บทที่ 7
สรุปและวิจารณ์

7.1 การดำเนินงาน

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีการทำงานแบบไปป์ไลน์ โดยมีความสามารถในการทำงานตามคำสั่งพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของบริษัทอินเทล อาศัยการออกแบบตามขั้นตอนการออกแบบวงจรดิจิตอลด้วยภาษาวีเอชดีแอลโดยใช้การออกแบบจากบนลงล่าง ทำการเขียนโค้ดและตรวจสอบไวยากรณ์ด้วยโปรแกรม Project Navigator ของบริษัท Xilinx แล้วตรวจสอบด้วยจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม ModelSimXE และสังเคราะห์วงจรโดยใช้ XST ซึ่งเป็นฟังก์ชันการทำงานอยู่แล้วในโปรแกรม Project Navigator จากนั้นทำการจัดวางและกำหนดการเชื่อมต่อ เสร็จแล้วทำการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม ModelSim อีกครั้ง ก่อนทำการบันทึกลงอุปกรณ์เอฟพีจีเอและทดสอบการทำงานของวงจรจริงเป็นขั้นตอนสุดท้าย

7.2 ผลการดำเนินงาน

ในขั้นตอนการออกแบบมีการทดสอบการทำงาน โดยเป็นการทดสอบการทำงานในระดับต่างๆ ของการออกแบบทั้งการทดสอบในส่วนวงจรย่อย การทดสอบการทำงานของสเตจต่างๆของไปป์ไลน์ และการทดสอบการทำงานในระดับวงจรรวมทั้งหมดว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง โดยใช้ชุดโปรแกรมทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรอมภายในและตรวจสอบการทำงานของสเตจต่างๆ ผลการดำเนินงานที่ผ่านมามีดังนี้

- วงจรย่อยต่างๆ ที่ออกแบบสามารถจำลองการทำงานได้อย่างถูกต้อง
- วงจรแต่ละสเตจสามารถจำลองการทำงานได้อย่างถูกต้อง
- วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สมบูรณ์สามารถจำลองทำงานได้อย่างถูกต้อง ทั้งในส่วนของการอ่านคำสั่ง การถอดรหัสคำสั่ง และการเขียนผลลัพธ์การทำคำสั่ง
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ สามารถจำลองการทำงานในการทำคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ต้นแบบได้จำนวน 62 คำสั่งจากทั้งหมด 111 คำสั่ง คิดเป็นร้อยละ 56 ของคำสั่งทั้งหมด
- ความถี่สูงสุดในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้เท่ากับ 25 MHz ซึ่งสามารถทำคำสั่งและให้ผลการทำคำสั่งทุกๆ 1-3 รอบสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนเข้าไปขึ้นอยู่กับความยาวและชนิดของคำสั่งเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้นแบบซึ่งให้ผลการทำงานระหว่าง 12-48 รอบสัญญาณนาฬิกา
- วงจรที่ได้สามารถบันทึกลงบนเอฟพีจีเอและสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

7.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้นแบบนั้นมีคำสั่งในการทำงานมาก ทำให้การออกแบบมีความซับซ้อนแม้ว่าจะมีการตัดการทำงานบางส่วนออกไปแล้ว แต่ความยุ่งยากในการออกแบบก็ยังคงมีมากอยู่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเขียนการทำงานคอนโทรลยูนิต ซึ่งควบคุมการทำงานทั้งหมดของวงจร
- สเตจการทำงานต่างๆ มีความเกี่ยวข้องกันเมื่อทำการออกแบบไปป์ไลน์ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาของไปป์ไลน์ขึ้น การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากไปป์ไลน์ต้องอาศัยการทดสอบที่รอบคอบและใช้ตัวอย่างในการทดสอบจำนวนมากเพื่อหาจุดบกพร่องซึ่งอาจเกิดขึ้นกับตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งได้ ข้อนี้จึงเป็นปัญหาอย่างหนึ่ง เพราะการใช้ตัวอย่างในการทดสอบที่มากขึ้นและการทดสอบที่รอบคอบนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการทดสอบที่มากขึ้นด้วย
- การใช้การออกแบบด้วยภาษาวีเอชดีแอลนั้นช่วยให้การออกแบบง่ายขึ้น และแม้ว่าจะทำการออกแบบขึ้นมาโดยอาศัยความรอบคอบแล้วก็อาจจะมีจุดบกพร่องเกิดขึ้นได้อยู่ดี บางครั้งจุดบกพร่องดังกล่าวไม่อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีการเดิมที่ได้ออกแบบไว้ จึงอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบบางส่วน ซึ่งเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงการออกแบบในส่วนใดแล้ว ตามหลักการออกแบบวงจรดิจิตอลด้วยภาษาวีเอชดีแอลนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกลับไปทบทวนกระบวนการในขั้นตอนก่อนหน้าแล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสียก่อนที่จะดำเนินการออกแบบต่อไปใหม่
- ในการเขียนโปรแกรมในบางรูปแบบนั้นสามารถจำลองการทำงานได้ แต่ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นวงจรจริงได้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการแก้ไขโครงสร้างของโปรแกรมให้สามารถทำงานกับอุปกรณ์ได้จริง การเขียนปรแกรมให้สามารถจำลองการทำงานได้จึงมีความสำคัญในระดับนึง แต่การเขียนให้สามารถบันทึกลงอุปกรณ์จริงและสามารถใช้งานได้นั้นมีความสำคัญมากกว่าและใช้เวลาพอสมควร

7.4 ข้อสรุปและเสนอแนะ

การออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยการเพิ่มไปป์ไลน์ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นก็จริงดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 7.3 แต่ในการทำให้มีการทำงานแบบไปป์ไลน์นั้นก็มีความยากลำบากเนื่องจากความซับซ้อนในการออกแบบจะยิ่งเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบธรรมดา โดยเฉพาะออกแบบเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากไปป์ไลน์ซึ่งมีผลต่อความถูกต้องในการทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้สามารถนำมาใช้งานได้จริงในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังคงมีข้อบกพร่องให้แก้ไขอยู่ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ เช่น การทำให้มีการทำงานครบสมบูรณ์ในทุกส่วน การเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อรองรับการทำคำสั่งที่เหลือ การขนาดลดวงจรในการออกแบบเพื่อการประหยัดทรัพยากรของอุปกรณ์ การปรับปรุงโครงสร้างการเขียนโปรแกรมและการออกแบบเพื่อเพิ่มความเร็วในการทำงานของวงจร ในที่นี้ผู้จัดทำโครงงานขอแนะนำให้เริ่มทำการพัฒนาให้มีการทำงานที่ครบสมบูรณ์และรองรับการทำคำสั่งที่เหลือก่อน เพื่อให้สามารถ

นำไปใช้งานจริงแทนในระบบเดิมได้ จากนั้นจึงพัฒนากาออกแบบในด้าน การประหยัดทรัพยากรและการเพิ่มความเร็วในการทำงานให้มากขึ้นต่อไป