

浙江大学



课程： 电力电子技术

题目： 三相桥式全控整流及有源逆变电路

姓名： 边玥心

学号： 3170103500

班级： 自动化 1703

指导教师： 杜丽

完成时间： 2020/05/31

一、实验目的

- 1. 熟悉三相桥式全控变流器的工作原理及特点；
- 2. 掌握三相桥式全控变流器在整流和逆变时的工作状态及波形。

二、实验内容

- 1. 搭建三相桥式全控变流器仿真电路模型；
- 2. 改变电路参数，记录并绘制关系曲线；
- 3. 对仿真结果进行分析。

三、电路参数

条件：输入工频交流电， $U_2 = 100V$, $R = 50\Omega$ ，直流电动势 $E_M = 210V$

① $L = 80mH$,

② $L = 2mH$

要求：

- 改变电路参数，记录并绘制关系曲线。

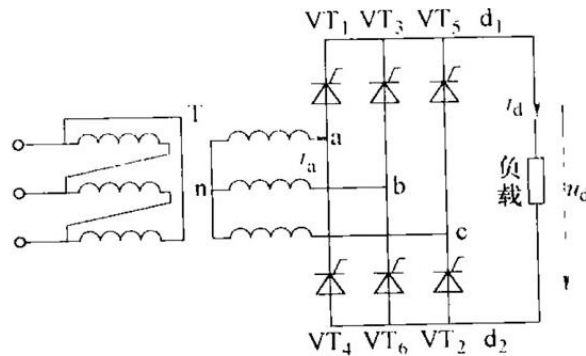


图 1. 三相桥式全控整流电路原理图

四、实验结果与分析

4.1 仿真电路模型图

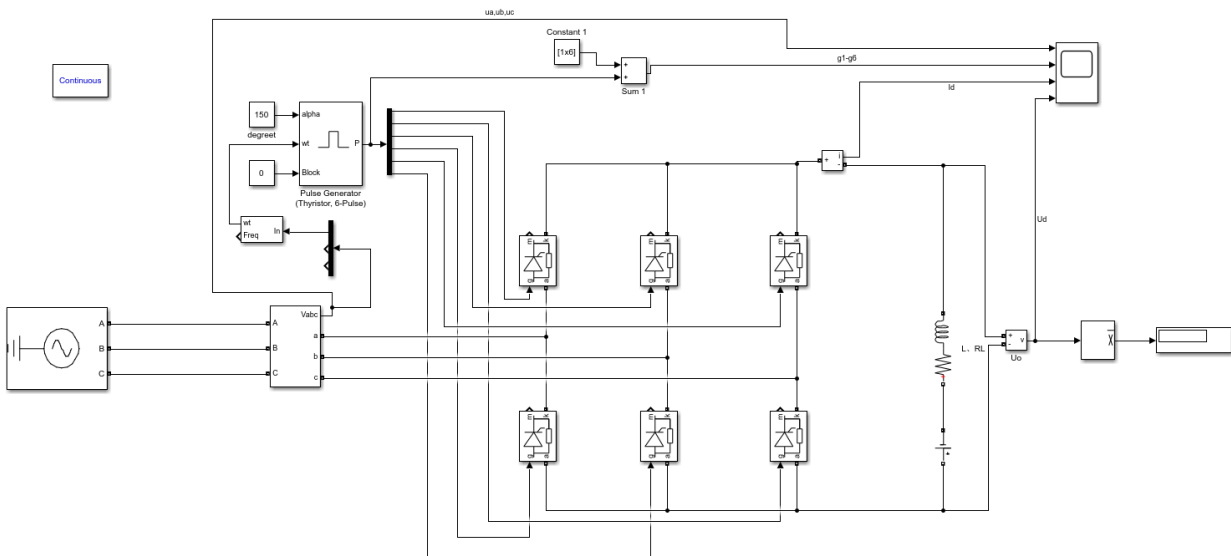
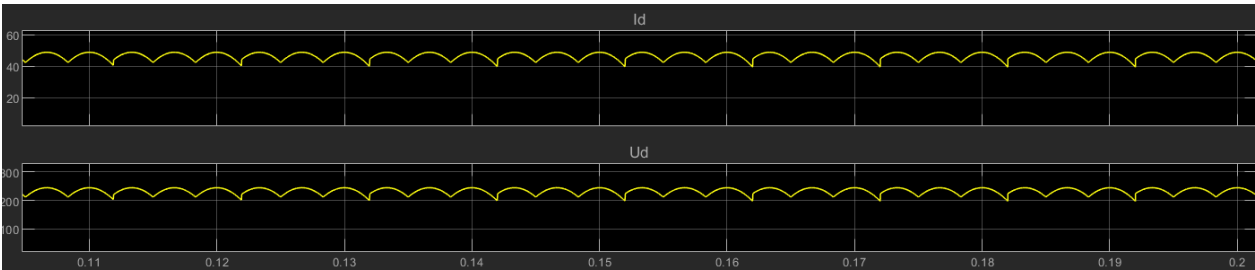


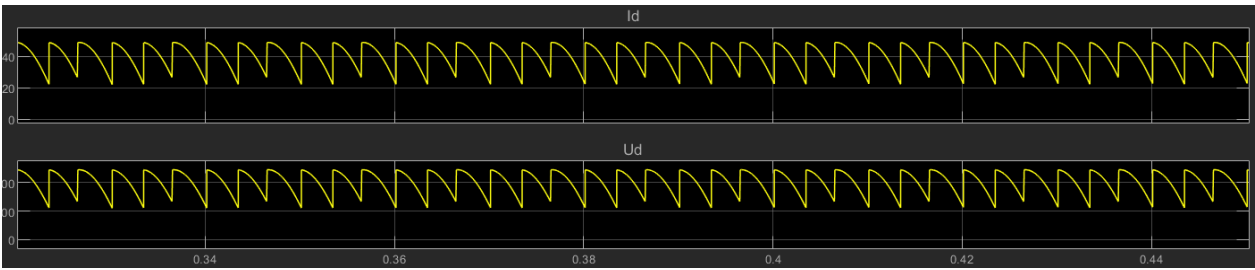
图 2. 电路模型图

4.2 阻性负载，R5 欧姆，改变控制角，记录输出电压 U_d 、 I_d 波形。

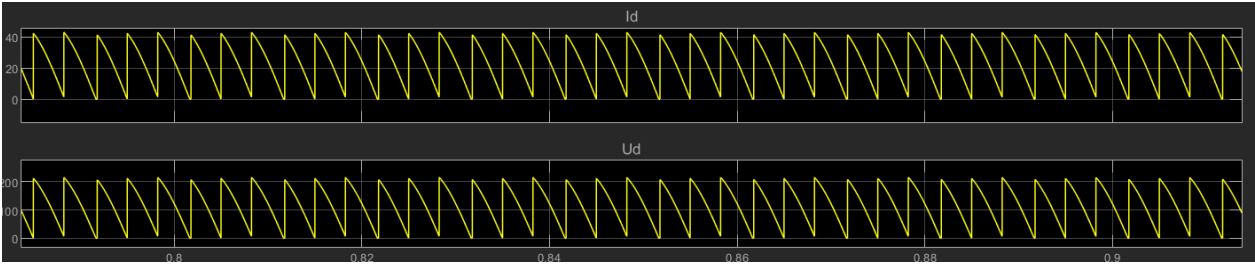
控制角 $\alpha=0^\circ$



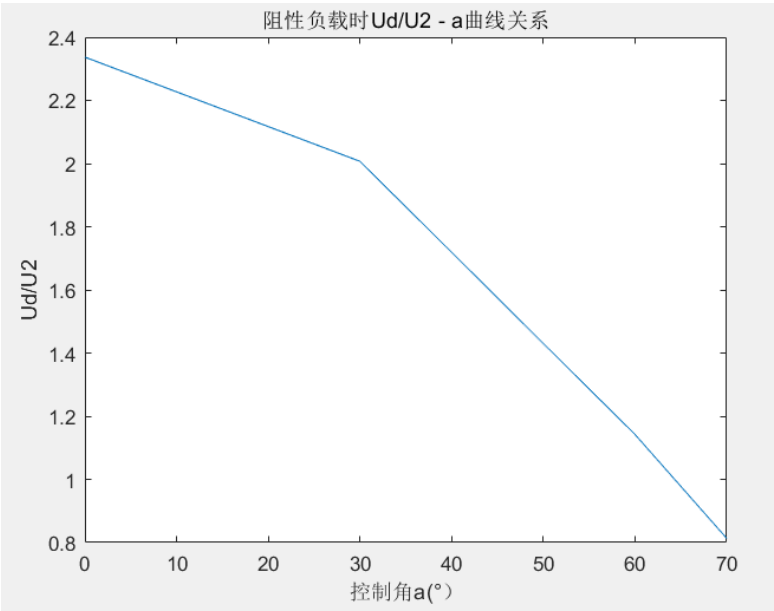
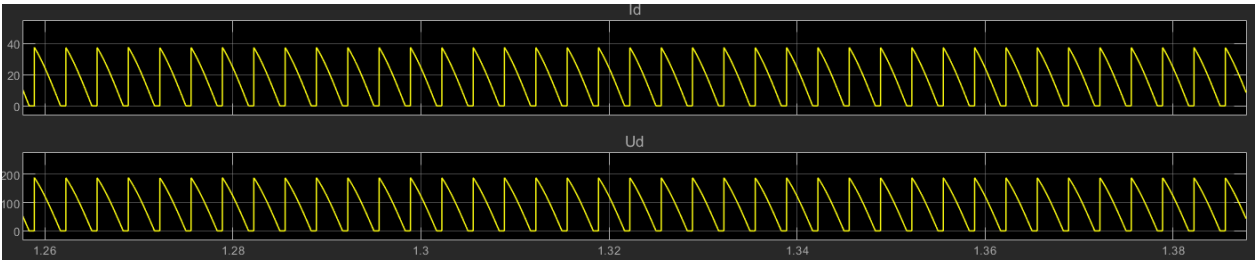
控制角 $\alpha=30^\circ$



控制角 $\alpha=60^\circ$



控制角 $\alpha=70^\circ$



控制角度 α ($^\circ$)	0	30	60	70
$U_d(V)$	233.7	200.7	114.2	81.32

阻性负载时，
可以看出随着控制角度的增加，输出电压减小。
当控制角 $\alpha < 60^\circ$ ，负载电流连续。
则：

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\frac{2\pi}{3} + \alpha} \sqrt{6} U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 2.34 U_2 \cos \alpha$$

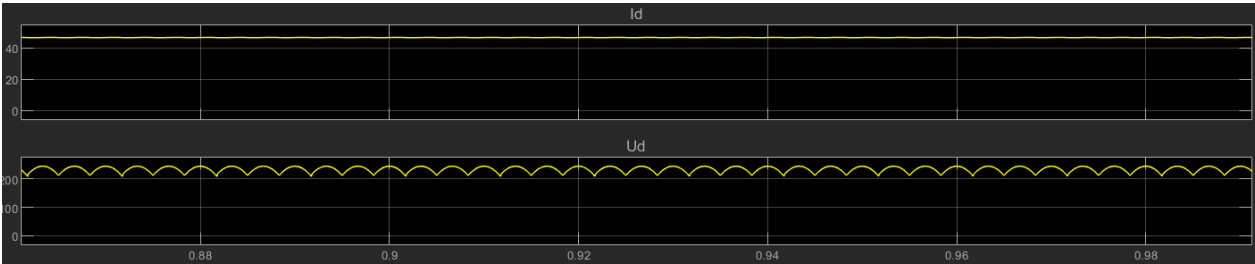
在 30° 内，当 $\alpha=0^\circ$ 时有输出电压最大 234V，与仿真数据在误差范围内一致，随着控制角度的增大，输出电压减小。
当控制角 $\alpha > 60^\circ$ ，负载电流断续。
有：

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\frac{3\pi}{3}} \sqrt{6} U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 2.34 U_2 (1 + \cos(\alpha + \frac{\pi}{3}))$$

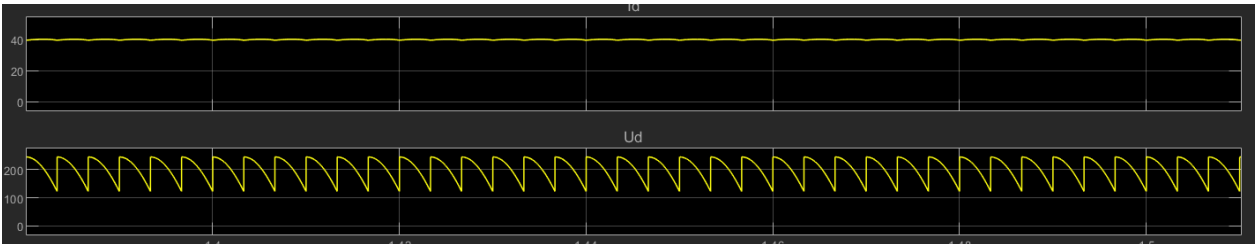
同样，随着控制角度的增大，输出电压减小。

4.3 阻感性负载， $L=80mH$ ， $R5$ 欧姆，改变控制角，记录输出电压 U_d 、 I_d 波形。

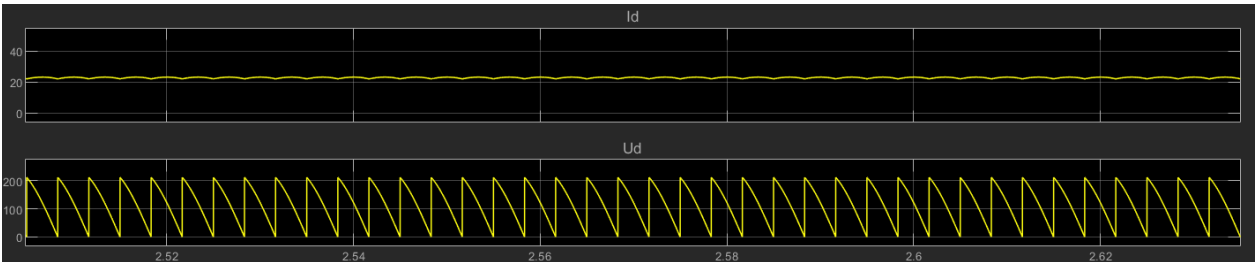
控制角 $\alpha=0^\circ$



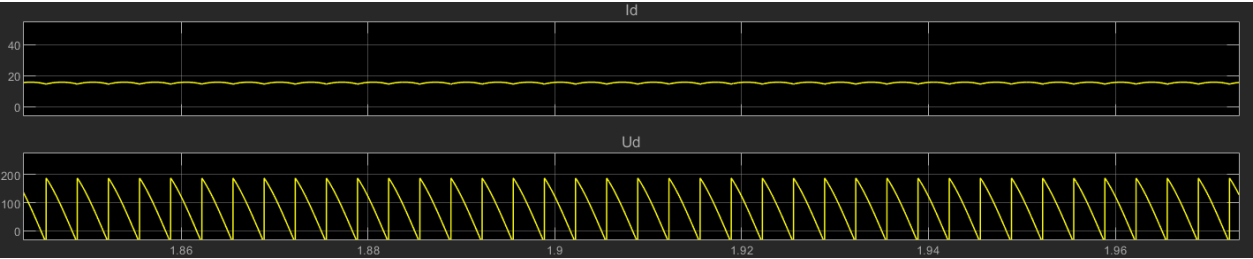
控制角 $\alpha=30^\circ$



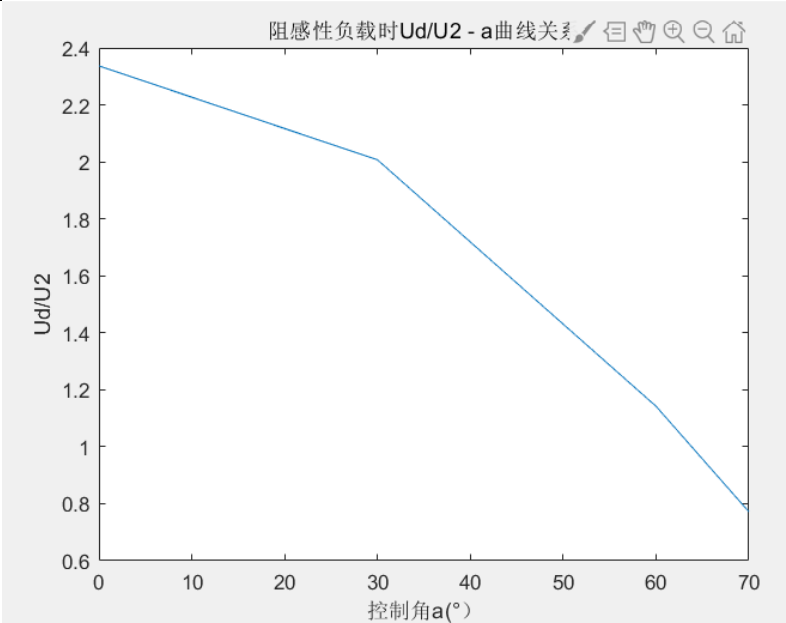
控制角 $\alpha=60^\circ$



控制角 $\alpha=70^\circ$



控制角度 α ($^\circ$)	0	30	60	70
$U_d(V)$	233.7	200.7	114.2	77.17



阻感性负载时，
电感续流，所以相较于阻性负载，阻感负载时的输出电压会出现负的部分。
并且控制角移相范围为 90° 。
当整流输出电压连续，则：

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{2\pi}{3}+\alpha} \sqrt{6}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 2.34U_2 \cos \alpha$$

所以唯一的不同便是在阻性负载且控制角 $> 60^\circ$ 时表格数据不一致。

当 $\alpha = 70^\circ$ ：

阻性负载：

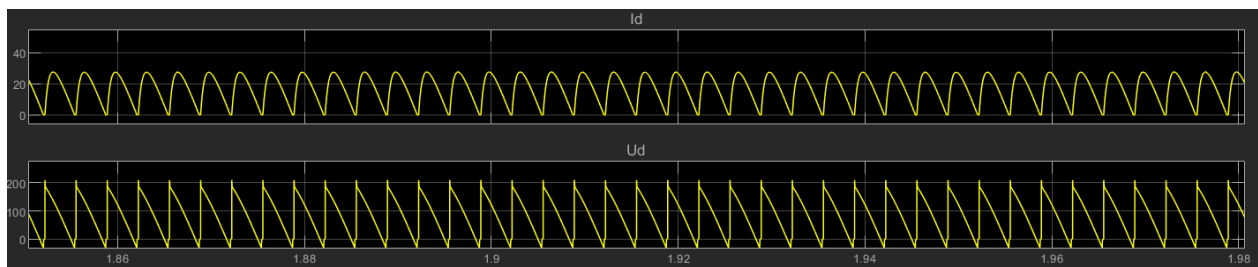
$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{3\pi}{3}} \sqrt{6}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 2.34U_2 (1 + \cos(\alpha + \frac{\pi}{3})) = 83.58V$$

阻感性负载：

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{2\pi}{3}+\alpha} \sqrt{6}U_2 \sin \omega t d(\omega t) = 2.34U_2 \cos \alpha = 80.03V$$

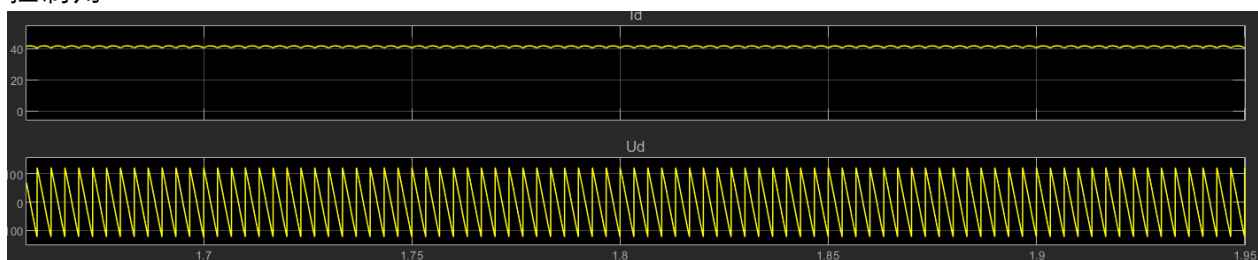
与实验仿真数据接近。
并且从图中可以看到，负载中加入电感后， I_d 要平缓许多。所以电感也称为平波电抗器。

4.4 阻感性负载， $L=2mH$ ， $R5$ 欧姆，控制角 $=70^\circ$ ，记录输出电压 U_d 、 I_d 波形。

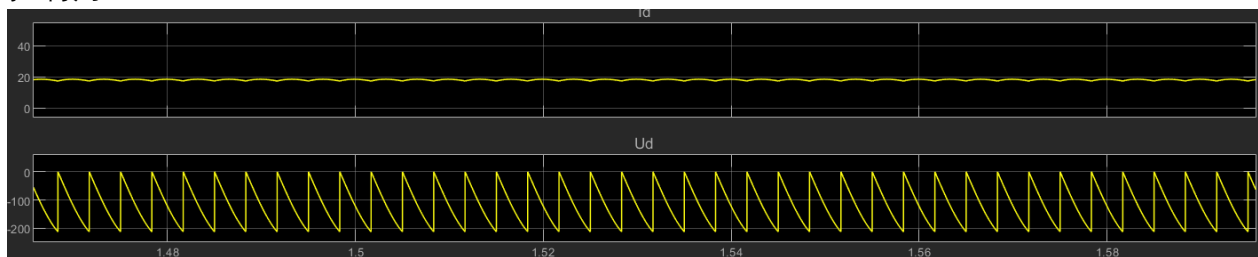


当电感减小，相较于 4.3 的 $L=80\text{mH}$ ， $\alpha=70^\circ$ ，可看出电流波动性又增强了。
可以了解到电感在整流过程中起到平波作用，且电感值越大，平波效果越好。

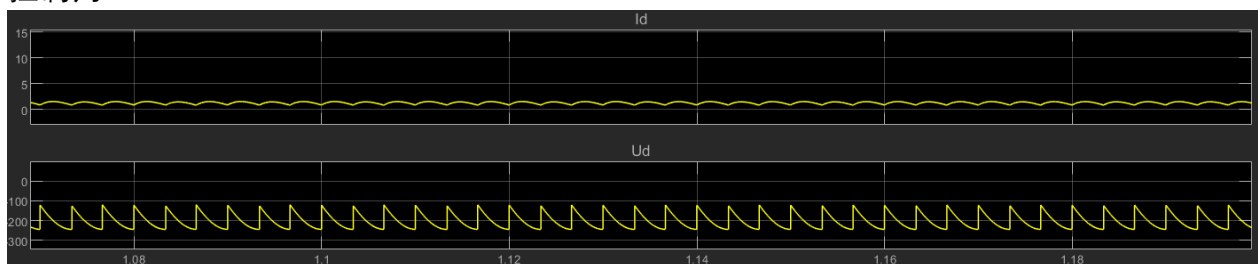
4.4 反电动势阻感性负载， $L=80\text{mH}$ ， $R5$ 欧姆，改变控制角，记录输出电压 U_d 、 I_d 波形。 控制角 $\alpha=90^\circ$



控制角 $\alpha=120^\circ$



控制角 $\alpha=150^\circ$



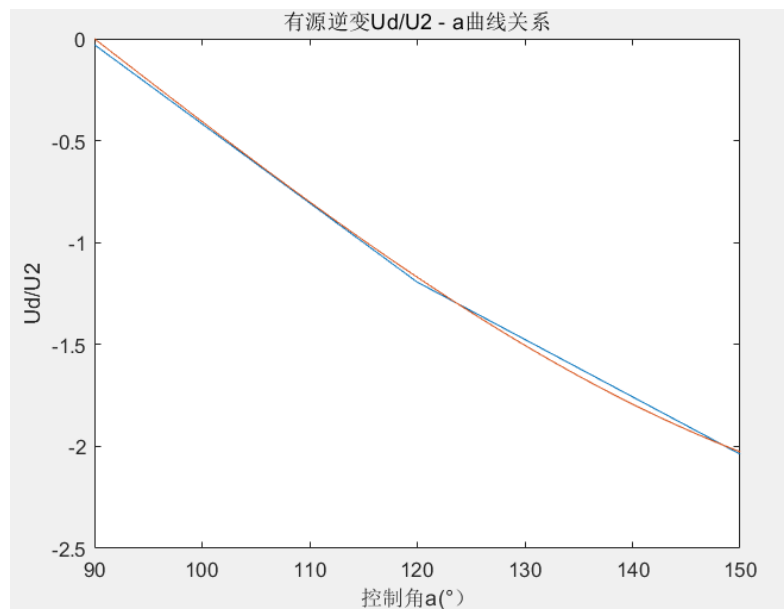
当接入负电势阻感负载时，控制角度 $> 90^\circ$ ，则电路为有源逆变电路。
逆变和整流的区别仅仅是控制角度 α 的不同。
当 $0 < \alpha < 90^\circ$ ，电路工作在整流状态； $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ，电路工作在逆变状态。
逆变角 $\beta + \alpha = 180^\circ$

控制角度 α ($^\circ$)	90	120	150
实验测得 $U_d(\text{V})$	-2.946	-119.4	-203.8
计算 U_d (V)	0	-117.0	-202.6

在计算误差内相同。

$$U_d = -2.34U_2\cos\beta$$

如下图所示，红色为理论有源逆变曲线，蓝色为实验仿真测得数据，符合理论依据。



五、实验心得

实验通过测数据并进行曲线绘制，在实验后充分了解了三相桥式全控变流器在整流和逆变时的工作状态及波形。

并且也同时了解熟悉当负载变化，阻性负载、阻感性负载、反电动势阻感性负载对工作状态的波形有什么样的影响。

通过实验，对理论学习的加深印象也有更加积极的作用。