

实验九 非线性系统的相平面法分析

一. 实验目的

1. 掌握相平面法分析非线性系统；
2. 用相平面法分析非线性二阶系统，并绘制相轨迹图；
3. 了解和掌握典型非线性环节的原理；
4. 分析典型非线性环节的模拟电路，观测典型非线性环节的输出特性。

二. 实验内容

1. 继电特性

继电特性的模拟电路如图 7-1 所示

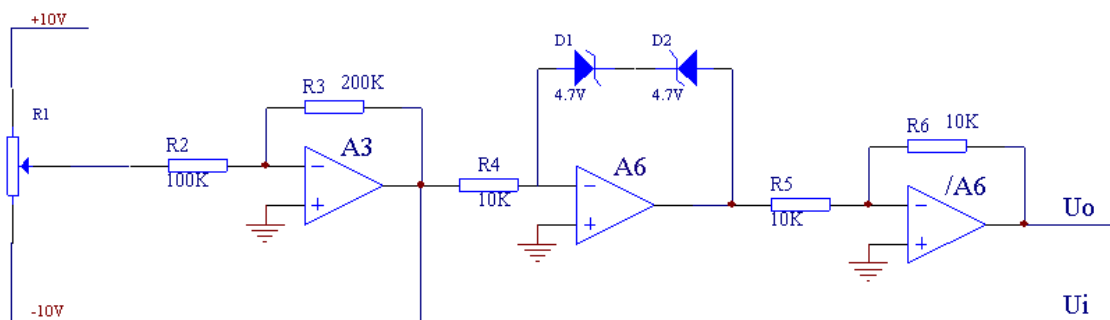


图 7-1 继电特性模拟电路

- (1) 设置可调电压输出：

将可调电压输出区的“-10V~+10V”端子与实验电路 A3 的“IN33”端子相连接，调节可调电压输出区的旋钮即可改变输入电压值的大小。

- (2) 搭建继电特性的模拟电路：

A. 将实验电路 A3 的“OUT3”端子与实验电路 A6 的“IN62”端子相连接；

B. 按照图 1-8-1 选择拨动开关：

图中：R1 可调、R2=100K、R3=200K、R4=10K、R5=10K、R6=10K、D1、D2 为 4.7V 稳压管

将 A3 的 S7、S10，A6 的 S5、S11 拨至开的位置。

- (3) 连接虚拟示波器：

将实验电路 A3 的“OUT3”与示波器通道 CH1 相连接，A6 的“OUT6”与示波器通道 CH2 相连接，将示波器的显示格式改为“XY”型，显示时间改为“5 秒”。

- (4) 调节可调电压输出区的旋钮，记录在示波器屏幕上显现的继电特性曲线。

2. 饱和特性

饱和特性的模拟电路如图 1-8-2 所示

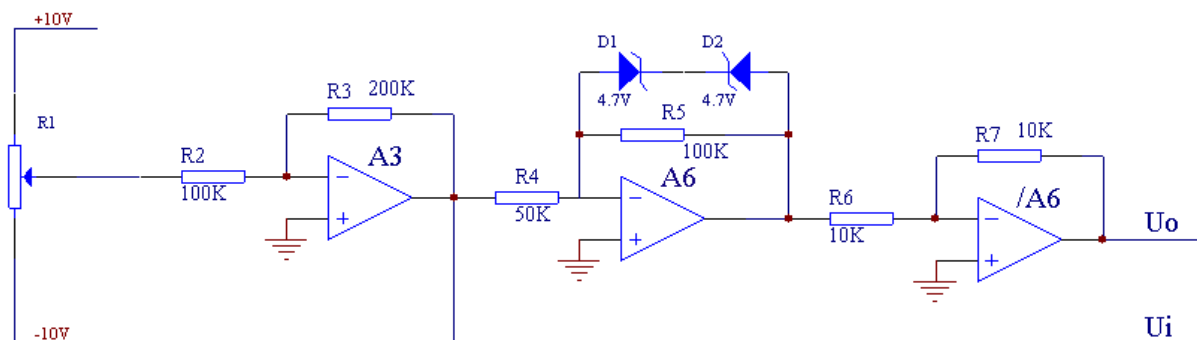


图 1-8-1 饱和特性模拟电路

(1) 设置可调电压输出:

将可调电压输出区的“-10V~+10V”端子与实验电路 A3 的“IN33”端子相连接, 调节可调电压输出区的旋钮即可改变输入电压值的大小。

(2) 搭建饱和和特性的模拟电路:

A. 将实验电路 A3 的“OUT3”端子与实验电路 A6 的“IN62”端子相连接;

B. 按照图 1-8-2 选择拨动开关:

图中: R1 可调、R2=100K、R3=200K、R4=50K、R5=100K、R6=10K、R7=10K、D1、D2 为 4.7V 稳压管

将 A3 的 S7、S10, A6 的 S4、S9、S11 拨至开的位置。

(3) 连接虚拟示波器:

将实验电路 A3 的“OUT3”与示波器通道 CH1 相连接, A6 的“OUT6”与示波器通道 CH2 相连接, 将示波器的显示格式改为“XY”型, 显示时间改为“5 秒”。

(4) 调节可调电压输出区的旋钮, 记录在示波器屏幕上显现的饱和特性曲线。

3. 继电型非线性二阶系统

继电型非线性二阶系统模拟电路如图 7-3 所示

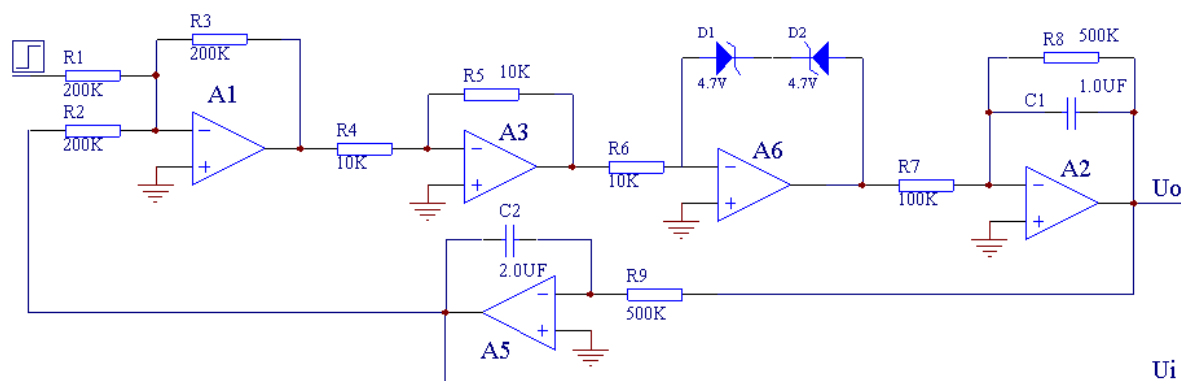


图 7-3 继电型非线性二阶系统模拟电路

(1) 设置阶跃信号源:

A. 将阶跃信号区的选择开关拨至“0~5V”;

- B. 将阶跃信号区的“0~5V”端子与实验电路 A1 的“IN11”端子相连接；
- C. 按压阶跃信号区的红色开关按钮就可以在“0~5V”端子产生阶跃信号。
- (2) 搭建继电型非线性二阶系统模拟电路：
- A. 将实验电路 A1 的“OUT1”端子与实验电路 A3 的“IN31”端子相连接，将 A3 的“OUT3”与 A6 的“IN62”端子相连接，A6 的“OUT6”与 A2 的“IN23”端子相连接，A2 的“OUT2”与 A5 的“IN52”相连接，将 A5 的“OUT5”与 A1 的“IN13”端子相连接；
- B. 按照图 1-9-1 选择拨动开关：
- 图中： $R_1=200K$ 、 $R_2=100K$ 、 $R_3=200K$ 、 $R_4=10K$ 、 $R_5=10K$ 、 $R_6=10K$ 、 $R_7=100K$ 、 $R_8=500K$ 、 $R_9=500K$ 、 $C_1=1.0\mu F$ 、 $C_2=2.0\mu F$ 、D1、D2 为 4.7V 稳压管。
- 将 A1 的 S3、S6、S13，A3 的 S1、S15，A6 的 S5、S11，A2 的 S7、S8、S14，A5 的 S4、S10 拨至开位置；
- (3) 连接虚拟示波器：
- 将 A5 的“OUT5”与示波器通道 CH1 相连接，A2 的“OUT2”与示波器通道 CH2 相连接，将示波器的显示格式改为“XY”型，显示时间改为“5 秒”。
- (4) 输入阶跃信号，记录在示波器屏幕上显现的继电型非线性二阶系统的相轨迹曲线。

4. 带速度反馈的继电型非线性二阶系统

带速度反馈的继电型非线性二阶系统模拟电路如图 7-4 所示

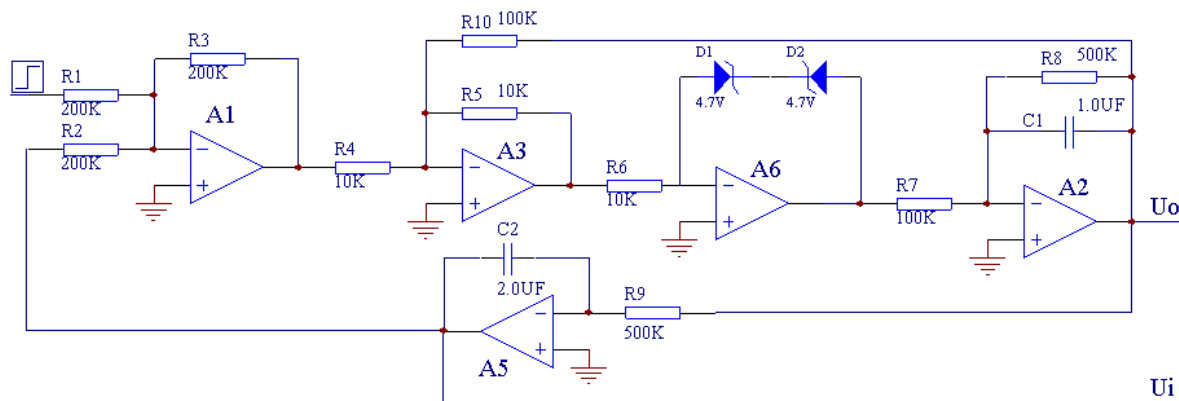


图 7-4 带速度反馈的继电型非线性二阶系统模拟电路

- (1) 设置阶跃信号源：
- A. 将阶跃信号区的选择开关拨至“0~5V”；
- B. 将阶跃信号区的“0~5V”端子与实验电路 A1 的“IN11”端子相连接；
- C. 按压阶跃信号区的红色开关按钮就可以在“0~5V”端子产生阶跃信号。
- (2) 搭建带速度反馈的继电型非线性二阶系统模拟电路：
- A. 将实验电路 A1 的“OUT1”端子与实验电路 A3 的“IN31”端子相连接，将 A3 的“OUT3”与 A6 的“IN62”端子相连接，A6 的“OUT6”与 A2 的“IN23”

端子相连接，A2 的“OUT2”与 A3 的“IN33”相连接，A2 的“OUT2”与 A5 的“IN52”相连接，将 A5 的“OUT5”与 A1 的“IN13”端子相连接；

B. 按照图 1-9-2 选择拨动开关：

图中： $R_1=200K$ 、 $R_2=100K$ 、 $R_3=200K$ 、 $R_4=10K$ 、 $R_5=10K$ 、 $R_6=10K$ 、 $R_7=100K$ 、 $R_8=500K$ 、 $R_9=500K$ 、 $R_{10}=100K$ 、 $C_1=1.0\mu F$ 、 $C_2=2.0\mu F$ 、D1、D2 为 4.7V 稳压管。

将 A1 的 S3、S6、S13，A3 的 S1、S7、S15，A6 的 S5、S11，A2 的 S7、S8、S14，A5 的 S4、S10 拨至开位置；

(3) 连接虚拟示波器：

将 A5 的“OUT5”与示波器通道 CH1 相连接，A2 的“OUT2”与示波器通道 CH2 相连接，将示波器的显示格式改为“XY”型，显示时间改为“5 秒”。

(4) 输入阶跃信号，记录在示波器屏幕上显现的带速度反馈的继电型非线性二阶系统相轨迹曲线。

5. 饱和型非线性二阶系统

饱和型非线性二阶系统模拟电路如图 7-5 所示

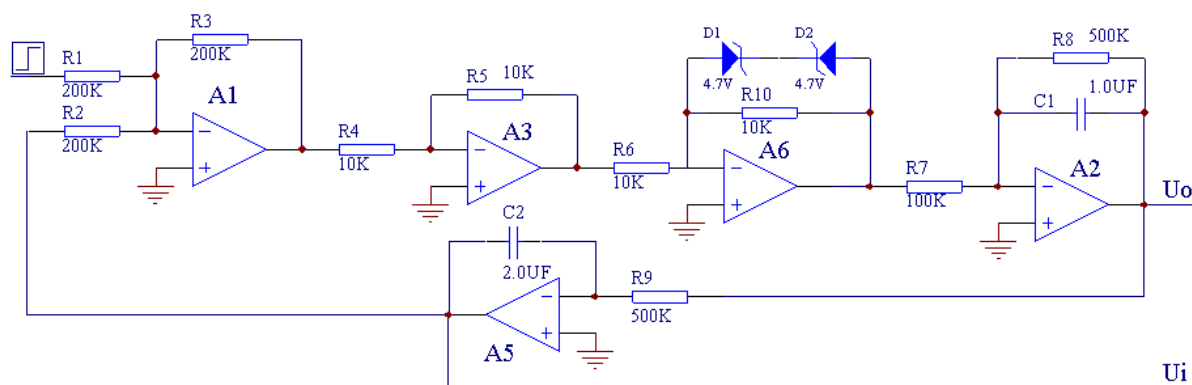


图 7-5 饱和型非线性二阶系统模拟电路

(1) 搭建饱和型非线性二阶系统模拟电路：

A. 将实验电路 A1 的“OUT1”端子与实验电路 A3 的“IN31”端子相连接，将 A3 的“OUT3”与 A6 的“IN62”端子相连接，A6 的“OUT6”与 A2 的“IN23”端子相连接，A2 的“OUT2”与 A5 的“IN52”相连接，将 A5 的“OUT5”与 A1 的“IN13”端子相连接；

B. 按照图 1-9-2 选择拨动开关：

图中： $R_1=200K$ 、 $R_2=100K$ 、 $R_3=200K$ 、 $R_4=10K$ 、 $R_5=10K$ 、 $R_6=10K$ 、 $R_7=100K$ 、 $R_8=500K$ 、 $R_9=500K$ 、 $R_{10}=10K$ 、 $C_1=1.0\mu F$ 、 $C_2=2.0\mu F$ 、D1、D2 为 4.7V 稳压管。

将 A1 的 S3、S6、S13，A3 的 S1、S7、S15，A6 的 S5、S11、S13，A2 的 S7、S8、S14，A5 的 S4、S10 拨至开位置；

(2) 连接虚拟示波器：

将 A5 的“OUT5”与示波器通道 CH1 相连接，A2 的“OUT2”与示波器通道 CH2 相连接，将示波器的显示格式改为“XY”型，显示时间改为“5 秒”。

(3) 输入阶跃信号，记录在示波器屏幕上显现的饱和型非线性二阶系统相轨迹曲线。

三. 实验结果

1. 根据实验结果绘制下列图形，见表 7-1。

表 7-1

典型环节非线性	观测的实际相轨迹曲线
继电型非线性 二阶系统	
带速度反馈的 继电型非线性 二阶系统	
饱和型非线性 二阶系统	

2. 根据实验结果绘制下列图形，见表 7-1。

表 7-2

典型环节非线性	观测的实际特性曲线
继电特性	
饱和特性	

四. 思考题

1. 继电特性和饱和特性的异同点？
2. 饱和特性对线性二阶系统有何影响？
3. 如何调节输入信号才能正确观测非线性环节的输出特性？
4. 非线性系统和线性系统的本质区别？分析方法有哪些不同？
5. 相平面法分析非线性系统的实质是什么？