

机械系统转方块图

准则

1. 在机械系统转方块图时，质量块 M 对应 $\frac{1}{Ms^2}$ ，阻尼器 D 对应 Ds ，弹簧 K 对应 K 。
2. 一个力 F 经过 $\frac{1}{Ms^2}$ 后量纲变为位移 x ，位移 x 经过 Ds 或 K 后量纲变为力 F 。力只能经过 $\frac{1}{Ms^2}$ 变为位移，位移只能经过 Ds 或 K 变为力。这里 Ds 称为阻尼器的等效刚度。也就是说，阻尼器视为弹簧即可。
3. 先写出从输入到输出的前向通路
4. 对各个质量块进行受力分析，观察其加速度是否由两力之差决定，同样的，对各个阻尼器和弹簧进行受力分析，观察其力是否由位移差决定。从而决定负反馈回路。

例1

如图，求 $\frac{Y_o(s)}{F_i(s)}$

输入是力 F_i ，且作用的对象是 M ，力必须通过 $\frac{1}{Ms^2}$ 变为对应的位移，也就是 y_o ，这是前向通路。

显然 M 的加速度不是由 F_i 单独决定，而是 F_i 与弹簧/阻尼器

造成力的差，因此有这样一个比较点，这个点上输出的值是 $F_i - y_o(k + Ds)$ ，并且又输入到 $\frac{1}{Ms^2}$ 中，从而得到 y_o 的真实值。而弹簧/阻尼器的力完全由 y_o 决定。

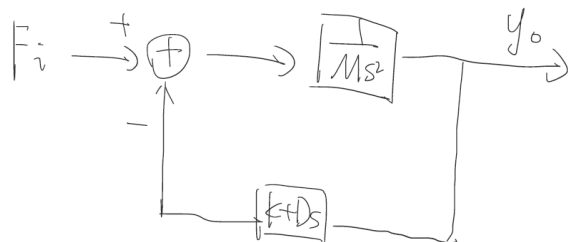
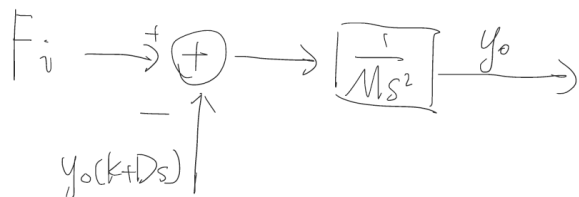
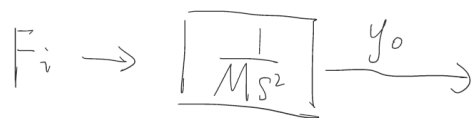
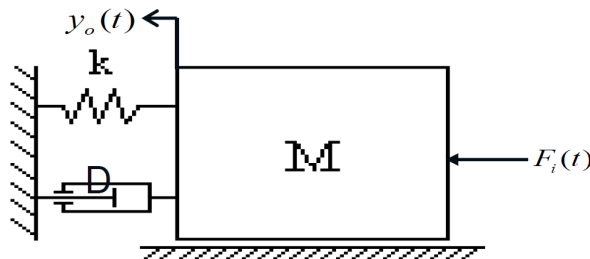
我的画图流程如右图所示，最后化简得到结果为

$$\frac{Y_o(s)}{F_i(s)} = \frac{\frac{1}{Ms^2}}{1 + \frac{1}{Ms^2}(Ds + k)} = \frac{1}{Ms^2 + Ds + k}$$

从而我们也得到一个很重要的单元：当质量块 M 与阻尼器 D 和弹簧 K 串联，且阻尼器 D 和弹簧 K 固结于地面时，其等效传递函数为

$$\frac{1}{Ms^2 + Ds + K}$$

这个单元的输入是作用在质量块上的力，输出是质量块的位移。



在使用这个单元做题的时候将其整体视为一个质量块即可。

例2

我们看到这里有
两个我们刚才推
出的单元，将其
等效为 M'_1, M'_2 两
个质量块，按照
刚才的方法画出

2-19 某机械系统如图 2.24 所示。其中， M_1 和 M_2 为质量块的质量， D_1, D_2 和 D_3 分别为质量块 M_1 、质量块 M_2 和基础之间，质量块之间的黏性阻尼系数。 $f_i(t)$ 为输入外力， $y_1(t)$ 和 $y_2(t)$ 分别为两质量块 M_1 和 M_2 的位移。试求 $G_1(s) = \frac{Y_1(s)}{F_i(s)}$ 和 $G_2(s) = \frac{Y_2(s)}{F_i(s)}$ 。

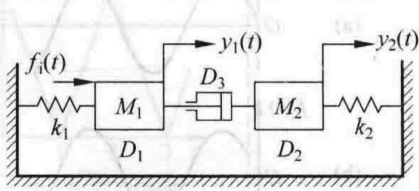
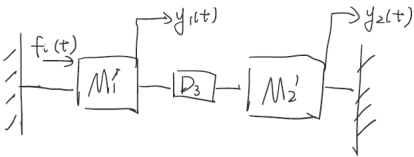


图 2.24

方块图，首先输入是力，经过一个 $\frac{1}{Ms^2 + Ds + k}$ 之后变为 y_1 ，然后 y_1 经过阻尼器 D_3 变为阻尼器的力 F_3 ，然后经过另一个 $\frac{1}{Ms^2 + Ds + k}$ 变为 y_2 ，这是前向通路。



M'_1 : 加速度由 $F_3 - F_i$ 决定
 D_3 : 力由 $y_2 - y_1$ 决定
 M'_2 : 加速度只由 F_3 决定

