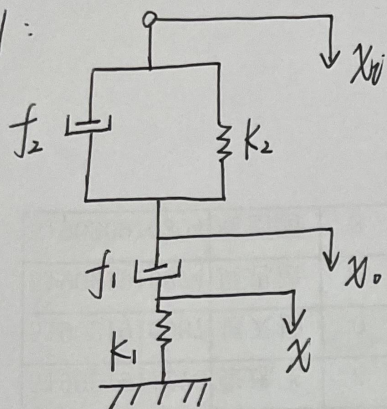


### 第三次作业:

T1:



如图,在  $k_1$  和  $f_1$  之间引入辅助点,设其位移为  $x$ ,方向向下

不计重力,根据力平衡方程,有

$$k_2(x_0 - x) + f_2\left(\frac{dx_0}{dt} - \frac{dx}{dt}\right) = f_1\left(\frac{dx_0}{dt} - \frac{dx}{dt}\right)$$

$$k_1 x = f_1\left(\frac{dx_0}{dt} - \frac{dx}{dt}\right)$$

对上式进行拉氏变换,设初始条件为零,得

$$k_2 X_0(s) - k_2 X(s) + f_2 s X_0(s) - f_2 s X(s) = f_1 s X_0(s) - f_1 s X(s)$$

$$k_1 X(s) = f_1 s X_0(s) - f_1 s X(s)$$

消去中间变量  $X(s) = \frac{f_1 s}{f_1 s + k_1} X_0(s)$ , 有

$$(k_2 + f_2 s) X_0(s) = \left(k_2 + f_2 s + \frac{k_1 f_1 s}{k_1 + f_1 s}\right) X_0(s)$$

$$\frac{X_0(s)}{X_0(s)} = \frac{f_1 f_2 s^2 + (k_1 f_2 + k_2 f_1) s + k_1 k_2}{f_1 f_2 s^2 + (k_1 f_2 + k_2 f_1 + k_1 f_1) s + k_1 k_2}$$

注意:  $f_1$  的力  $F_{f1} \neq f_1 \frac{dx_0}{dt}$

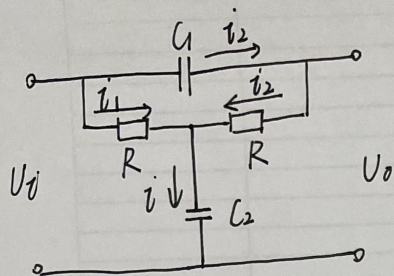
阻尼器力的计算要用到相对速度,故应引入  $x$ .

$F_{f1} = f_1 \left(\frac{dx_0}{dt} - \frac{dx}{dt}\right)$ , 方向为阻止相对运动的方向



第三次作业:

T2:



如图, 设通过左侧电阻  $R$  的电流为  $i_1$ , 通过右侧电阻  $R$  和电容  $C_1$  的电流为  $i_2$ , 通过电容  $C_2$  的电流为  $i$

由电压平衡可得

$$\begin{cases} Ri_1 = \frac{1}{C_1} \int i_2 dt + Ri_2 \\ U_i = \frac{1}{C_1} \int i_2 dt + U_o \\ U_o = Ri_2 + \frac{1}{C_2} \int i dt \end{cases}$$

$$\text{故 } i_1 = i_2 + \frac{1}{RC_1} \int i_2 dt, \quad i_2 = C_1 \frac{d(U_i - U_o)}{dt}$$

$$\text{从而 } \frac{dU_o}{dt} = R \frac{di_2}{dt} + \frac{1}{C_2} i$$

又因  $i = i_1 + i_2$ , 则

~~$$\frac{dU_o}{dt} = R \frac{di_2}{dt} + \frac{1}{C_2} \left[ i_2 + \frac{1}{RC_1} \int i_2 dt + i_2 \right]$$~~

$$\frac{dU_o}{dt} = R \frac{di_2}{dt} + \frac{1}{C_2} \left[ i_2 + \frac{1}{RC_1} \int i_2 dt + C_1 \frac{d(U_i - U_o)}{dt} \right]$$

$$\text{即 } \frac{dU_o}{dt} = RC_1 \frac{d^2(U_i - U_o)}{dt^2} + \frac{1}{C_2} \left[ \frac{U_i - U_o}{R} + 2C_1 \frac{d(U_i - U_o)}{dt} \right]$$

两边作拉氏变换整理得

$$\frac{U_o(s)}{U_i(s)} = \frac{R^2 C_1 C_2 s^2 + 2RC_1 s + 1}{R^2 C_1 C_2 s^2 + R(2C_1 + C_2)s + 1}$$