自动控制理论A-作业1

1

(a)线性位置：线性位置传感器通过电位器将系统位移转换为与之呈线性关系的电阻值，将其反馈给其它元件以电压等形式

(b)速度：激光测速传感器，其通过发射、接收激光，获得两张间隔时间极短的图像，通过图像对比及图像算法算出物体速度

(C)非重力加速度：加速度传感器通过测量物体惯性力，通过牛顿第二定律$F=ma$获得加速度

(d)旋转位置(角度)：角度传感器通过一定的分辨能力，正向旋转最小分辨角度后，计数增加，反之，计数减少或者反向增加，同时角度传感器通过计数结果算出角位移

(e)旋转角速度：光电式转速传感器含光源、带孔圆盘、光电器件，带孔圆盘与被测旋转轴相连，光源通过旋转圆盘上的小孔照射在光电开关上，输出相应的脉冲波，根据其频率算出轴的角速度

(f)温度：红外温度传感器利用红外辐射的热效应，其探测元件接收红外能量，仪器电路将探测器的信号线性化，转化为与温度相关的信息，

(g)压力：压电式压力传感器利用压电材料受到外力作用后表面形成电荷，电荷通过测量电路~~[illegible]~~转化后，输出与压力呈正比的电信号

(h)液体流速：液体流速传感器测量液体流速时，液体带动叶轮旋转，其转速与管道平均流速呈正比，通过转速估计液体流速并反馈

(i)扭矩：磁电式扭矩传感器通过两端磁电产生电动势信号的相位差，从而测量扭矩大小

(j)力：力敏电阻传感器受力时，其电阻值发生变化，并以电压信号反馈

2.

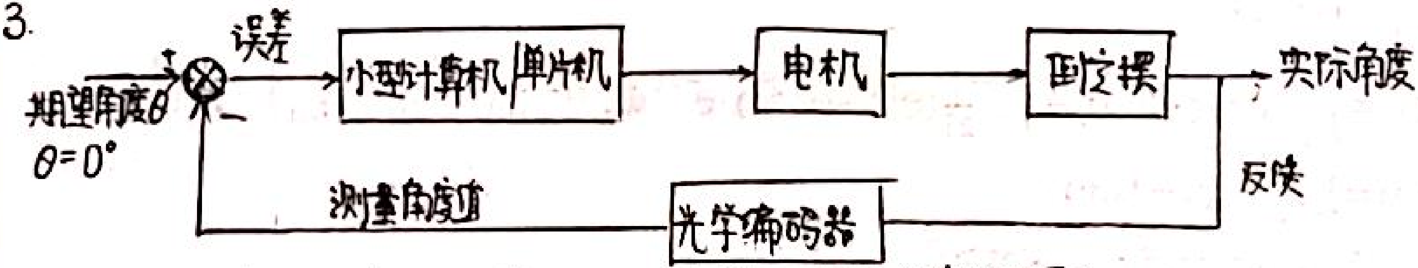
(a)流体能 ⟶ 机械能：涡轮，利用快速移动的流体撞击叶轮，将流体能转化为叶轮机械能

(b) 电能 ⟶ 机械能：电动机，利用电能使得转轴旋转获得机械能

(C)机械变形 ⟶ 电能：压电陶瓷、压电材料，将声音等机械波或者压力转化为电能

(d) 化学能 ⟶ 动能：燃料发电机，通过燃料燃烧的化学反应将化学能转化为动能

3.

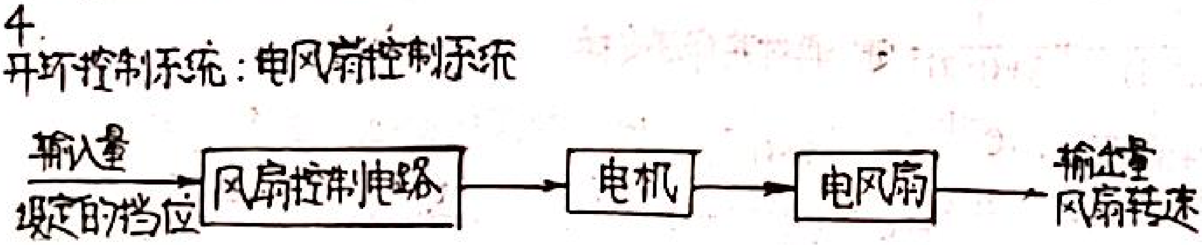


控制器：内置单片机或者小型计算机　　执行器：电机(能产生扭矩)

传感器：光学编码器

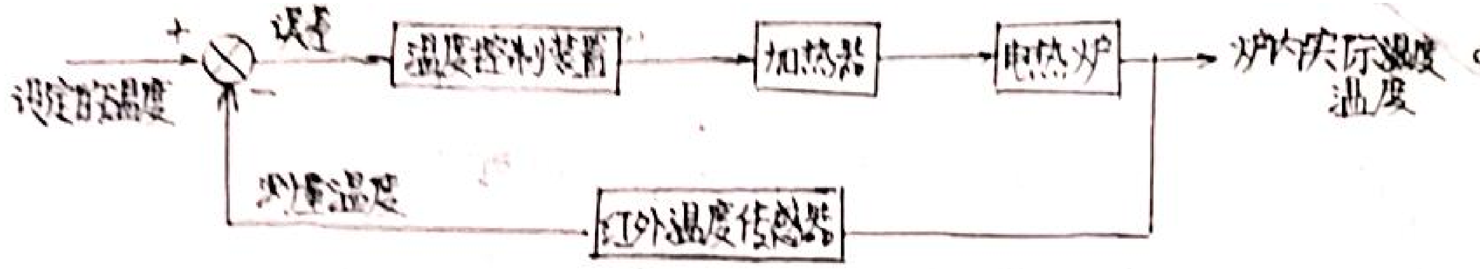
4.

开环控制系统：电风扇控制系统



闭环控制系统：电热炉自动控制系统

方框图见背面



开环控制系统

优点：1.结构简单 2.价格便宜 3.便于调试

缺点：1.准确性差 2.反应较慢 3.易受干扰 4.元件变化影响大

闭环控制系统

优点：1.准确、精度高 2.反应更较快速 3.抗干扰、元件变化影响小 4.稳定性高

缺点：1.结构复杂 2.成本高 3.调试复杂

5.已知 $L(f_1(t))=\int_0^{+\infty} f_1(t)\cdot e^{-st}dt=F_1(s)$， $(Res>\alpha)$

$L(f_2(t))=\int_0^{+\infty} f_2(t)\cdot e^{-st}dt=F_2(s)$， $(Res>\beta)$

等式右边 $=aF_1(s)+bF_2(s)=a\cdot\int_0^{+\infty} f_1(t)\cdot e^{-st}dt+b\cdot\int_0^{+\infty} f_2(t)\cdot e^{-st}dt$

$\underset{\text{由积分线性性质}}{=}\int_0^{+\infty} a f_1(t)\cdot e^{-st}+b\cdot f_2(t)\cdot e^{-st}dt=\int_0^{+\infty}(af_1(t)+b\cdot f_2(t))\, e^{-st}dt$

其中为使 $a\cdot f_1(t)+b\cdot f_2(t)$ 满足在 $[0,+\infty)$ 绝对可积的性质，需有 $Res>\max\{\alpha,\beta\}$

使其能绝对可积

提正式 $=L(a\cdot f_1(t)+b\cdot f_2(t))=$ 等式左边

综上 $L(a\cdot f_1(t)+b\cdot f_2(t))=a\cdot F_1(s)+b\cdot F_2(s)$，$Res>\max\{\alpha,\beta\}$ 得证

6.求解 $f(t)=5\cdot e^{-2t}-\sin 2t$，$t\geq 0$ 的Laplace变换

由第5题，先求 $f_1(t)=e^{-2t}$，再求 $f_2(t)=\sin 2t$

$L(f_1(t))=\int_0^{+\infty} e^{-2t}\cdot e^{-st}dt=\frac{1}{s+2}$ $\quad Res>-2$

$L(f_2(t))=\int_0^{+\infty}\sin 2t\cdot e^{-st}dt=\int_0^{+\infty}\frac{1}{2i}(e^{i2t}-e^{-i2t})\cdot e^{-st}dt=\frac{1}{2i}\left(\frac{1}{s-2i}-\frac{1}{s+2i}\right)=\frac{2}{s^2+4}$

$Res>0$

故 $L(f(t))=L(5\cdot f_1(t)-f_2(t))$

$=\frac{5}{s+2}-\frac{2}{s^2+4}$ $\quad Res>0$

即 $f(t)$ 的Laplace变换为 $\frac{5}{s+2}-\frac{2}{s^2+4}$ $\quad Res>0$

7. $F(s)=\frac{2s+2}{s^2+2s+5}=\frac{1}{s+(1+2i)}+\frac{1}{s+(1-2i)}$ 进而再对其作逆变换

又知 $L(e^{-(1+2i)t})=\frac{1}{s+(1+2i)}$，$L(e^{-(1-2i)t})=\frac{1}{s+(1-2i)}$，由于拉氏变换的唯一性，与时域函数一一对应

$f(t)=L^{-1}(F(s))=e^{-(1+2i)t}+e^{-(1-2i)t}=e^{-t}\cdot(e^{i2t}+e^{i(-2t)})=2\cdot e^{-t}\cdot\cos 2t$ ，$t\geq 0$

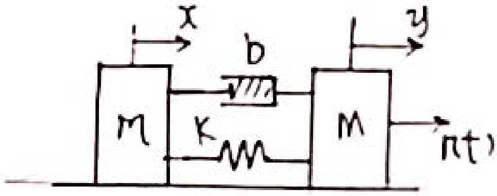
8.

(a) 已知两个滑块都在无摩擦滑动，且能看为质点，则系统可看为质点系，且设系统初始状态为0

质点系质心为 $\frac{My+mx}{M+m}$（一维情况），由质心运动定理可有：$\sum F_i^{(e)} = m\vec{a}_c = m\frac{d^2x}{dt^2}$

故系统有 $(M+m)\frac{d^2(My+mx)}{dt^2}\cdot\frac{1}{M+m} = r(t)$ 即 $\frac{d^2(My+mx)}{dt^2} = r(t)$

(b)



分析m物体：$m\cdot\frac{d^2x}{dt^2} = k(y-x) + b\cdot\frac{d(y-x)}{dt}$ ①

分析M物体：$M\cdot\frac{d^2y}{dt^2} = r(t) - k(y-x) - b\cdot\frac{d(y-x)}{dt}$ ②

由于系统初始状态为0. $y(0)=y'(0)=x(0)=x'(0)=0$. 已知 $L(f(t))=F(s)$

且 $L(f'(t)) = sF(s) - f(0)$, $L(f''(t)) = s^2F(s) - sf(0) - f^{(1)}(0)$

由题 $L(y(t)) = Y(s)$, $L(r(t)) = R(s)$, $L(x(t)) = X(s)$

对①、②分别用Laplace变换，化简

$(ms^2+bs+k)X(s) = (bs+k)Y(s)$ ①′

$(Ms^2+bs+k)Y(s) = R(s) + (bs+k)X(s)$ ②′

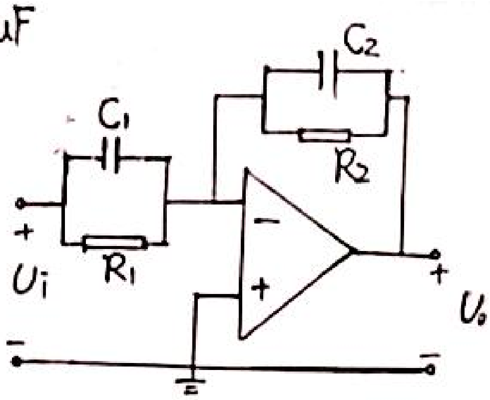
由①′可有 $X(s) = \frac{bs+k}{ms^2+bs+k}Y(s)$ 代入②′，则有 $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{ms^2+bs+k}{Mms^4+(M+m)bs^3+(M+m)ks^2}$

9. 由题可有 $R_1=100k\Omega$, $R_2=100k\Omega$, $C_1=10\mu F$, $C_2=5\mu F$

通过电路元件的复阻抗，以及电路初值为0

可得电容复阻抗 $Z_C(s)=\frac{1}{sC}$，电阻复阻抗 $Z_R(s)=R$

故 $G(s)=\frac{V_0(s)}{V_i(s)}$ 为所求的传递函数



如右图可有

$$\frac{V_i(s)}{R_1 /\!/ \frac{1}{sC_1}} = -\frac{V_0(s)}{R_2 /\!/ \frac{1}{sC_2}}$$

即 $G(s)=\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = -\frac{R_2 /\!/ \frac{1}{sC_2}}{R_1 /\!/ \frac{1}{sC_1}} = \frac{-R_2(1+R_1C_1s)}{R_1(1+R_2C_2s)} = -\frac{1+s}{1+0.5s}$

则该电路传递函数为 $G(s) = \frac{-R_2(1+R_1C_1s)}{R_1(1+R_2C_2s)} = -\frac{2+2s}{2+s}$

仅供参考　反对抄袭

方宋文

2023.6