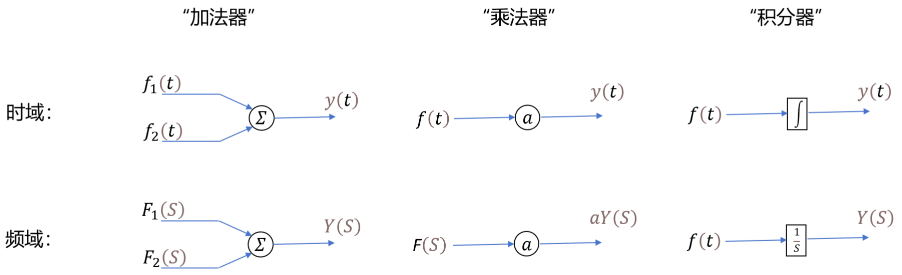
信号与系统课程笔记：Lecture 23：S 域系统分析的剩余问题

授课教师：秦雨潇
笔记记录：曹时成

2023 年 11 月 29 日（第十三周，周三）

1 系统框图/模拟图

1.1 三个基本逻辑单元

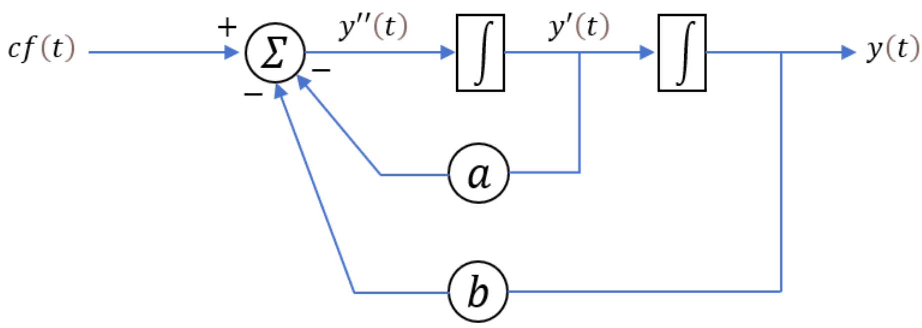


1.2 时域框图

（1）$y''(t) + ay'(t) + by(t) = cf(t)$

要点 1：$y''(t) \longrightarrow \boxed{\int} \longrightarrow y'(t) \longrightarrow \boxed{\int} \longrightarrow y(t)$

于是原式可写为：$f(t) + (-a)y'(t) + (-b)y(t) = y''(t)$

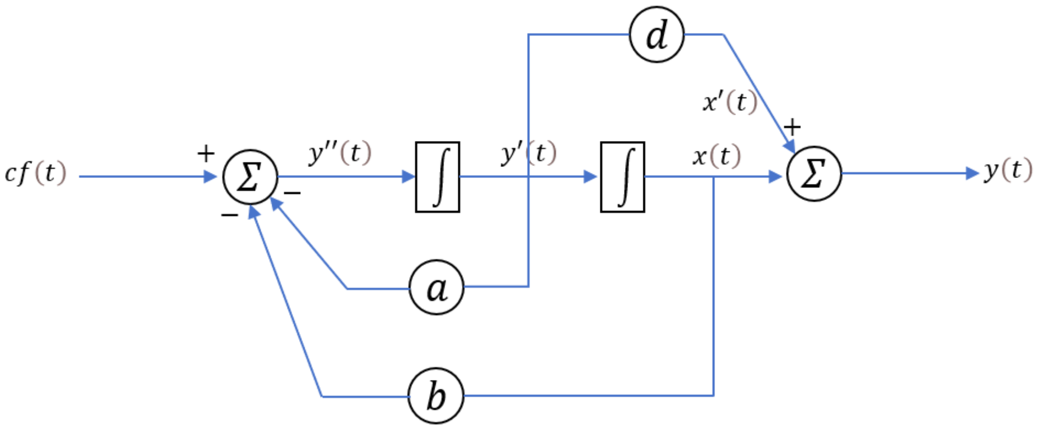


（2）$y''(t)+ay'(t)+by(t)=cf(t)+df'(t)$

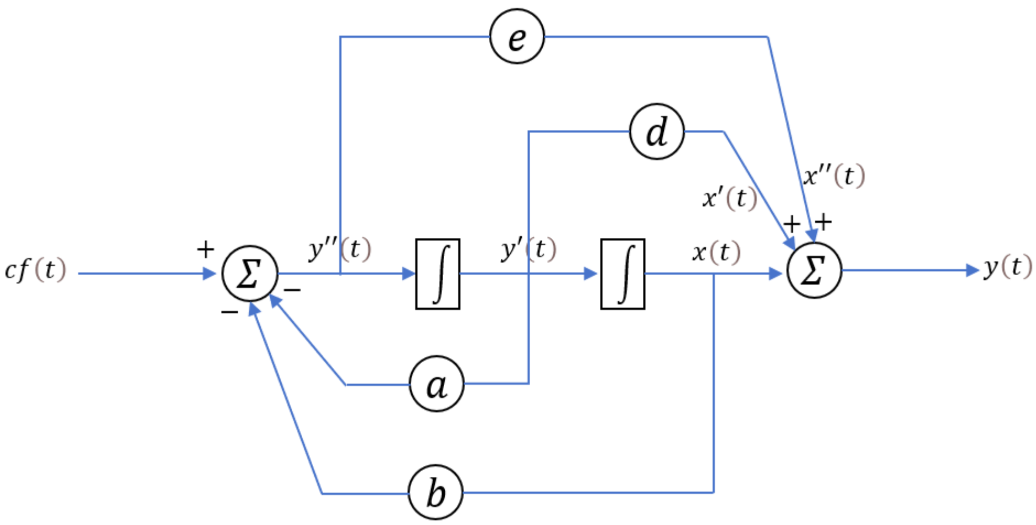
$\because$ 考虑系统是 LTI 系统

$\therefore df(t) \longrightarrow dy(t)$

$df'(t) \longrightarrow dy'(t)$



（3）$y''(t)+ay'(t)+by(t)=cf(t)+df'(t)+ef''(t)$

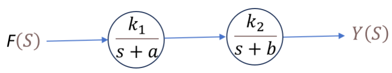


1.3 S 域框图

第一种: f(t) 换成 F(s)，与 y(t) 换成 Y(s), 加法和乘法不变，积分变成 $\boxed{\frac{1}{s}}$

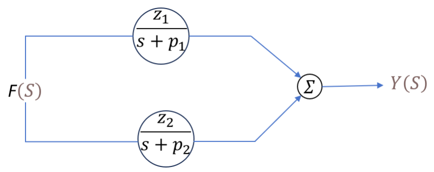
第二种: $Y(s)=H(s)F(s)=F(s)\frac{cs+d}{(s+a)(s+b)}=F(s)\cdot\frac{k_1}{s+a}\cdot\frac{k_2}{s+b}$

“串联形式”:



第三种: $Y(s)=F(s)(\frac{z_1}{s+p_1}+\frac{z_2}{s+p_2})$

“并联形式”:



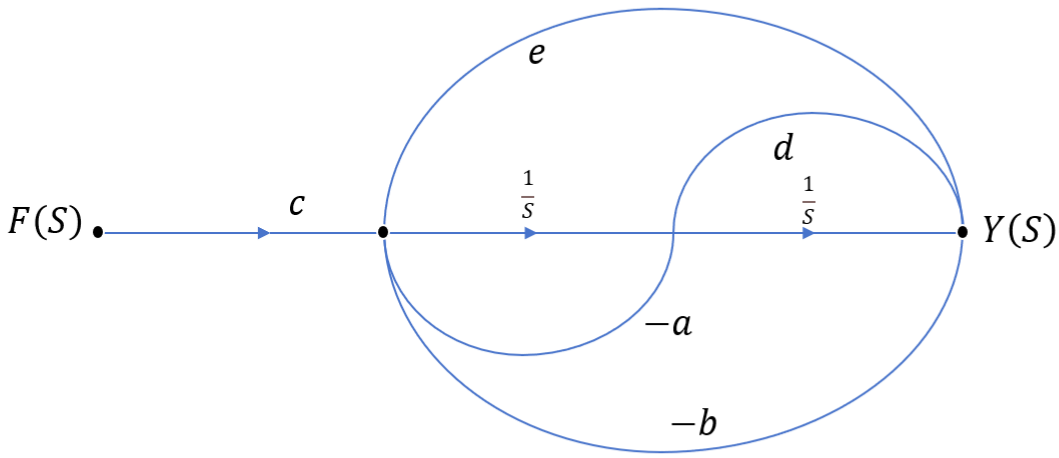
2 系统流图

Graph

顶点：vertex

边：edge（有向/无向）

（3）$y''(t) + ay'(t) + by(t) = cf(t) + df'(t) + ef''(t)$



3 梅森公式

计算系统流图的 H(s)

课后自行看书理解!

4 电路的复频域的表达形式（书上第 5 章第 2 节）

（1）电容

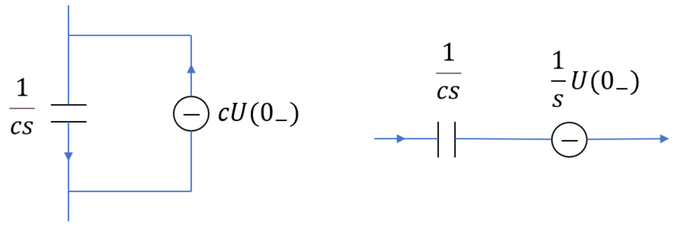
时域:

$$i(t) = c\frac{du(t)}{dt}, u(t) = \frac{1}{c}\int_0^t i(t)\,dt + u(0_-)$$

S 域:

$$I(t) = csU(s) - cU(0_-), U(s) = \frac{1}{s}U(0_-) + \frac{1}{cs}I(s)$$

S 域电路:



“P”算子

（2）电感

时域：

$$u(t) = L\frac{d}{dt}i(t), i(t) = \frac{1}{L}\int_0^t u(\tau)\, d\tau + i(0_-)$$

S 域：

类比于电容的 S 域自己写出

S 域电路：“串联”，“并联”

基尔霍夫定律依然适用

5 系统稳定性的判定

5.1 从定义出发

$$\int_{\mathbb{R}} |h(t)|\, dt < +\infty$$

5.2 零极图中的极点

（1）无重根情况下：$H(s) = \sum_{i=1}^{N} \frac{z_i}{s-p_i} \longleftrightarrow z_i e^{-p_i t} = h(t)$

有几点在 jw 轴右边则表明系统不稳定

（2）结论：教科书 6.2.2 节表 6.1　　12 个例子

① 所有极点都在 jw 轴以左：稳定

② 只要有一个极点在 jw 轴右或双极点在 jw 轴上：不稳定

③ 单极点在 jw 轴上：临界稳定

临界稳定：h(t)=u(t)，稳不稳定取决于输入

5.3 劳斯准则

$$a_n s^n + a_{n-1}s^{n-1} + a_{n-2}s^{n-2} + \cdots + a_1 s + a_0 = 0$$