



哈尔滨工业大学(深圳)

HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

实验与创新实践教育中心

实验报告

姓 名: _____ 学 号: _____

课程名称: _____ 电力电子技术

实验名称: _____ 实验 2 非理想因素对电能变换过程影响的实验研究

实验室名称: _____ K334

实验台号: _____ 9 实验日期: _____ 2025 年 10 月 30 日

同 组 人: _____

报告总分数: _____

教师评语:

助教签字: _____

教师签字: _____

日 期: _____

一、实验目的

- 1.培养注重观察电路波形和电磁现象，通过自主学习、仿真实验和电路测试等途径学习和掌握新知识点的能力、对电气设备的性能进行分析的能力和解决复杂工程问题的能力。
- 2.以可控整流电路中的整流变压器存在漏感为背景，通过自主学习、波形观察和定量测试，认知电能变换电路中非理想因素及其对可控整流电路工作带来的主要影响，分析非理想因素对整流电路产生影响的原因。

二、实验内容

- 1. 绘制实际三相桥式全控整流电路中，当负载为 200Ω ，触发角为 30° 时，交流输入侧的线电压 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ca} 的波形如图 2-1，与理论波形对比分析差异，从变压器漏感的角度分析差异形成原因。

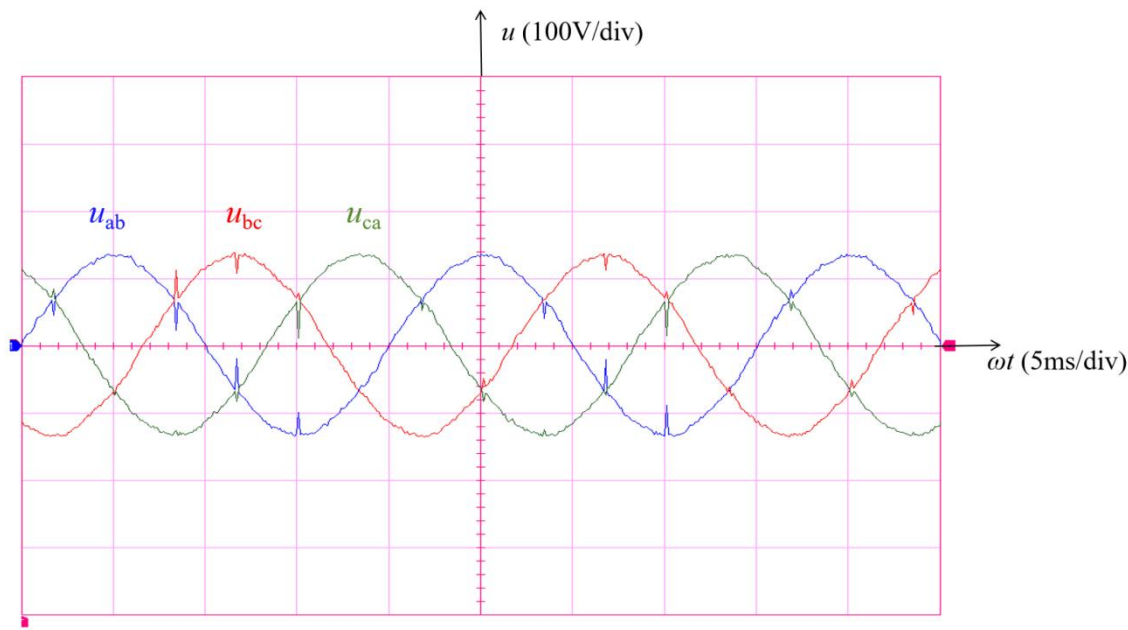
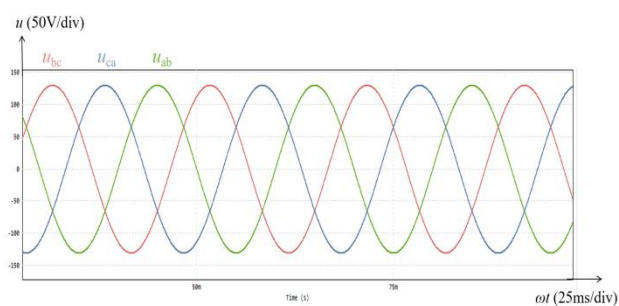


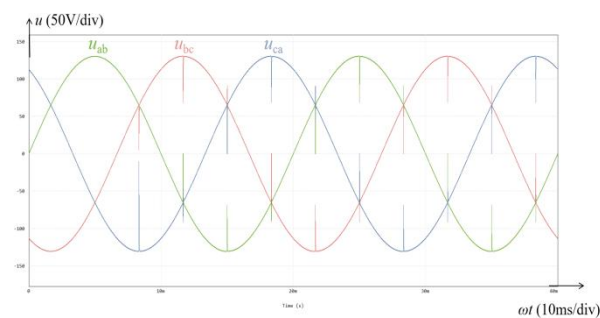
图 2-1 三相桥式全控整流电路交流输入侧线电压波形

与理论波形相比，实际的三相桥式全控电路波形出现了部分畸变（如峰值位置和 60° 位置），这是由于实际的变压器存在漏感，电流无法突变，在换相时两相同时导通短路形成环流，出现换相重叠角，换相时会导致输出电压出现额外的换相压降而降低，从而产生畸变。

- 2. 分别绘制仿真电路中三相变压器漏感为 1nH 和 10mH 时，采集的交流输入侧线电压 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ca} 的波形如图 2-2，并对比分析变压器漏感对交流侧输入电压波形畸变的影响。



(a) 1nH



(b) 10mH

图 2-2 三相变压器漏感不同时交流输入侧线电压的仿真波形

变压器漏感为 10mH 时的波形畸变明显比 1nH 的波形畸变明显，说明漏感越大，交流侧输入电压波形畸变越明显。

3. 绘制仿真电路中交流输入侧增加 RC 吸收后，采集的交流输入侧线电压 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ca} 的波形如图 2-3，说明 RC 吸收电路对交流侧输入电压波形尖峰的影响。

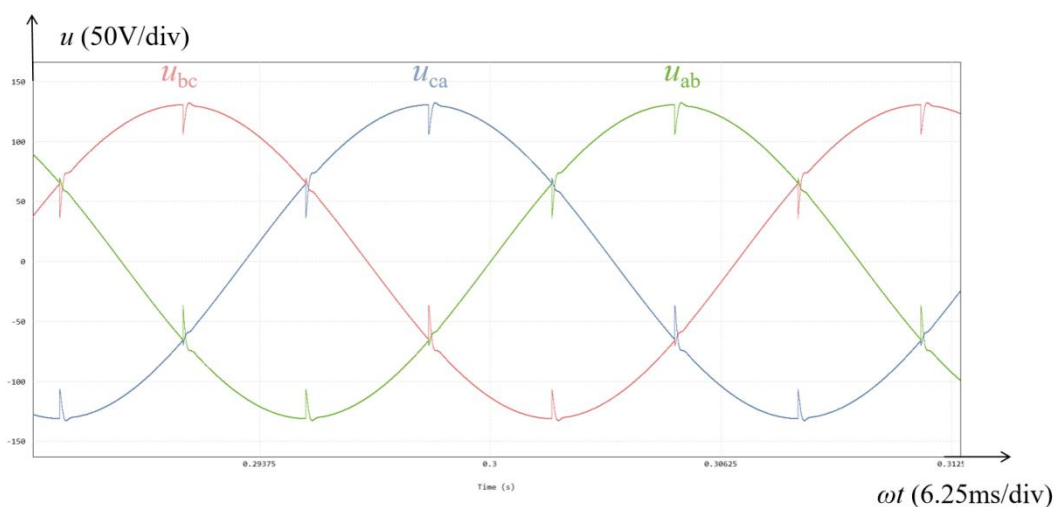


图 2-3 交流输入侧增加 RC 吸收后交流输入侧线电压的仿真波形

增加 RC 吸收后，交流侧输入电压波形尖峰被削弱，波形畸变减小，波形变得更接近正弦波形。这是 RC 吸收高次谐波作用的结果。

4. 绘制实际三相桥式全控整流电路中，当负载为 200Ω ，触发角为 0° 时，交流侧的输入电流 i_a 、 i_b 及整流电压 u_d 的波形如图 2-4，并结合教材 3.2 知识，定性分析变压器漏感对三相桥式全控整流电路换相过程的影响。

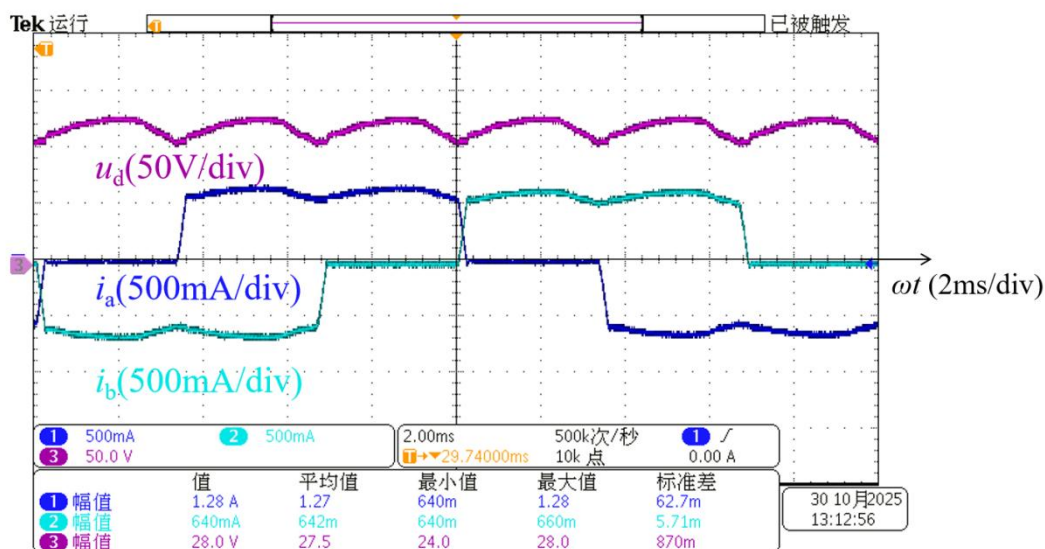
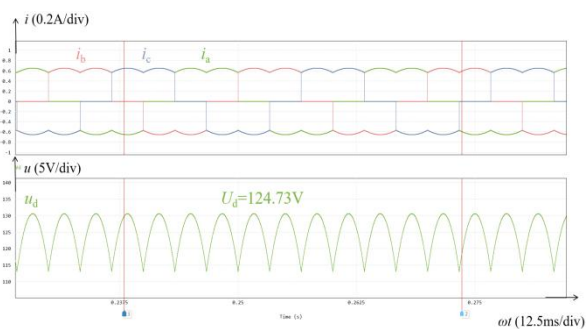


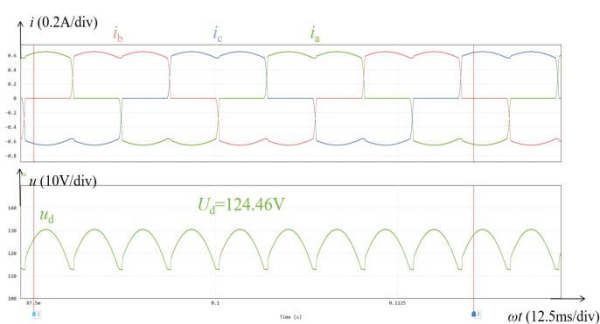
图 2-4 实际三相桥式全控整流电路交流输入电流和整流电压波形

变压器漏感导致电流在换相时不能突变，两相同时导通短路形成环流，环流持续减小，到降低为零时换相结束，换相时电流下降为零需要时间，因此出现前一相电流下降和后一相电流上升的电流波形。漏感导致整流电路工作状态增加，但是换相处电流变化率减小，有利于晶闸管的安全开通。

5. 分别绘制仿真电路中三相变压器漏感为 1nH 和 10mH 时，采集的交流输入输入电流 i_a 、 i_b 及整流电压 u_d 的波形如图 2-5，对比分析变压器漏感对三相桥式全控整流电路换相过程及整流电压平均值 U_d 的影响。



(c) 1nH



(d) 10mH

图 2-5 三相变压器漏感不同时交流输入电流和整流电压的仿真波形

10mH 漏感对比 1nH 漏感相电流在换相点有更明显的电流下降的换相过程，换相重叠角更大。这是因为漏感越大，换相时环流越大，电流下降所需的时间越大，换相重叠角越大。而由于换相过程电压会有额外的换相压降，因此输出电压会降低，则漏感越大整流电压平均值越低。

6. 绘制仿真电路中输出端增加 LC 滤波后，电感电压 u_L 和整流电压 u_d 的波形如图 2-6，并结合实验一中输出电压 u_d 的谐波测量结果，分析 LC 滤波环节对整流电压 u_d 的影响。

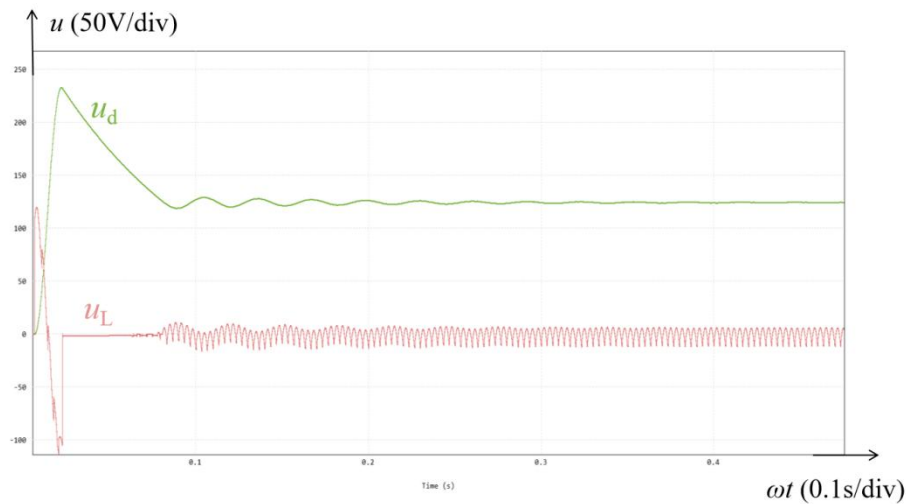


图 2-6 输出端增加 LC 滤波后电感电压和整流电压的仿真波形

增加 LC 滤波后，整流输出电压会先出现一个过冲，随后在较短时间（0.1s）内降低，此后再稳定值附近波动，输出电压脉动随时间增加而减小，比不加 LC 滤波的电路的输出脉动有明显的减小。

三、实验体会与建议

更深刻地认识到实际工程实践中器件不理想对实验结果产生的影响，体会从理想情况到工程实际不理想工况的转化。