

实验3 线性系统的根轨迹分析 —— NI 平台实验报告

一、实验目的

1. 根据对象的开环传递函数, 做出根轨迹图.
2. 掌握用根轨迹法分析系统的稳定性.
3. 通过实际实验, 来验证根轨迹法.

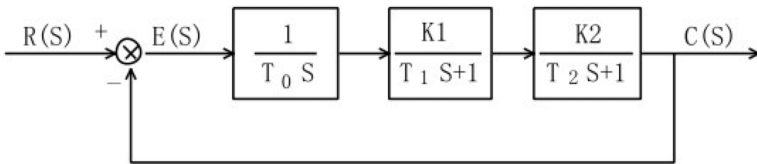
二、实验设备

1. PC机一台
2. NI ELVIS II一台
3. "Circuits Control Board-1"
4. 导线6根

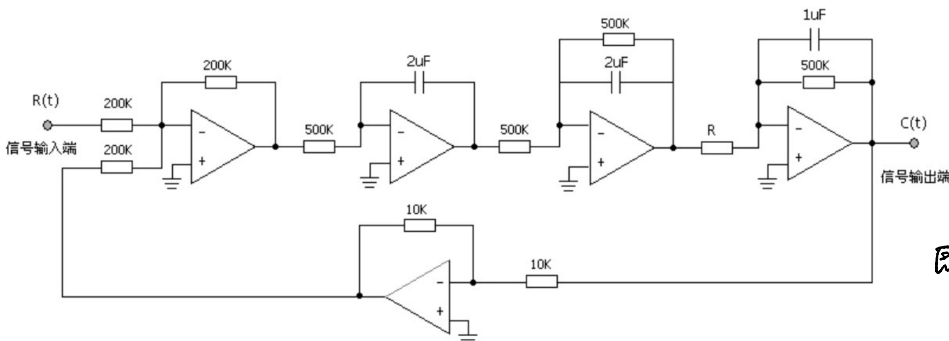
三、实验原理

(简述实验原理, 按步骤画出系统根轨迹, 并根据根轨迹分析系统稳定性, 参照实验指导书三节4、5点。)

方框图:



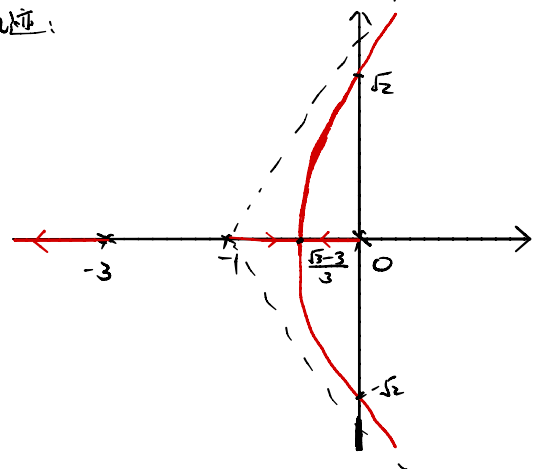
模拟电路图:



$R \geq 2591k\Omega, R = 166k\Omega, R < 166k\Omega, 166k\Omega < R < 2591k\Omega$

系统开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{s(s+1)(0.5s+1)}$

根轨迹:



稳定性分析:

当 $\omega = \sqrt{2}$ 时, $K^* = 6$

故开环增益 $K = \frac{6}{2} = 3$

即 $0 < K < 3$ 时, 系统稳定

$K > 3$ 时, 系统不稳定

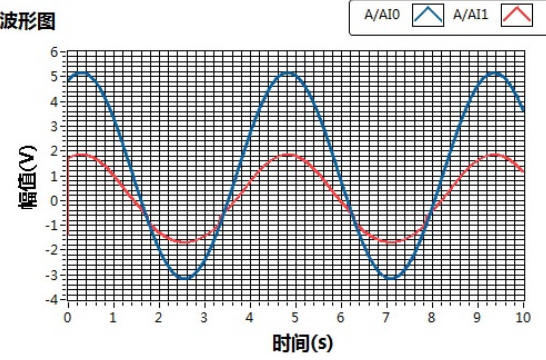
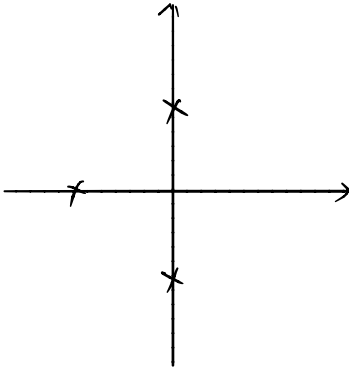
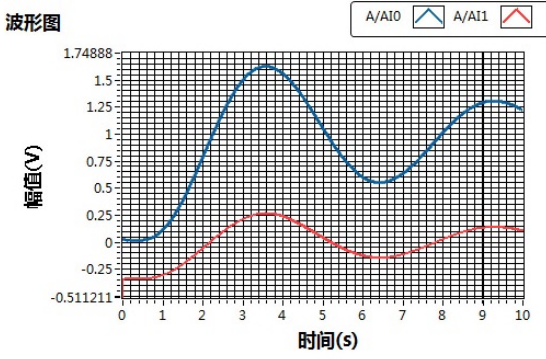
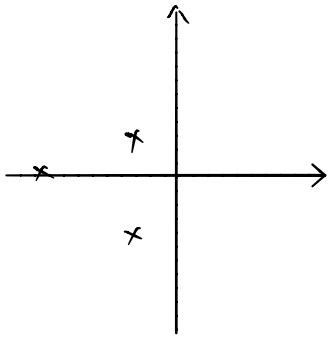
四、实验数据与结果分析

1. 判断系统处于不同状态时闭环极点在 s 平面上的位置，并计算 K 和 R 的取值范围。

系统响应	闭环极点在根轨迹上的位置	K	R
非周期过程	实轴	$K < 0.19$	$R > 2598k\Omega$
等幅振荡	虚轴	$K = 3$	$R = 166.7k\Omega$
系统发散	一、四象限	$K > 3$	$R < 166.7k\Omega$
系统衰减振荡	二、三象限	$0.19 < K < 3$	$166.7k\Omega < R < 2598k\Omega$

2. 截取系统处于不同状态时的响应曲线，并画出此时闭环极点在 s 平面上的示意图。

系统状态	响应曲线	闭环极点 s 平面示意图
系统发散	<p>波形图</p>	

<p>等幅振荡</p> <p>$R = 166.57 \text{ k}\Omega$</p> <p>(用万用表测出此时的 R 值)</p>	<p>波形图</p> 	
<p>衰减振荡</p>	<p>波形图</p> 	

实验3 线性系统的根轨迹分析 —— 直流伺服系统平台实验报告

一、实验目的

1. 掌握二阶系统的性能指标同系统闭环极点位置的关系
2. 掌握由开环极点的位置确定闭环极点位置的方法。
3. 会用 Routh 判据判定闭环系统的稳定性。

二、实验设备

1. GSM T2014型直流伺服系统控制平台
2. PC、MATLAB平台

三、实验原理

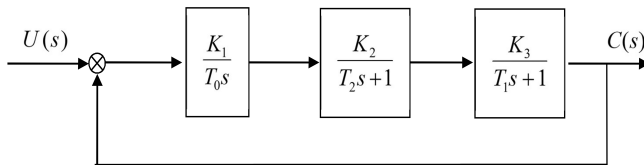
根轨迹在左半平面时，系统稳定。

直流伺服电机系统的三阶开环传递函数为：

$$G(s)H(s) = \frac{K_1 K_2 K_3}{T_0 s (T_1 s + 1) (T_2 s + 1)} = \frac{k}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

$k = K_1 K_2 K_3 / T_0$ 为开环增益

闭环系统结构图如下：

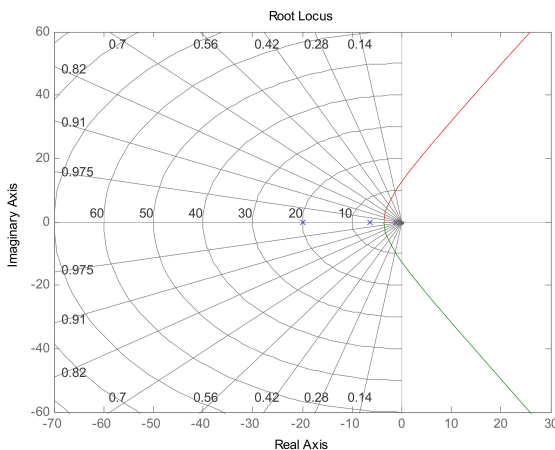


取 $\begin{cases} T_0 = 1 \\ T_1 = 0.12 \\ T_2 = 0.052 \end{cases}$ 列 Routh 判据

s^3	1	166.67	
s^2	29.17	166.67	
s^1	$166.67 - 5.7137k$	0	
s^0	$166.671k$	0	

故 k 的范围是 $0 < k < 29.17$

系统根轨迹图如下。



四、实验数据与结果分析

模型仿真

K	$C(t_p)$	$C(\infty)$	$\sigma(\%)$	$t_p(s)$	$t_s(s)$	阻尼类型	极点位置
2	1002	1000	0.2	1.7	1.055	欠阻尼	左半平面
5	1182	1000	18.2	0.63	0.92	欠阻尼	左半平面
15	1612	1000	61.2	0.365	2.32	欠阻尼	左半平面
25	1859	1000	85.9	0.295	12.7	欠阻尼	左半平面
35	发散						右半平面

实时控制

1. 改变 K 值从图中读值。

K	$C(t_p)$	$C(\infty)$	$\sigma(\%)$	$t_p(s)$	$t_s(s)$	阻尼类型	极点位置
1	1005	1000	0.5	5.36	3.63	欠阻尼	左半平面
5	1237	1000	23.7	1.61	2.22	欠阻尼	左半平面
15	1938	1000	93.8	1.38	23.04	欠阻尼	左半平面
25	发散						右半平面

2. 寻找无阻尼、临界阻尼时 K 值

阻尼类型	K
无阻尼	15.65
临界阻尼	1.7

五、思考

- 1、实验中阶跃输入信号的幅值范围应该如何考虑？
- 2、高阶系统的稳定性与哪些参数有关？

1. 大约是系统量程的 10, 太大会超出量程, 太小会使读数困难
2. 与系统的特性、开环增益均有关。