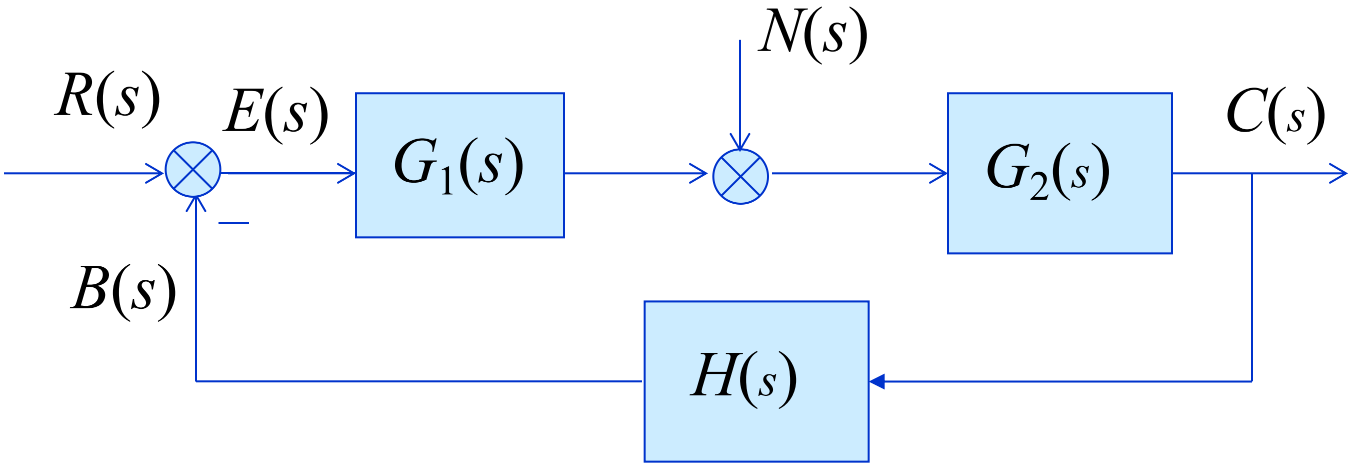
第二章 控制系统的数学模型

2.7 控制系统的传递函数



开环传递函数：当闭环打开时，主反馈量与外部输入的拉普拉斯变换之比。

闭环传递函数：当闭环闭合时，以外部加到闭环上的某变量为输入，以闭环的某受控量为输出的传递函数。

2.7 控制系统的传递函数

开环传递函数 $G_o(s)$ 列写规则:

组成闭环的各串联框的传递函数相乘，反号;

闭环传递函数 $\Phi(s)$ 列写规则:

1） 若列写从A到B的闭环传递函数，在闭环中保留A→B通道，想象中断开 B→A通道，把A→B的传递函数作为分子;

2） 把组成闭环的各串联框的传递函数相乘，反号加1，作为分母。

Note: 闭环传递函数的分母 = 开环传递函数 + 1 ;

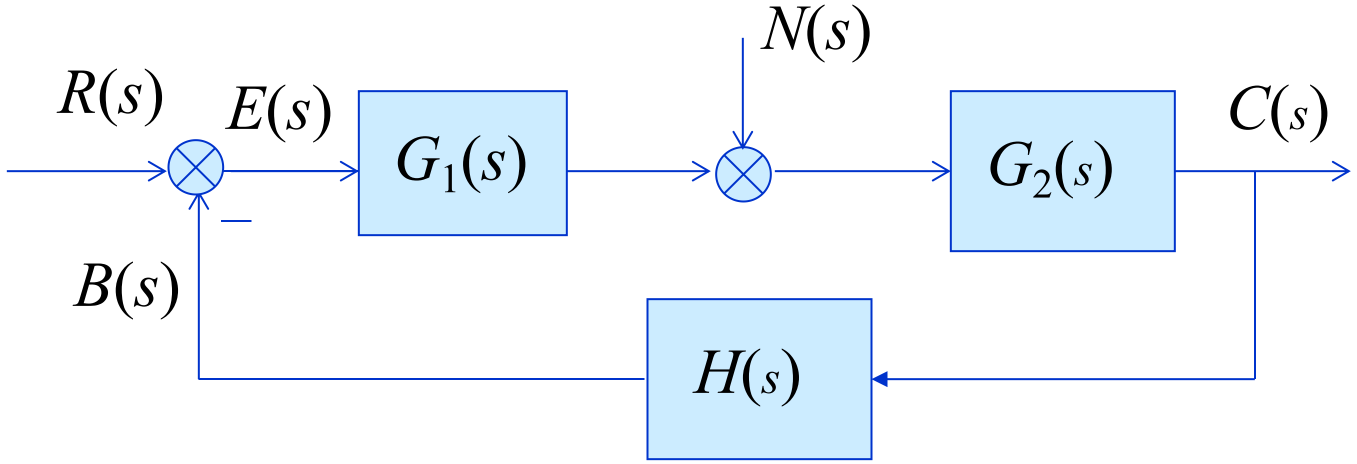
闭环特征方程： $1 + G_0(s) = 0$;

2.7 控制系统的传递函数

一、系统的开环传递函数

按规则：组成闭环的各串联框的传递函数相乘，反号

$$G_o(s)=\frac{B(s)}{R(s)}=G_1(s)G_2(s)H(s)$$



注意：要将闭环控制系统的开环传递函数与开环控制系统的传递函数区别开来。

2.7 控制系统的传递函数

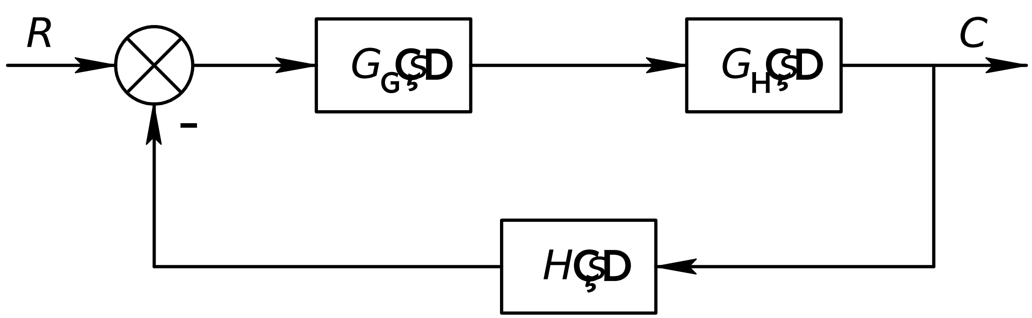
二、系统的闭环传递函数

1）输入作用r(t)下系统的闭环传递函数 $\Phi(s)$

$$N(s)=0,\ \Phi_r(s)=\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

系统的输出量:

$$C(s)=\Phi_r(s)R(s)=\frac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}\cdot R(s)$$



$r(t)$作用下的系统动态结构图

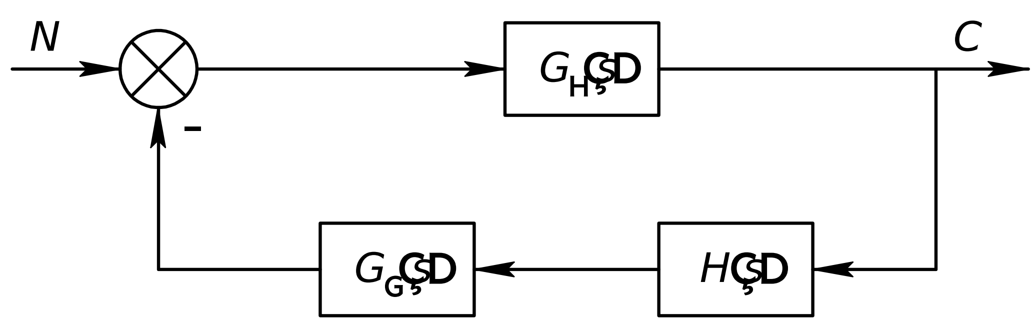
2.7 控制系统的传递函数

2）扰动作用下系统的闭环传递函数 $\Phi_n(s)$

$$R(s)=0,\ \Phi_n(s)=\frac{C(s)}{N(s)}=\frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

系统的输出量:

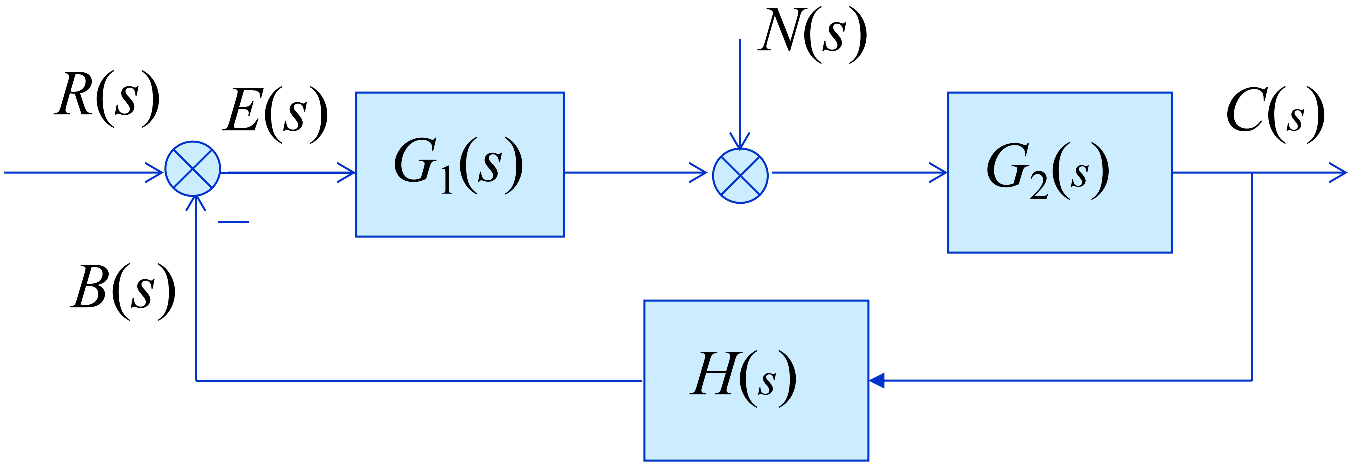
$$C(s)=\Phi_n(s)N(s)=\frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}\cdot N(s)$$



$n(t)$作用下的系统动态结构图

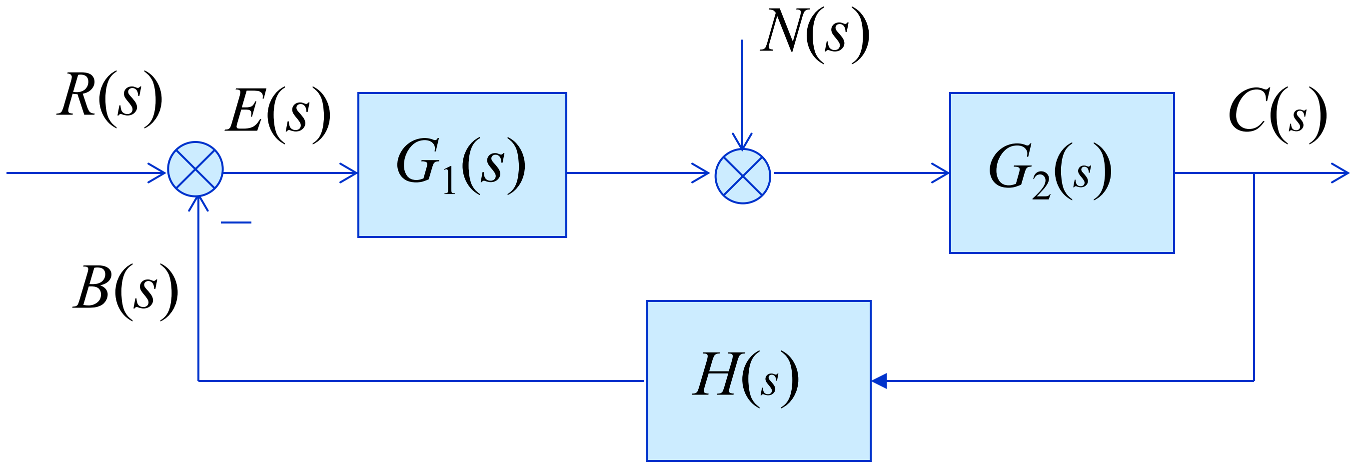
3） 系统的总输出

$$C(s)=\frac{G_1(s)G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}R(s)+\frac{G_2(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}N(s)$$



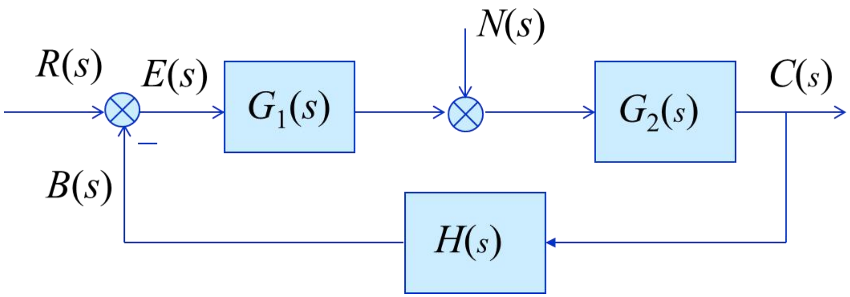
三、闭环系统的误差传递函数

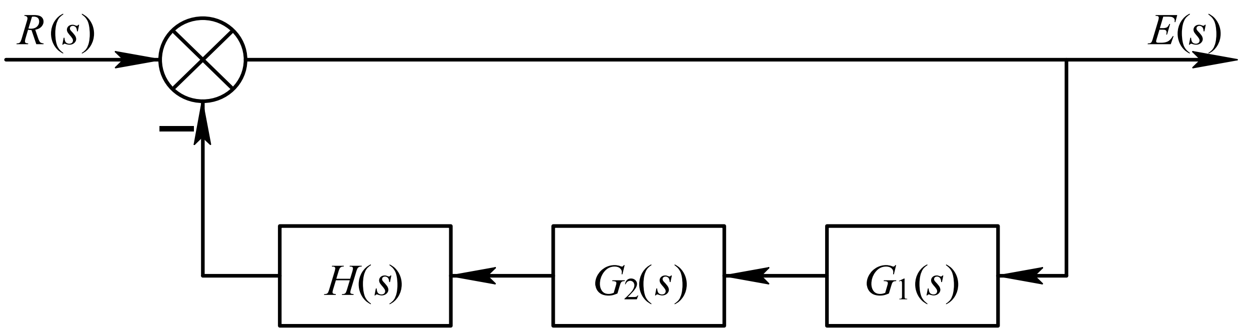
闭环系统误差信号 $E(s)=R(s)-B(s)$



1）输入作用下的误差传递函数

$$\Phi_{er}(s)=\frac{E(s)}{R(s)}=\frac{1}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

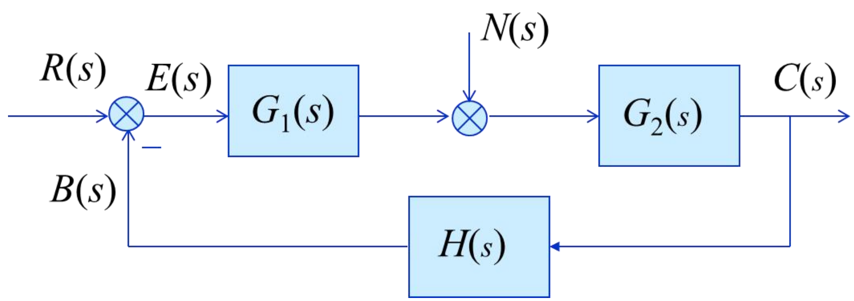


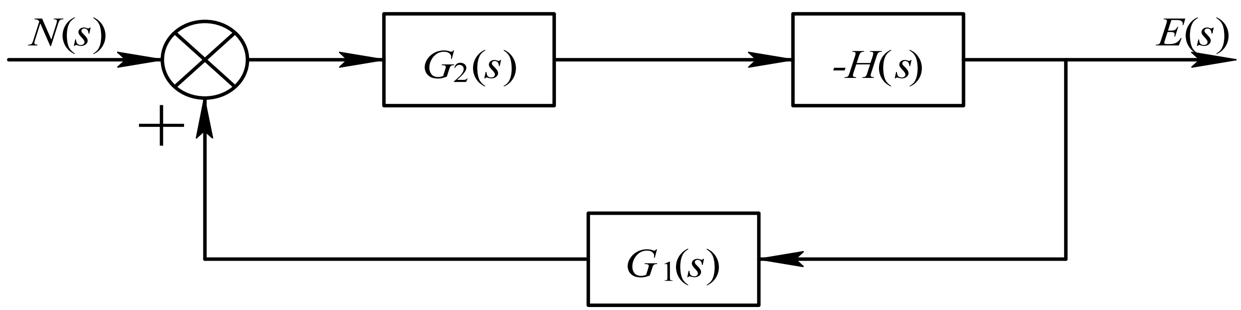


$r(t)$作用下的误差输出结构图

2）扰动作用下的误差传递函数

$$\Phi_{en}(s)=\frac{E(s)}{N(s)}=\frac{-G_2(s)H(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$$





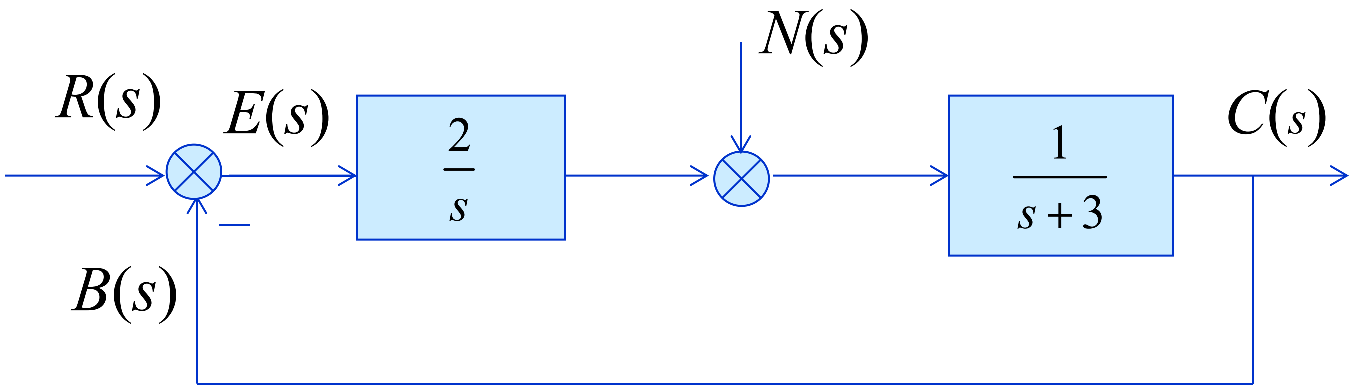
$n(t)$作用下闭环系统的误差传递函数

3） 系统的总误差

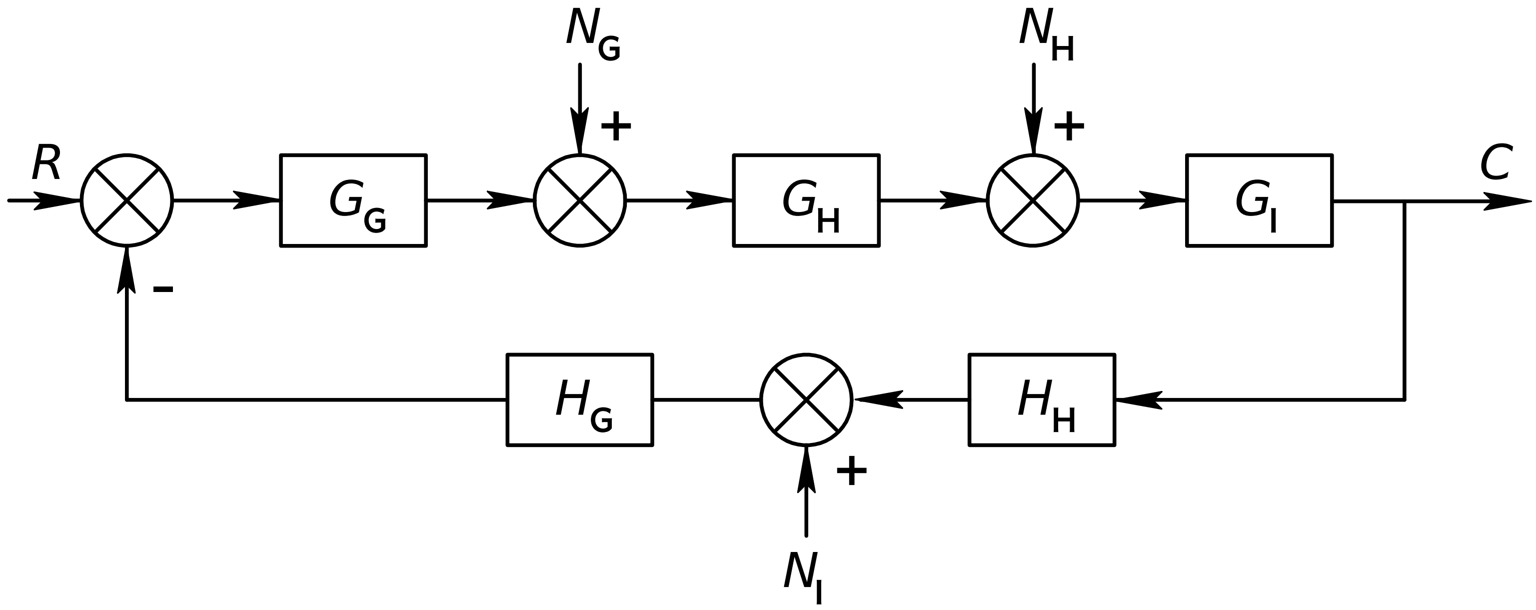
$$E(s)=R(s)\Phi_{er}(s)+N(s)\Phi_{en}(s)$$

$$=\frac{R(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}-\frac{G_2(s)H(s)N(s)}{1+G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

例1 已知系统结构图如图所示，求r(t)=1(t),n(t)=δ(t)同时作用时系统的总输出c(t)和总误差e(t)。



例2 试求如图所示系统分别在输入信号和扰动信号作用下的闭环传递函数，并求系统的总输出。



Thank You !