

9.09 线性定常系统的状态反馈

闭环系统的极点与系统的性能密切相关，经典控制中已介绍。在状态空间分析中，通常采用状态反馈或输出反馈来配置极点，改善系统性能。

两种常用反馈结构：状态反馈和输出反馈

线性定常系统常用反馈结构

两种常用反馈结构：状态反馈和输出反馈

1 状态反馈

设有 n 维线性定常系统

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

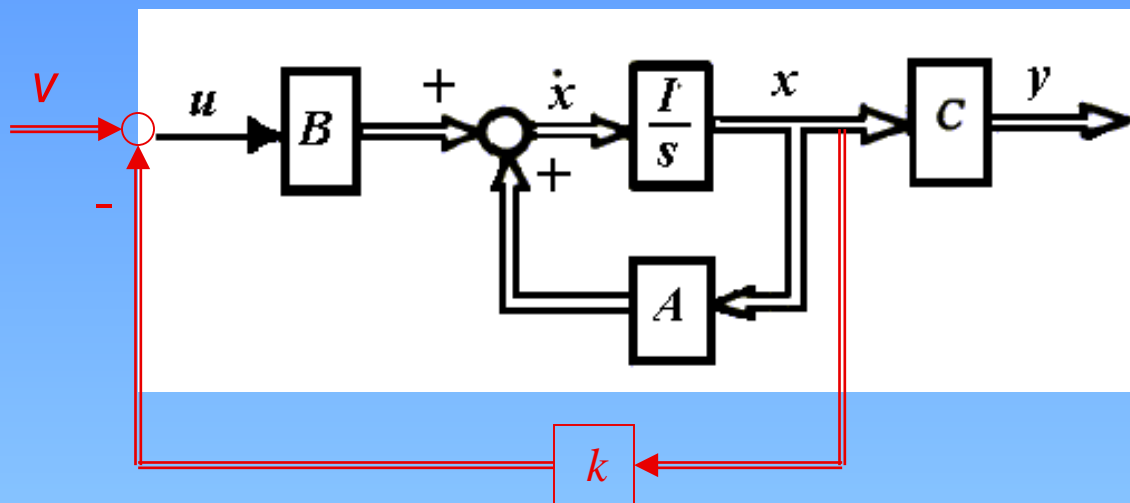
$$y = Cx$$

x, u, y 分别为 n 维, p 维和 q 维向量, A, B, C 分别为 $n \times n, n \times p, q \times n$ 实数矩阵.

如将系统的控制量 u 取为状态变量的线性函数

$$u = v - Kx$$

称线性直接状态反馈, 简称状态反馈 (设所以状态都可用来反馈)。



具有状态反馈的系统

状态反馈系统的动态方程为

$$\dot{x} = (A - BK)x + Bv$$

$$y = Cx \quad (\text{输出方程没变化})$$

传递函数矩阵为

$$G_K(s) = C(sI - A + BK)^{-1}B$$

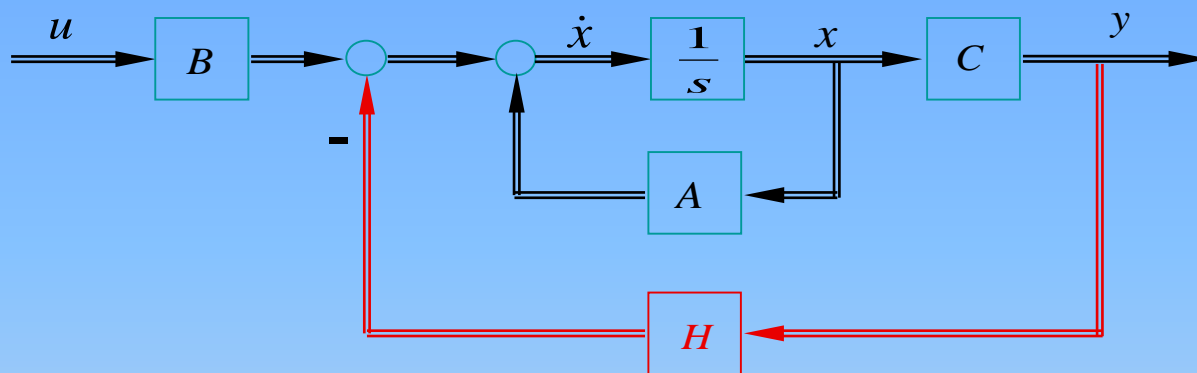
2 输出反馈

系统的状态常常不能全部测量得到，或状态不可控，故状态反馈的应用受到限制。另一反馈形式是输出反馈，输出反馈的目的首先是使系统稳定，在此基础上进一步改善系统的性能。

输出反馈有以下两种形式：

输出量反馈至状态微分和输出量反馈至参考输入

输出量反馈至状态微分



状态空间描述

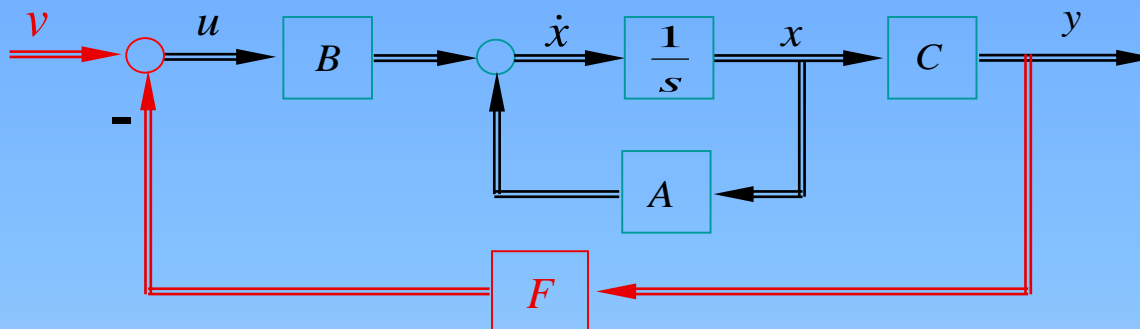
$$\dot{x} = Ax + Bu - Hy = (A - HC)x + Bu$$
$$y = Cx$$

传递函数矩阵

$$G_H(s) = C(sI - A + HC)^{-1}B$$

输出量反馈至参考输入

将输出量反馈至输入端的反馈结构如图



控制量取为输出 y 的线性函数

$$u = v - Fy$$

系统状态空间描述为

$$\dot{x} = (A - BFC)x + Bv$$

$$y = Cx$$

传递函数矩阵为

$$H_F = C(sI - A + BFC)^{-1}B$$