

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 专业: 自动化 班级: 电自1603

姓名: 曹炳全 学号: 201682008 组: 曹炳全 高子畅

实验时间: 2018-12-13 周四下午 实验室: 创新园C208 实验台: _____

指导教师签字: _____ 成绩: _____

非线性系统相平面图分析

一、实验目的和要求

目的: 1. 了解相平面分析法, 由相轨迹图分析系统的各种动态、静态性能;
2. 用相平面法分析典型非线性系统的性能指标。

要求: 1. 阅读附录1, 掌握死区与饱和非线性环节的模拟方法;
2. 画出本系统模拟电路图, 在模拟电路中确定 e 信号点;
3. 通过实验求取相轨迹图, 并从中求出超调量 $\sigma\%$;
4. 通过实验结果说明相轨迹与阶跃响应曲线的关系。

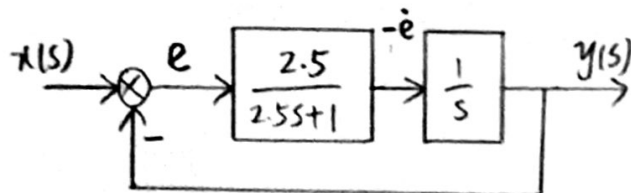
二、实验原理和内容

线性系统相平面图测量请选作讲义中图 8-1 (a), 非线性环节选择饱和非线性。预习时

充分掌握实验原理, 作好电路设计, 找出电路中 e 与 \dot{e} 的测量点。

(一) 实验内容:

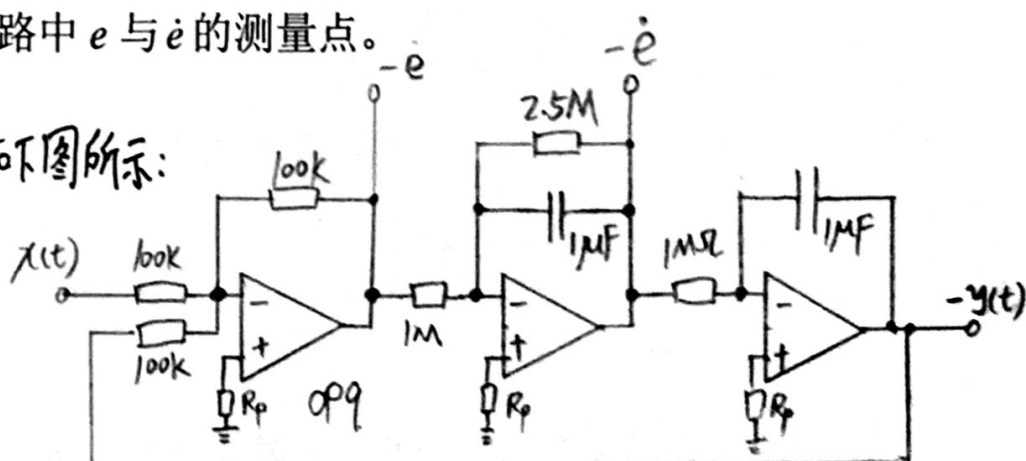
1. 二阶线性系统相平面图测量, 其系统结构图如下图所示:



输入阶跃信号时,

(a) 线性系统结构图

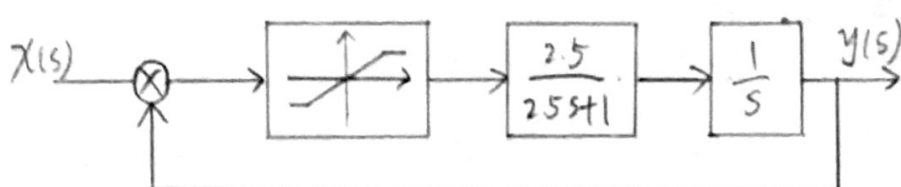
$$e = x - y \quad \dot{e} = -\dot{y}$$



模拟电路图, 电路中 e 与 \dot{e} 的测量点如上图所示。

- (1) 选择其中一个线性系统, 根据结构图画出系统模拟电路图, e 接采集输入1, \dot{e} 接采集输入2;
- (2) 分别输入不同幅值的阶跃信号, 测量系统的相轨迹图和超调量 $\sigma\%$ 。

2. 非线性系统相轨迹图测量与分析, 非线性环节选择饱和非线性。



非线性系统结构图

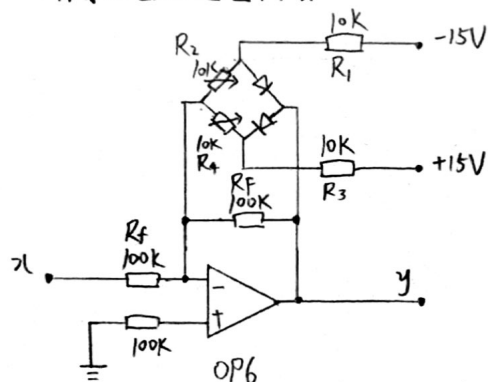
- (1) 根据结构图画出模拟电路图, e 接采集输入1, \dot{e} 接采集输入2;
- (2) 分别输入两个不同幅值的阶跃信号, 测量系统的相轨迹图和超调量 $\sigma\%$ 。

三、实验步骤

- 1、线性系统相平面图测量，同时测量系统的阶跃响应。
- 2、在学习机上模拟饱和非线性环节，选择合理的饱和非线性特征值，求其斜坡响应。
- 3、将饱和非线性环节加入线性系统，测其相轨迹图与阶跃响应，要选择合适的阶跃信号幅值和饱和非线性特征值，使其能工作在饱和非线性区间。

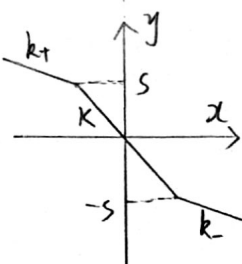
饱和非线性特性的模拟方法：

模拟电路见图F1-3



图F1-3 模拟电路

输入-输出特性



图F1-4 输入-输出特性

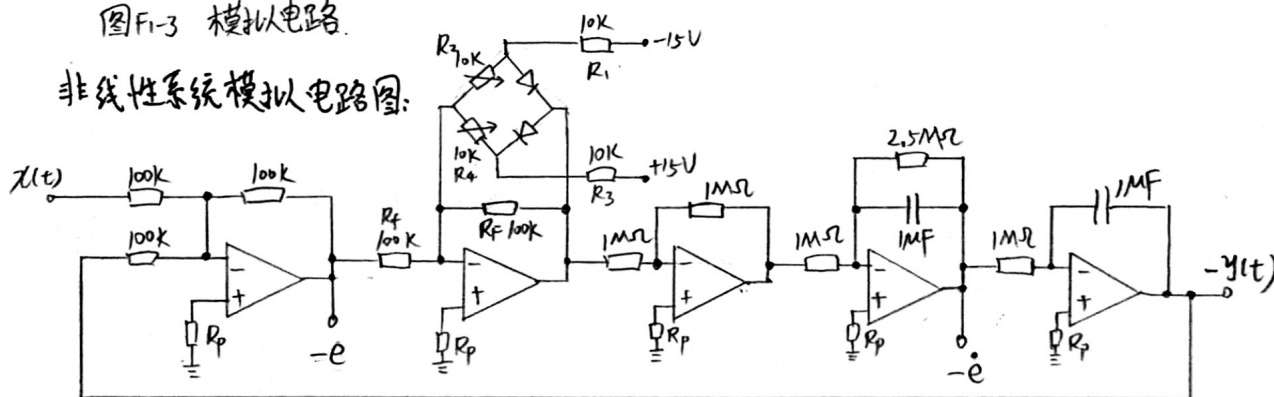
饱和非线性特征值：

$$-S \approx \frac{R_2}{R_1} E_e, S \approx \frac{R_4}{R_3} E_e$$

放大区斜率： $K \approx \frac{R_F}{R_f}$

限幅区斜率： $k_+ \approx \frac{R_2 // R_F}{R_f}, k_- \approx \frac{R_4 // R_F}{R_f}$

非线性系统模拟电路图：



(二) 实验原理：

相平面图也是一种时域分析方法。它是求解一、二阶常微分方程的一种几何方法。这种方法实质是将系统的运动过程形象的转化为相平面上的一个点的移动，通过研究这个点的移动轨迹，来获得系统运动规律的信息。相平面图表征系统在各种初始条件下的运动过程，相轨迹则表征系统在某个初始条件下的运动过程，相轨迹可用图解法求得，也可用实验法直接获得。当改变输入信号的幅值，即改变系统的初始条件时，便可获得一系列相轨迹。根据相轨迹的形状和位置就能分析系统的瞬态响应和稳态误差。

将带有非线性特性的模拟电路引入线性系统中，便构成了非线性控制系统。实验时请根据实验系统的测量范围，线性系统的输出值选择合理的非线性特征值。