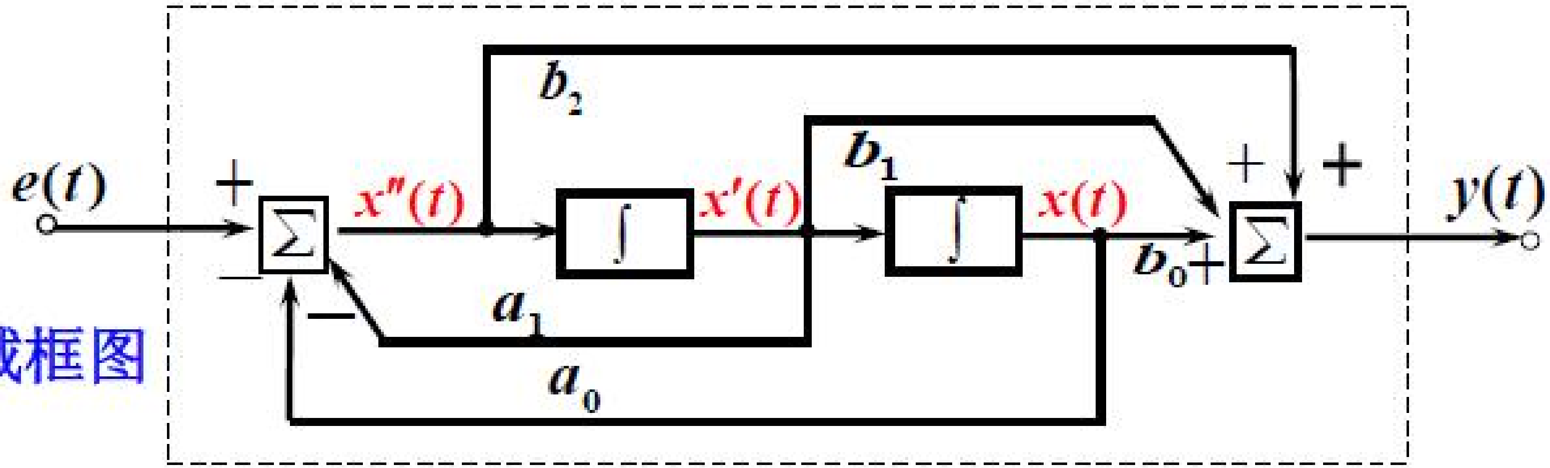
$$H(z)=\frac{z+2}{z-0.5}$$

$$H(e^{j\omega})=H(z)\big|_{z=e^{j\omega}}=\frac{e^{j\omega}+2}{e^{j\omega}-0.5}$$

$$\omega=0 \quad H(e^{j0})=6$$

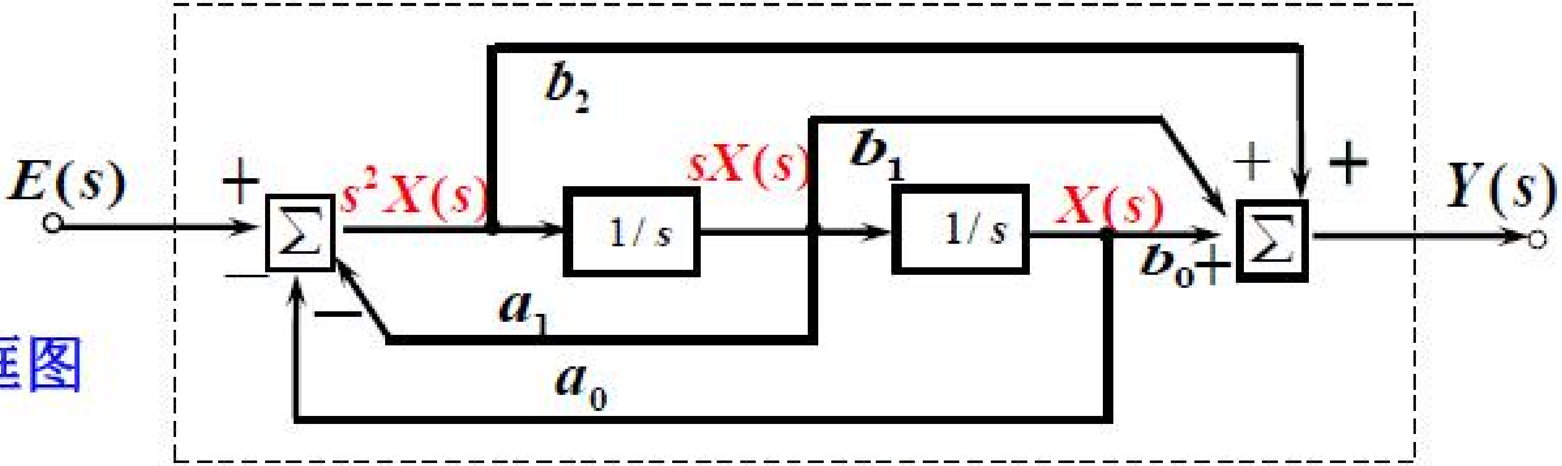
$$\omega=\frac{\pi}{2} \quad H(e^{j\frac{\pi}{2}})=2e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

$$y_{ss}(k)=6+4\cos(\frac{\pi}{2}k-30^{\circ})$$



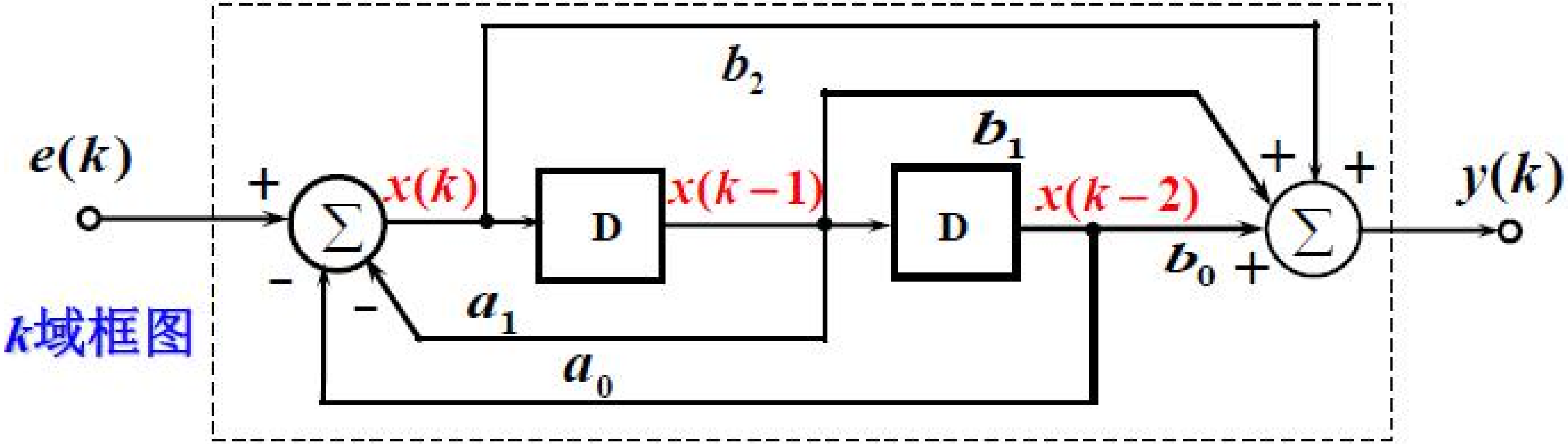
时域框图

$$y''(t)+a_1y'(t)+a_0y(t)=b_2e''(t)+b_1e'(t)+b_0e(t)$$

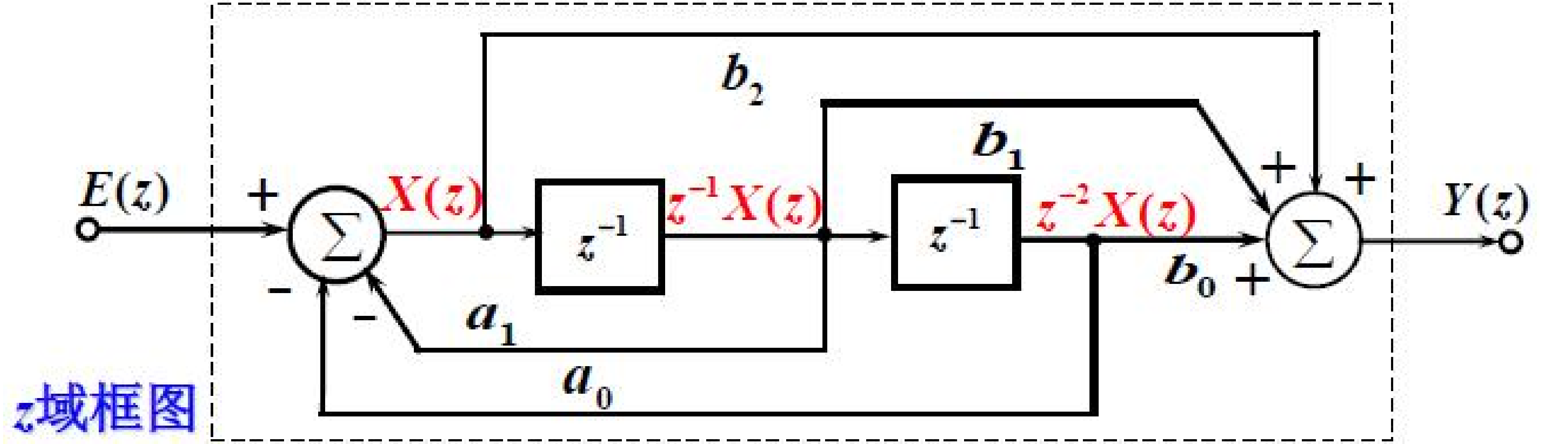


s域框图

$$H(s)=\frac{Y(s)}{E(s)}=\frac{b_2s^2+b_1s+b_0}{s^2+a_1s+a_0}$$



$$y(k)+a_1y(k-1)+a_0y(k-2)=b_2e(k)+b_1e(k-1)+b_0e(k-2)$$



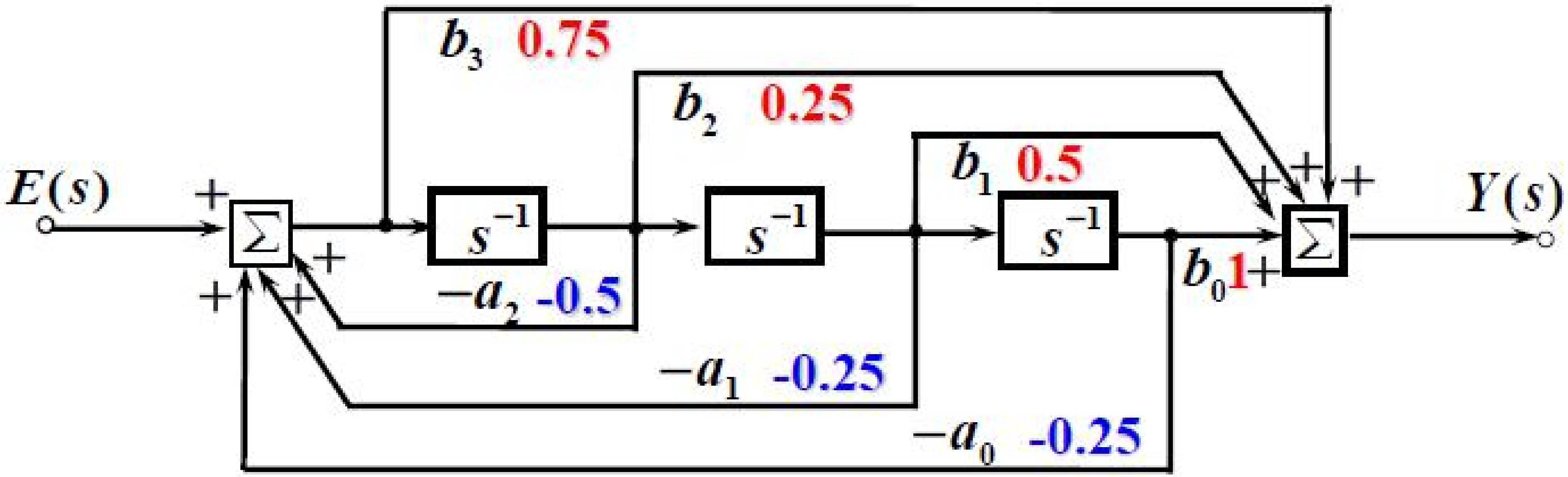
$$H(z)=\frac{Y(z)}{E(z)}=\frac{b_2+b_1z^{-1}+b_0z^{-2}}{1+a_1z^{-1}+a_0z^{-2}}=\frac{b_2z^2+b_1z+b_0}{z^2+a_1z+a_0}$$

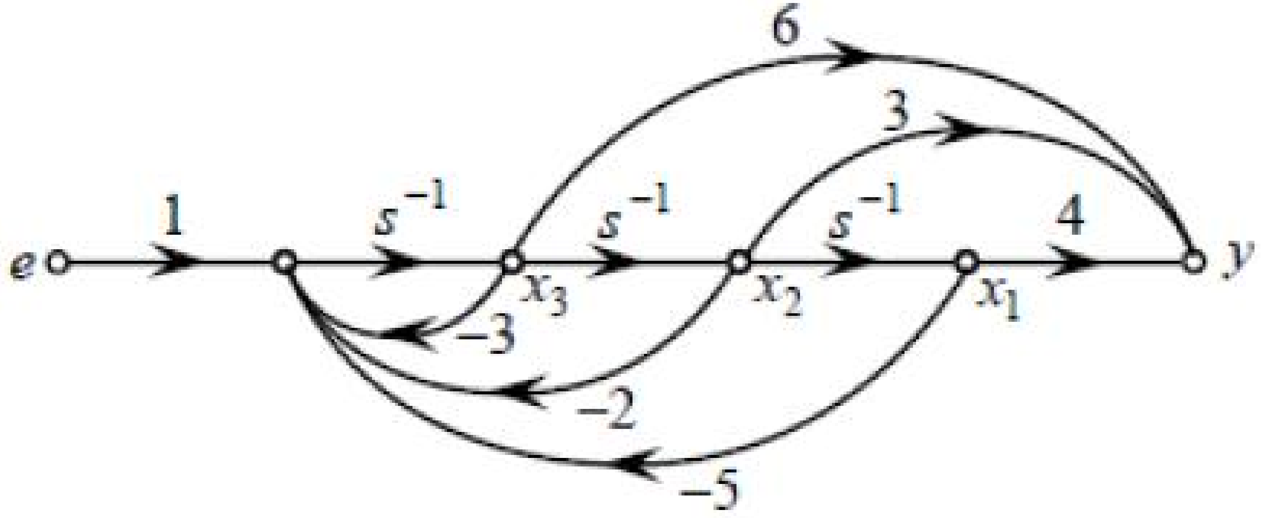
例：已知某连续系统的系统函数$H(s)=\dfrac{3s^3+s^2+2s+4}{4s^3+2s^2+s+1}$，

画出其直接型结构。

$$H(s)=\frac{b_n+b_{n-1}s^{-1}+b_{n-2}s^{-2}+\cdots+b_1s^{-(n-1)}+b_0s^{-n}}{1-(-a_{n-1}s^{-1}-a_{n-2}s^{-2}-\cdots-a_1s^{-(n-1)}-a_0s^{-n})}$$

$$H(s)=\frac{0.75+0.25s^{-1}+0.5s^{-2}+s^{-3}}{1-(-0.5s^{-1}-0.25s^{-2}-0.25s^{-3})}$$





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

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

$$y'''(t)+3y''(t)+2y'(t)+5y(t)=6e''(t)+3e'(t)+4e(t)$$