บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบัน วิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในระบบสื่อสาร ระบบควบคุม การคำนวณและสถิติมากขึ้น ซึ่งเมื่อเทคโนโลยีทางโซลิดเสตทได้มีพัฒนาการสูงขึ้น ทำให้ระบบคอมพิเตอร์ถูกวิวัฒนาการให้เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว และนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ดังนั้นในการศึกษาทางด้านอีเล็คโทรนิคส์จึงจำเป็นจะต้องเรียนรู้ถึงระบบของคอมพิวเตอร์ และลักษณะของวงจรอีเล็คโทรนิคส์ที่สร้างเป็นโลจิคฟังค์ชั่น (Logic Function) ประกอบขึ้นเป็นระบบดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชานี้ในประเทศไทย ยังขาดแคลนอุปกรณ์สาธิตเกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ และจำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศด้วยราคาที่สูงมาก อีกทั้งอุปกรณ์ยังเสียหายได้ง่าย เพราะสภาพภูมิอากาศผิดแผกไปจากประเทศผู้ผลิต ทำให้ต้องเสียค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมสูงกว่าปกติ ซึ่งปัญหาเหล่านี้จำเป็นจะต้องแก้ไข คือ ออกแบบสร้างวงจรดิจิตอลที่เหมาะสมกับสภาพอากาศประเทศไทย และประกอบวงจรขึ้นเป็นระบบเบื้องต้นของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก ซึ่งการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้สำหรับประเทศไทยยังมีน้อยมากและไม่เพียงพอที่จะนำมาประยุกต์เพื่อสร้างเครื่องมือประกอบการสอนวงจรและระบบดิจิตอลคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับการศึกษาได้เลย ทำให้การเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องนี้ไม่ก้าวหน้าไปเท่าที่ควร เป็นผลทำให้ประเทศไทยต้องอาศัยช่างเทคนิคและวิศวกรต่างประเทศอยู่ตลอดเวลา

๑.๒ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

๑.๒.๑ วัตถุประสงค์

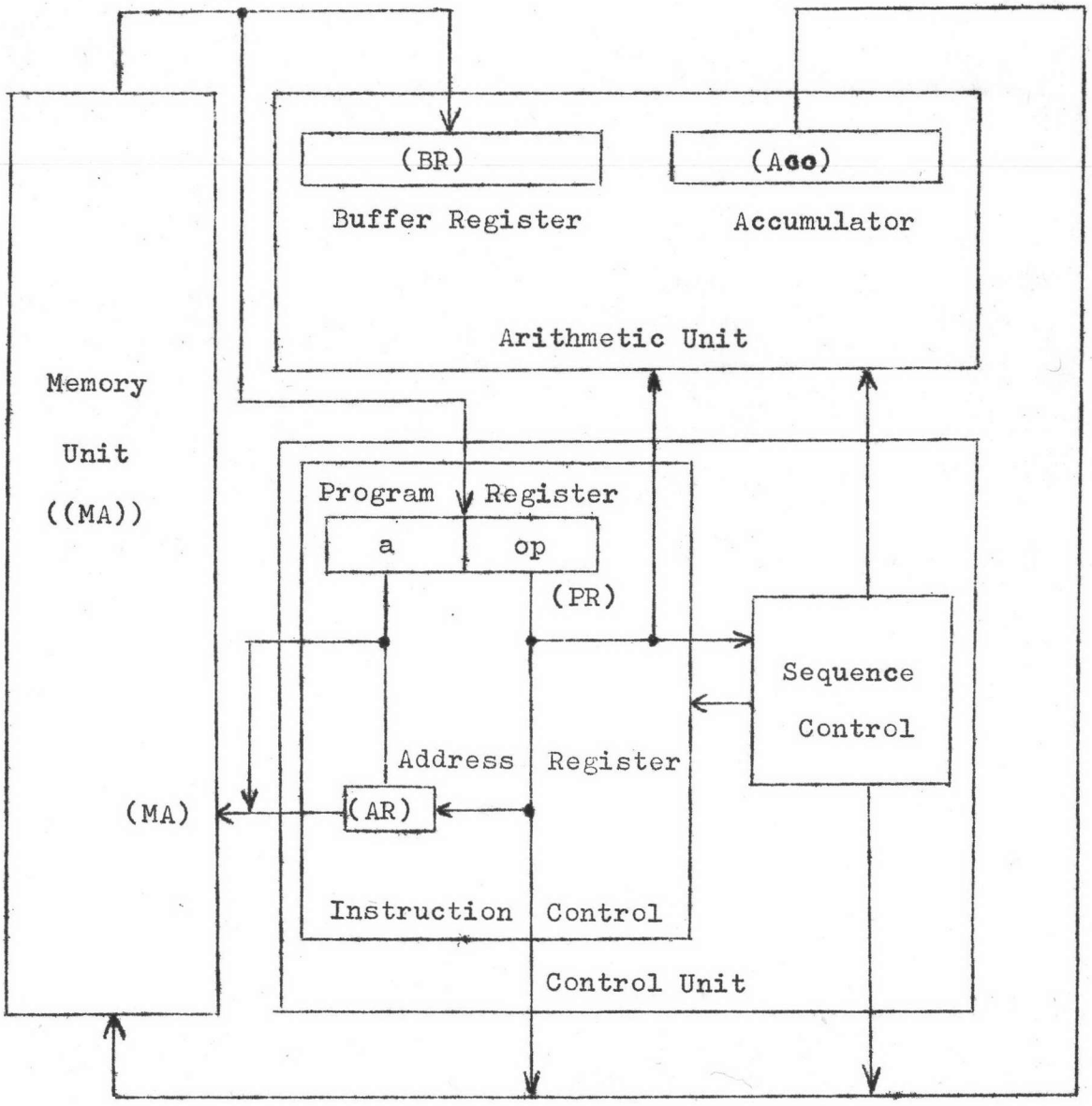
จากปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์อยู่สองประการ คือ ออกแบบสร้างระบบและวงจรของดิจิตอลคอมพิวเตอร์เบื้องต้นชนิด Single Address Computing System โดยใช้ทรานซิสเตอร์ และติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดลงบนแผงสาธิตเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์การสอนในวิชาที่เกี่ยวกับระบบและการทำงานของวงจรดิจิตอลคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแสดงให้เห็นสิ่งต่อไปนี้ การเคลื่อนที่ของข้อมูลและคำสั่ง การบวกและลบเลข การตีความและทำตามคำสั่ง ตลอดจน logic diagram แต่ละส่วนของระบบ Single Address Computing Machine

๑.๒.๒ ขอบเขตทางเทคนิคของเครื่องมือประกอบการสอนระบบดิจิตอลคอมพิวเตอร์

การทำงาน	แบบ Parallel, Synchronous, Sequential Operation
ระบบการทำงาน	Single Address Computing System
ขนาดของคำ	๘ หลักไบนารี่
ขนาดหน่วยความจำ	๑๖ คำ
การคำนวณ	บวก และ ลบ
จำนวนคำสั่ง	๑๐ คำสั่ง
ความเร็ว	ประมาณ ๑ พัลซ์ต่อวินาที

๑.๒.๓ ขอบเขตการทำงานของ Single Address Computing System

ระบบการทำงานของเครื่อง Single Address Computing System มีลักษณะดังที่แสดงไว้ในรูปที่ ๑.๑



(AR) ⟶ (MA)

((MA)) ⟶ (PR)

Execute

(AR) + "1" ⟶ (AR)

รูปที่ ๑.๑ Simplified Block Diagram of Single Address Computing System

ลักษณะที่สำคัญของ Single Address Computing System ก็คือ ใน Program register ประกอบด้วย code เพียงสองชนิดเท่านั้นซึ่งได้แก่ address code (a) เป็นตัวเลือกที่อยู่ของข้อมูลใน memory ในระหว่างการทำงาน และ operation code (op) เป็นตัวคำสั่งที่จะให้เครื่องทำงาน สำหรับการวิจัยนี้ ขนาดของ Program register จะมี ๘ หลักไบนารี่ ซึ่งจะใช้ ๔ หลักไบนารี่แรกเป็น address code เพื่อเลือกที่อยู่ใน memory ทั้งหมด ๑๖ คำ และ ๔ หลักไบนารี่หลังจะเป็น operation code เพื่อใช้แทนคำสั่งทั้งหมด ๑๐ คำสั่ง การเคลื่อนที่ของข้อมูลและคำสั่งจะมีลักษณะดังนี้

Flow Diagram of Single Address Computing System สำหรับการวิจัย

0. (AR) $\longrightarrow$ (MA)

1. ((MA)) $\longrightarrow$ (PR), "0" $\longrightarrow$ (BR)

2. What is the operation ?

a) Halt ; to 4.a

b) Add ; a $\longrightarrow$ (MA), ((MA)) $\longrightarrow$ (BR), check overflow;
if not, (Acc) + (BR) $\longrightarrow$ (Acc), to 3.
if yes, to 4.b)

c) Subtract ; a $\longrightarrow$ (MA), ((MA)) $\longrightarrow$ (BR), check overflow;
if not, (Acc) + $(\overline{BR})$ $\longrightarrow$ (Acc), to 3.
if yes, to 4.b)

d) Clear and Add ; a $\longrightarrow$ (MA), "0" $\longrightarrow$ (Acc),
((MA)) $\longrightarrow$ (BR), (Acc) + (BR) $\longrightarrow$ (Acc),
to 3.

e) Clear and Subtract ; a $\longrightarrow$ (MA), "0" $\longrightarrow$ (Acc),
((MA)) $\longrightarrow$ (BR), (Acc) + $(\overline{BR})$ $\longrightarrow$ (Acc),
to 3.

f) Jump if Positive ; if (Acc) $>$ 0, a $\rightarrow$ (AR), to 0.
if (Acc) $\leq$ 0, to 3.

g) Unconditional Jump ; a $\rightarrow$ (AR), to 0.

h) Jump if Negative ; if (Acc) $>$ 0, to 3.
if (Acc) $<$ 0, a $\rightarrow$ (AR), to 0.

i) Store ; a $\rightarrow$ (MA), (Acc) $\rightarrow$ ((MA)), to 3.

j) Command Fault ; to 4.c)

3. (AR) + "1" $\rightarrow$ (AR), to 0

4. How is the machine stopped ?

a) Halt Instruction

b) Overflow Condition

c) Command Fault Instruction

๑.๒.๔ รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์

อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งอยู่บนแผงสาธิตขนาด ๑๒๐ x ๒๕๐ ซม. (๔๘" x ๙๖") โดยแยกออกเป็นวงจรย่อย ๆ แสดงชื่อและไดอะแกรมไว้บนวงจรแต่ละวงจร ในวงจรที่มีการทำงานหรือเก็บข้อมูลจะแสดงด้วยหลอดไฟในรูปของเลขฐานสอง (binary) ได้แก่ Memory, Buffer Register, Accumulator, Program Register และ Address Register นอกจากนี้ยังมีหลอดไฟแสดงลำดับการทำงานและสภาพการหยุดของเครื่องในวงจรส่วนที่เป็นหน่วยควบคุมอีกด้วย

การป้อนข้อมูลหรือโปรแกรมเข้าเครื่องจะกระทำโดยตั้งคำสั่ง Store (op) และ address (a) ที่ต้องการที่ Program Register ด้วยสวิทช์กด และป้อนข้อมูลหรือโปรแกรมที่ Accumulator ด้วยสวิทช์กดเช่นเดียวกัน ซึ่งข้อมูลหรือโปรแกรมจะต้องอยู่ในรูปของเลขไบนารี่ แล้วให้เครื่องทำงานหนึ่งขั้น กล่าวคือเครื่องจะทำงานเช่นเดียวกับข้อ 2 i) ใน flow diagram

ความเร็วของเครื่องจะทำงานโดยปกติประมาณขั้นละหนึ่งวินาที และอาจจะให้ทำงานทีละขั้นก็ได้โดยจะมีวงจรควบคุมอยู่ ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการป้อนข้อมูลหรือโปรแกรม และเพื่อใช้สาธิตการทำงานทีละขั้นของเครื่อง

๑.๓ ประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยเรื่องนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

๑. อุปกรณ์ที่ทำสำเร็จแล้วนี้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการสอนในวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรและระบบการทำงานของเครื่องดิจิตอลคอมพิวเตอร์เบื้องต้นชนิด Single Address Computing System ได้เป็นอย่างดี

๒. ใช้เป็นแนวทางในการที่จะค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ประกอบการสอนเกี่ยวกับวงจรและระบบการทำงานของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ชนิดอื่น ๆ

๓. ใช้เป็นแนวทางในการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่นำไปใช้งานได้ในอนาคต ตลอดจนการออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมและเครื่องมือวัดที่เป็นแบบดิจิตอลที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป

๑.๔ แผนการวิจัย

ในการดำเนินการค้นคว้าและวิจัยจะทำตามลำดับดังนี้

๑. ศึกษา time operation ของระบบ Single Address Computing System จาก Flow Diagram และกำหนดรายละเอียดของวงจร logic ที่ประกอบขึ้นเป็นหน่วยต่าง ๆ ในระบบทั้งหมด

๒. ออกแบบและสร้าง logic function และ logic diagram ของหน่วยต่าง ๆ ในระบบได้แก่หน่วยความจำ (memory unit) หน่วยคำนวณ (arithmetic unit) และหน่วยควบคุม (control unit) ซึ่ง logic function และ diagram นี้จะต้องให้ผลการทำงานของระบบตาม time chart ที่ได้ในข้อ ๑

๓. ออกแบบและสร้างวงจร logic โดยใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อฟอร์มเป็น logic function ที่ได้ในข้อ ๒ ซึ่งในบางครั้งอาจจะต้องเปลี่ยนแปลง logic function ที่ได้ (modified) เพื่อให้เข้ากับวงจรที่ออกแบบด้วย

๔. ร่างแบบการจัดวงจรด้วย logic diagram ที่ได้จากการแก้ไขแล้วเพื่อหาตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมบนแผงสาธิต

๕. กำหนดขนาดที่เหมาะสมของแต่ละวงจรแล้วออกแบบ printed circuit

๖. ทำ printed circuit ติดอุปกรณ์ แล้วทดสอบวงจรแต่ละวงจร

๗. พิมพ์ logic diagram บนแผ่นพลาสติคแข็ง แล้วติดตั้งทับไว้บนด้านบนของแต่ละวงจรตามร่างแบบในข้อ ๔

๘. ติดตั้งวงจร และเดินสายบนแผงสาธิต แล้วทดสอบระบบการทำงาน วิจัยและแก้ไขให้ทำงานตามวัตถุประสงค์

๙. สร้างวงจรจ่ายไฟให้กับเครื่องที่ได้ติดตั้งและทดสอบเรียบร้อยแล้ว

.....