石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

自动控制原理

自动控制原理的数学模型

动态结构图

主讲 ： 邢卉

动态结构图

动态结构图是系统数学模型的另一种形式，它表示出系统中各变量之间的数学关系及信号的传递过程。

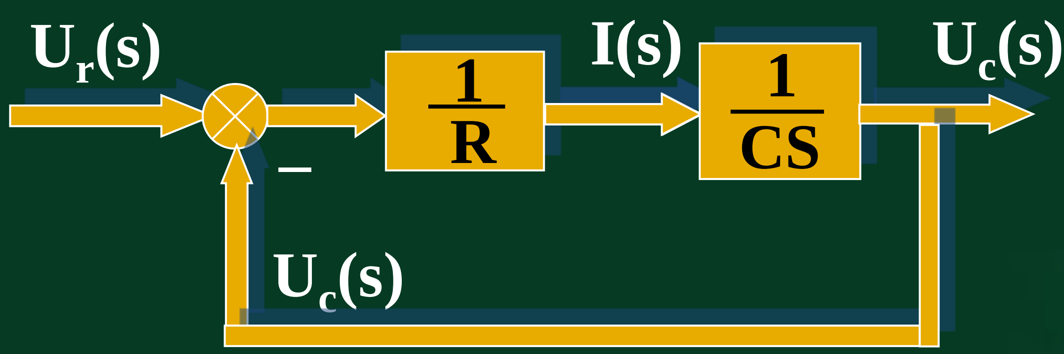
一、建立动态结构图的一般步骤

二、动态结构图的等效变换与化简

一、 建立动态结构图的一般方法

根据信号的流向，将各方框依次连接起来，即得系统的动态结构图。

由图可见，系统的动态结构图一般由四种基本符号构成：**信号线、综合点、方框和引出点。**



绘制动态结构图的一般步骤为:

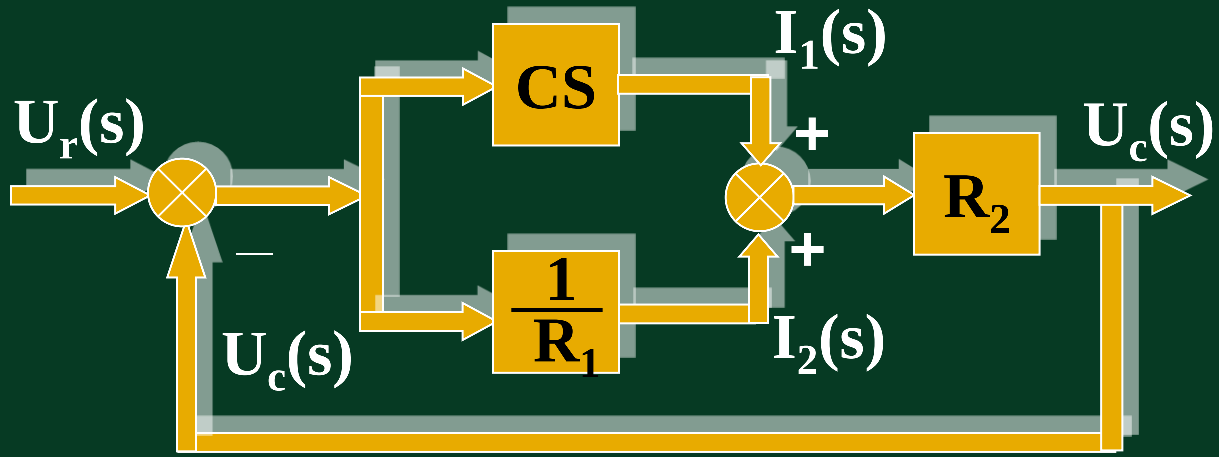
(1) 确定系统中各元件或环节的传递函数。

(2) 绘出各环节的方框，方框中标出其传递函数、输入量和输出量。

(3) 根据信号在系统中的流向，依次将各方框连接起来。

动态结构图

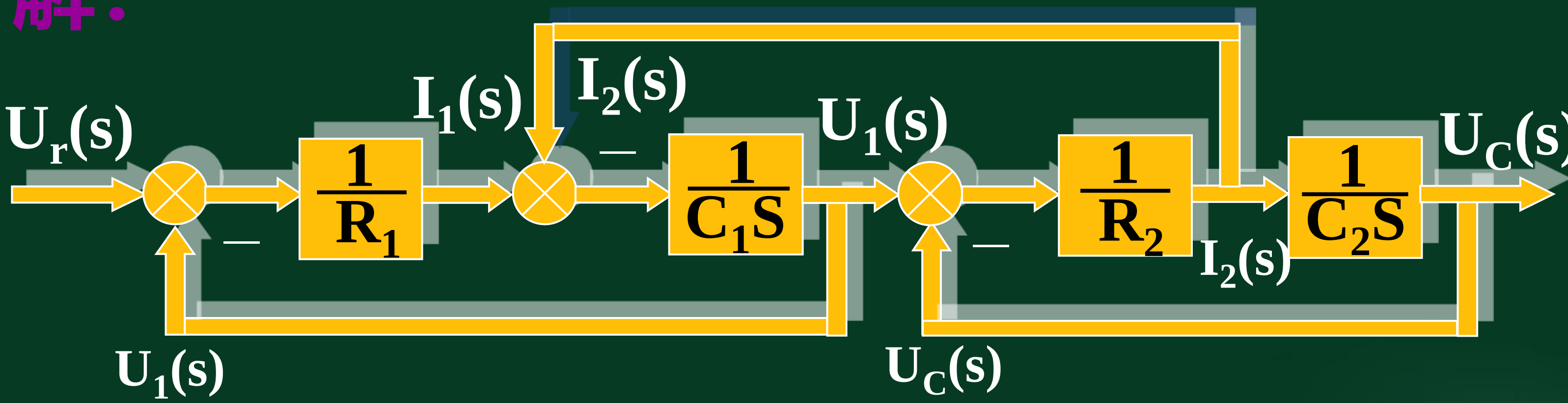
解：



RC电路动态结构图

动态结构图

解：



RC串联电路的动态结构图

二、 动态结构图的等效变换与化简

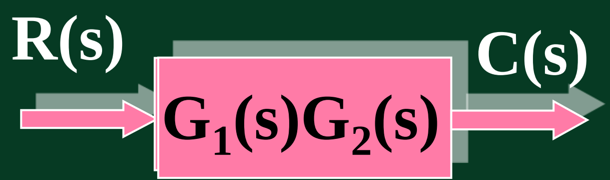
系统的动态结构图直观地反映了系统内部各变量之间的动态关系。将复杂的动态结构图进行化简可求出传递函数。

1．动态结构图的等效变换

等效变换： 被变换部分的输入量和输出量之间的数学关系，在变换前后 保持不变。

（1）串联

两个环节串联的变换如图：



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

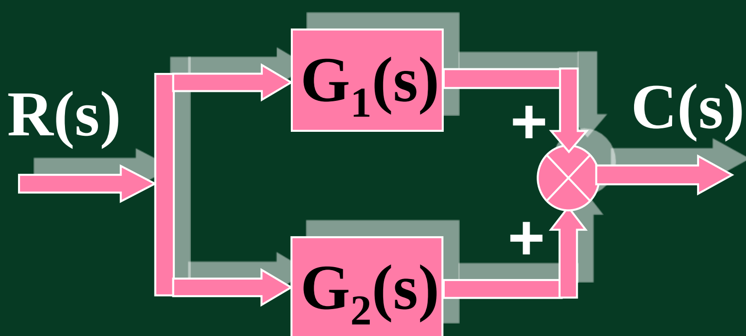
等效

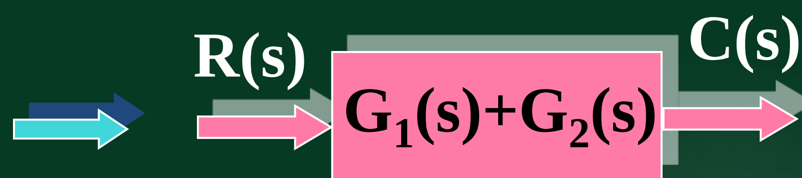
可得n个环节的串联

$$G(s)=\sum_{i=1}^{n}G_i(s)$$

(2) 并联

两个环节的并联等效变换如图：



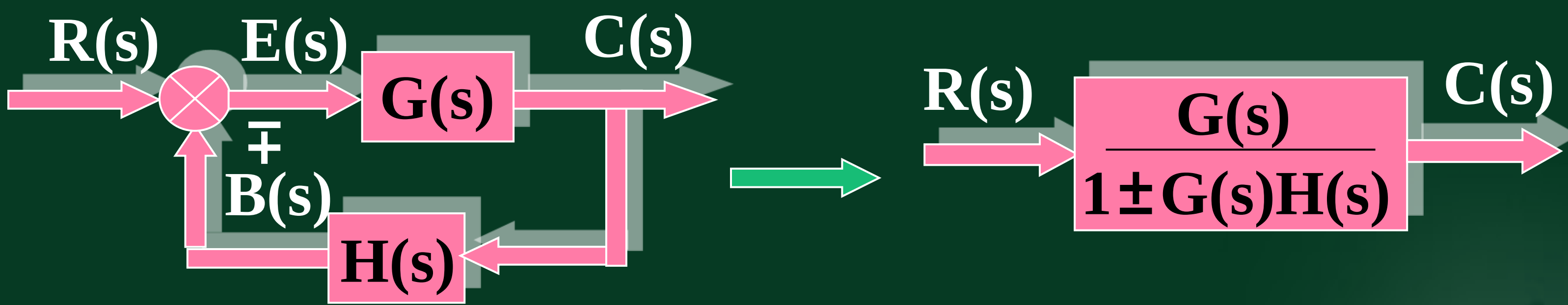


等效

n个环节的并联 → $G(s)=\sum_{i=1}^{n} G_i(s)$

（3）反馈连接

环节的反馈连接等效变换：



另： $$C(s) = E(s)G(s)$$

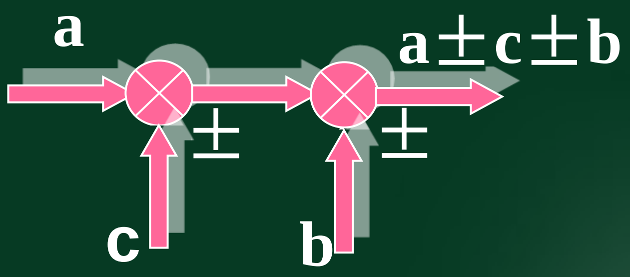
等效

得： $$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \pm G(s)H(s)}$$

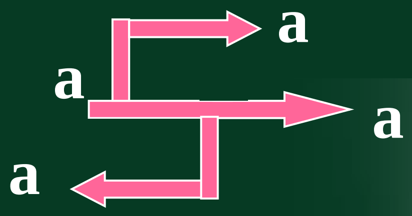
(4) 综合点和引出点的移动

1) 综合点之间或引出点之间的位置交换

综合点之间交换：

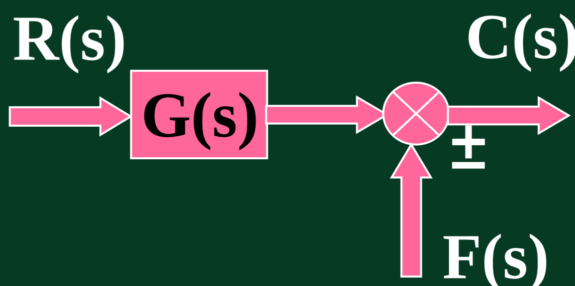


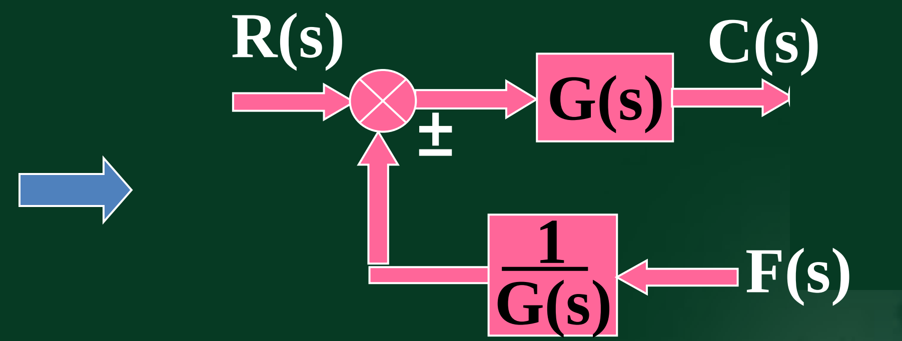
引出点之间的交换：



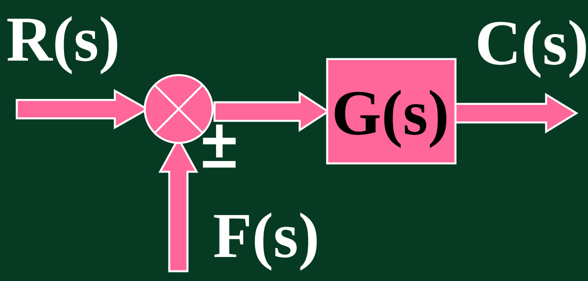
2）综合点相对方框的移动

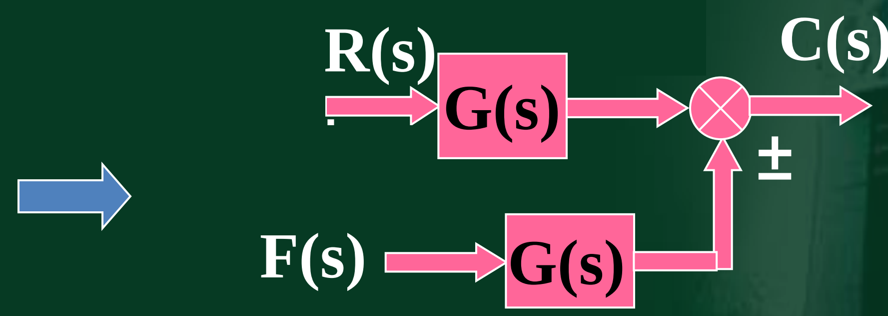
前移：





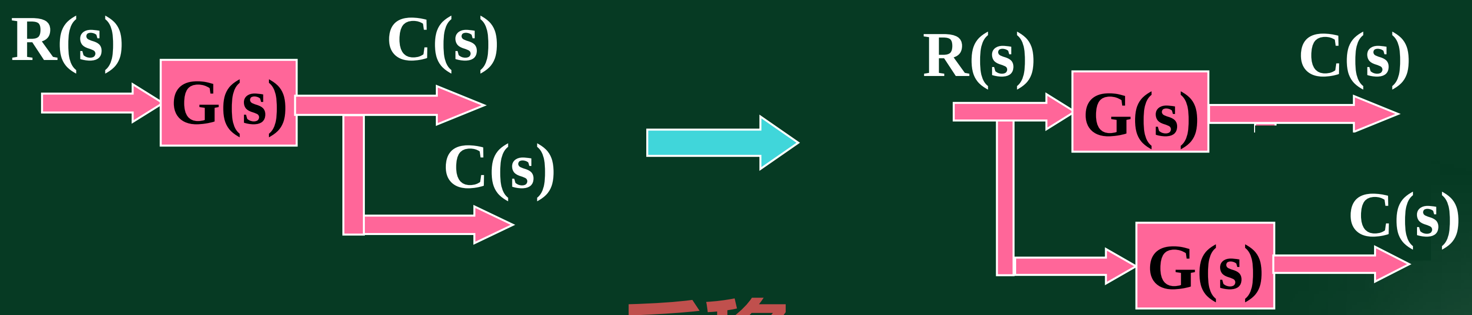
后移：



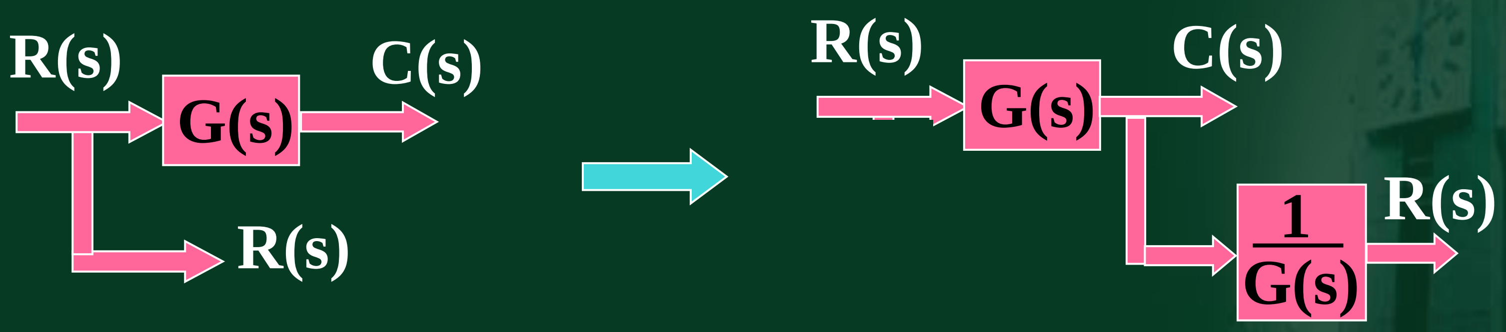


3)引出点相对方框的移动

前移:

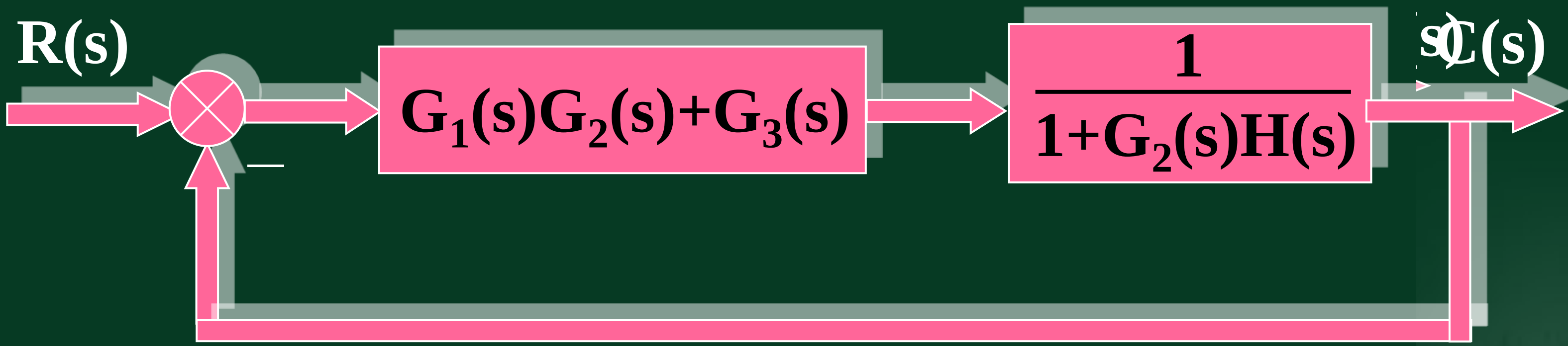


后移:



例 化简系统的结构图，求传递函数。

等效变换后系统的结构图：



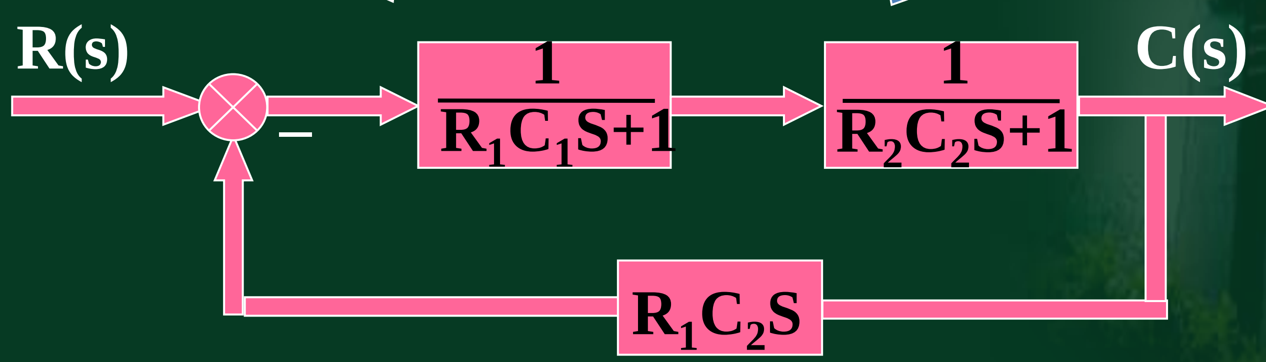
求得系统的传递函数：

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1(s)G_2(s) + G_3(s)}{1 + G_2(s)H(s) + G_1(s)G_2(s) + G_3(s)}$$

例　求RC串联网络的传递函数。

系统传递函数：

$$\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{1}{(R_1C_1S+1)(R_2C_2S+1)+R_1C_2S}$$



2．梅逊公式

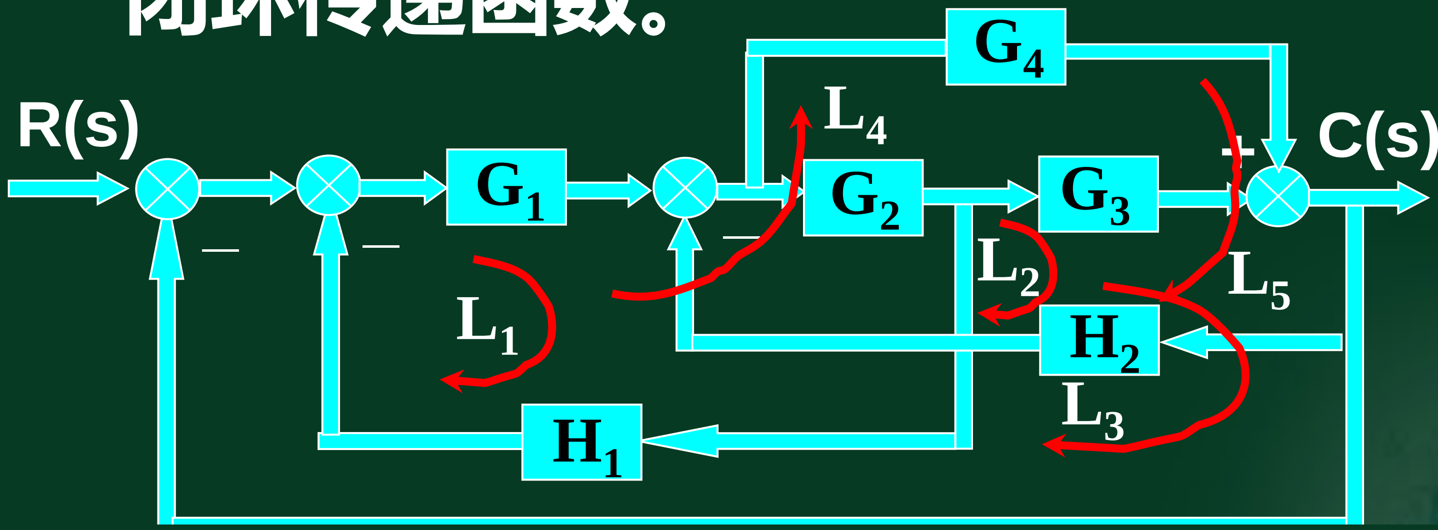
梅逊公式： $\Phi(s)=\dfrac{\sum\limits_{k=1}^{n}P_k\Delta_k}{\Delta}$

P_k — 第k 条前向通道的传递函数。

Δ_k — 将△中与第 k 条前向通道相接触的回路所在项去掉之后的剩余部分，称为余子式。

$$\Delta=1-\sum L_i+\sum L_iL_j-\sum L_iL_jL_z+\cdots$$

例　系统的动态结构图如图所示，求闭环传递函数。

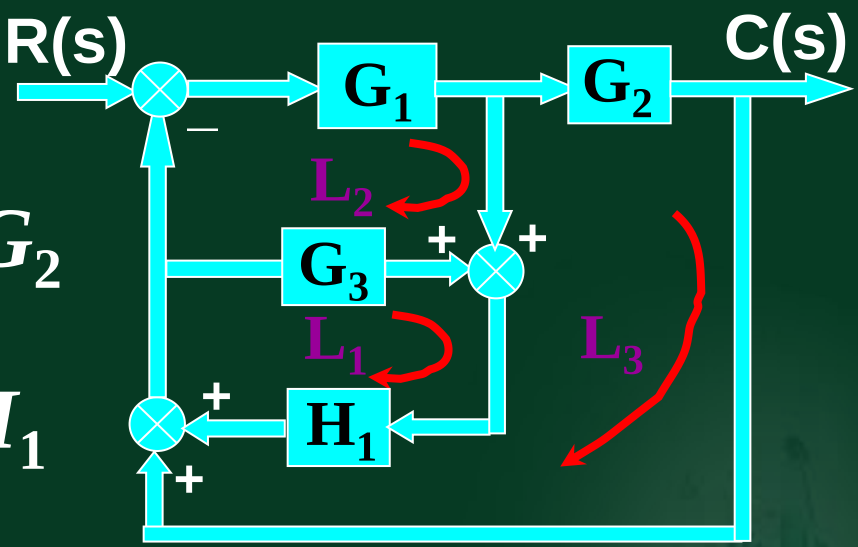


将△、P_k、$\triangle_k$代入梅逊公式得传递函数：

$$=\frac{G_1G_2G_3+G_1G_4}{1+G_1G_2H_1+G_2G_3H_2+G_1G_2G_3+G_1G_4+G_4H_2}$$

动态结构图

例 求系统的闭环传递函数。



解: $L_1 = G_3H_1$

$L_2 = -G_1H_1 \quad L_3 = -G_1G_2$

$P_1 = G_1G_2 \quad \Delta_1 = 1 - G_3H_1$

$$\Delta = 1 + G_1G_2 + G_1H_1 - G_3H_1$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G_1G_2(1 - G_3H_1)}{1 + G_1G_2 + G_1H_1 - G_3H_1}$$