石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

自动控制原理

采样控制系统分析

动态性能分析

主讲 ：郑海青

闭环极点的位置与动态特性的关系

采样控制系统的性能分析类似于连续系统，系统输出特性主要由闭环脉冲传递函数的极点来确定

SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY 石家莊鐵道大學

网络精品课程

设系统闭环脉冲传递函数:　　$(n > m)$

$$\Phi(z) = \frac{C(z)}{R(z)} = \frac{b_0 z^m + b_1 z^{m-1} + \cdots + b_{m-1} z + b_m}{a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \cdots + a_{n-1} z + a_n}$$

单位阶跃输入时输出的Z变换:

$$C(z) = \frac{b_0 z^m + b_1 z^{m-1} + \cdots + b_{m-1} z + b_m}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)} \cdot \frac{z}{z-1}$$

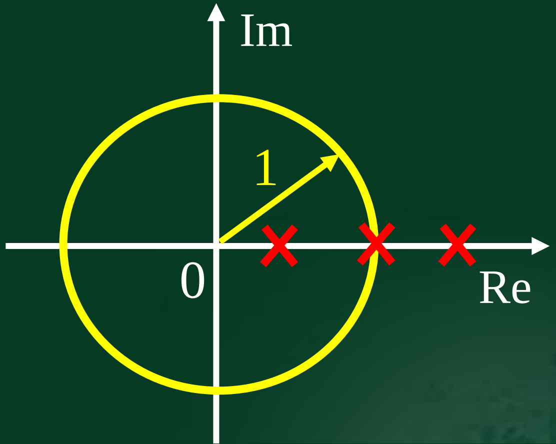
展开成部分分式 $$\frac{C(z)}{z}=\frac{A_0}{z-1}+\frac{A_1}{z-z_1}+\cdots+\frac{A_n}{z-z_n}$$

$$C(z)=\frac{zA_0}{z-1}+\frac{zA_1}{z-z_1}+\cdots+\frac{zA_n}{z-z_n}$$

系统的输出响应：$c(kT)=A_0 1(kT)+\sum_{i=1}^{n}A_i(z_i)^k$

下面分两种情况进行讨论。

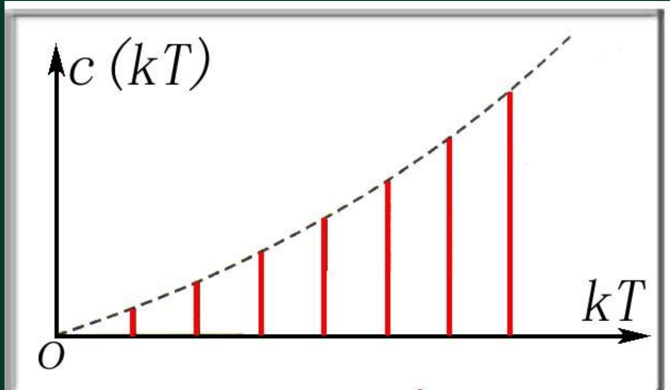
1. 闭环极点为实数极点



$$c(kT) = A_0 1(kT) + \sum_{i=1}^{n} A_i (z_i)^k$$

z_i为正实数极点时：

$|z_i| > 1$ c(kT)为发散的指数函数

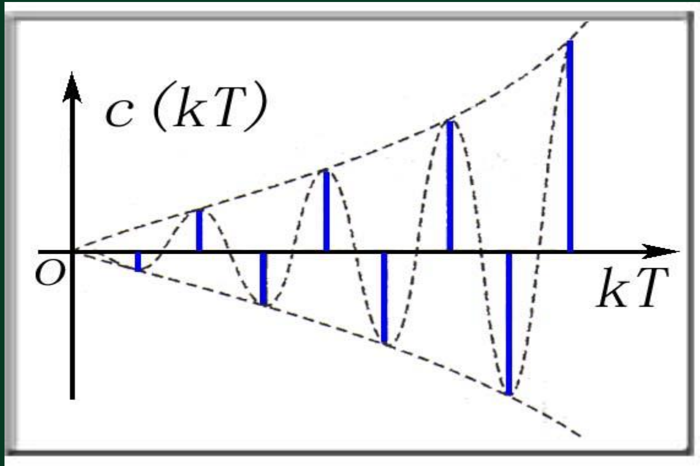


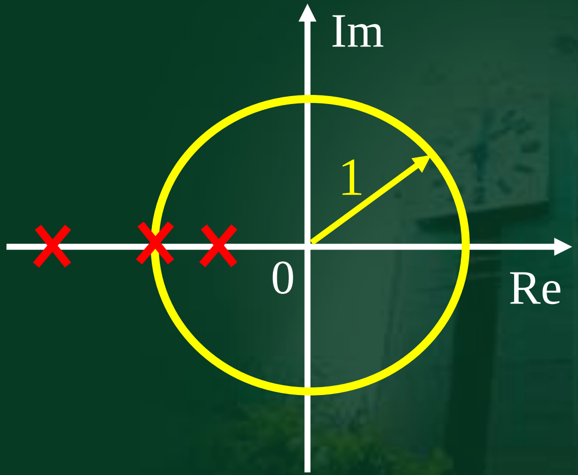
z_i为负实数极点时： $c(kT) = A_0 1(kT) + \sum_{i=1}^{n} A_i (z_i)^k$

系统的瞬态分量为振荡函数

$|z_i| > 1$

—发散震荡





石家莊鐵道大學 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

2. 闭环极点为复数极点

设复数极点 $\begin{cases} z_i = |z_i| e^{j\theta i} \\ \bar{z}_i = |z_i| e^{-j\theta i} \end{cases}$

$|z_i|$ —z_i 的模

θ_i —z_i 的相角

一对复数极点的瞬态分量 $c(kT) = A_i (z_i)^k + \bar{A}_i (\bar{z}_i)^k$

设待定系数 $A_i = |A_i| e^{j\psi i}$ $\bar{A}_i = |A_i| e^{-j\psi i}$

石家莊鐵道大學 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

$$c(kT) = A_i (z_i)^k + \bar{A}_i (\bar{z}_i)^k$$

$$= |A_i||z_i|^k e^{j(k\theta i+\psi i)} + |A_i||z_i|^k e^{-j(k\theta i+\psi i)}$$

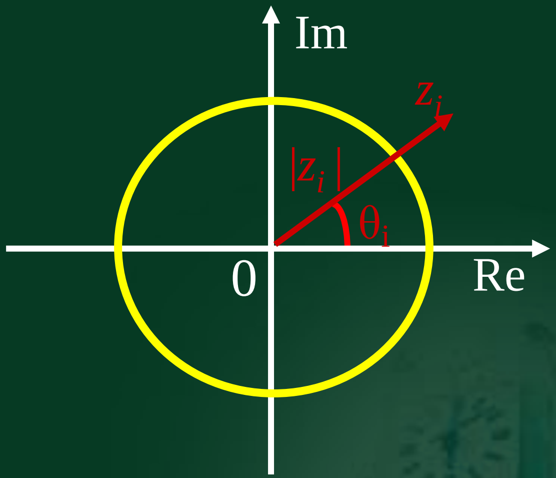
$$= 2|A_i||z_i|^k \frac{e^{j(k\theta i+\psi i)} + e^{-j(k\theta i+\psi i)}}{2}$$

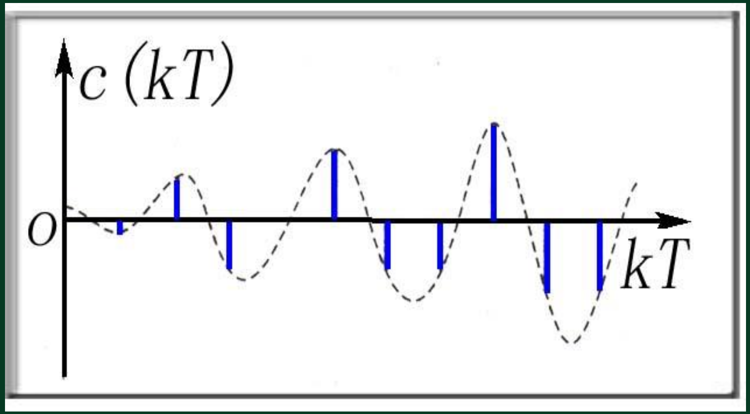
$$= 2|A_i||z_i|^k \cos(k\theta_i+\psi_i)$$

网络精品课程

$|z_i|>1$ 发散震荡函数。

θ_i 越大瞬态分量的振荡频率越高。





谢谢