大连理工大学实验预习报告

学院（系）：电子信息与电气工程 专业：自动化 班级：电自1603

姓　　名：曹炳全 学号：201682008 组：

实验时间：2018-12-27 周四下午 实验室：创新园C208 实验台：

指导教师签字： 成绩：

离散控制系统分析与设计

一、实验目的和要求

1. 了解采样过程，掌握香农定理，了解与掌握离散控制系统稳定的充要条件；
2. 掌握采样周期T对系统稳定性的影响及临界值的计算；
3. 观察分析离散控制系统在不同采样周期T时的瞬态响应曲线；
4. 掌握离散控制系统的稳态误差分析方法和数字校正方法；
5. 学会根据系统的动态与静态性能要求，确定采样周期及线性系统的开环增益。

二、实验原理和内容

按选择的实验内容，做好理论计算，求出符合要求的 K 与 T 的值，要详细写明所用的方法与过程。绘制被控对象的模拟电路图。发散振荡状态下的 K 或 T 不宜选的过大，只比理论计算出的临界值稍大即可。

离散系统分析部分选择实验1.3.4；设计部分选择实验6

离散控制系统的框图如图7-1所示，改变采样周期T，观察输出y(t)的变化。

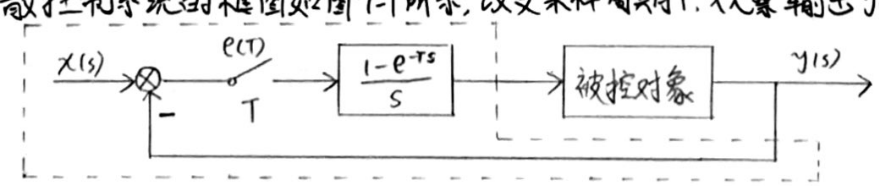
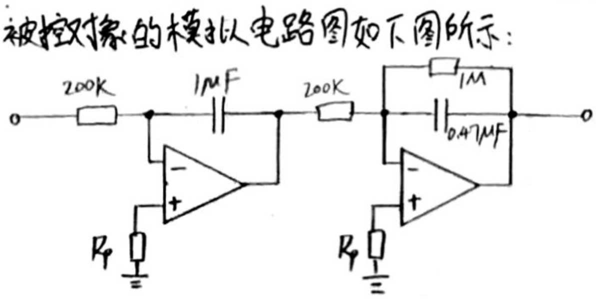


图7-1 采样控制系统框图

1. 如图7-1，其中被控对象传递函数为 $\frac{5}{0.2S(0.47S+1)}$，调整采样周期，完成表7-1：

被控对象的模拟电路图如下图所示：



3. 如图7-1，其中被控对象传递函数为 $\frac{K}{s(0.1s+1)(0.047s+1)}$，采样周期T分别取0.5s、1s，改变开环增益K，完成表7-3与表7-4：

解：系统的开环脉冲传递函数为：

$$G(z)=Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s}\cdot\frac{K}{s(0.1s+1)(0.047s+1)}\right]=K\cdot(1-z^{-1})Z\left[\frac{1}{s^2}-\frac{0.147}{s}+\frac{0.019}{0.1s+1}-\frac{0.002}{0.047s+1}\right]$$

$$=K\left[\frac{T}{z-1}-0.147+\frac{0.19(z-1)}{z-e^{-10T}}-\frac{0.043(z-1)}{z-e^{-21.277T}}\right]$$

① T=0.5s 时，代入整理得：$G(z)=K\cdot\frac{0.354z^2+0.145z-0.003}{z^3-1.0067z^2+0.0067z}$

闭环特征方程：$1+G(z)=0$，经化简后得：$z^3+(0.354K-1.0067)z^2+(0.145K+0.0067)z-0.003K=0$

对上式进行w变换，令 $z=\frac{w+1}{w-1}$，化简可得：$0.502Kw^3+(1.987+0.2K)w^2+(4-0.49K)w+2.0134-0.212K=0$

列劳斯表如下：

$$\begin{array}{lll} w^3 & 0.502K & 4-0.49K \\ w^2 & 1.987+0.2K & 2.0134-0.212K \\ w^1 & \frac{7.948-0.174K}{1.987+0.2K} & 0 \\ w^0 & 2.0134-0.212K & \end{array}$$

由 $\begin{cases}0.502K>0\\1.987+0.2K>0\\7.948-0.174K>0\\2.0134-0.212K>0\end{cases}$ 解得：$0<K<6.707$

∴ T=0.5s 时，使系统稳定的开环增益为：$0<K<6.707$

② T=1s 时，代入整理得：$G(z)=K\cdot\frac{0.853z+0.147}{z^2-z}$

闭环特征方程：$1+G(z)=0$，经化简后得：$z^2+(0.853K-1)z+0.147K=0$

对上式进行w变换，令 $z=\frac{w+1}{w-1}$，化简可得：$Kw^2+(2-0.294K)w+(2-0.706K)=0$

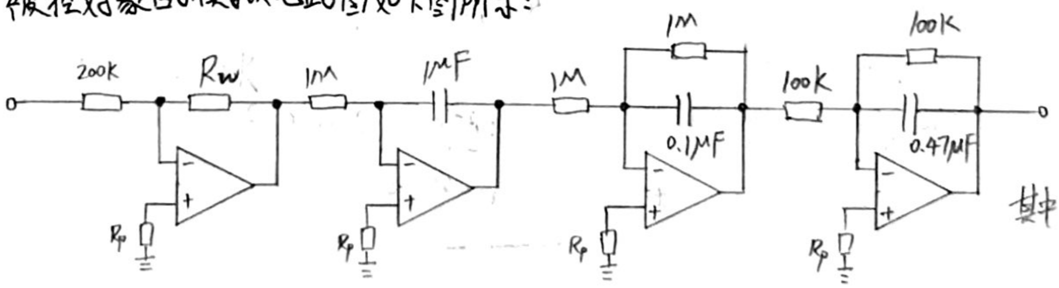
列劳斯表如下：

$$\begin{array}{lll} w^2 & K & 2-0.706K \\ w^1 & 2-0.294K & 0 \\ w^0 & 2-0.706K & \end{array}$$

由 $\begin{cases}K>0\\2-0.294K>0\\2-0.706K>0\end{cases}$ 解得：$0<K<2.833$

∴ T=1s 时，使系统稳定的开环增益为：$0<K<2.833$

被控对象的模拟电路图如下图所示：



开环增益

其中 Rw=(200K) kΩ

4. 采样系统如图7-1，其中被控对象的传递函数为 $\frac{1}{s(0.1s+1)}$，T=0.5s，试通过实验求在输入 $r(t)=1(t)$；$r(t)=t$；$r(t)=0.2t^2$ 时的稳态误差。T=1秒时，稳态误差有无变化？

解：系统开环脉冲传递函数为

$$G(z)=Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s}\cdot\frac{1}{s(0.1s+1)}\right]=(1-z^{-1})Z\left[\frac{1}{s^2}-\frac{0.1}{s}+\frac{0.1}{s+10}\right]=\left[\frac{T}{z-1}-0.1+\frac{0.1(z-1)}{z-e^{-10T}}\right]$$

(1) T=0.5s 时，代入整理得：$G(z)=\frac{0.40067z+0.09593}{(z-1)(z-0.0067)}$，为Ⅰ型离散系统

① 输入 $r(t)=1(t)$ 时，静态位置误差系数：$K_p=\lim_{z\to1}[1+G(z)]=\infty$

稳态误差：$e(\infty)=\frac{1}{K_p}=0$

② 输入 $r(t)=t$ 时，静态速度误差系数：$K_v=\lim_{z\to1}(z-1)G(z)=0.5$

稳态误差：$e(\infty)=\frac{T}{K_v}=1\ \text{V}$

③ 输入 $r(t)=0.2t^2$ 时，静态加速度误差系数：$K_a=\lim_{z\to1}(z-1)^2G(z)=0$

稳态误差：$e(\infty)=\frac{0.4T^2}{K_a}=\infty$