บทที่ 4

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 สรุปการวิจัย (Conclusion)

แบบของวงจรเครื่องคำนวณอีเล็กโทรนิคส์ขนาดเล็ก ได้จากการศึกษาการทำงานและโครงสร้างของ Integrated Circuits ที่ใช้ในหน่วยคำนวณและหน่วยควบคุมของเครื่องอีเล็กโทรนิคส์คอมพิวเตอร์ นำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับหลักการทำงานของเครื่องคำนวณอีเล็กโทรนิคส์ขนาดเล็ก ได้แก่การทำงานในการบวกลบคูณและหาร เป็นต้น

วงจรที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ หรือ "ฟลิพ-ฟล็อพ"

(Bistable Multivibrator or Flip-Flop)

วงจรบวกเต็ม (Full-Adder)

วงจรนับโมดูลัส -6 (Mod-6 Counter)

วงจรแก้ผลบวก (Correct-Digit Sum)

วงจรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์หรือคล็อค

(Astable Multivibrator or Clock)

วงจร 9's คอมพลีเมนท์ (Natural Binary Coded

Decimal Complement)

วงจรเข้าโค้ดและถอดโค้ด

วงจรแสดงตัวเลขเป็นส่วนของภาพ 7 ส่วน

(Seven - Segment Display)

ในทางปฏิบัติวงจรเหล่านี้จะถูก package อยู่บนแผงเล็ก ๆ เป็นรูป ICs ในการวิจัยนี้ใช้ ICs series SN74N ดังมีแสดงอยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม

หลักการทำงานของการคำนวณที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ

1. การบวก หลังจากเปลี่ยนเลขทศนิยมเป็นเลขโค๊ด บีซีดี แล้ว เราสามารถนำตัวบวกไปบวกกับตัวตั้งได้เลย ถ้าผลบวกเกิน 9 (1001) ก็ต้องแก้ผลบวก โดยบวกด้วย 6 (0110) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกต้อง

2. การลบ ใช้วิธีทำตัวลบเป็น 9's คอมพลีเมนท์ แล้วจึงนำไปบวกกับตัวตั้ง ผลบวกถ้าเกิน 9 ก็ต้องแก้ผลบวกเช่นเดียวกับการบวก ในการลบจะมีตัวทดในบิทสุดท้าย (end-around carry) เกิดขึ้นด้วย ซึ่งต้องนำไปเป็นตัวทดเข้า (carry in) ในการบวกครั้งแรก

3. การคูณ ใช้วิธีการบวกซ้ำ ๆ กัน (Repeated - Addition) รีจิสเตอร์ของตัวคูณจะเป็นตัวนับ จำนวนครั้งที่บวกตัวตั้ง และโดยการ shift ผลลัพธ์บวกกันจะได้ผลคูณที่ต้องการ ในการบวกทุกครั้งถ้าผลบวกเกิน 9 ก็ต้องแก้ผลบวกเช่นเดียวกัน

4. การหาร ใช้วิธีการลบซ้ำ ๆ กัน (Repeated - Subtraction) มีวงจรนับสำหรับนับจำนวนครั้งที่ลบตัวหารออกจากตัวตั้ง ผลหารและเศษจะแสดงผลออกมา

วงจรของเครื่องคำนวณอีเล็กโทรนิค ที่ออกแบบสรุปข้อดีและข้อเสียได้ดังนี้

ข้อดี คือ

1. แบบของวงจรที่ได้เป็นแบบประหยัด คือใช้ เกตจำนวนน้อยที่สุด โดยในส่วนคำนวณใช้ ICs ที่เป็นวงจรบวกเต็ม 4 บิท เพียง 2 วงจร ในส่วนแสดงผลก็ใช้แบบ Multiplexing of Display คือใช้ ICs ที่เป็น วงจร BCD-to-Seven-Segment Decoder/Driver เพียงวงจรเดียว

2. แบบของวงจรสามารถจะทำการบวกลบคูณหารติดต่อกันไปได้

3. แบบของวงจรใช้วิธีแก้ผลบวกเป็นเลขโค๊ด บีซีดี จึงสามารถแสดงผลลัพธ์เลขทศนิยมที่ถูกต้องออกมาในส่วนของหลอดภาพ 7 ส่วน (Seven - Segment Display) ได้

ข้อเสีย คือ

1. แบบของวงจรจะทำงานได้ช้ากว่าการทำงานแบบขนาน (Parallel Operation) เพราะใช้วิธี shift ข้อมูลเข้าไปคำนวณในส่วนคำนวณทีละตำแหน่ง

2. แบบของวงจรใช้ได้กับการคำนวณที่ให้ผลลัพธ์ได้ไม่เกิน 6 ตำแหน่ง

3. แบบของวงจรไม่ได้ออกแบบให้ใช้ได้กับตัวเลขที่มีจุดทศนิยม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. จากการศึกษาเกี่ยวกับพีชคณิตบูลีน และวงจรเกตต่าง ๆ ทำให้สามารถออกแบบวงจรใหม่ ๆ ตามที่ต้องการได้

2. ทำให้ทราบถึงโครงสร้าง และการทำงานของ ICs ต่าง ๆ ที่ใช้ในส่วนคำนวณ, ส่วนควบคุมของเครื่องอีเล็กโทรนิคคอมพิวเตอร์ และที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้

3. ผลจากการทดสอบวงจรในส่วนคำนวณบน Logic Board ทำให้เข้าใจการทำงานของ Logic Cubes ต่าง ๆ และนำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง วงจรที่ทำการทดสอบต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในหลักสูตรของ Digital Computer Lab. ได้

โครงการณ์ของผู้วิจัยหลังจากทำการวิจัยนี้คือ โครงการณ์จัดตั้ง Digital Computer Lab. โดยใช้ Logic Board แบบที่ทำการทดสอบในการวิจัยนี้ขึ้นในสถานศึกษาที่ผู้วิจัยประจำอยู่ ซึ่งคิดว่าจะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาในการศึกษาวิชาการทางคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก

4.2 ข้อเสนอแนะ (Recommendation)

1. แบบของวงจรที่ได้ควรจะเพิ่มจำนวนรีจิสเตอร์ เป็น 8, 10 หรือ 12 ตำแหน่ง เพื่อให้รับตัวเลขได้มากขึ้น

2. การวิจัยนี้ ทำเฉพาะการบวกลบ คูณ และหาร อันเป็นหลักการของเครื่องคำนวณทั่วไป ควรจะได้มีการออกแบบการคำนวณอย่างอื่น เช่น ยกกำลัง, หาค่ารากที่สอง และฟังชั่นตรีโกณมิติ ต่อไปอีก

3. ควรจะมีการออกแบบวงจรให้สามารถเก็บข้อมูลโดยนำ memory มาใช้ด้วย เพื่อสามารถใช้กับงานคำนวณที่ยุ่งยากได้