หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความนำ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอผลงานวิจัยและพัฒนาชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC และสามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติไมโครคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้วิธีการนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ ตั้งแต่การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่จะควบคุมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ช่วยในการควบคุม จนถึงการเขียนโปรแกรมควบคุม และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้งานบ่อย ๆ ในการควบคุม นอกจากนี้ชุดฝึกทดลองนี้ยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการออกแบบและพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ชุดฝึกทดลองนี้ได้ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นมอดูล ทำให้สะดวกในการใช้งานและเคลื่อนย้าย นอกจากนี้ยังง่ายในการติดตั้ง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เปิดสอนวิชา Microprocessor-Based System Design Laboratory ซึ่งเป็นวิชาที่สอนเกี่ยวกับการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ แต่เดิมใช้ชุดฝึกทดลอง SDA-85 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยวที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 ควบคู่กับ ICE-85(In-Circuit Emulator) และใช้ IBM PC ทำหน้าที่เป็นเทอร์มินอลและมีคู่มือการทดลอง คือ Microprocessor Laboratory Primer [1] ไมโครโปรเซสเซอร์ 8085 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นเก่า ปัจจุบันไม่นิยมใช้แล้ว และแนวโน้มในอนาคตก็กำลังจะหมดไป จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เรียนรู้ อีกทั้งชุดฝึกทดลองยังมีราคาแพง (โดยเฉพาะ ICE) ชุดฝึกทดลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะสามารถนำมาใช้แทนชุดฝึกทดลองดังกล่าวได้

1.1.1 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ กับ งานการควบคุม

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor System) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานควบคุมต่าง ๆ ตั้งแต่งานควบคุมง่าย ๆ ไปจนถึง งานควบคุมที่มีความซับซ้อน เช่น การควบคุมวงจรลำดับ การควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การควบคุมแขนกล

ฯลฯ ทั้งนี้เนื่องจากว่า ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เป็นจุดเด่นหลายประการ เช่น

1. สามารถแปลงข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แปลงข้อมูล จากคีย์บอร์ดไปแสดงผลบนจอภาพ แปลงข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปเป็นข้อมูลในหน่วยความจำ ซึ่งทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ จาก I/O ไปพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ เป็นต้น
2. สามารถควบคุมการทำงานได้โดยใช้ โปรแกรม ทำให้มีความยืดหยุ่นสูง ไม่ติดอยู่กับฮาร์ดแวร์
3. โปรแกรม สามารถเขียนเป็นภาษาที่มนุษย์เข้าใจง่าย ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจการทำงาน
4. มีหน่วยความจำ ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลได้
5. CPU มีความสามารถในการดำเนิน ฟังก์ชัน ทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนได้
6. สามารถทำงานได้รวดเร็ว ภายใน 1 วินาทีอาจปฏิบัติคำสั่งได้นับล้านคำสั่ง

การเรียนรู้การนำระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการควบคุมจึงเป็นสิ่งสำคัญ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ คือ ชุดฝึกทดลอง

1.1.2 ชุดฝึกทดลอง

ชุดฝึกทดลอง คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้วิธีการนำระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการควบคุม ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ส่วนแรกคือระบบไมโครโปรเซสเซอร์หรือระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่ในการควบคุม ซึ่งจะมีส่วนของการป้อนข้อมูลเข้า เพื่อรับโปรแกรมในการควบคุม ส่วนที่สองเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อเป็นเป้าหมายของการควบคุมเพื่อใช้ในการเรียนรู้วิธีการควบคุมแบบต่าง ๆ

1.1.3 ความเป็นมา

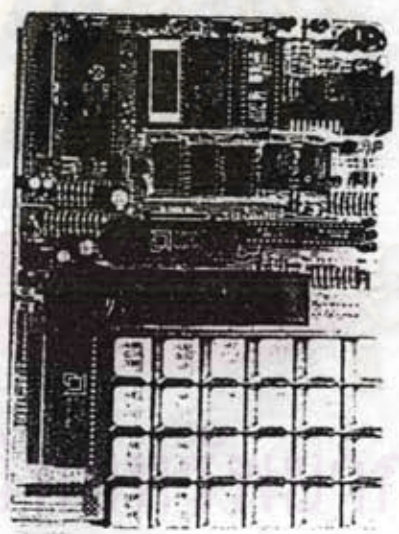
ชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์ในสมัยแรกมักจะเป็นแบบ ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว (single-board microprocessor) ซึ่งใช้ CPU ขนาด 8 บิต ป้อนโปรแกรมด้วยภาษาเครื่อง มีหน่วยความจำขนาดเล็ก เช่น ET-Board ของบริษัท ETT [2] เป็นต้น ต่อมาได้มีการพัฒนาให้สามารถต่อเข้ากับเทอร์มินอล และใช้เทอร์มินอลในการป้อนโปรแกรมและแสดงผล โดย

ใช้โปรแกรมมอนิเตอร์ หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาให้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาสูงได้ เช่น ภาษา BASIC ภาษา C ในบางครั้งไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยวอาจจะสร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) ซึ่งในที่นี้ เมื่อพูดถึง ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว จะรวมถึง กลุ่มของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว มีจุดเด่นที่มีราคาถูกและมีขนาดเล็ก และมีระบบที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานที่ดีในการเรียนรู้ระบบที่ซับซ้อนยิ่ง ๆ ขึ้นไป[2]

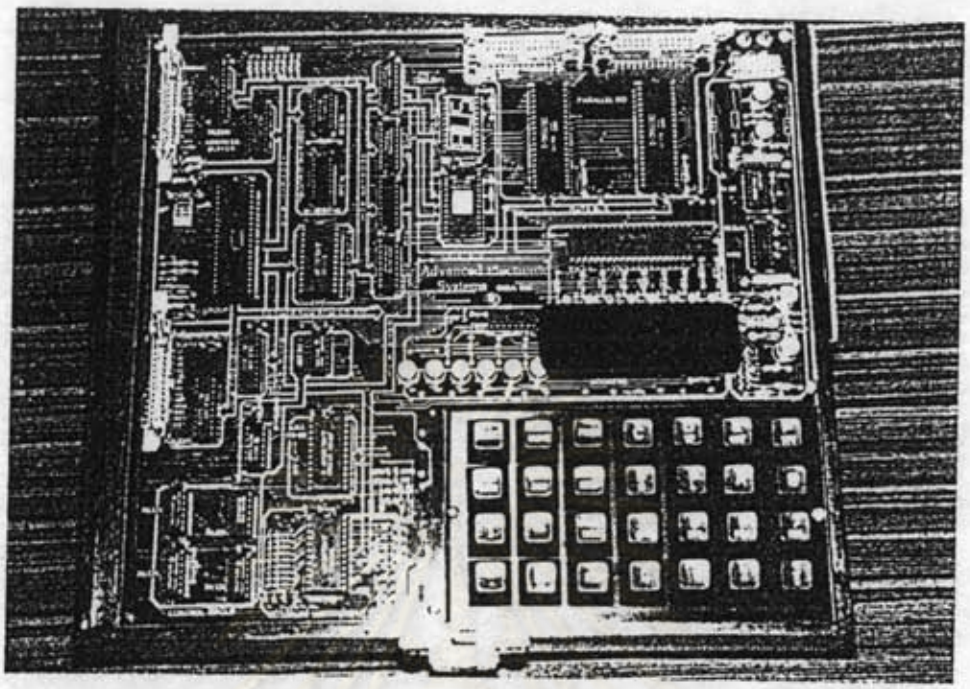
ตัวอย่างไมโครโปรเซสเซอร์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดเดี่ยว รุ่นต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่

- ET-Board Version 1.0 - 3.5 ของบริษัท ETT[2] ตามรูปที่ 1.1
- SDA85 ของบริษัท Advanced Electronic System (AES)[3] ตามรูปที่ 1.2
- Multi Interface ของบริษัทแอนนาดิจิท ตามรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.1 ชุดฝึกทดลอง ET-BOARD ของบริษัทอีทีที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.2 ชุดฝึกทดลอง SDA-85

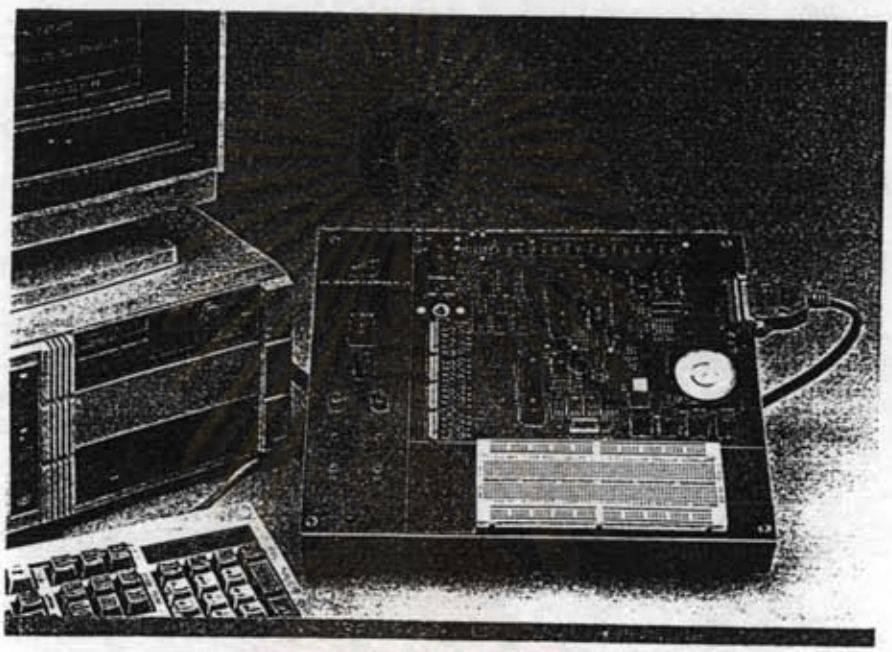
รูปที่ 1.3 ชุดฝึกทดลอง Multi Interface Board ของบริษัทแอนนาดิจิท

ในระยะหลัง ๆ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงอย่างมาก และใช้งานเป็นที่แพร่หลาย อีกทั้งวิทยาการทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ ก็เป็นที่เปิดกว้าง จึงได้มีการพัฒนาชุดฝึก

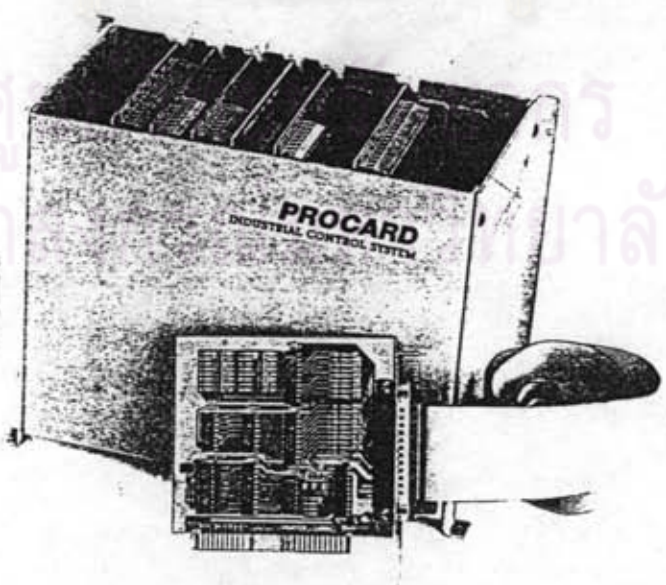
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดลองที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม แทนการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว ตัวอย่างชุดฝึกทดลองชนิดนี้ ได้แก่

- CIC-100 ของบริษัท King Instrument Electronics[4] ตามรูปที่ 1.4
- ICS ของบริษัทแอนนาดิจิท[32] ตามรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.4 ชุดฝึกทดลอง CIC-100



รูปที่ 1.5 ชุดฝึกทดลอง ICS

1.2 ประเภทของชุดฝึกทดลอง

ชุดฝึกทดลองที่ใช้ในการเรียนรู้การควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว และ ชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว (Single-board Microprocessor)

ชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว คือ ชุดฝึกทดลองที่ใช้บอร์ดไมโครโปรเซส-เซอร์เป็นตัวควบคุมหลัก ได้แก่ SDA-85[3, 5] ของบริษัท ALS, Z 80 Interface Training ZI-1 ของบริษัท Anadigit, V-50 CPU-Board

1) SDA-85 System with Interface
ผลิตโดยบริษัท ALS มีลักษณะ ดังนี้

- CPU 8085A
- I/O parallel 48 lines 8255 x 2
- ใช้ timers 8253
- อินเตอร์รัปต์ 5 ระดับ
- มอดูลการทดลอง : keyboard module, display module, dual DAC module, ADC using DAC module, dual slope ADC module, elevator module และ logic controller

2) Z-80 Interface Training ZI-1
ผลิตโดยบริษัทแอนนาดิจิทกรุ๊ป จำกัด มีลักษณะดังนี้

- ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 โดยใช้ STD Bus
- มอดูลการทดลอง 6 มอดูล ประกอบด้วย switch & display, TTL I/O, parallel I/O, serial I/O, digital to analog, analog to digital
- มีการทดลองประมาณ 20 การทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) V-50 CPU-Board

V-50 CPU-Board มีลักษณะ ดังนี้

- PPI 8255x4
- DIP switch 8 bit x 2
- LED x 8
- 7 segment LED x 4
- No-chattering switch x 2
- Frequency counter, photo-interrupter
- Stepping motor, A/D converter (8 channels), D/A converter

4) Single-board Microprocessor อื่น ๆ เช่น

4.1) Z-80 Single-board Microprocessor ของบริษัท ETT ใช้งานร่วมกับ ET-01ซึ่งประกอบด้วย

- A/D, D/A ขนาด 8 bit การควบคุมสเตปปิงมอเตอร์ และมอเตอร์กระแสตรง
- Solid-state relay 220 V, dot matrix LED ขนาด 8x8 จุด
- และอุปกรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ET-RS232 ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมที่เป็นระดับสัญญาณของ RS-232
- 72 IO Z-80 เป็น port-8255 x 3 ใช้เป็น พอร์ตรับส่งข้อมูลเข้า/ออกได้ 72 บิต
- ET-AD ใช้สำหรับแปลงสัญญาณจากแอนะล็อกเป็นดิจิทัล
- RTC เป็นบอร์ดสำหรับสร้างฐานเวลาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.2) Z-80 Single Board ของบริษัทแอนนาดิจิทกรุ๊ป ซึ่งใช้ร่วมกับแผงทดลองอื่น ๆ เช่น LED ขนาด 8x8 จุด และ RTC

1.2.2 ชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์

ชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ คือชุดฝึกทดลองที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์ภายนอก ที่ต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ชุดฝึกทดลองประเภทนี้จะสังเกตได้ว่าไม่มี CPU ที่อยู่ภายนอก เนื่องจากใช้ CPU ที่อยู่ภายในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม

กลุ่มของชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ ได้แก่ CIC-100 [4, 6], Industrial Control System (ICS) โดยมีรายละเอียดของแต่ละชุดฝึกทดลอง ดังนี้

1) CIC-100

เป็นชุดฝึกทดลองของบริษัท K&H มีลักษณะ คือ

- ต่อกับ IBM PC XT/AT หรือ เครื่องที่เข้ากันได้
- ใช้ภาษา Basic, Assembly หรือ ภาษา C ในการควบคุม
- ต่อกับ IBM PC โดยผ่านแผงวงจรที่เสียบกับร่องเสียบ (slot)
- ประกอบด้วย 11 การทดลองย่อย
- ตัวขับสัญญาณเข้า/สัญญาณออก, รีเลย์ , LED, สวิตช์ , ลำโพง
- Analog signal input : Light, Temperature, Sound, External signal
- 2-PPI (programmable peripheral interface) ซึ่งเป็นไอซีเบอร์ 8255A
- มอดูลประกอบด้วย ตัวควบคุมสเตปปิงมอเตอร์, key-pad matrix and traffic-light module, ADC module, DAC module, VFC module และ FVC module

2) Industrial Control System (ICS)

ผลิตโดยบริษัท แอนนาดิจิทกรุ๊ป จำกัด มีลักษณะดังนี้

- ต่อเข้ากับ IBM PC ผ่านทางแผงวงจรที่เสียบกับร่องเสียบ
- ควบคุมด้วยภาษา Basic, Pascal, Assembly หรือ ภาษา C
- มอดูลประกอบด้วย relay control board, opto-isolator board, A/D converter board, D/A converter board (Voltage), D/A converter board (Current), I/O board, Simpro Bus Interface, switch & display module, joystick module, DC motor module, stepping motor module, temperature control module, traffic module

3) การนำแผงเสียบต่าง ๆ มาใช้งานร่วมกัน

เป็นการนำแผงเสียบที่ผู้ผลิตรายต่าง ๆ ได้ผลิตขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ทำการทดลอง โดยแผงเสียบหนึ่ง ๆ อาจครอบคลุมหัวข้อ 1-2 การทดลอง เช่นที่แนะนำไว้ในหนังสือ Laboratory Automations [7] ใช้แผงเสียบ DT-2801 ในการทดลองเรื่อง A/D, D/A และใช้บอร์ด DACA(Data Acquisition and Control Adapter) ในการทดลองเรื่อง ตัวจับเวลาละตัวนับ, A/D, D/A

นอกจากนี้ ยังมีแผงวงจร A/D, D/A ของบริษัทแอนนาดิจิทที่ใช้งานโดยเสียบผ่านร่องเสียบของ IBM PC แผงวงจรเหล่านี้ออกแบบมาเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว และ ไมโครคอมพิวเตอร์ มีข้อแตกต่างกัน ดังนี้

ไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว	ไมโครคอมพิวเตอร์
1. มีระบบที่ง่าย	1. มีระบบที่ซับซ้อน
2. ใช้โปรแกรมมอนิเตอร์	2. ใช้ระบบปฏิบัติการ
3. มีราคาถูก	3. มีราคาแพง
4. มีโปรแกรมสนับสนุนน้อย	4. มีโปรแกรมสนับสนุนมาก

1.3 วิเคราะห์ ข้อดี-ข้อเสีย ของชุดฝึกทดลอง

1.3.1 กลุ่มของชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว (Single-board Microprocessor)

กลุ่มของชุดฝึกทดลองไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว มีลักษณะที่พิจารณาแล้ว สรุปได้ดังนี้

1) ใช้ภาษาแอสเซมบลี จึงทำให้เกิดความยากลำบากในการเขียนและพัฒนาโปรแกรมที่มีความซับซ้อน และทำให้เกิดการเรียนรู้การใช้งานในวงแคบ คือในขอบเขตของ CPU เบอร์นั้น ๆ เท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องอื่น ๆ ได้

2) การป้อนโปรแกรม มักจะต้องป้อนเป็นภาษาเครื่อง ผ่านทางแผงแป้นกดของชุดฝึกทดลอง ซึ่งมีขนาดเล็ก (โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 24-32 แป้น)

3) ถ้าไม่ใช้วิธีป้อนโปรแกรมด้วยภาษาเครื่อง มักจะต้องใช้ร่วมกับเทอร์มินอล ซึ่งปัจจุบัน มักใช้ IBM PC มาดัดแปลงเป็นเทอร์มินอล ทำให้ลดสมรรถนะการใช้งานของ IBM PC ลง

4) CPU ที่ใช้บนแผงไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยวมักเป็น CPU รุ่นเก่า ๆ หรือเป็นรุ่นที่ถูกพัฒนาขึ้นมา แต่มีแนวโน้มที่จะเลิกใช้งานในอนาคต สังเกตได้ว่าจะมีการพัฒนาโดยมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่บ่อยครั้ง

5) การแสดงผล มักใช้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน (7-segment display) หรือจอ LCD ทำให้ไม่สามารถแสดงผลได้อย่างหลากหลาย

6) กรณีใช้งานร่วมกับเทอร์มินอล ทำให้ไม่สามารถติดตามการทำงานของระบบแบบเวลาจริงได้ ถ้าต้องการผลดังกล่าว ต้องใช้ ICE (In-Circuit Emulator) ร่วมกับแผงไมโครโปรเซสเซอร์บอร์ดเดี่ยว ซึ่ง ICE มีราคาแพงมาก ตัวอย่างเช่น ชุดฝึกทดลอง SDA-85 ของ ALS ที่ใช้ร่วมกับ ICE-85

7) พื้นที่หน่วยความจำมักมีขนาดเล็ก เช่น มี RAM ขนาด 8K และ ROM ขนาด 32K ทำให้ไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมขนาดใหญ่ หรือเก็บข้อมูลจำนวนมาก ๆ ได้

1.3.2. กลุ่มของชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer)

กลุ่มของชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์คือ กลุ่มที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แทนระบบไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุมการทำงานหลัก เช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC เป็นต้น

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC

1) CIC-100 ของ K & H

- ใช้งานผ่านแผงเสียบผ่านร่องเสียบของเครื่อง IBM PC โดยที่ร่องเสียบที่ใช้เป็นแบบ ISA ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเลิกใช้งานบนเครื่อง IBM PC ในอนาคต และการใช้งานผ่านร่องเสียบทำให้เกิดความยุ่งยากในการติดตั้ง
- ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ผลิตจากต่างประเทศ จึงมีราคาสูง
- ชุดทดลองมีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

2) ICS ของบริษัทแอนนาดิจิทกรุ๊ป

- ใช้งานผ่านแผงวงจรที่เสียบกับร่องเสียบของเครื่อง IBM PC โดยมีเหตุผลเหมือนกับ CIC-100
- ชุดทดลองมีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

3) พวกที่นำแผงเสียบต่าง ๆ มาใช้งานร่วมกัน

กลุ่มนี้มีราคาค่อนข้างแพงเนื่องจากถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม มีความเที่ยงตรงสูง ไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นชุดฝึกทดลอง สามารถสรุปข้อเสีย ได้ดังนี้

- มีราคาแพง
- ไม่มีคู่มือการทดลองประกอบ
- กินเนื้อที่หลายร่องเสียบของเครื่อง IBM PC หรือ ต้องเปลี่ยนแผงเสียบเข้าและออกบ่อย ๆ
- ไม่ครอบคลุมหัวข้อการเรียนรู้

1.4 คุณสมบัติของชุดฝึกทดลองที่จะพัฒนา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้เกิดความคิดที่จะพัฒนาชุดฝึกทดลองตามคุณสมบัติที่กำหนด ดังนี้

1) ใช้ภาษา C ในการเขียน และ พัฒนาโปรแกรม

2) ใช้งานโดยต่อเข้ากับ IBM PC ผ่านทางพอร์ตเครื่องขนาน

3) มีคู่มือการทดลอง และ ทฤษฎี ที่ใช้ในการเรียนการสอน

4) ประกอบด้วยมอดูลย่อย ๆ ที่มีขนาดเล็ก สะดวกในการใช้งาน เคลื่อนย้ายได้สะดวก

5) ใช้เครื่อง IBM PC เป็นระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานหลัก

6) ใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง

7) สามารถใช้งานกับเครื่อง IBM PC ที่จะมีการพัฒนาต่อไปในอนาคต

1.5 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทดลองการควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้ IBM PC

2) เพื่อสร้างบทเรียน การทดลอง และ คู่มือการทดลอง สำหรับการปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์

1.6 ขอบเขตของงานวิจัย

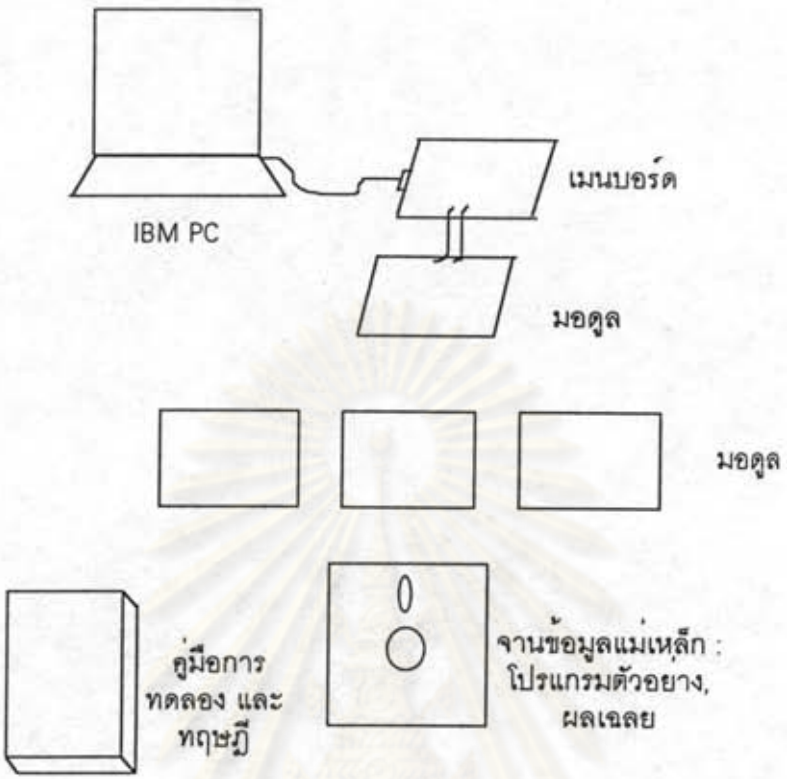
1) สร้างบอร์ดทดลองเพื่อต่อเข้ากับเครื่อง IBM PC

2) สร้างมอดูลสำหรับการทดลองต่าง ๆ เช่น Digital I/O, A/D, D/A, Display Interface

3) ออกแบบการทดลอง และสร้างคู่มือการทดลองและบทเรียนการทดลอง ให้สามารถใช้ในการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์

4) ใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการทดลอง

ผลที่ได้จะเป็นมอดูลต่าง ๆ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ผลงานสุดท้ายตามเป้าหมาย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์
2) ได้เครื่องมือช่วยในการออกแบบ และพัฒนาระบบ ที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

1.8 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาชุดฝึกทดลองที่มีอยู่ในท้องตลาด และ วางขอบเขตข้อกำหนดของชุดฝึกทดลองที่จะพัฒนาขึ้น
2) ออกแบบวงจรอินเตอร์เฟซ กับเครื่อง IBM PC พื้นฐาน
3) ออกแบบการทดลองและวงจร ที่ใช้สำหรับแต่ละการทดลอง โดยทดลองต่อวงจรบนวงจรอินเตอร์เฟซพื้นฐาน
4) เขียนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำการทดลอง
5) แยกวงจรออกเป็นมอดูล และออกแบบลักษณะการใช้งานของมอดูล
6) สร้างเครื่องต้นแบบ และทดสอบการทำงาน
7) ทดลองใช้งานจริง และเขียนคู่มือการใช้งาน
8) สรุปผลการทดลอง และเสนอข้อแนะนำ

1.9 การจัดบทตอนของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงการออกแบบสร้างและการใช้งานชุดฝึกทดลองไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งเนื้อหาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกคือ บทที่ 1-5 จะกล่าวถึง แนวความคิด หลักการทำงาน และสร้างเครื่องต้นแบบ ในส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนคู่มือประกอบในการใช้งานชุดทดลอง ในบทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาของชุดฝึกทดลองและงานวิจัยนี้ และในบทที่ 2 จะกล่าวถึงแนวความคิดในการออกแบบระบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทที่ 3 กล่าวถึง รายละเอียดของวงจรที่ออกแบบขึ้น และได้อธิบายหลักการทำงานของวงจร รวมทั้งรายละเอียดของโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุม ต่อจากนั้นในบทที่ 4 จะกล่าวถึงวิธีการสร้างเครื่องต้นแบบรวมทั้งการทดสอบ ซึ่งมีเทคนิคบางประการที่ควรทราบ บทที่ 5 จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัยและได้เสนอแนะแนวทางเพื่อใช้ในการปรับปรุงพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไป ในส่วนที่ 2 เป็นส่วนของข้อมูลต่างๆซึ่งจะประกอบด้วย คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ของชุดฝึกทดลอง คู่มือทฤษฎีการทดลองซึ่งอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำการทดลองและความรู้พื้นฐานที่ผู้ทำการทดลองจำเป็นต้องทราบ คู่มือการใช้ TURBO C และสุดท้ายคือ คู่มือการใช้งานชุดฝึกทดลอง ซึ่งกล่าวถึงการติดตั้งชุดฝึกทดลองในส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ และได้แสดงรูปการวางตำแหน่งของขั้วสัญญาณต่าง ๆ ของแต่ละมอดูล