



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

脉冲传递函数

主讲：郑海青



一、脉冲传递函数的定义

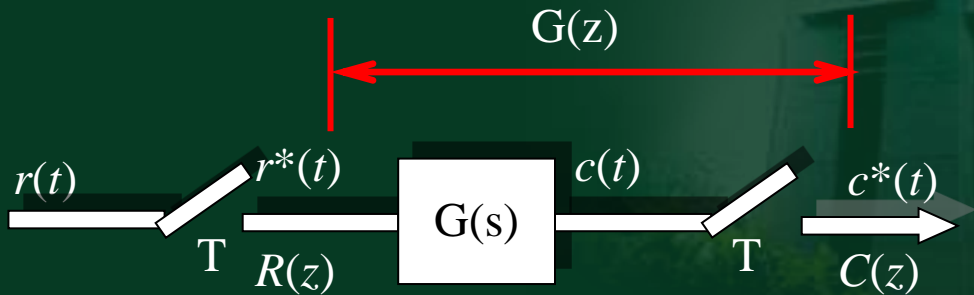
零初始条件下，离散输出信号的Z变换与离散输入信号的Z变换之比。

$$G(z) = \frac{C(z)}{R(z)}$$



$$R(z) = Z[r^*(t)]$$

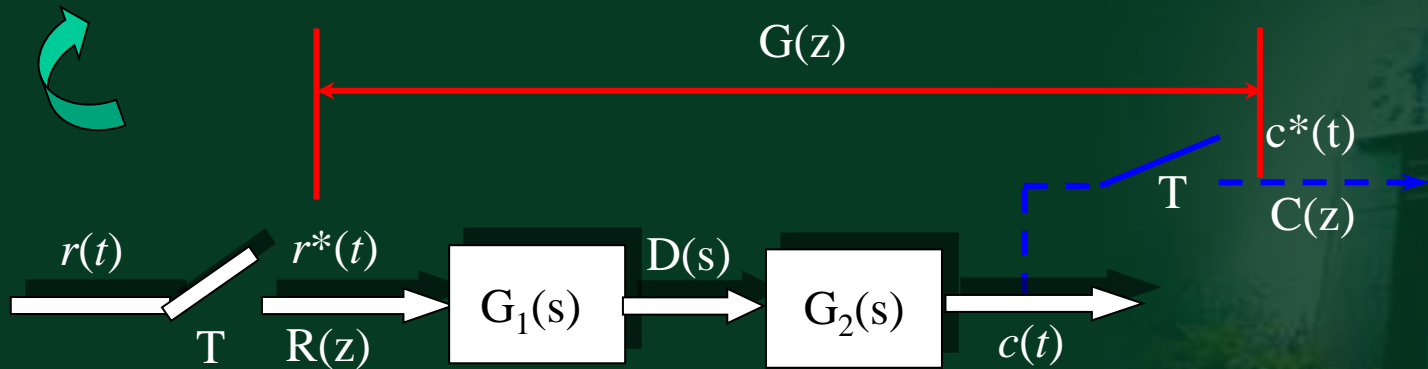
$$C(z) = Z[c^*(t)]$$





输出的采样信号可根据下式求得

$$c^*(t) = Z^{-1}[C(z)] = Z^{-1}[G(z) \cdot R(z)]$$



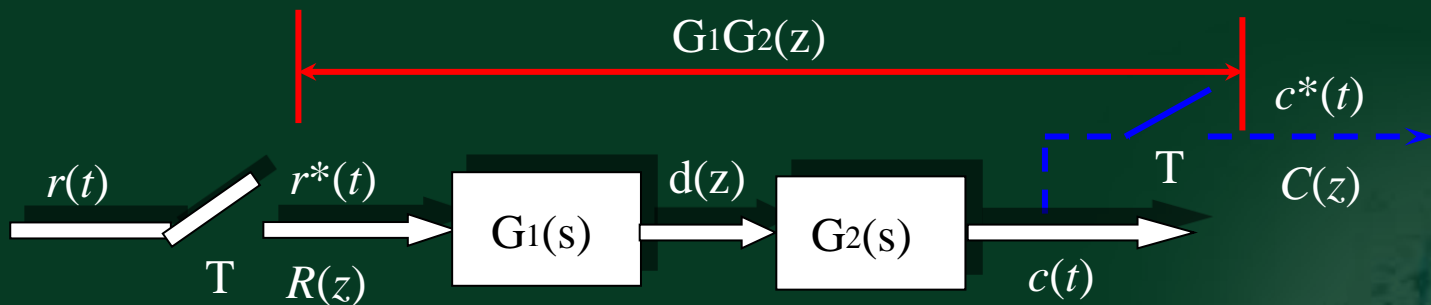


二、开环系统的脉冲传递函数

脉冲传递函数与采样开关的位置有关。当采样系统中有环节串联时，根据它们之间有无采样开关，其等效的脉冲传递函数是不相同的。



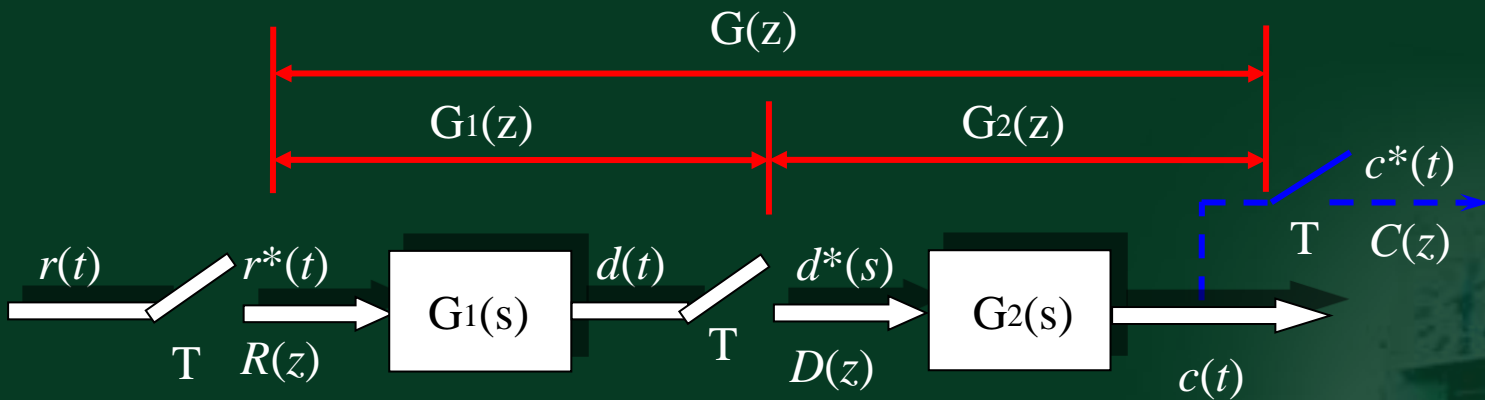
1. 串联环节间无采样开关



$$G(z) = \frac{C(z)}{R(z)} = Z[G_1(s)G_2(s)] = G_1G_2(z)$$



2. 串联环节间有采样开关



$$G(z) = \frac{C(z)}{R(z)} = G_1(z)G_2(z)$$



例: 设 $G_1(s)=1/s$, $G_2(s)=a/(s+a)$, $r(t)=1(t)$, 求上述两种情况下的 $G(z)$ 。

解: $G_1(z) = \frac{z}{z-1}$ $G_2(z) = \frac{az}{z-e^{-aT}}$

第一种情况: $G(z) = G_1(z)G_2(z) = \frac{az^2}{(z-1)(z-e^{-aT})}$

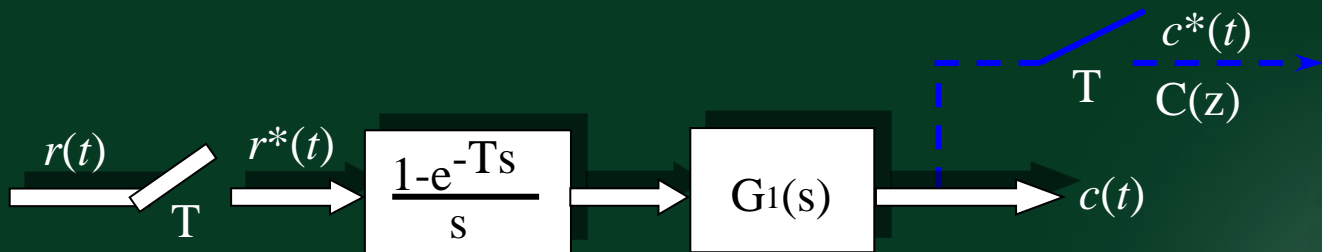


第二种情况：
$$G(z) = Z[G_1(s)G_2(s)] = Z\left[\frac{a}{s(s+a)}\right]$$
$$= \frac{z(1-e^{-aT})}{(z-1)(z-e^{-aT})} = G_1G_2(z)$$

$$G_1(z)G_2(z) \neq G_1G_2(z)$$



3. 帶零阶保持器的开环系统的脉冲传递函数

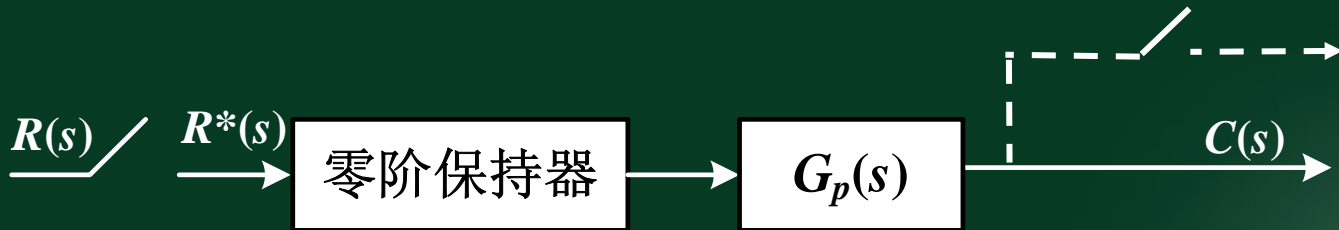


$$Z[G_2(s)] = G_2(z) \quad Z[e^{-Ts}G_2(s)] = z^{-1}G_2(z)$$

$$G(z) = Z[(1-e^{-Ts})G_2(s)] = (1-z^{-1})G_2(z)$$



例: $G_p(s) = \frac{10}{s(s+10)}$ 求脉冲传递函数



$$\text{解: } G(z) = Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s} G_p(s)\right] = (1-z^{-1})Z\left[\frac{G_p(s)}{s}\right]$$

$$= (1-z^{-1})Z\left[\frac{10}{s^2(s+10)}\right] = (1-z^{-1})Z\left[\frac{1}{s^2} - \frac{0.1}{s} + \frac{0.1}{s+10}\right]$$



$$\begin{aligned} &= (1 - z^{-1})Z[t - 0.1 + 0.1e^{-10t}] = (1 - z^{-1})\left[\frac{Tz}{(z-1)^2} - \frac{0.1z}{z-1} + \frac{0.1z}{z - e^{-10T}}\right] \\ &= \frac{(T - 0.1 + 0.1e^{-10T})z + (0.1 - Te^{-10T} - 0.1e^{-10T})}{(z-1)(z - e^{-10T})} \end{aligned}$$

不加零阶保持器时 $G(z) = Z[G_p(s)] = \frac{z(1 - e^{-10T})}{(z-1)(z - e^{-10T})}$

引入零阶保持器后，只改变零点



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

谢谢