การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

A DEVELOPMENT OF MCS-51 MICROCONTROLLER APPLICATION LABORATORY SET

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข
SUWATCHAI LOETSATAPORNSUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1293-7

การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

A DEVELOPMENT OF MCS-51 MICROCONTROLLER APPLICATION LABORATORY SET

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข

SUWATCHAI LOETSATAPORNSUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1293-7

A DEVELOPMENT OF MCS-51 MICROCONTROLLER APPLICATION LABORATORY SET

SUWATCHAI LOETSATAPORNSUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM IN
ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1293-7

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
นักศึกษา	นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข
รหัสประจำตัว	44064609
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.กิติพงค์ มะโน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่มีคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พร้อมกับใบงานจำนวน 12 ใบงาน ในการวิจัยได้เลือกใบงาน 4 ใบงาน โดยนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยให้นักศึกษาทำการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนเป็นจำนวน 4 ใบงาน และนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนไปใช้ในการปฏิบัติใบงานรวม ในระหว่างปฏิบัติใบงานมีการประเมินความสามารถทางการปฏิบัติ โดยการสังเกตด้วยแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติและเมื่อปฏิบัติใบงานเสร็จจะมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่กำหนดไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

Thesis Title	A Development Of MCS-51 Microcontroller Application Laboratory Set
Student	Mr. Suwatchai Loetsatapornsuk
Student ID.	44064609
Degree	Master Of Science In Industrial Education
Programme	Electrical Communication Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Asst.Prof. Wisuit Atiporntum
Thesis Co-Advisor	Asst.Prof. Kitipong Mano

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop and determine the efficiency of the mcs-51 microcontroller application laboratory set . The set efficiency criteria was 80/80.

The research was conducted by the researcher to construct the laboratory set on microcontroller mcs-51 with 12 jobsheets. The researcher selected four content jobsheets and the total jobsheets for final examination. The sample was 20 of the 2nd year students in the Diploma Vocational level of the Electronics department at Siam Institute of Technology in the 1st semester of academic year 2004. During the experiment , the students were evaluated their performance by using the checking form behavioral objectives and practical jobsheets. The experimental data were analyzed in term of descriptive and inferential statistics to find the efficiency of the laboratory set on microcontroller mcs-51.

The result of this research showed that the efficiency of the mcs-51 microcontroller application laboratory set was 82.89/81.45 , which higher than the setting criteria 80/80.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ. กิติพงค์ มะโน อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ประธานหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี และดร.สมชาย หมื่นสายญาติ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชูศักดิ์ เกษมรัติ อาจารย์สุชิน อาจหาญ อาจารย์เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์ อาจารย์ธีรวัฒน์ ศุภติมัสโร และอาจารย์บรรค์ชัย ตุลละสกุล ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พรพิสุทธิ์ มงคลวนิช ผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยามที่อำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนในการทดลอง การใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิชัย จิตต์ประสงค์ ประธานรุ่นวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารรุ่นที่ 5 คุณยุทธพิชัย กล้าหาญ หัวหน้าห้อง และเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและเป็นกำลังใจในการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณอรนุช สาตรปรุง ที่ช่วยในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้าน ตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.4 กรอบแนวความคิด 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ.2540 7

2.2 การศึกษาหลักสูตรวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) 9

2.3 การสอนภาคปฏิบัติ 20

2.4 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง 21

2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง 23

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 28

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 28

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 28

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 35

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย 38

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง 38

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ 41

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ 42

4.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง 42

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 44

5.1 สรุปผลการวิจัย 44

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 47

5.3 ข้อเสนอแนะ 48

บรรณานุกรม 50

ภาคผนวก 52

ภาคผนวก ก หนังสือราชการต่างๆ 53

ภาคผนวก ข ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 56

ภาคผนวก ค แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ 127

ภาคผนวก ง แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 133

ภาคผนวก จ ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลอง 150

ประวัติผู้เขียน 160

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 38

4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน 40

4.3 ค่า IOC ของแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม 41

4.4 ค่า IOC ของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ 42

4.5 ประสิทธิภาพของชุดทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน 43

6.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 151

6.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน 152

6.3 ค่า IOC ของแบบทดสอบท้ายใบงานและแบบทดสอบใบงานวัดผลสัมฤทธิ์ 153

6.4 ค่า IOC ของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 155

6.5 คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและคะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวม ใช้กับนักศึกษา 20 คน 157

6.6 คะแนนการปฏิบัติใบงาน 4 ใบงานและคะแนนการปฏิบัติใบงานวัดผลสัมฤทธิ์ใช้กับนักศึกษา 20 คน 158

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 11
2.2 วงจรที่ใช้ในการโหลดโปรแกรมเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 14
2.3 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 15
2.4 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 16
2.5 การใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นพอร์ตเอาต์พุต 17
2.6 การใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นพอร์ตอินพุต..... 18
2.7 การใช้งานไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สร้างสัญญาณพัลส์ 19
3.1 การสร้างชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 29
3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ 33

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา มีการตื่นตัวเกี่ยวกับการศึกษาเป็นอย่างมาก กล่าวคือมีการปฏิรูปการศึกษาในหลายประเทศทั้งการปฏิรูปด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ โดยเน้นการวัดทักษะความรู้ความคิดระดับสูง (Higher-level cognitive skill) สำหรับประเทศไทยได้มีการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ โดยได้มีการออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เพื่อเป็นกฎหมายแม่บทในการพัฒนาการจัดการศึกษา ซึ่งเมื่อพิจารณาแนวทางการจัดการศึกษาในเรื่องการจัดกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนพบว่าควรเน้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การปฏิบัติ และการแก้ปัญหาตามความถนัดของผู้เรียน รวมทั้งให้สถานศึกษาประสานความร่วมมือกับผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ สำหรับในเรื่องการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้พิจารณาจากการพัฒนา การเรียนรู้ ความประพฤติและการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และใช้การทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542)

การศึกษาเป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยให้สังคม เศรษฐกิจและการเมืองพัฒนา กล่าวง่าย ๆ ว่าหากการจัดการศึกษาเข้มแข็งสมบูรณ์ ผลที่ตามมา คือ สังคม เศรษฐกิจการเมือง จะอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยราบรื่น เนื่องจากการมีผู้คนที่ได้รับการฝึกฝนมาดี จะมีส่วนร่วมในการพัฒนา สังคม เศรษฐกิจ การเมือง (แผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545-2549)

การเรียนการสอนของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติ โดยผู้เรียนใช้สื่อทำการทดลอง เพื่อหาผลเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้เรียนจากภาคทฤษฎี ครูผู้สอนจะต้องเตรียมสื่อการสอนหรือผลิตสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะสื่อในวิชาปฏิบัติ เช่น ชุดสาธิต ชุดทดลอง เป็นต้น การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดีสอดคล้องกับหลักสูตรของรายวิชาและครูผู้สอนนำไปใช้อย่างถูกต้อง จะเป็นผลทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งนำมาใช้เป็นส่วนควบคุมระบบหรือนำมาใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่มากมาย เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สำหรับวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 เป็นวิชาที่สำคัญสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปของโรง

เรียนเทคโนโลยีสยาม มีการจัดเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้เนื้อหาสาระวิชาการต่างๆ ควบคู่ไปกับการฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ และการยอมรับอย่างมีเหตุผลตามหลักฐาน ซึ่งคุณลักษณะต่าง ๆ สามารถพัฒนาได้โดยการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ

การเรียนการสอนของโรงเรียนเทคโนโลยีสยามในปัจจุบัน วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) จะใช้วิธีการสอนแบบทดลอง ในการทดลองแบบเดิมนั้นผู้เรียนจะทำการต่อวงจรบนแผงต่อวงจร ตามใบงาน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นมีด้วยกันหลายประการ คือ ในการปฏิบัติการทดลองบางใบงานมีการใช้อุปกรณ์ต่อเชื่อมเป็นจำนวนมากต่อเข้าด้วยกัน ดังนั้นถ้าต้องให้นักศึกษาทำการต่อวงจรทั้งหมดจะเสียเวลามากและเกิดการผิดพลาดในการต่อวงจรได้ง่าย ปัญหาการเสียหายของอุปกรณ์ซึ่งเกิดจากการเสียบและถอดอุปกรณ์เข้าออกหลาย ๆ ครั้ง ทำให้ขาของอุปกรณ์มีการเสียหายได้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติใบงานเสร็จตามเวลาเรียนปกติ

จากความสำคัญและปัญหา ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญและมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อลดปัญหาด้านเวลาในการต่อวงจร ปัญหาในการต่อวงจรผิดพลาดของผู้เรียน เพื่อที่จะใช้เวลาในการต่อวงจรและอุปกรณ์ที่ใช้เกิดความเสียหายลดลง ทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติใบงานเสร็จในเวลาเรียนปกติและเรียนตามเนื้อหาของหน่วยการสอนที่ตั้งไว้ได้ครบและมีประสิทธิภาพทางการเรียนที่ดี ผู้วิจัยจึงได้คิดแก้ปัญหาโดยในการสอนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ใช้รูปแบบการสอนเป็นสอนแบบทดลองควบคู่กับชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ผู้วิจัยจึงคิดสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ขึ้น เพื่อใช้ในการสอนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ซึ่งชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะเป็นประกอบด้วยบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และใบงาน โดยที่บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีส่วนของการโปรแกรมเข้าสู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และเป็นส่วนที่มีวงจรต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการทดลองตามใบงาน โดยการเรียนแบบทดลองผู้เรียนจะต้องต่อวงจรบนบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ในแต่ละส่วนเข้าด้วยกันและอาจมีบางส่วนที่ต้องต่อเพิ่มเติม ก็สามารถทำได้โดยต่อในแผงต่อวงจรภายในบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรได้รวดเร็วขึ้น ชุดทดลองนี้สามารถจัดสร้างขึ้นเองได้จึงสามารถทำได้เป็นจำนวนมาก สามารถซ่อมแซมได้ง่ายเพราะเป็นวงจรที่ออกแบบและสร้างขึ้นเอง ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พร้อมใบงานเป็นชุดทดลองที่มีคุณภาพสอดคล้องกับหลักสูตรวัตถุประสงค์ในการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 รหัสวิชา 3105-2201 ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 ที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E_1/E_2)

1.4 กรอบแนวความคิด

การสอนแบบปฏิบัติเป็นการศึกษาหาความรู้ด้วยวิธีการทดลองในสาขาต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านสาขาวิชาประเภทช่างอุตสาหกรรม เพื่อใช้ตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือ และวัสดุ มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ยึดกรอบแนวทางในการออกแบบการสร้างของวัลลภ จันทร์ตระกูล (2530) มาประยุกต์เพื่อใช้ในการวิจัยเรื่องพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยมีแนวทางในการออกแบบการสร้างมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน
2. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
3. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ
4. การเขียนแบบและสร้างชุดทดลอง
5. เตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน
6. จัดทำใบงาน
7. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติ
8. การทดลองใช้
9. การปรับปรุงแก้ไข

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 3105-2201 ไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 130 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง นักศึกษาที่ผู้วิจัยได้เลือกแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้อง เป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน

1.5.3 เนื้อหาของการทดลองวิชา 3105-3001 ไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประกอบด้วยใบงานในระหว่างเรียนที่ได้มาจากการจับฉลากตามกลุ่มของหน่วยการเรียนจำนวน 4 ใบงานเป็นใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม ดังต่อไปนี้

1) ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY
2) ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH
3) ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR
4) ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
5) ใบงานรวม

1.5.4 องค์ประกอบของใบงาน มีดังนี้

1) วัตถุประสงค์
2) เครื่องมือและอุปกรณ์
3) ทฤษฎี
4) ลำดับขั้นการทดลอง
5) สรุปผลการทดลอง
6) คำถามท้ายการทดลอง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

ชุดทดลอง หมายถึง ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา ประกอบด้วย บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใบงานและคู่มือ

บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 หมายถึง ส่วนที่ใช้ในการต่อวงจรในการปฏิบัติตามใบงาน

ใบงาน หมายถึง ส่วนของทฤษฎีโดยย่อที่เกี่ยวข้องกับการทำการทดลอง ลำดับขั้นการทำกิจกรรมของผู้เรียนเพื่อทำให้ได้ความรู้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งประกอบด้วยใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

ใบงานระหว่างเรียน หมายถึง ใบงานจำนวน 4 ใบงาน ประกอบด้วย ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY , ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH , ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR และ ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

ใบงานรวม หมายถึงใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่เรียนใบงานระหว่างเรียนครบแล้ว

คู่มือ หมายถึง คู่มือการใช้งานบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทางด้านทฤษฎีในการทดลองของแต่ละใบงาน มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย ประกอบด้วยแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม

แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน หมายถึง แบบทดสอบหลังการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 30 ของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

แบบทดสอบใบงานรวม หมายถึง แบบทดสอบหลังการปฏิบัติใบงานรวม ซึ่งจะมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 30 ของคะแนนเฉลี่ยของการปฏิบัติใบงานรวม

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดทักษะความสามารถทางการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง คิดเป็นคะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเฉลี่ยรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติระหว่างการปฏิบัติใบงานรวมของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง คิดเป็นคะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเฉลี่ยของการปฏิบัติใบงานรวม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักศึกษาจากการปฏิบัติงานตามชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ของชุดทดลองโดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E_1/E_2)

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวมที่ได้จากคะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวมและแบบทดสอบใบงานรวมของนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ

ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ หรือวิชาที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาระบบไมโครคอมพิวเตอร์ หรือวิชาการออกแบบวงจรดิจิตอล มาไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ในการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2540
2. การศึกษาเนื้อหาวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ)
3. การสอนภาคปฏิบัติ
4. การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง
5. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2540

2.1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปี 2540 มีดังนี้

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิต และพัฒนาแรงงาน ระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาวิชาชีพตามความต้องการของตลาดแรงงาน ทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตามความถนัด ความสามารถและความสนใจสามารถถ่ายโอนผู้เรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการสถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาจัดวิธีสอนที่หลากหลายสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และท้องถิ่น

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ชุมชน ท้องถิ่น ทั้งภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมพัฒนาหลักสูตรและจัดการศึกษา เพื่อให้ตรงความต้องการ สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นนั้นๆ

2.1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปี 2540 มีดังนี้

2.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ในทักษะวิชาสามัญ สำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม หรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการและเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2.1.2.2 เพื่อให้มีทักษะในการใช้งานอาชีพระดับผู้ชำนาญเฉพาะทาง สามารถนำไปประกอบอาชีพและพัฒนาอาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน

2.1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ ภาคภูมิใจ และมั่นใจในงานอาชีพ รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

2.1.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีนิสัยใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการ การตัดสินใจและแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ๆ มาพัฒนาตนเอง พัฒนางาน

2.1.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ มีคุณธรรม ขยัน ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพการใจที่สมบูรณ์แข็งแรง

2.1.3 จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปี 2540 มีดังนี้

2.1.3.1 เป็นนักวิชาการที่ปฏิบัติงานในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เทคนิคคอมพิวเตอร์ เทคนิคระบบสื่อสาร และเครื่องกลอิเล็กทรอนิกส์

2.1.3.2 สามารถบำรุงรักษา และตรวจซ่อมเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ที่ใช้ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เครื่องจักรกล ซีเอ็นซี ตลอดจนเครื่องจักรกลที่ใช้ฐานควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในอุตสาหกรรม

2.1.3.3 สามารถออกแบบ และสร้างเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยหลักการและขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการบำรุงรักษา

2.1.3.4 สามารถวิเคราะห์ วางแผนควบคุม โครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการประเมินผลงาน และการเขียนรายงานจากการค้นคว้า วิจัย

2.1.3.5 เป็นผู้ประสานงานระหว่างวิศวกร และช่างฝีมือ ในการสั่งการ การควบคุม การตรวจสอบ และวิเคราะห์ปัญหาในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.1.3.6 สามารถปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในสถานประกอบการและประกอบอาชีพอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3.7 สามารถใช้ความรู้พื้นฐาน ในการพัฒนาความสามารถในระดับที่สูงขึ้นตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

2.1.3.8 สามารถใช้ความรู้ ทักษะ เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

2.1.3.9 มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบ วินัยอดทน ขยันหมั่นเพียร เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยดำรงตนอยู่ในพื้นฐานแห่งคุณธรรมและกฎหมาย

2.2 การศึกษาหลักสูตรวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 สังเขปรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2

รหัสวิชา	3105-2201
ชื่อวิชา	ไมโครโปรเซสเซอร์ 2
ระดับ	ปวส. 2
พื้นฐาน	ไมโครโปรเซสเซอร์ 1
เวลาเรียน/สัปดาห์	5 คาบ / สัปดาห์ (ทฤษฎี 2 คาบ , ปฏิบัติ 3 คาบ)
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต
คำอธิบายรายวิชา	ภาคปฏิบัติ การต่อไอซีสนับสนุนต่างๆ ใช้งานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น วงจรไฟวิ่ง วงจรควบคุมมอเตอร์ เป็นต้น

2.2.2 จุดมุ่งหมายรายวิชา ภาคปฏิบัติ

2.2.2.1 เพื่อศึกษาวงจรและการเขียนโปรแกรมควบคุมการอินเตอร์เฟสของไมโครโปรเซสเซอร์กับส่วนการแสดงผลแบบต่าง ๆ

2.2.2.2 เพื่อศึกษาวงจรและการเขียนโปรแกรมควบคุมการอินเตอร์เฟสของไมโครโปรเซสเซอร์กับส่วนอินพุตแบบต่าง ๆ

2.2.2.3 เพื่อศึกษาวงจรและการเขียนโปรแกรมใช้งานวงจรนับและวงจรตั้งเวลา

2.2.2.4 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ในงานต่าง ๆ

2.2.3 รายการสอนของวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) แบ่งหน่วยการสอนได้ดังนี้

หน่วยที่ 1 การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ ..... 12 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2 การอินเตอร์เฟสระหว่าง MCS-51 กับเอาต์พุต ..... 9 ชั่วโมง

ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY

ใบงานที่ 3 MCS-51 กับ 7- SEGMENT

หน่วยที่ 3 การอินเตอร์เฟสระหว่าง MCS-51 กับอินพุต ..... 9 ชั่วโมง

ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH

ใบงานที่ 4 MCS-51 กับ MATRIX SWITCH

หน่วยที่ 4 การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51..... 18 ชั่วโมง

ใบงานที่ 5 MCS-51 กับ LCD DISPLAY

ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

ใบงานที่ 7 MCS-51 กับ DOT MATRIX LED

ใบงานที่ 8 MCS-51 กับ D/A CONVERTER

ใบงานที่ 9 MCS-51 กับ A/D CONVERTER

หน่วยที่ 5 การอินเตอร์รัพต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51..... 12 ชั่วโมง

ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ใบงานที่ 11 การใช้งานCOUNTERของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

ใบงานที่ 12 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

รวม ..... 60 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวมข้อมูลในหน่วยการสอนที่ 2 ถึง หน่วยที่ 5 โดยการจับฉลากตามหน่วยการสอนหน่วยการสอนละ 1 ใบงานรวมเป็น 4 ใบงานเพื่อใช้ในการวิจัย ผลการจับฉลากใบงานที่ได้ 4 ใบงานคือ

1. ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY
2. ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH
3. ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR
4. ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างใบงานรวมขึ้นอีก 1 ใบงาน เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน ในการเรียนแต่ละใบงานจะใช้เวลา 3 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

2.2.4 เนื้อหาวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ)

2.2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89C51RD2 ของ Phillips มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญดังนี้

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิต ที่เข้ากันได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พื้นฐานของอินเทล

2. หน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบแฟลช ลบและเขียนใหม่ได้ถึงหนึ่งหมื่นครั้ง มีความจุสูง 64 กิโลไบต์ สามารถเขียนหรือโปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำได้

2. หน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบแฟลช ลบและเขียนใหม่ได้ถึงหนึ่งหมื่นครั้ง มีความจุสูง 64 กิโลไบต์ สามารถเขียนหรือโปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำได้โดยไม่ต้องถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาเพื่อทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจรหรือ ในระบบ (ISP : In System Programming) แรงดันที่ใช้ในการโปรแกรมแบบ ISP คือ +5V และ +12 V โดยถ้าใช้แรงดัน +12 V จะสามารถโปรแกรมได้หนึ่งพันครั้ง ส่วนถ้าใช้แรงดัน +5 V จะโปรแกรมได้หนึ่งหมื่นครั้ง

3. หน่วยความจำข้อมูลแรมภายในมีขนาด 1 กิโลไบต์

4. สามารถติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

5. ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 33 MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 12 ลูกต่อแมชีนไซเกิล และ 20 MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกา 6 ลูกต่อแมชีนไซเกิล

6. ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทั่วไป

7. มีวงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์

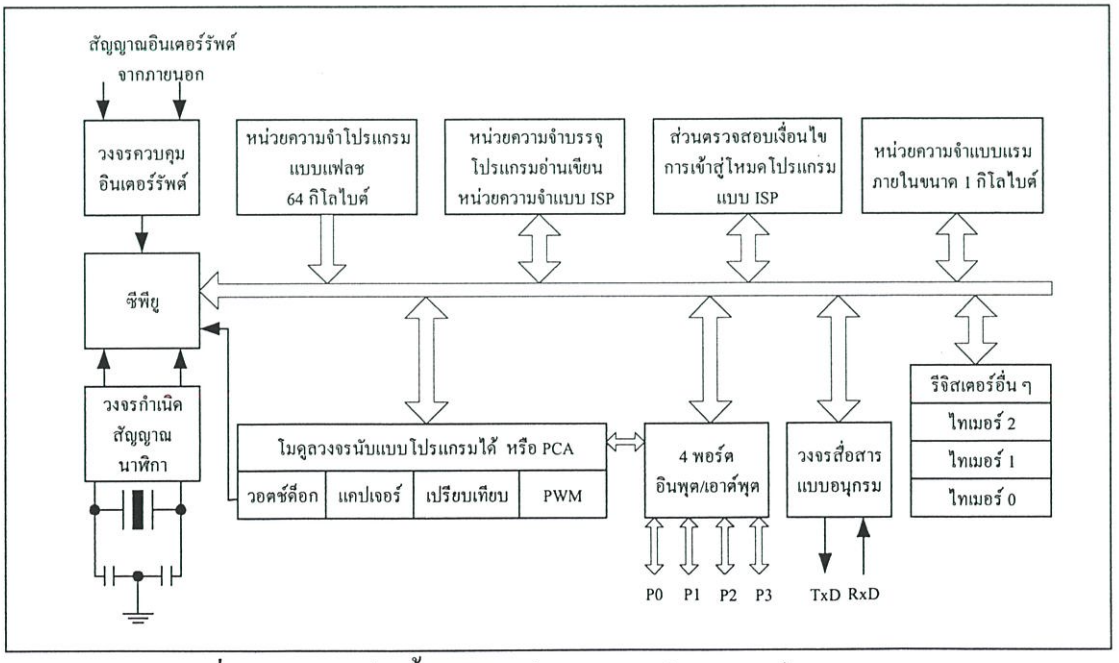
8. มีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ตัว

9. มีรีจิสเตอร์ชี้ตำแหน่งข้อมูลหรือ DPTR อยู่ 2 ตัว

10. รองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพต์ได้ 7 ประเภท

11. กำหนดนัยสำคัญของการตอบสนองอินเตอร์รัพต์ได้ 4 ระดับ

12. ขาพอร์ต 8 บิต จำนวน 4 พอร์ต เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD21

13. มีโมดูลวงจรนับโปรแกรมได้ (PCA:Programmable Counter Array) ซึ่งบรรจุวงจรตรวจจับสัญญาณ (Capture) เปรียบเทียบสัญญาณ (Compare) วงจรมอดูเลชันทางความกว้างพัลส์ (PWM) 5 โมดูล และวอตช์ด็อกไทเมอร์ (Watchdog Timer)

2.2.4.2 หน้าที่ของขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 มีดังนี้

1. ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V ขา GND
2. ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ
3. ขาพอร์ต 0 (P0.0 ถึง P0.7) มี 8 ขา เป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปที่บิตนั้น ทำให้ขาของพอร์ตอยู่ในสภาวะลอย (float) ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 0 ยังทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0 ถึง A7) และขาข้อมูล (D0-D7) ของหน่วยความจำภายนอก โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงาน
4. ขาพอร์ต 1 (P1.0 ถึง P1.7) มี 8 ขา เป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป และใช้เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของไทเมอร์ 2 และขาอินพุต/เอาต์พุตของโมดูล PCA โดยมีรายละเอียด ดังนี้

P1.0 : T2 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาโปรแกรมได้

P1.1 : T2EX เป็นขาอินพุตสำหรับควบคุมการทำงานของไทเมอร์ 2

P1.2 : ECI เป็นขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสำหรับโมดูล PCA

P1.3 : CEX0 เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 0

P1.4 : CEX1 เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 1

P1.5 : CEX2 เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 2

P1.6 : CEX3 เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 3

P1.7 : CEX4 เป็นขาอินพุต/เอาต์พุตของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับ PCA โมดูล 4

5. ขาพอร์ต 2 (P2.0 ถึง P2.7) มี 8 ขา เป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป และใช้เป็นขาแอดเดรสไบต์สูง (A8 ถึง A15) เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

6. ขาพอร์ต 3 (P3.0 ถึง P3.7) มี 8 ขา เป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป และใช้เป็นขาพอร์ตทำหน้าที่พิเศษ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

P3.0 : RxD เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม

P3.1 : TxD เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลในการสื่อสารแบบอนุกรม

P3.2 : $\overline{\text{INT0}}$ เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 0

P3.3 : $\overline{\text{INT1}}$ เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกช่อง 1

P3.4 : T0 เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0

P3.5 : T1 เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1

P3.6 : $\overline{\text{WR}}$ เป็นขาสัญญาณ WR ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 : $\overline{\text{RD}}$ เป็นขาสัญญาณ RD ใช้ในการเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

7. ขา RESET เป็นขาที่ใช้ในการรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการป้อนสัญญาณลอจิก “1” อย่างน้อยเป็นเวลา 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณยังทำงานต่อเนื่องอย่างปกติ

8. ขา ALE (Address Latch Enable) เป็นขาควบคุมการแลตช์ขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก โดยจะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาทุก ๆ แมชีนไซเกิล อย่างไรก็ตามเราสามารถทำการดิสเอเบิลสัญญาณพัลส์นี้ได้โดยการเซตบิต 0 ของรีจิสเตอร์ AUXR

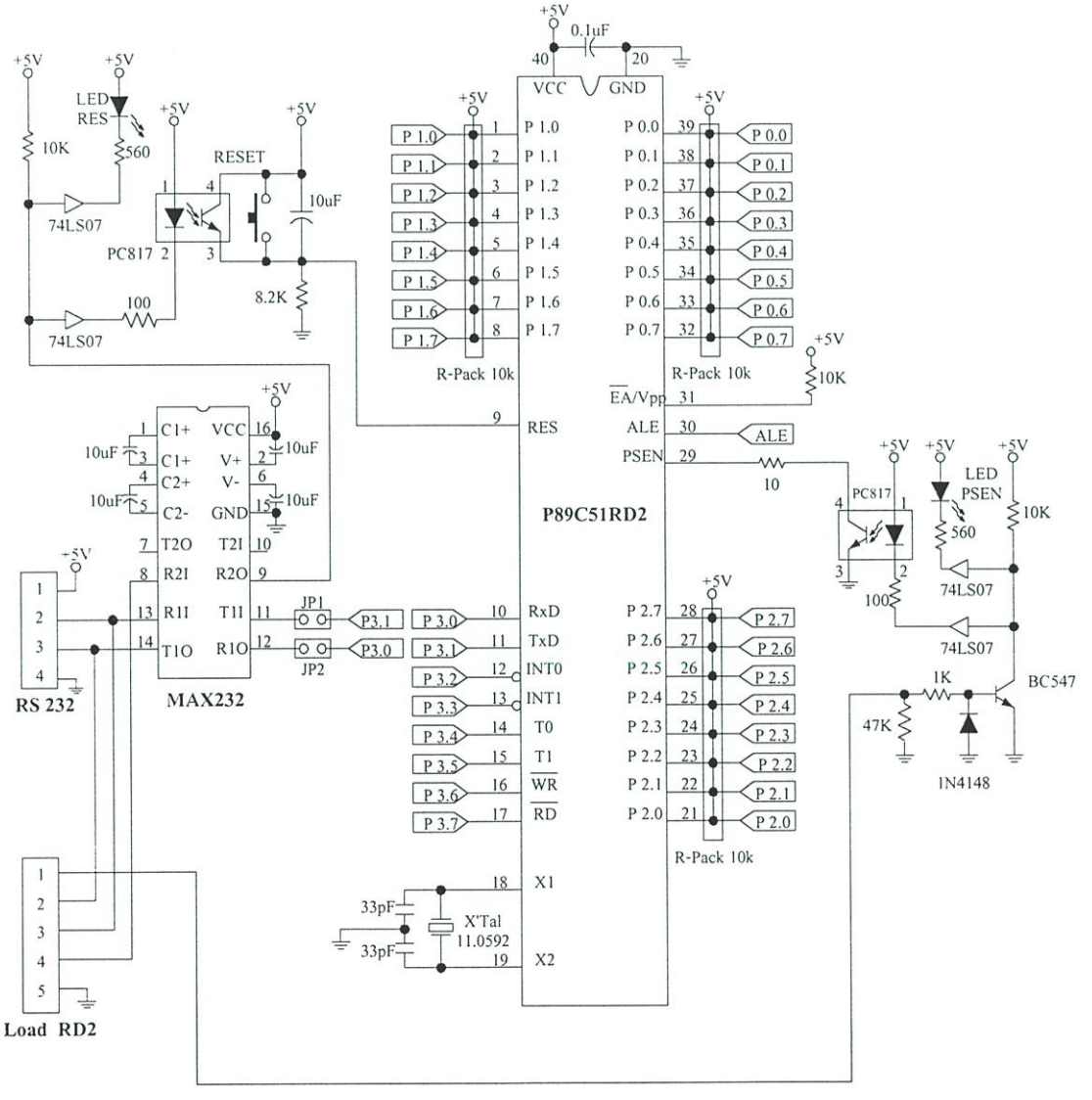
9. ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา นอกจากนี้ยังใช้ในการอ่าน-เขียนข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมภายในด้วยกระบวนการ ISP โดยให้ต่อขานี้ลงกราวด์ ป้อนลอจิก “1” ที่ขา P2.7 และป้อนไฟ +5V ที่ขา $\overline{\text{EA}}$ / Vpp

10. ขา $\overline{\text{EA}}$ / Vpp (External Access Enable /Programming Voltage Input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปแกรมภายนอกหรือภายใน โดยถ้าให้ลอจิก “0” เป็นการเลือกติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าให้ลอจิก “1” แสดงว่าเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน นอกจากนี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับแรงดัน +5V เมื่อต้องการโปรแกรมหน่วยความจำโปรแกรมภายในด้วยกระบวนการ ISP ด้วย

11. ขา XTAL1 เป็นขาอินพุตรับสัญญาณจากวงจรขยายออสซิลเลเตอร์ (จากขา XTAL2) และเป็นขารับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก ในการใช้งานปกติ จะใช้ขา XTAL1 และ XTAL2 ต่อเข้ากับคริสตอล และตัวเก็บประจุชดเชยค่าน้อย ๆ

12. ขา XTAL2 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรขยายออสซิลเลเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการใช้งานปกติจะใช้ขา XTAL1 และ XTAL2 ต่อเข้ากับคริสตอล และตัวเก็บประจุชดเชยค่าน้อย ๆ

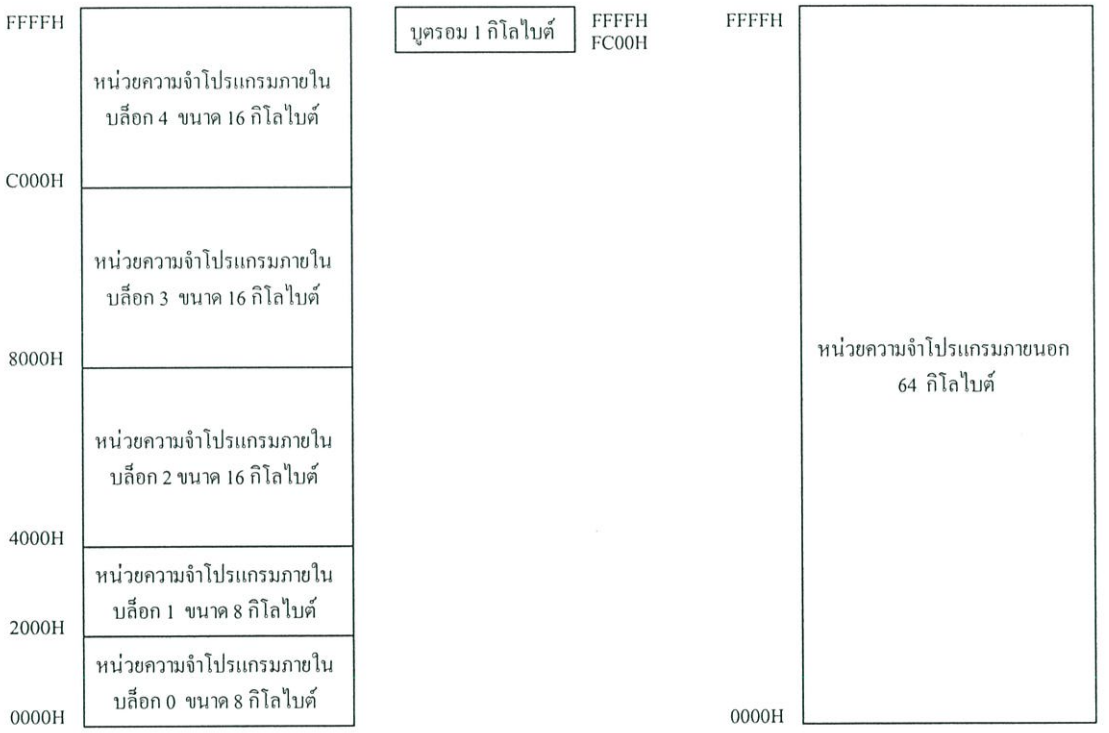
สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 สามารถต่อวงจรเพื่อให้ทำการโหลดโปรแกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ โดยวงจรการต่อใช้งานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรที่ใช้ในการโหลดโปรแกรมเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

2.4.2.3 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 มีหน่วยความจำหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 64 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ขนาด 1 กิโลไบต์ และหน่วยความจำบูตรอม (Boot Rom Memory) ขนาด 1 กิโลไบต์ มีตำแหน่งหน่วยความจำอยู่ที่แอดเดรส FC00H ถึง FFFFH ซึ่งเก็บโปรแกรมการอ่านเขียนข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบ ISP ดังนั้นถ้ามีการใช้งานบูตรอมก็จะทำให้หน่วยความจำโปรแกรมสามารถเข้าถึงและทำงานได้เพียง 63 กิโลไบต์ สามารถแสดงการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมได้ดังรูปที่ 2.3



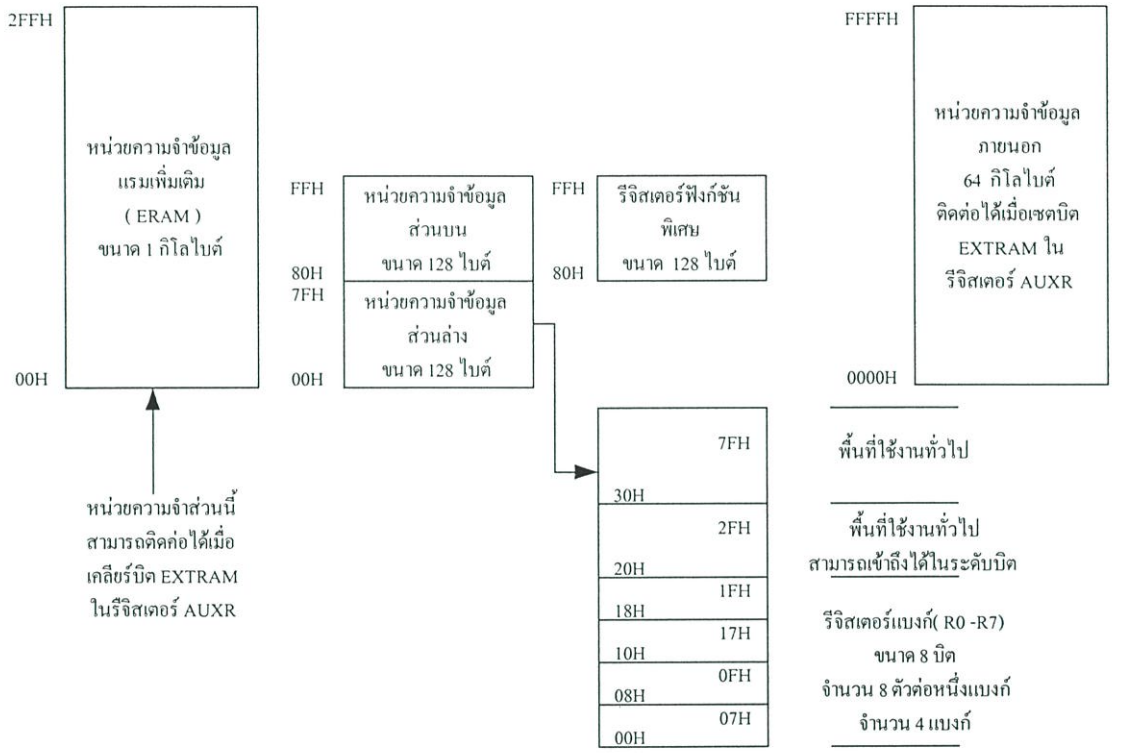
รูปที่ 2.3 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

สำหรับหน่วยความจำข้อมูล 1 กิโลไบต์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง 128 ไบต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH สามารถเข้าถึงได้ทั้งแบบโดยตรงและแบบโดยอ้อม หน่วยความจำส่วนนี้เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หน่วยความจำข้อมูลส่วนบน 128 ไบต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 80H ถึง FFH เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ หรือ SFR (Special Function Register) สามารถเข้าถึงแบบโดยตรงได้ และยังใช้เป็นพื้นที่เก็บข้อมูลทั่วไปที่สามารถเข้าถึงได้แบบโดยอ้อมเท่านั้น ซึ่งมีการจัดหน่วยความจำเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พื้นฐาน

หน่วยความจำข้อมูลแรมเพิ่มเติม 768 ไบต์ หรือ ERAM (Expanded RAM) สามารถเข้าถึงได้ด้วยการใช้คำสั่ง MOVX เหมือนกับการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก โดยหน่วยความจำในส่วนนี้จะสามารถติดต่อได้เมื่อมีการเคลียร์บิต EXTRAM ในรีจิสเตอร์ AUXR แต่ถ้าหากบิต EXTRAM ถูกเซตเป็น "1" จะเป็นการกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแทน



รูปที่ 2.4 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

2.4.2.4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตและลักษณะการใช้งาน

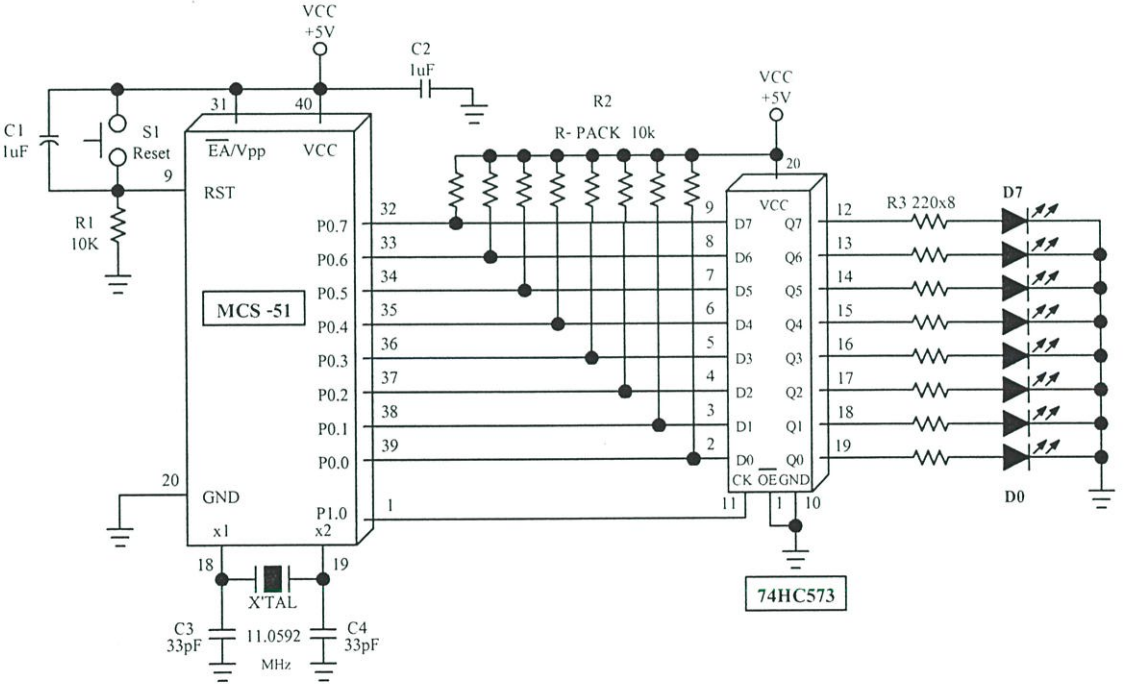
พอร์ตขนานของไมโครคอนโทรลเลอร์ มี 4 พอร์ต พอร์ต 0 (P0:P0.0 –P0.7) พอร์ต 1 (P1:P1.0 – P1.7) พอร์ต 2 (P2:P2.0 – P2.7) และ พอร์ต 3 (P3:P3.0 – P3.7) โดยทั้งหมดเป็นพอร์ตแบบ 8 บิต ซึ่งสามารถใช้เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ สำหรับพอร์ต 3 นั้นนอกจากจะใช้เป็นพอร์ตตามปกติแล้วยังใช้เป็นสัญญาณควบคุมต่าง ๆ อีกด้วย จากโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะพบว่าแต่ละบิตของพอร์ต 1 ,2 และ 3 จะมีตัวต้านทานที่มีค่าประมาณ 50 กิโลโอห์ม ต่อพูลอัพ (pull up) อยู่ทำให้สภาวะปกติมีลอจิกเป็น "1" อยู่ และจะทำให้พอร์ตเหล่านี้สามารถขับอุปกรณ์ภายนอกได้ แต่สำหรับพอร์ต 0 จะไม่มีตัวต้านทานพูลอัพต่ออยู่ภายในจึงจำเป็นต้องนำตัวต้านทานค่าประมาณ 10 กิโลโอห์มมาต่อภายนอกเมื่อต้องการใช้งาน

การนำข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีคำสั่งอยู่หลายคำสั่ง เช่น

MOV P0,A	คือ การนำค่า จาก Register A ส่งไปยัง Port 0
MOV P1,#07H	คือ การนำค่า 07H ส่งไปยัง พอร์ต P1
SETB P2.0	คือ การทำให้บิต P2.0 เป็นลอจิก 1
CLR P3.7	คือ การทำให้บิต P3.7 เป็นลอจิก 0

เป็นต้น

ตัวอย่างการต่อวงจรเพื่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นพอร์ตเอาต์พุต สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



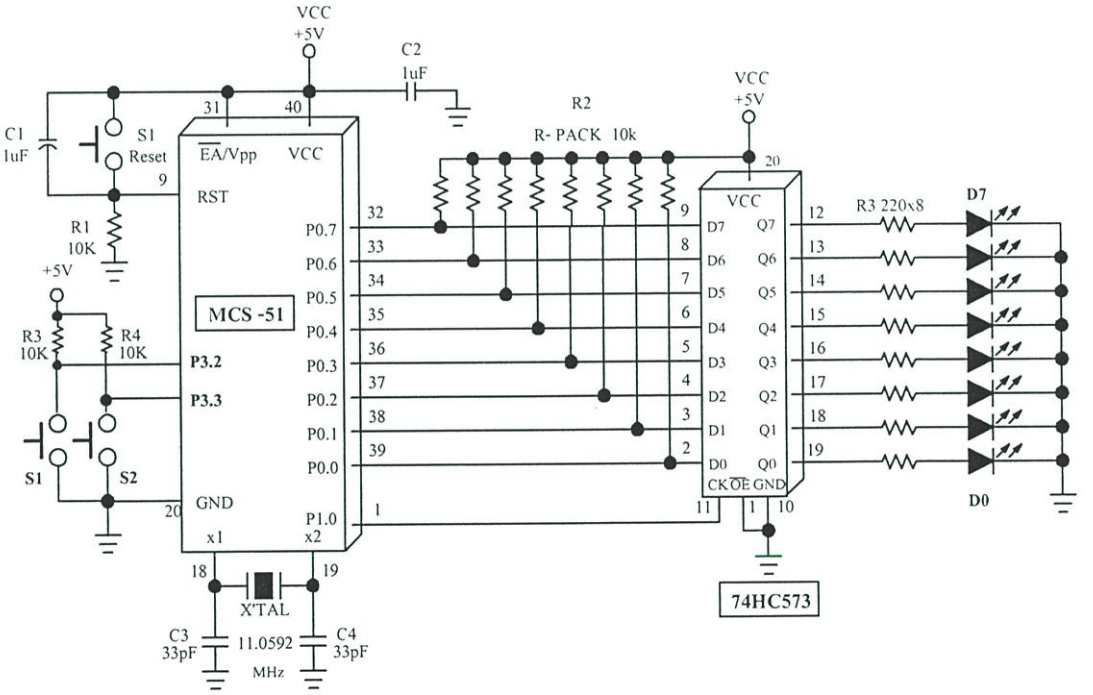
รูปที่ 2.5 การใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นพอร์ตเอาต์พุต

ส่วนการใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุต หลักการคือ ต้องการกำหนดให้พอร์ตบิตใดเป็นอินพุตให้เขียนข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้นก่อน จากนั้นถึงทำการอ่านสถานะที่บิตนั้นกลับมา หากพิจารณาตามลักษณะโครงสร้างภายในของพอร์ต จะพบว่า การเขียนข้อมูล “1” ไปยังพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นการทำให้จำพอร์ตนั้น ๆ มีการพูลอัพเป็น “1” สามารถที่จะรับข้อมูลที่เข้าได้ โดยไม่ทำให้เกิดการโหลดกระแส

เมื่อส่งลอจิก “1” ไปยังพอร์ตแล้ว หากข้อมูลที่เข้ามีระดับแรงดันต่ำกว่า 0.8V จะถือว่า มีข้อมูล “0” เข้ามา ในทางตรงข้ามหากมีแรงกันประมาณ 5V ปรากฏที่ขาพอร์ตนั้น จะถือว่ามีข้อมูล “1”เกิดขึ้น การอ่านข้อมูลจากพอร์ตมีด้วยกัน 2 วิธีคือ

1. ใช้คำสั่งโอนย้ายข้อมูลจากพอร์ตเข้าที่แอกคิวมูเลเตอร์ ด้วยคำสั่ง MOV ACC.x,Px.x (x คือ หมายเลขของพอร์ตหรือบิตใด ๆ) หรือ
2. ใช้คำสั่งกระโดดอย่างมีเงื่อนไข เช่น JB ยกตัวอย่าง เมื่อเรียกใช้คำสั่ง JB ซึ่งเป็นคำสั่งที่กำหนดให้เกิดการกระโดดหากบิตที่ตรวจสอบนั้นเป็น “1” หากข้อมูลที่พอร์ต 1 บิต 2 (P1.2) มีค่าเป็น“0” ไม่เกิดการกระโดด ด้วยวิธีการนี้ทำให้สามารถอ่านค่า P1.ได้ว่า มีค่าเท่ากับ “0”

ตัวอย่างการต่อวงจรเพื่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นพอร์ตอินพุต สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นพอร์ตอินพุต

2.4.2.5 การใช้งานไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2

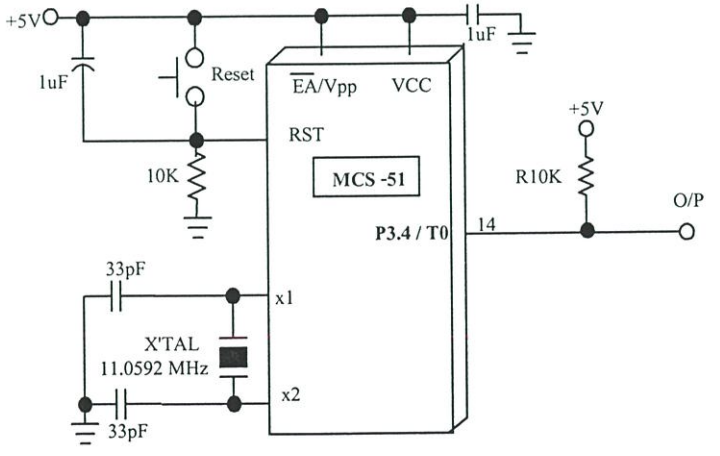
ไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องมีการเก็บและตรวจสอบค่าของเวลาและจำนวนสัญญาณนาฬิกาอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสร้างฐานเวลา สร้างสัญญาณพัลส์ เปรียบเทียบค่าเวลาหรือเปรียบเทียบค่าของการนับรวมไปถึงการกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตแบบอนุกรมด้วย ในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89C51RD2 จึงมีวงจร

ไทเมอร์ /เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต อยู่ 3 ตัว ประกอบด้วย ไทเมอร์ 0 (Timer0) ไทเมอร์ 1 (Timer1) และไทเมอร์ 2 (Timer2) เรียกสั้น ๆ ว่า T0 , T1 และ T2 โดยไทเมอร์ทั้งสามตัวสามารถกำหนดให้ทำงานเป็นตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ และตัวนับหรือเคาน์เตอร์ได้อย่างอิสระต่อกัน

การทำงานเป็นตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ ค่าของรีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ แมชีนไซเกิล ดังนั้นเมื่อทำงานเป็นไทเมอร์ รีจิสเตอร์จะทำการนับค่าของแมชีนไซเกิลนั่นเอง และเนื่องจากแมชีนไซเกิลประกอบด้วยคาบเวลาของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 6 คาบเวลาหรือ 12 คาบเวลา (โดยปกติ P89C51RD2 จะเป็นแบบ 6 คาบเวลา แต่ถ้ามีการลบข้อมูลโดยใช้เครื่อง ALL11 จะทำคาบเวลาเปลี่ยนเป็นแบบ 12 คาบเวลา) ดังนั้นอัตราในการนับของรีจิสเตอร์จึงเท่ากับ 1/6 หรือ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกาขึ้นอยู่กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานเป็นตัวนับหรือเคาน์เตอร์ ค่าของรีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของลอจิกจาก “1” เป็น “0” ที่ขาอินพุตทางฮาร์ดแวร์ของวงจรไทเมอร์เคาน์เตอร์ ซึ่งก็คือขา T0(P3.4) , T1(P3.5) และ T2(P1.0) โดยจะมีการสุ่มรับสัญญาณจากขาอินพุตในทุก ๆ คาบเวลาที่ 2 ของสเตทที่ 5 (S5P2) ในอต่ละแมชีนไซเกิล เมื่อสัญญาณอินพุตเปลี่ยนจาก “1” เป็น “0” ครบ 1ไซเกิล ในไซเกิลต่อมาค่าของการนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่า และจะไป ปรากฏที่รีจิสเตอร์ภายในคาบเวลาที่ 1 ของสเตทที่3 (S3P1) ของแมชีนไซเกิลต่อไปหลังจากที่ตรวจจับพบการเปลี่ยนแปลงที่ขาไทเมอร์อินพุตแล้ว เนื่องจากการตรวจจับต้องใช้เวลา 2 แมชีนไซเกิล อัตราการนับของเคาน์เตอร์จึงเท่ากับ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุตที่ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถตรวจจับได้จึงเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหารด้วย 24

ตัวอย่างของการต่อใช้ไทเมอร์ทำการสร้างสัญญาณพัลส์ แสดงได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การใช้งานไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สร้างสัญญาณพัลส์

2.3 การสอนภาคปฏิบัติ

การสอนภาคปฏิบัติเป็นการสอนโดยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทดลองในสาขาต่างๆ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ตรวจสอบวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ในปัจจุบันการสอนแบบทดลองมิได้มีเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังมีใช้ในวิชาด้านอื่น ๆ ที่เป็นการหาข้อเท็จจริงได้ด้วยตนเอง

2.3.1 ความหมายของการสอนแบบทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู่ (2539) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบทดลองว่า เป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสสัมผัส และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและวัสดุจากการลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์ที่ได้รับนั้นเริ่มจากการวางแผน การออกแบบ การต่อวงจร การใช้เครื่องมือ การทดลอง การสังเกต การบันทึกผลข้อมูลทางเทคนิค การสรุปวิเคราะห์ผล

ประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองนั้นนับว่ามีประโยชน์ที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ในศาสตร์อย่างแท้จริง มีความสามารถในการประยุกต์ศาสตร์เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบข้าง มีสติปัญญาและไหวพริบสูง นอกจากนั้นยังเป็นการพัฒนากิจนิสัยที่ดีของช่าง และเสริมสร้างทัศนคติที่ดีต่องานและต่อสังคม คุณสมบัติเหล่านี้ไม่สามารถที่จะพัฒนาได้จากแหล่งการเรียนรู้อย่างอื่น นอกจากการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ที่จะให้ประสบการณ์ทุกอย่างในที่เดียวกัน ถ้าหากได้มีการจัดการเรียนการสอนอย่างประณีตตามขั้นตอนที่เหมาะสม

ชัชวาลย์ มูลศรี (2540) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบทดลอง ว่า คือ กระบวนการที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสและได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติทดลอง รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหา พิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วและเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติสามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้เนื่องจากในการเรียนรู้นี้ผู้เรียนจะทำการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาโดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลอง ส่วนผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบประลองหรือใบทดลอง ผลการทดลอง (Lab Sheet) ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลอง ผลการทดลอง รวมทั้งคำถามปัญหาและสิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จากนั้นผู้สอนจะทำการควบคุมการทดลองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองและจะทำการอภิปรายผลการทดลองร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

โดยสรุป การสอนแบบทดลอง (Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกต สามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองแก้ปัญหา

กับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง

2.3.2 ประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลอง

ประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลองมีดังนี้ คือ

2.3.2.1 เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับหลักการ กฎ สูตร และคุณสมบัติของอุปกรณ์

2.3.2.2 เพื่อพัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวน และการแก้ปัญหา

2.3.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

2.3.2.4 เพื่อศึกษาเรื่องเกี่ยวข้องพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์เครื่องมือ

2.3.2.5 เพื่อเป็นการฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน

2.3.2.6 เพื่อให้รู้จักคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์

2.3.2.7 เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

2.3.2.8 เพื่อพัฒนาความรอบคอบในการทำงาน

2.3.2.9 เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

2.3.2.10 เพื่อประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงใน ภาคสนามได้

2.3.2.11 เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง

2.3.2.12 เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างความคิดหลักการ ความรู้ต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อทำให้ผู้เรียนมองภาพรวมรวมในเนื้อหา ของวิชานั้นได้

2.4 การสร้างสื่อการสอนประเภทชุดทดลอง

แนวทางในการออกแบบการสร้างมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (วัลลภ จันทร์ตระกูล.2530)

2.4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน จากการตัดสินใจที่จะใช้ชุดทดลองสำหรับการใช้ในการสอนเรื่องใดแล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าชุดทดลองจะนำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มใด และต้องทราบรายการวัตถุประสงค์ของเรื่องนั้น เพราะข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานออกแบบ เพื่อสร้างชุดทดลอง เพื่อกำหนดคุณลักษณะของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง ขั้นตอนนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนการศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างชุดทดลองเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรศึกษาสภาพในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการในเรื่องนั้นด้วย ในบางครั้ง ถ้าหากได้มีการพัฒนามาแล้วโดยผู้อื่น ควรที่จะศึกษารายละเอียดต่างๆ ด้วย เมื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้วจึงนำมาใช้เขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ และจะไม่ระบุรูปร่างทางเทคนิคเฉพาะเจาะจง สุดท้ายตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง

ประสงค์ของอุปกรณ์ และจะไม่ระบุรูปร่างทางเทคนิคเฉพาะเจาะจง สุดท้ายตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง

2.4.2 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ เป้าหมายที่สำคัญ คือ ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการเลือกอุปกรณ์ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น

2.4.3 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ เป็นการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์และชิ้นส่วนแล้วนำมาร่างเป็นภาพประกอบคร่าวๆ หรือร่างเป็นแบบง่ายๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในขั้นตอนนี้อาจจะมีการทดลองหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบผลสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.4.4 การเขียนแบบ ในกรณีที่ออกแบบสร้างเพียงชิ้นเดียวก็ไม่จำเป็น แต่หากจะทำการผลิตหรือต้องการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินการต่อไป งานเขียนแบบนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิตหรือการสร้าง ดังนั้น แบบงานจะต้องเป็นแบบแยกชิ้นเดี่ยวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วนสำหรับช่างที่จะทำการผลิตได้ งานเขียนแบบจะต้องมีการกำหนดเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อย และแบบชิ้นเดี่ยว การเขียนแบบมีความสำคัญต่อการกำหนดราคา การวางแผนการผลิต และเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนวัสดุของหน่วยงาน

2.4.5 เตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือการใช้งาน อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปต้องเตรียมเอกสารประกอบหรือคู่มือ การใช้งานเพื่อผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องปลอดภัย และสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนต้องมีเอกสารประกอบสำหรับใช้ในการเรียนการสอน เอกสารที่ต้องจัดเตรียมอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายของงานเช่น คู่มือการใช้งาน เอกสารประกอบการศึกษา ทดลอง ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ เป็นต้น

2.4.6 จัดทำใบงาน ใบงานเป็นใบสั่งงานให้กับนักศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติซึ่งจะบอกลำดับขั้นในการทดลอง และแนวทางที่ใช้ในการค้นคว้าเพิ่มเติมในการปฏิบัติการ นับเป็นสื่อชนิดหนึ่ง ดังนั้นจะพบว่าใบงานมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติอย่างมาก และสิ่งที่จะต้องมีไว้ในใบงานมีดังนี้

2.4.6.1 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติที่ชัดเจน

2.4.6.2 มีรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติ

2.4.6.3 มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

2.4.6.4 มีวงจรที่ใช้ในการปฏิบัติ

2.4.6.5 มีข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

2.4.6.6 คำถามที่กระตุ้นความคิดของผู้เรียน

2.4.6.7 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติโดยศึกษา เพื่อวางโครงร่างลำดับ ความสัมพันธ์และแบ่งระดับความยาก-ง่ายของเนื้อหาวิชา ที่จะทำการออกแบบสื่อการเรียนการสอนซึ่งศึกษาจากตำรา เอกสารการสัมมนา ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.6.8 การทดลองใช้ การทดลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่ เป็นต้น

2.4.6.9 การปรับปรุงข้อมูล และประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดทดลอง และใบงานที่มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับ

สรุป การพัฒนาชุดทดลองขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนา และข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะของเนื้อหา วัตถุประสงค์กิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จะเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชุดทดลอง ใบเนื้อหาและใบงาน

2.5 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

2.5.1 การประเมินคุณภาพชุดทดลอง

เพื่อให้รู้ว่าชุดทดลองที่ผลิตขึ้นมานั้นมีคุณภาพ ใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่นั้น จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. 2539) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.5.1.1 องค์ประกอบในด้านการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

1) ด้านวัตถุประสงค์
   1. สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
   2. สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์
2) ด้านเนื้อหา
   1. เนื้อหาถูกต้องไม่มีจุดผิด
   2. เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้
   3. เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก
3) ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการสื่อความหมาย
   1. บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
   2. สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมาย (Concrete) มากขึ้น
   3. สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี และสั้นลง

4. ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
5. ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

2.5.1.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1) ด้านผู้เรียน
   1. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน
   2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับการรับรู้ของผู้เรียน
2) ด้านผู้สอน
   1. สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการสอน
   2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน
   3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

2.5.1.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

1) ด้านวัสดุอุปกรณ์
   1. ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
   2. ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
   3. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่หาได้ตามสถานศึกษาทั่วไป
2) ด้านเวลา
   1. เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
   2. เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป
3) ด้านการใช้งาน
   1. สามารถนำไปใช้ได้ง่าย และสะดวก
   2. ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
   3. ไม่ต้องการอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะใช้งาน

2.5.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง และประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย และลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย (ภัทรา นิคมานนท์. 2539)

เพื่อเป็นการรับรองว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้วิจัยจำต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมบรรลุผล

คำนึงถึงกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ โดยการกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1 / E_2 ดังนี้

การคิดค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น คำนวณได้จากสูตร ต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y / N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติงานใบงานรวม

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองต่างๆ ดังนี้

แหนม กาสี (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาทดลองหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาเทคนิคเลย ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองพบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดประลองการวัดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นจนครบ 10 หัวข้อเรื่องแล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพของขบวนการที่ได้จากค่าเฉลี่ยของผลการเรียนจากแบบทดสอบท้ายการประลองมีค่าเท่ากับ 81.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 ตัวแรก และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากคะแนนรวมหลังจากการประลองครบทั้ง 10 หัวเรื่อง มีค่าเท่ากับ 86.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80 ตัวหลัง

ชัชวาลย์ มูลศรี (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดประลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบจำลองเรื่องวงจรทรานซิสเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Pspice Version 6.1 for Window 3.11 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคลำพูน ผลจากการวิจัยได้พบว่าประสิทธิภาพของชุดประลองได้ตามเกณฑ์ 83.17/82.33 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สุมิตร์ เขียววิชัย (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดจำลองปฏิบัติการประลองบนคอมพิวเตอร์ในวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดจำลองโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบนช์กับการสอนโดยชุดประลองจริง ผลที่ได้คือทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนที่เหมือนกันโดยดูจาก GPA ของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และการเรียนโดยใช้ชุดจำลองมีประสิทธิภาพ 81.66/82.13

สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่องวงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคือพนักงานฝ่ายช่างซ่อมบริการของบริษัท บลิสเทล จำกัด ซึ่งสำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองประกอบการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.93/80.66 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

พิพัฒน์ สมใจ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.17/83.27 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากคะแนนสอบท้ายการทดลองเฉลี่ยได้เท่ากับ 84.17 และมีประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการทดลองครบ 6 ใบงานได้เท่ากับ 83.27

ยุทธพิชัย กล้าหาญ (2547:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์และไอซี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ84.85/85.60 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้า ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำมาสรุปเป็นแนวทางในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น ควรให้มีขีดความสามารถใช้ในการทดลองได้หลายๆ เรื่องในชุดเดียวกันทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์หลักสูตรและจุดประสงค์รายวิชา

2. ชุดทดลองจะประกอบไปด้วยบอร์ดทดลองที่ใช้ทำการทดลอง รวมทั้งใบงานซึ่งจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ทฤษฎีโดยย่อ อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลองวงจรการทดลอง ลำดับขั้นการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียว เรื่องการพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยมีการออกแบบการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 130 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักศึกษา 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

   ส่วนประกอบของชุดทดลองประกอบด้วย

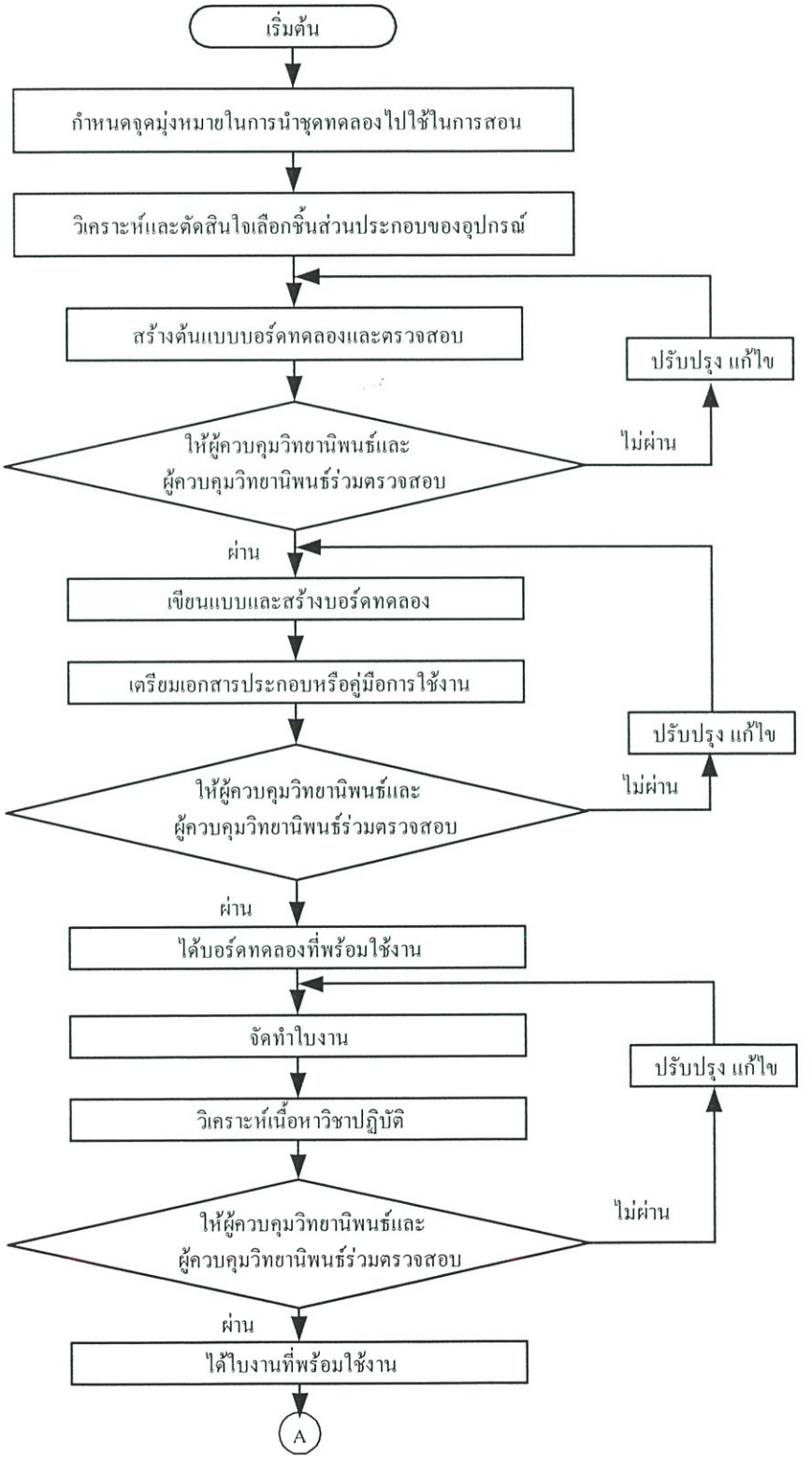
   1) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
   2) ใบงาน

2. แบบทดสอบ
3. แบบประเมิน

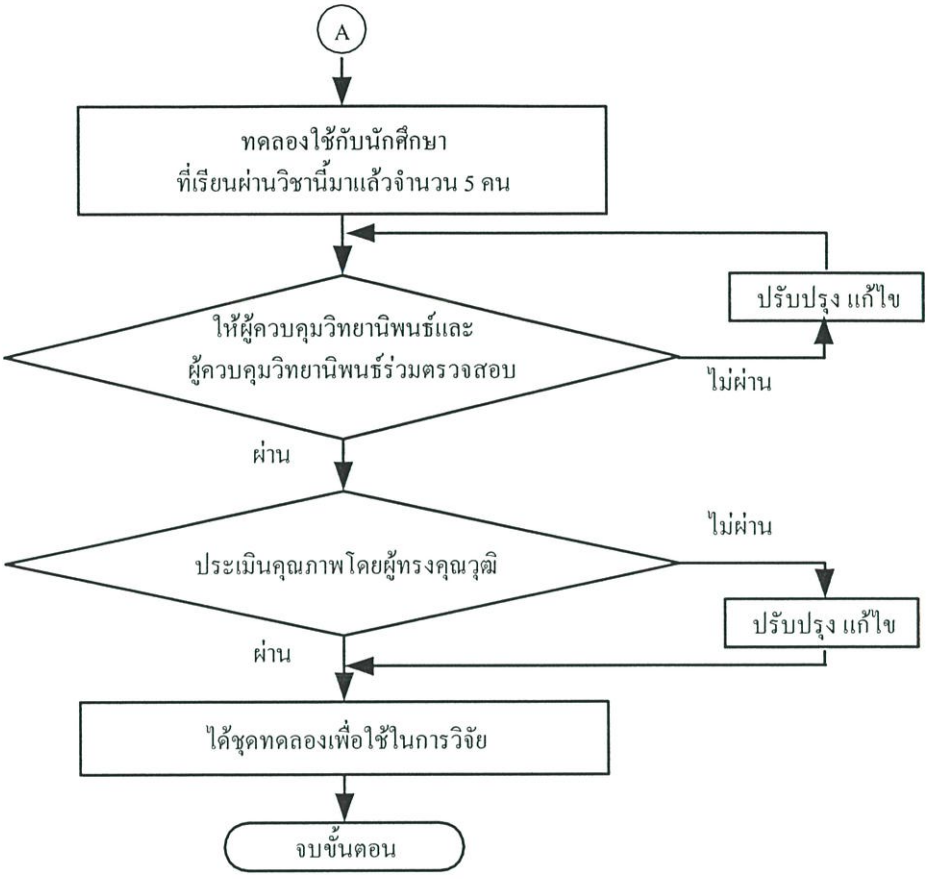
   1) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง
   2) แบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

3.2.1 การสร้างเครื่องมือ

3.2.1.1 การสร้างชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีขั้นตอนการสร้างตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การสร้างชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง มีดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายและการนำชุดทดลองไปใช้

2) วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

3) การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ

4) นำชุดต้นแบบที่ออกแบบมาให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้ามีข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

5) ทำการเขียนแบบและสร้างบอร์ดทดลอง

6) เตรียมคู่มือการใช้งานบอร์ดทดลอง

7) นำบอร์ดทดลองและคู่มือที่ออกแบบเสร็จแล้ว มาให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้ามีข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

8) จัดทำใบงาน โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาปฏิบัติ

9) นำใบงานที่สร้างขึ้น มาให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ ถ้ามีข้อบกพร่องต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

10) นำชุดทดลองที่ได้มาทำการทดลองกับนักศึกษาสาขางานช่างอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่เรียนผ่านวิชานี้มาแล้ว จำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดทดลอง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยข้อบกพร่องที่พบในใบงานคือการพิมพ์ผิดได้แก้ไขในคำที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง

11) ชุดทดลองที่ได้ มาให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข

12) นำชุดทดลองที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินโดยแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3.2.1.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอน-โทรลเลอร์ MCS-51

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลองและใบงาน จะใช้เป็นแบบประเมินมาตราส่วน (Rating Scale) แบ่งเป็นระดับ 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพดี

3 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพน้อย

1 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพ ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อ ในทุกด้านจะใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อให้สะดวกในการแปลความหมายของคะแนน ดังต่อไปนี้

4.50 ถึง 5.00 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

3.50 ถึง 4.49 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

2.50 ถึง 3.49 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 ถึง 2.49 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย

1.00 ถึง 1.49 หมายถึง ชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

1) ศึกษาวิธีการประเมินคุณภาพของชุดทดลองตามแนวทางการประเมินคุณภาพสื่อการสอนของพิสิฐ เมธาภัทร และ ธีระพล เมธีกุล(2539)

2) ออกแบบแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

3) นำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง

4) นำแบบประเมินที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อใช้ในการประเมินชุดทดลอง

5) นำแบบแสดงความคิดเห็นที่ได้มาทำการประเมินคุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.2.1.3 การสร้างแบบทดสอบและแบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

เมื่อทำการออกแบบชุดทดลองเสร็จแล้ว จึงได้ทำการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบที่ออกแบบขึ้นมานั้นเป็นข้อสอบปรนัย แบบ 4 ตัวเลือก จำนวนใบงานละ 10 ข้อ ข้อสอบที่ออกแบบมานั้นจะออกตามวัตถุประสงค์ของใบงานที่สร้างขึ้น เมื่อสร้างแบบทดสอบเสร็จแล้ว จึงให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและทำการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่ผิดพลาด

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการหาความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจสอบประเมินพิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง คำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง คำถามไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้คำถามข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ . 2538) ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของความคิดเป็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1.4 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

มีขั้นตอนดังนี้

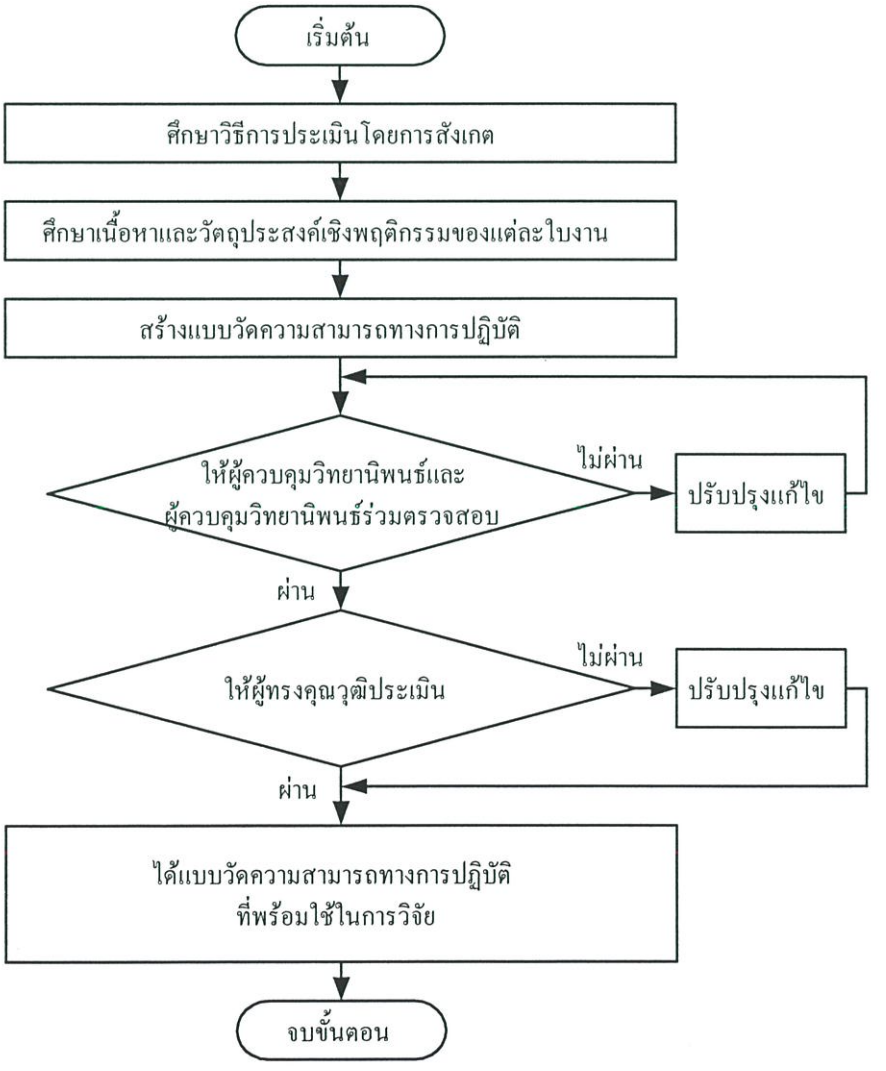
1) ศึกษาวิธีการประเมินตาม โดยใช้การสังเกตเพื่อวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานของนักศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงาน

3) สร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ เป็นแบบตรวจรายการเพื่อวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน

4) นำแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินและเสนอแนะเพื่อปรับปรุง



รูปที่ 3.2 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.2.2.1 การตรวจสอบเครื่องมือทางด้านชุดทดลอง แบบทดสอบและแบบประเมินความสามารถทางการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของชุดทดลองและแบบประเมิน ด้วยการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ท่าน รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

1) อาจารย์ชูศักดิ์ เกษมรัติ หัวหน้าภาควิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

2) อาจารย์สุชิน อาจหาญ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) อาจารย์ขรรค์ชัย ตุลละสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

4) อาจารย์เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

5) อาจารย์ธีรวัฒน์ ศุภติมัสโร อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

3.2.2.2 ผลการแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ

1) ผลการประเมินโดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ซึ่งเป็นแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อหาระดับคุณภาพของชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา จากระดับคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านบอร์ดทดลองมีค่าเท่ากับ 4.52 แสดงว่าบอร์ดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ทางด้านใบงานได้ระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 แสดงว่าใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2) ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ โดยแบบสอบถามความคิดเห็น พบว่าแบบทดสอบที่ใช้ทุกข้อได้ระดับคะแนน IOC อยู่ระหว่าง 0.6 -1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3) ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ โดยแบบสอบถาม จากระดับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒินั้น ผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินหัวข้อในแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติแล้วเห็นว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิจัยได้ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิ ยังได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

- ส่วนของบอร์ดทดลอง ผู้ทรงคุณวุฒิควรมีการพัฒนาในเรื่องของการใส่ขารองไอซีเพื่อให้มีการแก้ไข หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่ายขึ้น

- ส่วนของใบงาน มีรูปวงจรที่ควรแก้ไขให้มีความสวยงามและปรับปรุงคำสั่งที่ใช้ในใบงานให้เหมาะสม และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- ส่วนของแบบทดสอบ บางข้อยังมีส่วนที่กำกวมโดยให้หาคำที่เหมาะสมมาใช้และในส่วนของการคำตอบบางข้อควรหาตัวลวงที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำถาม เพื่อให้คำถามมีประสิทธิภาพมากขึ้น

- ส่วนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้มีหัวข้อในการวัดให้ละเอียดมากขึ้น เนื่องจากจุดเน้นในแต่ละใบงานไม่เหมือนกัน

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานช่างอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์2 โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

3.3.1 ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

3.3.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.3.3 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อติดต่อกับผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม เพื่อทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

3.3.4 อธิบายขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการปฏิบัติใบงานและการประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.3.5 ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้งานชุดทดลอง และให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบงาน จนครบทั้ง 12 ใบงาน

3.3.6 เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนครั้งละ 1 ใบงาน และทำการวัดทักษะการปฏิบัติงานโดยแบบแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองตามใบงานเสร็จ จึงให้ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน ทดลองจนครบ 4 ใบงาน

3.3.7 เมื่อทดลองใบงานระหว่างเรียนเสร็จแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติ ใบงานรวมและทำการวัดประสิทธิภาพโดยวัดจากแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม และทดสอบโดยใช้แบบทดสอบใบงานรวม

3.3.8 นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติใบงานมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดทดลอง

การหาค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดทดลอง มีดังนี้

3.4.1.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ($\overline{X}$) ใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ . 2538)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

$\sum X$ คือ คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิของแต่ละคน

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.1.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบทดสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติโดยการใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติในแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำนวณได้จากสูตรการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หัวข้อการให้คะแนนที่ใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.4.3 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติดังนี้

3.4.3.1 ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง E_1 / E_2

$$E_1 = \frac{\sum X \ / N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y \ / N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติงานใบงานรวม

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 รหัสวิชา 3105-2201 ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แผนกอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน และ การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งได้จากแบบประเมินที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การประเมินคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-5 1

ข้อที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.80	0.45	ดีมาก
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.80	0.45	ดีมาก
3	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	4.20	0.45	ดี

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.80	0.45	ดีมาก
5	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.20	0.45	ดี
6	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.40	0.55	ดี
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4.00	0	ดี
8	มีความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกับใบงาน	4.60	0.55	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.80	0.45	ดีมาก
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
11	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
12	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.40	0.55	ดี
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.40	0.55	ดี
14	มีความคงทนแข็งแรง	4.20	0.45	ดี
15	ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ	4.80	0.45	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.52	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สามารถวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตามระดับการประเมินได้ดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (1) มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน (2) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน (4) อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด (9) มีความสะดวกในการดำเนินการสอน (10) มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง (11) รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม (15) ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ รองลงมาคือหัวข้อการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (8) มีความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกับใบงาน

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (6) นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ (12) มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน (13) ความสะดวกในการบำรุงรักษา รองลงมาคือหัวข้อการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (3) มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม (5) อุปกรณ์การสอนให้ประสบ

การณ์ในการเรียนรู้ (14) มีความคงทนแข็งแรง รองลงมาคือหัวข้อการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (7) มีความ เหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

สรุปได้ว่าจากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิผลที่ได้คือบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

4.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

การประเมินคุณภาพของใบงาน ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.60	0.55	ดีมาก
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4.60	0.55	ดีมาก
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.80	0.45	ดีมาก
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	4.40	0.55	ดี
5	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	0.55	ดีมาก
6	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.20	0.45	ดี
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น	4.80	0.45	ดีมาก
8	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูปวงจร ตาราง ถูกต้อง	4.40	0.55	ดี
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จาก การทดลอง	4.20	0.45	ดี
10	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.48	0.50	ดี

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สามารถวิเคราะห์ผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานตามลำดับการประเมินได้ดังนี้

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (3) ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง (7) ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น รองลงมาคือหัวข้อการประเมินที่ได้ระดับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมิน

ที่ (1) ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ (2) ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ (5) ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน

หัวข้อการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (4) ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้ (8) คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูปวงจร ตารางถูกต้อง รองลงมาคือหัวข้อการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 0 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ได้แก่หัวข้อรายการประเมินที่ (6) เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน (9) ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จาก การทดลอง (10) สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี

สรุปได้ว่า จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นว่าใบงานมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.48 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า IOC ของแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม

	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)									
แบบทดสอบ	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10
ใบงานที่ 1	1	1	0.6	1	0.8	0.8	1	0.8	1	1
ใบงานที่ 2	0.8	1	1	1	1	0.8	1	0.8	0.8	1
ใบงานที่ 6	1	0.8	1	1	1	1	0.8	1	1	1
ใบงานที่ 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8
ใบงานรวม	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1

จากจากตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงการประเมินคุณภาพแบบทดสอบของใบงานมีแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบท้ายใบงานรวม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ผลที่ได้คือ ข้อสอบของแบบทดสอบทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ สามารถใช้ข้อสอบในแบบทดสอบท้ายใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบท้ายใบงานรวมในการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ เป็นการเป็นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า IOC ของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ในหัวข้อ									
แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
ใบงานที่ 1	1	1	1	1	0.8	1	0.8	1	0.8	1
ใบงานที่ 2	1	1	1	1	0.8	1	0.8	1	0.8	1
ใบงานที่ 6	1	1	1	1	0.8	1	0.8	1	0.8	1
ใบงานที่ 10	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	1
ใบงานรวม	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1

จากการประเมินแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวมโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ผลที่ได้คือหัวข้อที่ใช้ในแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติทุกหัวข้อมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.8 ถึง 1.0 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 แสดงว่าหัวข้อที่ใช้ในแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติทั้งแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน และแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทุกข้อ และสามารถนำมาใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การทดลองใช้ชุดทดลองโดยใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ได้ผลดังตารางที่ 4.5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ยที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ
คะแนนการปฏิบัติ ใบงานระหว่างเรียน	20	400	331.55	82.89	80
คะแนนการปฏิบัติ ใบงานรวม	20	100	81.45	81.45	80

จากตารางที่ 4.5 ผลที่ปรากฏ คือ นักศึกษาที่ปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานคือ 331.55 คิดเป็นร้อยละ 82.89 และคะแนนจากการทำใบงานรวมได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.45 ดังนั้นชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.89/81.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 รหัสวิชา 3105-2201 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 รหัส 3105-2201 ที่มีคุณภาพ

2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่สร้างขึ้น

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 (ภาคปฏิบัติ) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E_1/E_2)

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 130 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง นักศึกษาที่ผู้วิจัยได้เลือกแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้อง เป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบทดสอบและแบบประเมิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ส่วนประกอบของชุดทดลองประกอบด้วย

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. ใบงาน

2) แบบทดสอบ

3) แบบประเมิน

1. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง
2. แบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานช่างอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1) ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

2) กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3) ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อติดต่อกับผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม เพื่อทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ห้องเรียนของแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

4) อธิบายขอบข่ายเนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการปฏิบัติใบงานและการประเมิน ให้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5) ทำการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามใบงานครั้งละ 1 ใบงาน พร้อมสาธิตการใช้งานชุดทดลอง และให้นักศึกษาทำการทดลองตามใบงาน จนครบ 12 ใบงาน

6) เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนครั้งละ 1 ใบงาน และทำการวัดทักษะการปฏิบัติงานโดยแบบแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองตามใบงานเสร็จ จึงให้ทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน ทดลองจนครบ 4 ใบงาน

7) เมื่อทดลองครบทั้ง 4 ใบงานแล้ว จะให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติใบงานรวมและทำการวัดประสิทธิภาพโดยวัดจากแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติใบงานรวม และทดสอบโดยใช้แบบทดสอบใบงานรวม

8) นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติใบงานมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดทดลอง ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลอง

การประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ผลจากระดับคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคือบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 และการประเมินคุณภาพของใบงานพบว่าใบงานมี ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.48 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ทำการประเมิน

2) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบโดยดูจากค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าแบบทดสอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 -1.0

3) การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

การประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติโดยดูจากค่าดัชนีความสอดคล้องของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8 -1.0

4) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่าชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.89/81.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) คุณภาพของบอร์ดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าบอร์ดทดลองที่สร้างขึ้นมีข้อที่ดีมากในเรื่องของความเหมาะสมกับผู้เรียน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน มีความสะดวกในการทำการสอน มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง และมีต้นทุนต่ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แต่มีส่วนที่ควรพัฒนาในเรื่องของด้านความสะดวกในการต่อวงจรเพิ่มเติม เนื่องจากการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ไม่เหมาะสมนัก และความแข็งแรงคงทนซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถสรุปโดยรวมได้ว่าบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.52 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45

2) คุณภาพของใบงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีข้อที่ดีมากในเรื่องของเความถูกต้องของเนื้อหาและมีความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนในการทดลอง ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์และมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน แต่มีส่วนที่ต้องพัฒนาในเรื่องของการก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถสรุปได้ว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ได้ค่าเฉลี่ย 4.48 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50

3) คุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 - 1.0 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 0.5

4) คุณภาพของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติที่สร้างขึ้นทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8 - 1.0 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 0.5

5) การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผลปรากฏว่าชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนจำนวน 4 ใบงาน ได้ค่าเท่ากับ 82.89 และมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากการปฏิบัติใบงานรวม ได้ค่าเท่ากับ 81.45

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลองเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยโดยค่าผลสัมฤทธิ์ที่ได้มีค่า

ประสิทธิภาพ 82.89/81.45 มากกว่าค่าที่ตั้งไว้ 80/80 ทั้งนี้เพราะว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นเป็นชุดทดลองที่มีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบ ทุกขั้นตอนผ่านการตรวจสอบและได้รับคำแนะนำจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อีกทั้งยังผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนที่จะนำชุดทดลองไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้มีการทดลองใช้ชุดทดลองกับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อผิดพลาดและนำมาปรับปรุงแก้ไขชุดทดลองในส่วนที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ได้ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง

สรุปผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนจำนวน 4 ใบงาน ของนักศึกษาพบว่าคะแนนจากแบบประเมินความสามารถทางการปฏิบัติใบงานในการปฏิบัติใบงานที่ 1 จะมีค่าคะแนนรวมเฉลี่ย 84.9 ซึ่งสูงกว่าคะแนนในการปฏิบัติใบงานอื่น ๆ เนื่องมาจากใบงานที่ 1 เป็นใบงานพื้นฐานที่ง่ายและมีวงจรที่ใช้ในการต่อวงจรเพียง 1 วงจร สามารถนำไปปฏิบัติการทดลองตามใบงานได้จนเสร็จ นักศึกษาเมื่อต่อวงจรเสร็จแล้วจึงมีเวลาพอเพียงกับการทำความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมได้มาก ทำให้ค่าคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติและคะแนนจากแบบทดสอบสูงกว่าใบงานอื่น ๆ ในส่วนของใบงานที่ 2 ค่าคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติมีคะแนนต่ำสุดเนื่องจากใบงานมีเนื้อหามากและมีส่วนของความรู้ใหม่ที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม โปรแกรมมีความซับซ้อนและยังมีวงจรที่ต่อมากขึ้น ทำให้คะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถทางการปฏิบัติได้น้อยที่สุด ส่วนคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบท้ายใบงานของใบงานที่ 10 มีค่าต่ำที่สุดเนื่องจากใบงานที่ 10 เป็นใบงานที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณที่เกี่ยวข้องอยู่หลายสูตรทำให้นักศึกษาเสียเวลาไปกับการคำนวณมากจึงทำให้ได้คะแนนน้อย ส่วนคะแนนในการปฏิบัติใบงานวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งส่วนของคะแนนจากแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติและคะแนนจากแบบทดสอบเมื่อเทียบกับใบงานต่าง ๆ พบว่ามีคะแนนน้อยกว่า เนื่องจากเป็นใบงานรวมวงจรที่ต่อมีความยุ่งยาก โปรแกรมมีความซับซ้อนและมีเนื้อหามากทำให้ค่าคะแนนรวมเฉลี่ยที่ได้มีค่าน้อยลง

ค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้ เพราะว่านักศึกษาสนใจในการปฏิบัติใบงาน เนื่องจากในการจัดทำใบงานเป็นไปอย่างเป็นระบบ เนื้อหา ใบงานมีความยาวเหมาะสม และมีความยากง่ายในการปฏิบัติเป็นไปอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจ อีกทั้งเมื่อทดลองปฏิบัติใบงานแล้วนักศึกษาสามารถเห็นผลการปฏิบัติอย่างชัดเจนเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติใบงานและเมื่อปฏิบัติใบงานเสร็จ จะมีการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบซึ่งเป็นคะแนนส่วนหนึ่งเป็นการทำให้นักศึกษามีความตั้งใจมากขึ้น

ผลของประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยวัดจากคะแนนในการปฏิบัติใบงาน 4 ใบงาน มีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.89 สูงกว่าคะแนนจากใบงานวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.45 เนื่องมาจากการปฏิบัติใบงาน 4 ใบงาน เป็นการปฏิบัติครั้งละ 1 ใบงาน และเนื้อหา

ในใบงานเป็นหัวข้อเพียงหัวข้อเดียว ทำให้นักศึกษาสามารถปฏิบัติได้อย่างเป็นลำดับและไม่สับสน แต่ใบงานวัดผลสัมฤทธิ์เป็นใบงานรวมทำให้คะแนนในการปฏิบัติมีค่าต่ำลงเนื่องจากแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบรวมมีอยู่หลายหัวข้อการทดลอง ซึ่งมีการส่งผลโดยตรงกับการปฏิบัติใบงานทำให้การทำใบงานเกิดความสับสนในการเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ต้องอาศัยความเข้าใจและความจำมากขึ้นทำให้นักศึกษาไม่สามารถจำหรือนำมาใช้ได้ทั้งหมดเนื่องมาจากความคงทนในการจำ จึงมีผลทำให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบน้อยลงสอดคล้องกับงานวิจัยของสถาพร จำรัสเลิศลักษณ์ (2543) ทำการวิจัย " การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่อง วงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี ของบริษัท บลิสเทล จำกัด" พบว่า ชุดประลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.93/80.66 ซึ่งเป็นไปสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนก่อนให้นักศึกษาปฏิบัติใบงานควรมีการสาธิตและให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานชุดทดลองและวิธีการให้คะแนน เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ก่อนการปฏิบัติใบงาน และช่วยให้นักศึกษาเข้าใจในขั้นตอนการตรวจสอบและการปฏิบัติได้ถูกต้องดีขึ้น

2. ในการปฏิบัติการทดลองตามใบงานเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดี ควรให้มีการปฏิบัติแบบผู้เรียน 1 คน ต่อ ชุดทดลอง 1 ชุด

3. การออกแบบสร้างชุดทดลองเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ควรคัดเลือกอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดและหาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพง โดยต้องทำการทดสอบก่อนด้วยเครื่องมือวัดมาตรฐาน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างชุดทดลองที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3128-2107 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2546 กระทรวงศึกษาธิการ

2. ควรมีการวิจัยในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 2 ให้สมบูรณ์ทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. 2540. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 : กระทรวงศึกษาธิการ**

กรมอาชีวศึกษา. 2545. **วิสัยทัศน์กรมอาชีวศึกษา พ.ศ. 2545– 2549 : กระทรวงศึกษาธิการ**

ชัชวาลย์ มูลศรี. 2540. **การพัฒนาชุดประลองสำหรับการสอนภาคปฏิบัติแบบจำลองเรื่อง วงจรทรานซิสเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Pspice Version 6.1 for Windows 3.11.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู่. 2539. "ใบงานการทดลอง." **เอกสารประกอบการสอนวิชา Laboratory and Workshop Instruction.** มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

พิพัฒน์ สมใจ . 2545. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. 2531. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค** . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2541. **วิธีการสอนภาคปฏิบัติ** . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภัทรา นิคมานนท์. 2539. **การวัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ.** กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

ยืน ภู่สุวรรณ. 2534 . **"หลักการและแนวทางการจัดหาครุภัณฑ์การศึกษาในสาขางานวิศวกรรม"** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธพิชัย กล้าหาญ.2547. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์และไอซี หลักสูตรประกาศนียบตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538. **หลักการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2530. แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต. **วารสารอาชีวศึกษา.** : 25-45

สมัย โสพันธ์. 2541. "การสร้างและหาประสิทธิภาพคู่มือการประลองโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุมิตร์ เขียววิชัย. 2543. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดจำลองปฏิบัติการประลองบนคอมพิวเตอร์ในวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 1." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์. 2543. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรมเรื่องวงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

แหนม กาสี. 2535. "การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดไฟฟ้า" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการต่าง ๆ

- ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข รหัสประจำตัว 44064609 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51(DEVELOPMENT LABORATORY SET ON MICROCONTROLLER MCS-51)" โดยมี ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2547

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ มกราคม พ.ศ. 2547

(รองศาสตราจารย์ ร้อยเอกวีระเชษฐ์ ขันเงิน)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ที่ ศธ 0524.04/ 2365

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ชูศักดิ์ เกษมรัติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง จำนวน 1 ชุด
2. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินสื่อการสอนของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ที่ ศธ 0524.04 / 3267

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 13 มกราคม 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข ทดลองใช้ชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับนักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

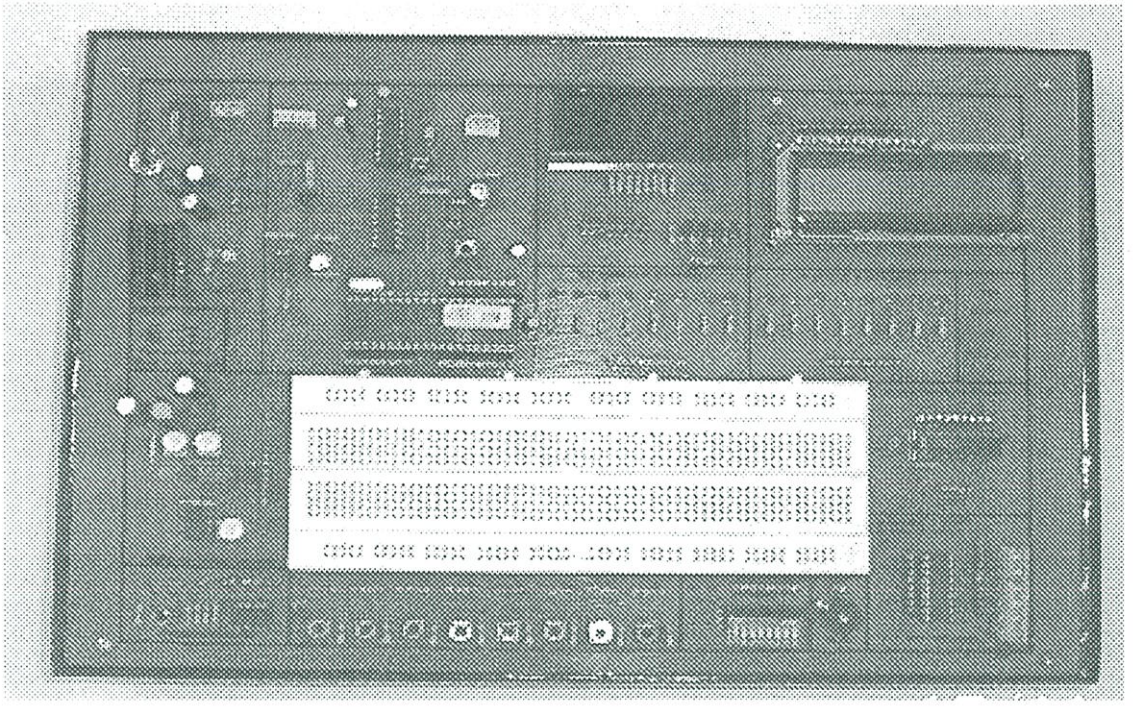
ภาคผนวก ข

ชุดทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

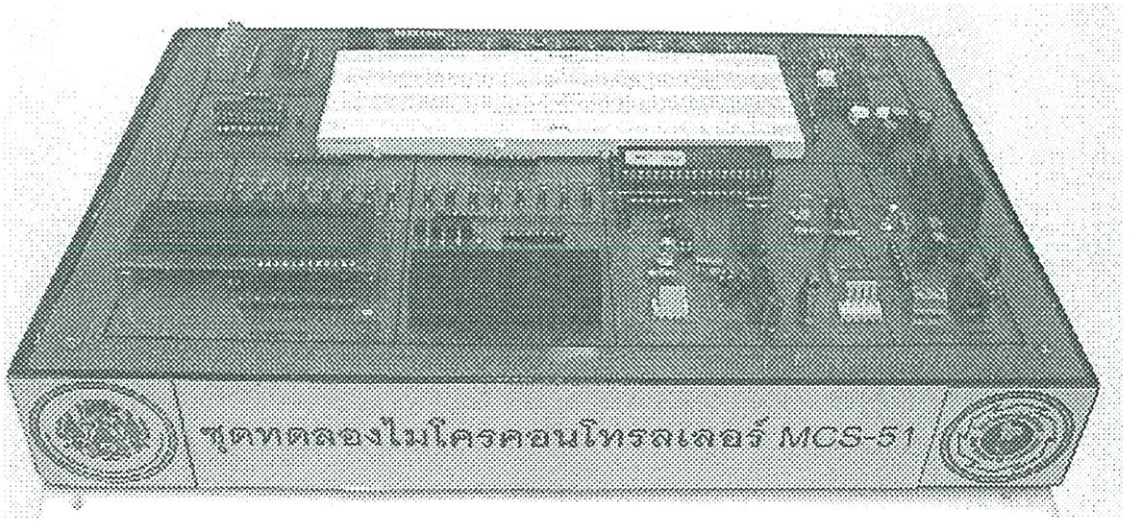
- บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- ใบงาน
- คู่มือ

แบบทดสอบ

- แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน
- แบบทดสอบใบงานรวม



ภาพที่ ข.1 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



ภาพที่ ข.2 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การทดลองที่ 1

MCS-51 กับ LED DISPLAY

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาวงจรไฟวิ่งที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับพอร์ตได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED DISPLAY ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED DISPLAY ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมไฟวิ่งได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม RAD51 และโปรแกรม P89C51RD2HC
3. IC 74HC573 จำนวน 1 ตัว
4. สายต่อวงจร

ทฤษฎี

พอร์ต (PORT) คือช่องทางในการนำข้อมูลเข้า-ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีพอร์ตอยู่ 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 – พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีอยู่ 8 บิต พอร์ต 0 ถึง พอร์ต 3 (P0 – P3) ซึ่งจะมีเป็นตำแหน่งอยู่ในส่วนของหน่วยความจำรีจิสเตอร์พิเศษ คือ พอร์ต 0 อยู่ที่ Address 80H พอร์ต 1 อยู่ที่ Address 90H

พอร์ต 2 อยู่ที่ Address 0A0H พอร์ต 3 อยู่ที่ Address 0B0H

การนำข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีคำสั่งอยู่หลายคำสั่ง เช่น MOV P0,A คือ การนำค่า จาก Register A ส่งไปยัง Port 0

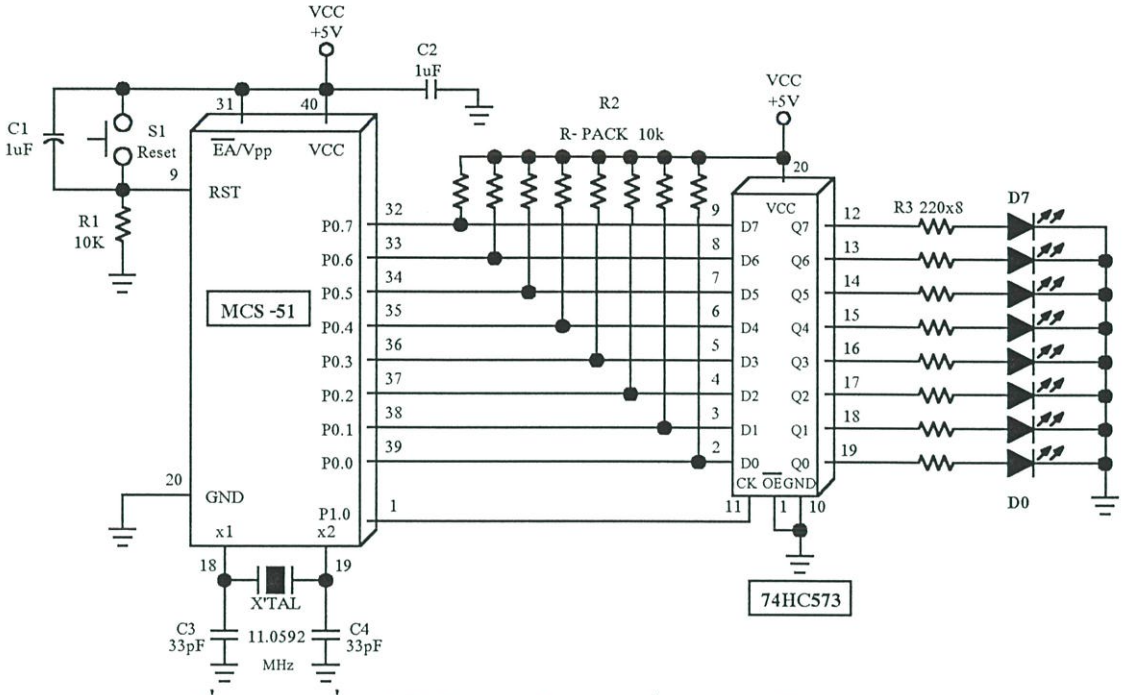
MOV P1,#07H คือ การนำค่า 07H ส่งไปยัง พอร์ต P1

SETB P2.0 คือ การทำให้บิต P2.0 เป็นลอจิก 1

CLR P3.7 คือ การทำให้บิต P3.7 เป็นลอจิก 0

เป็นต้น

ลำดับขั้นการทดลอง



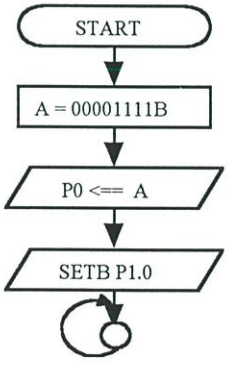
รูปที่ 1.1 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED DISPLAY

ตอนที่ 1 การเขียนโปรแกรมไฟวิ่ง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1
2. เขียนโปรแกรมที่ 1.1 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 1.1

```
        ORG   0000H
        MOV   A,#00001111B
        MOV   P0,A
        SETB  P1.0
        SJMP  $
```



3. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม สังเกตผลที่แสดงที่ LED ผลที่ปรากฏคือ

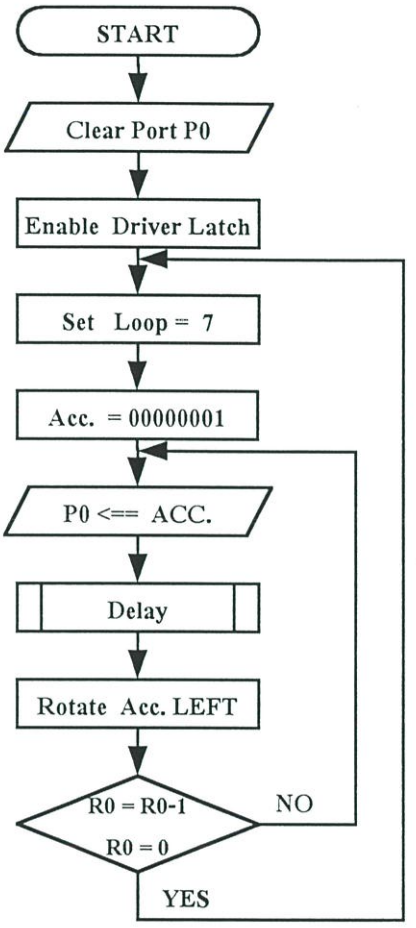
.....

4. ถ้าต้องการให้ LED ติดดังรูป ●-○-●-○-●-○-●-○ ต้องแก้ไขโปรแกรม จาก คำสั่ง ..... เป็น .....

5. ศึกษา Flow Chart และโปรแกรมการทำงานของการควบคุมการติดดับของ LED DISPLAY ซึ่งเป็นการหมุนจาก LED ดวงทางขวาไปทางซ้าย

โปรแกรมที่ 1.2

```
DRIVER_LATCH    BIT     P1.0
                ORG     0000H
                SETB    DRIVER_LATCH
MAIN:           MOV     R0,#07H
                MOV     A,#00000001B
LOOP:           MOV     P0,A
                ACALL   DELAY
                RL      A
                DJNZ    R0,LOOP
                AJMP    MAIN
DELAY:          MOV     R7,#100
DEL1:           MOV     R6,#190
DEL:            NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DEL
                DJNZ    R7,DEL1
                RET
```



6. เขียนโปรแกรมที่ 1.2 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์
7. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อรันโปรแกรม สังเกตผลที่LED ผลที่ปรากฏคือ

Step	D7							D0
1	○	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○	○

8. ถ้าต้องการให้ LED ติดจาก ซ้าย ไป ขวาต้องแก้ไขโปรแกรม จาก

คำสั่ง ..... เป็น .....

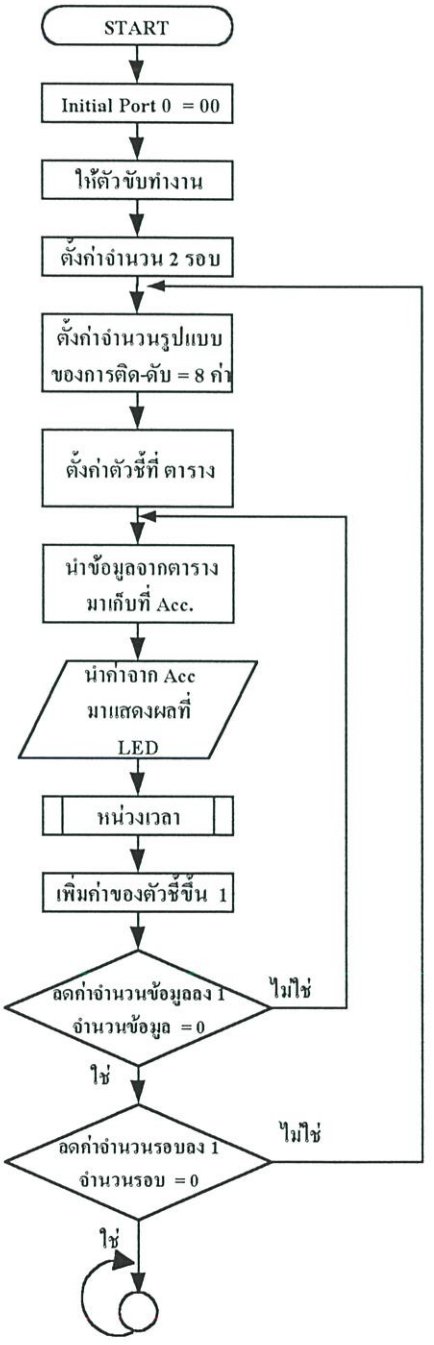
คำสั่ง ..... เป็น .....

ตอนที่ 2 การเขียนโปรแกรมไฟวิ่งโดยการเปิดตาราง (LOOK UP TABLE)

1. ศึกษา Flow Chart และโปรแกรมการทำงานของการควบคุมการติดดับของ LED DISPLAY ซึ่งเป็นการหมุนจาก LED ดวงทางซ้ายไปทางขวา 2 รอบ แล้วหยุด โดยการเปิดตาราง

โปรแกรมที่ 2.1

```
DRIVER_LATCH    BIT     P1.0
                ORG     0000H
                MOV     P0,#00000000B
                SETB    DRIVER_LATCH
                MOV     R1,#02H
LOOP:           MOV     R0,#08H
                MOV     DPTR,#TABLE
DISPLAY:        MOV     A,#0
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P0,A
                ACALL   DELAY
                INC     DPTR
                DJNZ    R0,DISPLAY
                DJNZ    R1,LOOP
                SJMP    $
TABLE:          DB      01H,02H,04H,08H
                DB      10H,20H,40H,80H
DELAY:          MOV     R7,#100
DEL1:           MOV     R6,#190
DEL:            NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DEL
                DJNZ    R7,DEL1
                RET
```



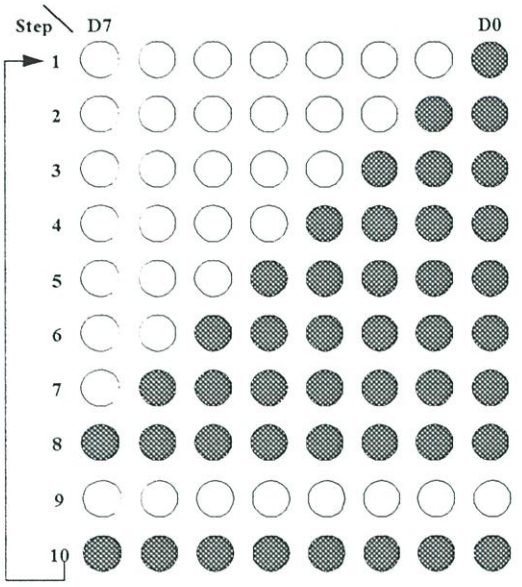
2. จากโปรแกรม LED จะมีการติดดับในลักษณะใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

3. จงเขียน Flow Chart และโปรแกรม ถ้าต้องการให้ LED ติด- ดับ ตามรูป จำนวน 4 รอบ แล้วจบโปรแกรม โดยใช้หลักการเปิดตารางข้อมูล



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ไอซี 74HC573 ทำหน้าที่อะไร

.....

2. เมื่อต้องการให้ ไอซี 74HC573 ทำงานจะต้องให้ลอจิกที่ขา 11 (CK) ด้วยลอจิกอะไร

.....

3. ถ้าต้องการให้ LED มีการติด- ดับเร็วขึ้นจะต้องแก้ไขที่ส่วนใดของโปรแกรม จงเขียนโปรแกรมประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงเขียน Flow Chart และคำนวณค่าของ Delay ในโปรแกรมที่ 1.2

.....

.....

.....

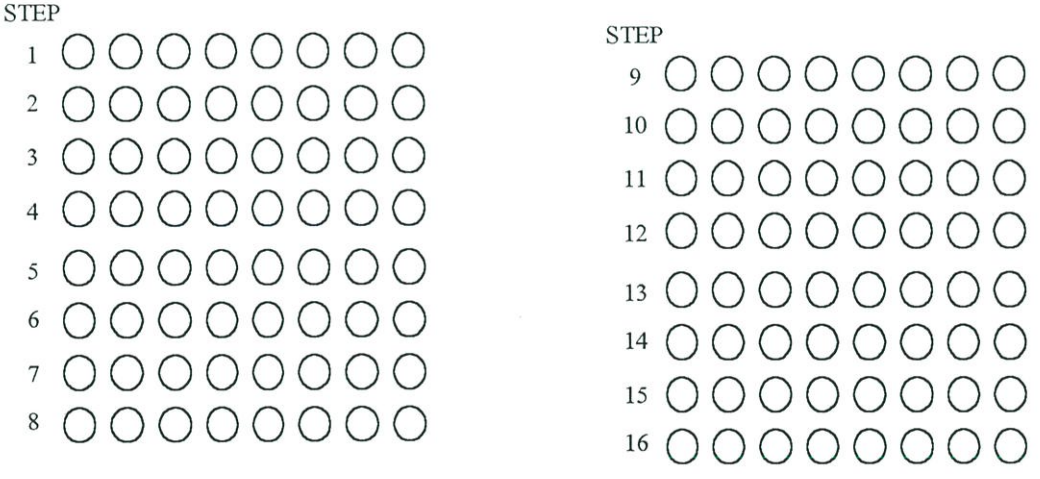
.....

.....

.....

.....

5. จงออกแบบวงจรไฟวิ่ง 8 ดวง โดยการใช้พอร์ต P2 และเขียน Flow Chart พร้อมโปรแกรมเพื่อควบคุมการ ติด-ดับ ของ LED ตามหลักการ Look Up Table และกำหนดลักษณะการติดดับของ LED ลงในตาราง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 2

MCS-51 กับ SWITCH

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาวิธีการใช้งานสวิตช์ที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งรับค่าข้อมูลทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งรับค่าข้อมูลทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในระดับพอร์ตได้
3. อธิบายการเกิด Bounce และวิธีการแก้ Bounce ได้
4. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ SWITCH ได้
5. ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ SWITCH ได้
6. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานสวิตช์ในงานควบคุมได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม RAD51 และ โปรแกรม P89C51RD2
3. RELAY 5 V. จำนวน 1 ตัว
4. สายต่อวงจร

ทฤษฎี

ในการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงการใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุต หลักการคือ **ต้องการกำหนดให้พอร์ตบิตใดเป็นอินพุตให้เขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้นก่อน จากนั้นถึงทำการอ่านสถานะที่บิตนั้นกลับมา** หากพิจารณาตามลักษณะโครงสร้างภายในของพอร์ต จะพบว่า การเขียนข้อมูล "1" ไปยังพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นการทำให้จำพอร์ตนั้น ๆ มีการพูลอัปเป็น "1" สามารถที่จะรับข้อมูลที่เข้าได้ โดยไม่ทำให้เกิดการโหลดกระแส เมื่อส่งลอจิก "1" ไปยังพอร์ตแล้ว หากข้อมูลที่เข้ามีระดับแรงดันต่ำกว่า 0.8V จะถือว่า มีข้อมูล "0" เข้ามา ในทางตรงข้าม หากมีแรงกันประมาณ 5V ปรากฏที่ขาพอร์ตนั้น จะถือว่า มีข้อมูล "1" เกิดขึ้น

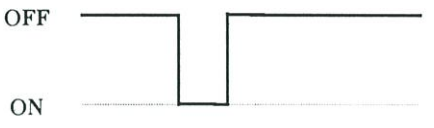
การอ่านข้อมูลจากพอร์ตมีด้วยกัน 2 วิธีคือ

1. **ใช้คำสั่งโอนย้ายข้อมูลจากพอร์ตเข้าที่แอกคิวมูเลเตอร์ ด้วยคำสั่ง MOV ACC.x,Px.x** (x คือ หมายเลขของพอร์ตหรือบิตใด ๆ) หรือ

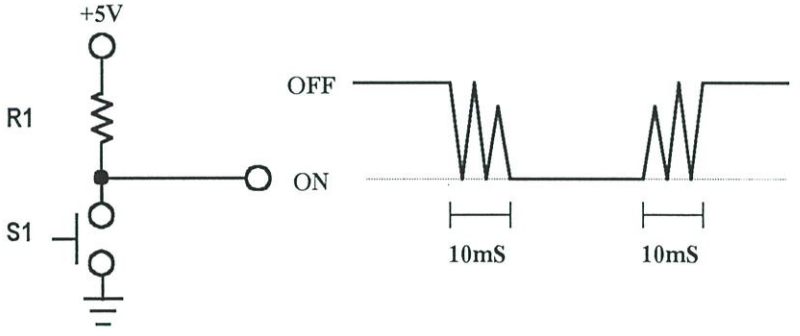
2. **ใช้คำสั่งกระโดดอย่างมีเงื่อนไข** เช่น JB ยกตัวอย่าง เมื่อเรียกใช้คำสั่ง JB ซึ่งเป็นคำสั่งที่กำหนดให้เกิดการกระโดดหากบิตที่ตรวจสอบนั้นเป็น "1" หากข้อมูลที่พอร์ต 1 บิต 2 (P1.2) มีค่าเป็น"0" ไม่เกิดการกระโดด ด้วยวิธีการนี้ทำให้สามารถอ่านค่า P1.ได้ว่า มีค่าเท่ากับ "0"

Switch Bounce

ในการกดสวิตช์ จะทำให้หน้าสัมผัสต่อ แต่การต่อของหน้าสัมผัสนี้จะไม่เป็นไปตามอุดมคติ ดังรูป

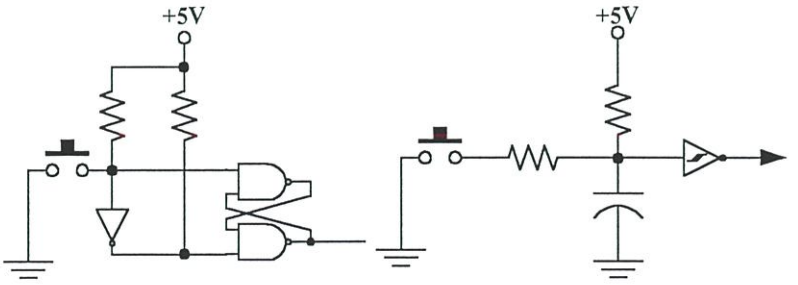


จากเหตุที่ว่าหน้าสัมผัสจริง ๆ ไม่ได้ราบเรียบหรือสะอาดอยู่เสมอ และแรงกดของนิ้วบนสวิตช์ก็แตกต่างกัน ทำให้เกิดการเด้งกลับไปกลับมาหรือแกว่งของแป้นกดชั่วขณะหนึ่ง หลังจากการกดสวิตช์ลงไป เราเรียกว่าเป็นการเด้งกลับไปกลับมานี้ว่า " เบาซ์ (BOUNCE) " ของการสวิตช์ ซึ่งจะทำให้การต่อวงจรจริงของสวิตช์เป็นดังนี้

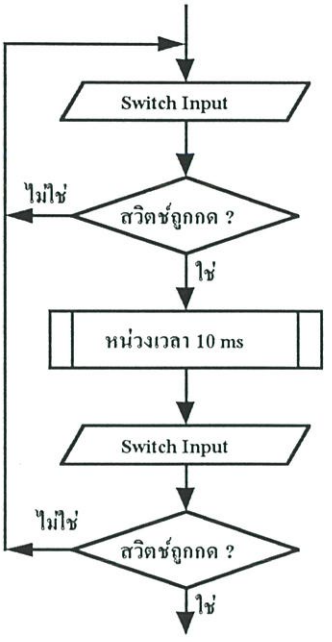


วิธีการแก้เบาซ์ (De Bounce) มีอยู่ 2 ทาง คือ

1. **Hardware** โดยใช้การต่อวงจรช่วย เช่นวงจรฟลิบฟลอบหรือใช้ไอซีแก้เบาซ์ MC14490 เป็นต้น



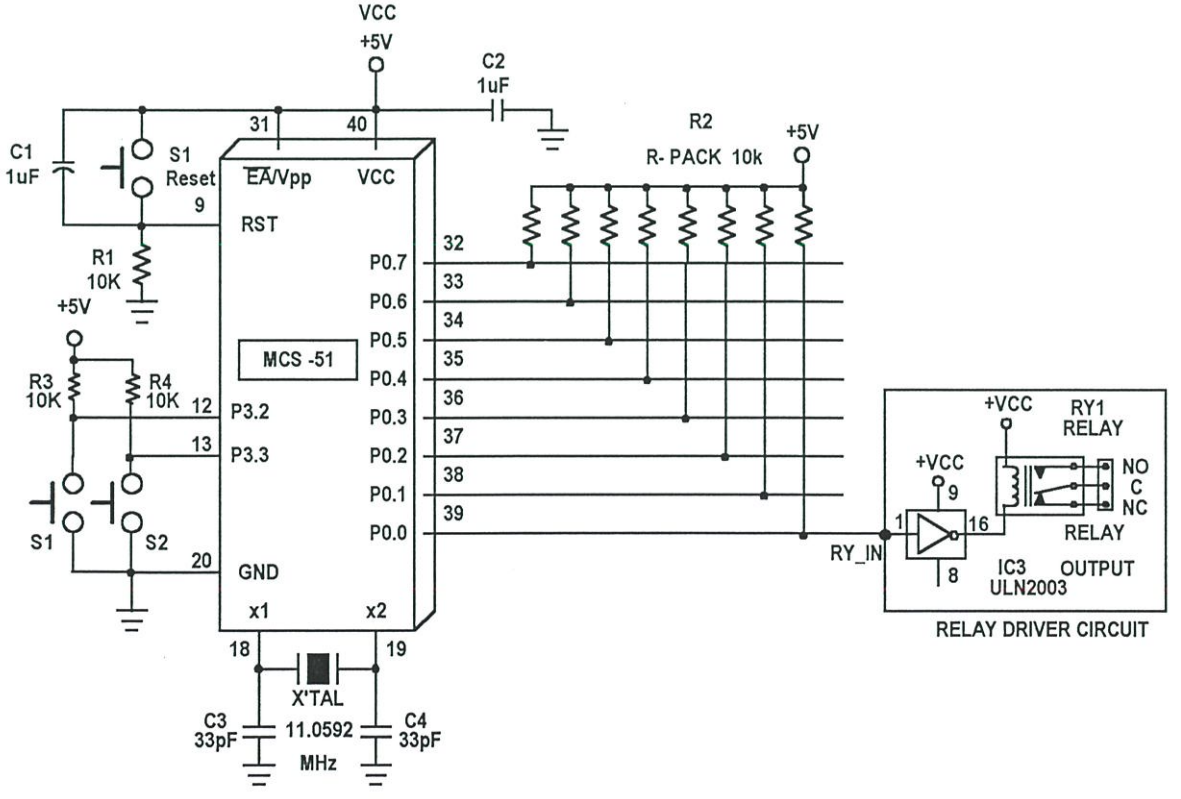
2. **Software** โดยการเขียนโปรแกรมซึ่งมีขั้นตอนการตรวจสอบดังรูป



ลำดับขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 รับค่าข้อมูลจากพอร์ต MCS-51

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.1



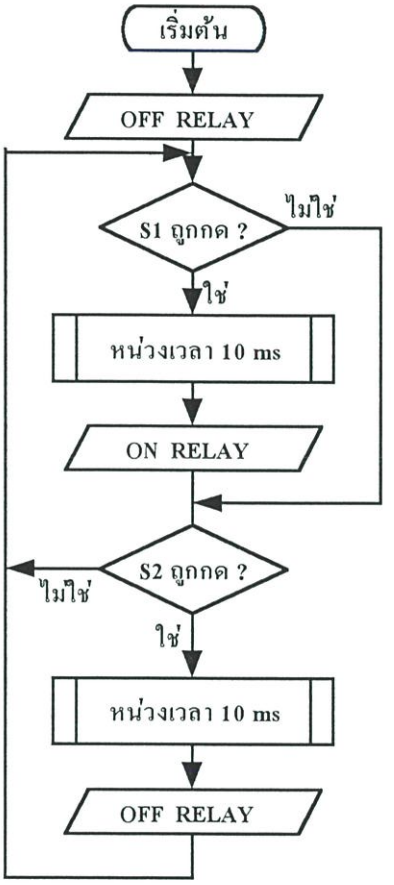
รูปที่ 2.1 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Switch On- Off

2. เขียนโปรแกรมที่ 2.1 ทำ Assembler และโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โปรแกรมที่ 2.1 โปรแกรมรับค่าจากพอร์ต

(เริ่มต้นจะให้ RELAY OFF เมื่อกดสวิตช์ S1 RELAY จะ ON และ กดสวิตช์ S2 RELAY จะ OFF)

```
SW_S1       BIT     P3.2
SW_S2       BIT     P3.3
RELAY       BIT     P0.0
            ORG     0000H
            CLR     RELAY
MAIN:       JB      SW_S1,CHK_SW_S2
            ACALL   DELAY
            SETB    RELAY
CHK_SW_S2:  JB      SW_S2,MAIN
            ACALL   DELAY
            CLR     RELAY
            AJMP    MAIN
DELAY:      MOV     R7,#10
DEL_1:      MOV     R6,#200
DEL_2:      NOP
            NOP
            DJNZ    R6,DEL_2
            DJNZ    R7,DEL_1
            RET
```



3. จ่ายไฟให้แก่วงจร

- กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรมสังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

.....

- กดสวิตช์ S1 สังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

.....

- กดสวิตช์ S2 สังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

.....

4. จากการทดลองกด สวิตช์ S1 และ สวิตช์ S2 ผลที่ได้ RELAY จะ ON-OFF ตามที่ทำการกดสวิตช์ทุกครั้งหรือไม่ ถ้าไม่เป็นเพราะเหตุใด จงอธิบาย

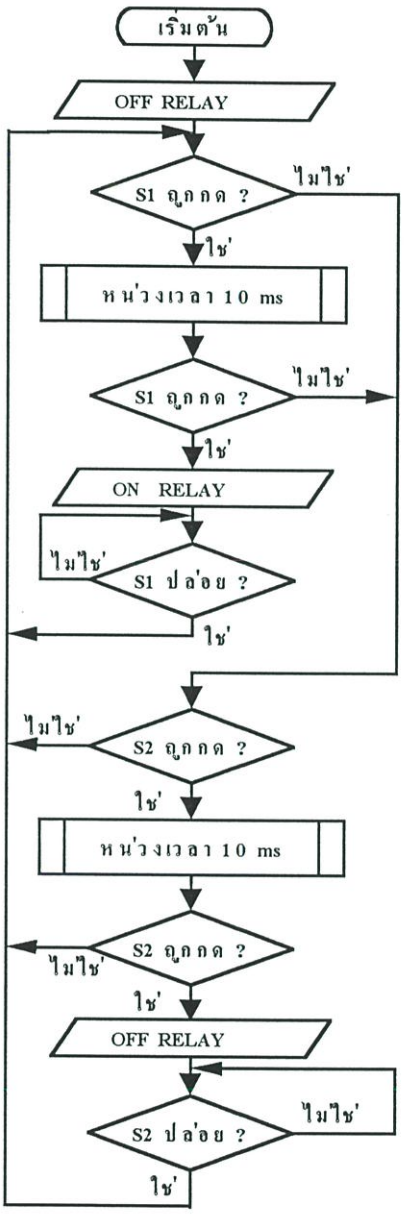
.....

.....

5. เขียนโปรแกรมที่ 2.2 ทำ Assembler และโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โปรแกรมที่ 2.2 โปรแกรม ON-OFF RELAY

```
ON_SW       BIT   P3.2
OFF_SWBIT   P3.3
RELAY       BIT   P0.0
            ORG   0000H
            CLR   RELAY
MAIN:       JB    ON_SW,CHK_OFF_SW
            ACALL DELAY
            JB    ON_SW,CHK_OFF_SW
            SETB  RELAY
            JNB   ON_SW,$
            AJMP  MAIN
CHK_OFF_SW: JB    OFF_SW,MAIN
            ACALL DELAY
            JB    OFF_SW,MAIN
            CLR   RELAY
            JNB   OFF_SW,$
            AJMP  MAIN
DELAY:      MOV   R7,#10
DEL_1:      MOV   R6,#250
DEL_2:      NOP
            NOP
            DJNZ  R6,DEL_2
            DJNZ  R7,DEL_1
            RET
```



6. จ่ายไฟให้แก่วงจร

- กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม สังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

  .....

- กดสวิตช์ S1 สังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

  .....

- กดสวิตช์ S2 สังเกตและบันทึกผลการทำงานของ RELAY

  .....

- กดสวิตช์ S1 และ S2 พร้อมกัน RELAY จะทำงานอย่างไร เพราะเหตุใด จงอธิบาย

  .....

7. จากโปรแกรม เมื่อต้องการให้เมื่อ กดสวิตช์ S2 RELAY ON เมื่อกด S1 ทำให้ RELAY OFF ต้องแก้ไข

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

8. จากโปรแกรม เมื่อต้องการให้เมื่อ กดสวิตช์ S1 RELAY จะ ON เมื่อกด S1 ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง RELAY จะOFF จะต้องแก้ไข

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

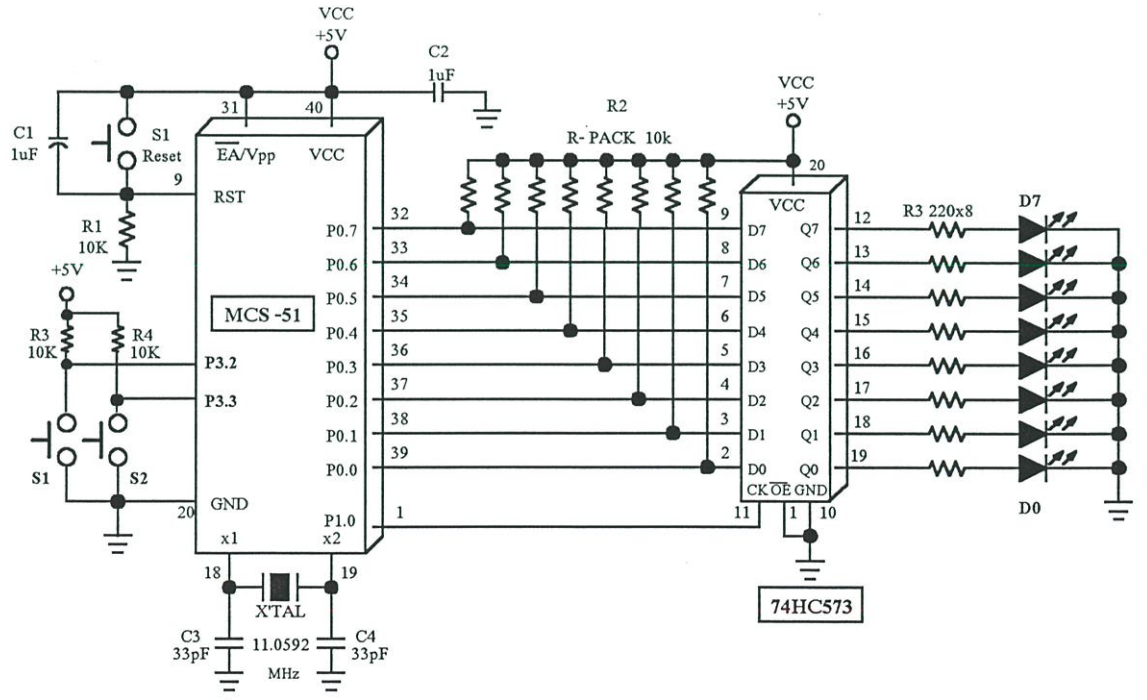
คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

คำสั่งบรรทัดที่..... จาก ..... เป็น .....

ตอนที่ 2 การใช้ค่าข้อมูลทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.2

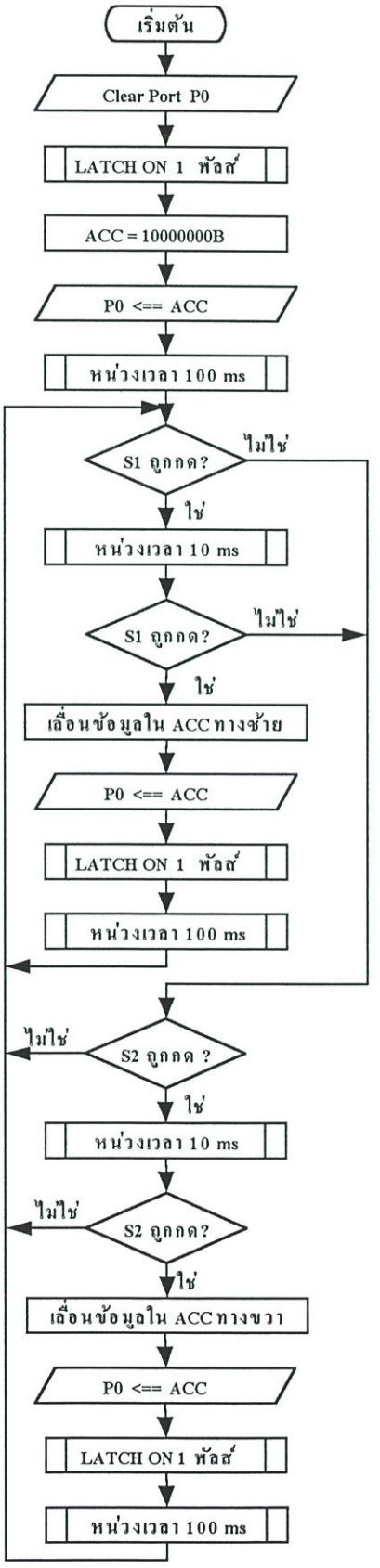


รูปที่ 2.2 การต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ SWITCH

2. เขียน Flow Chart และทำการโปรแกรมที่ 2.3 ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โปรแกรมที่ 2.3

```
LATCH_EN        BIT     P1.0
LEFT_SHF        BIT     P3.2
RIGHT_SHF       BIT     P3.3
                ORG     0000H
                MOV     P0,#00000000B
                CLR     LATCH_PULSE
MAIN:           MOV     A,#10000000B
                MOV     P0,A
                ACALL   LATCH_PULSE
LOOP:           JB      LEFT_SHF,CHK_S1
                ACALL   DELAY
                JB      LEFT_SHF,CHK_S1
                RL      A
                MOV     P0,A
                ACALL   LATCH_PULSE
                ACALL   DELAY
                AJMP    LOOP
CHK_S1:         JB      RIGHT_SHF,LOOP
                ACALL   DELAY
                JB      RIGHT_SHF,LOOP
                RR      A
                MOV     P0,A
                ACALL   LATCH_PULSE
                ACALL   DELAY
                AJMP    LOOP
LATCH_PULSE:    SETB    LATCH_EN
                NOP
                CLR     LATCH_EN
                NOP
                RET
DELAY:          MOV     R7,#100
DEL1:           MOV     R6,#230
DEL2:           NOP
                DJNZ    R6,DEL2
                DJNZ    R7,DEL1
                RET
```



3. จ่ายไฟให้แก่วงจร การกดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม สังเกตการทำงานของ LED ผลที่ปรากฏ คือ .....

   - กดสวิตช์ S1 จำนวน 1 ครั้ง สังเกตการทำงานของ LED ผลที่ปรากฏ คือ.....
   - กดสวิตช์ S2 จำนวน 1 ครั้ง สังเกตการทำงานของ LED ผลที่ปรากฏ คือ .....
   - ทำการกด S1 ค้างไว้ ผลที่ปรากฏ คือ .....
   - ทำการกด S2 ค้างไว้ ผลที่ปรากฏ คือ .....

4. จากรูปที่ 2.2 ให้เขียนโฟล์วชาร์ตและโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไฟวิ่ง

   - เริ่มต้น ให้รอจนกว่าจะมีการกดสวิตช์ S1 เมื่อมีการกดสวิตช์ S1 แล้วให้ไฟวิ่งจากขวามาซ้าย
   - เมื่อ กดสวิตช์ S2 ให้ไฟหยุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. คำสั่งที่ใช้ในการรับค่าข้อมูลจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีคำสั่งใดบ้าง จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายสาเหตุที่ทำให้มีเกิดเบาซ์ของสวิตช์

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายวิธีการแก้เบาซ์ที่เกิดจากการกดสวิตช์

.....

.....

.....

.....

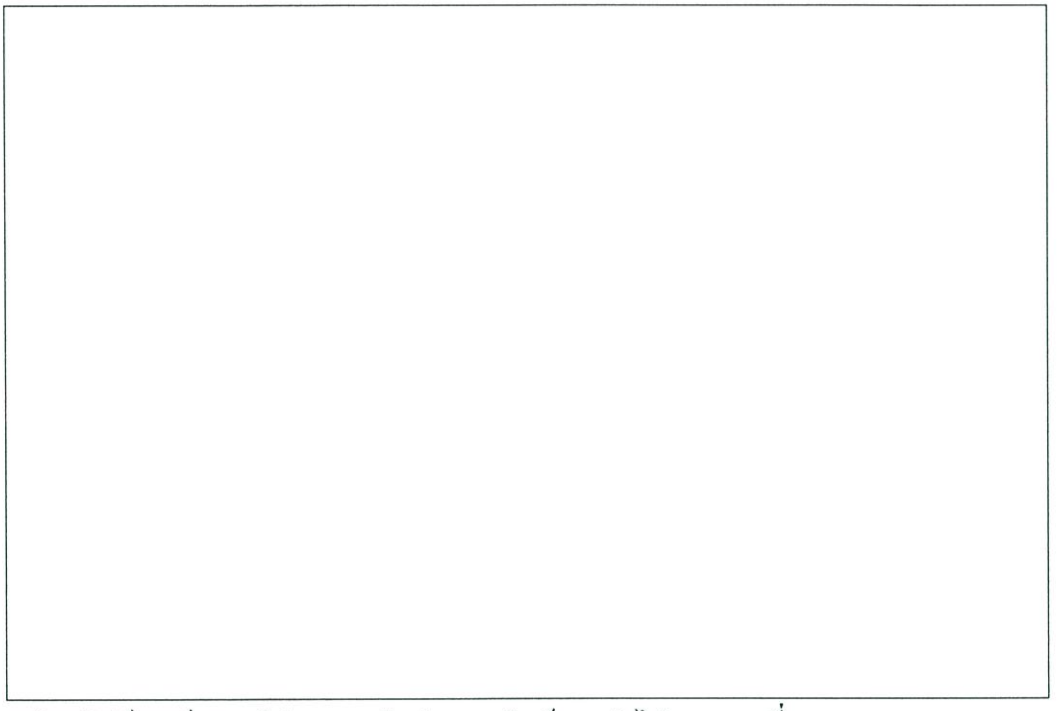
.....

4. จงออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับอุปกรณ์เชื่อมต่อดังนี้

a. สวิตช์โยก ON-OFF จำนวน 8 ตัว

- เมื่อเลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON ให้มีลอจิกเป็น "1"
- เมื่อเลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง OFF ให้มีลอจิกเป็น "0"

และ b. LED จำนวน 8 ดวง



4.1 เขียนโฟล์วชาร์ตและโปรแกรม รับค่าจากสวิตช์และนำไปแสดงผลที่ LED

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่6

MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของ STEPPING MOTOR โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

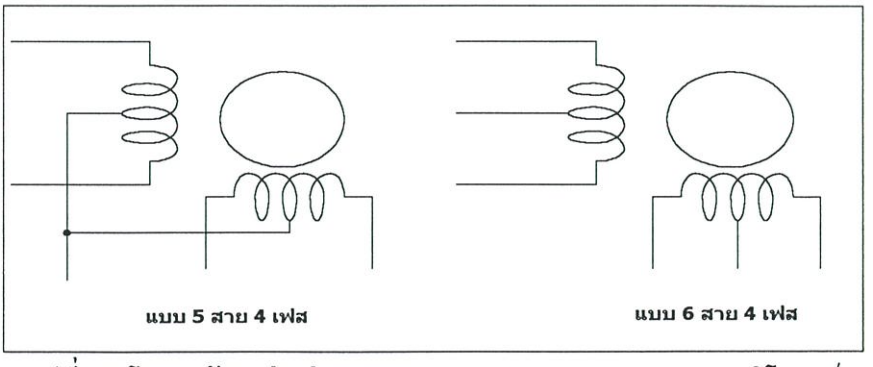
1. อธิบายวิธีการกระตุ้นเฟสของ STEPPING MOTOR แบบต่าง ๆ ได้
2. บอกคุณสมบัติของการกระตุ้นเฟสแบบต่าง ๆ ได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ STEPPING MOTOR ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ STEPPING MOTOR ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของ STEPPING MOTOR แบบต่าง ๆ ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม RAD51 และโปรแกรม P89C51RD2
3. สายต่อวงจร
4. STEPPING MOTOR แบบยูนิโพล่าร์ 12V จำนวน 1 ตัว

ทฤษฎี

STEPPING MOTOR ได้รับการพัฒนามานานอย่างต่อเนื่อง จนในปัจจุบัน STEPPING MOTOR ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด และหาได้ง่ายคือ แบบยูนิโพลาร์ (UNI-POLAR STEPPING MOTOR) ซึ่งมีลักษณะการพันขดลวดของมอเตอร์แสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 โครงสร้างอย่างง่ายของ STEPPING MOTOR แบบยูนิโพลาร์

การกระตุ้นเฟสและควบคุมการหมุนของ STEPPING MOTOR

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบน STEPPING MOTOR ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้องด้วย สามารถแบ่งได้ 3 รูปแบบคือ

1. แบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส (Full Step 1 Phase หรือ 1-Excitation)
2. แบบฟูลสเต็ปสองเฟส (Full Step 2 Phase หรือ 2-Excitation)
3. แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step หรือ 1-2 Excitation)

1. แบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส (Full Step 1 Phase หรือ 1-Excitation)

แบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส (full step) หรือแบบ Half Drive เป็นการกระตุ้นที่มีรูปร่างแบบง่ายที่สุด โดยการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งไล่เรียงถัดกันไป เช่น เริ่มต้นที่ขดที่ 1,2,3,4, แล้ววนกลับมาที่ขดที่ 1 วนไปเรื่อย ๆ หรือเริ่มที่ขดลวดที่ 1 แล้วย้อนไปยังขดลวดที่ 4,3,2 แล้วกลับมายังขดลวดที่ 1 อีกครั้ง ซึ่งทำให้ทิศทางของการหมุนสวนกัน ในการกระตุ้นรูปแบบนี้จึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบเวฟจึงมีราคาถูกและง่าย แต่จะให้แรงบิดน้อย ขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ แสดงดังในตารางที่ 6.1

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 6.1 การกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟส

2. แบบฟูลสเต็ปสองเฟส (Full Step 2 Phase หรือ 2-Excitation)

แบบฟูลสเต็ปสองเฟส หรือแบบ Full Drive เป็นการกระตุ้นซึ่งคล้ายกับแบบหนึ่งเฟส แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำให้การกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขด ที่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังตัวอย่าง ขดลวดชุดแรกที่ถูกกระตุ้นจะเป็นขดที่ 1 และ 2 ตามด้วยการกระตุ้นขดที่ 2 และ 3 ต่อไปเป็นขดที่ 3 และ 4 ถัดไปเป็นขดที่ 4 และ 1 แล้วกลับมาที่ขดที่ 1 และ 2 วนไปตามลำดับเช่นนี้ หรือเริ่มที่ขดที่ 1 และ 4 ตามด้วยขดที่ 4 และ 3 ถัดไปเป็นขดที่ 3 และ 2 ต่อไปเป็นขดที่ 2 และ 1 แล้ววนกลับมาที่ขดที่ 1 และ 4 ทิศทางการหมุนจะสวนทางกัน การกระตุ้น STEPPING MOTOR แบบนี้สามารถให้แรงบิดได้มากกว่าแบบแรก โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน และต่อไปด้วยแรงดึงจาก

อีก 2 ขดลวดถัดไป สำหรับข้อเสียคือการกระตุ้นแบบนี้ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ แสดงดังในตารางที่ 6.2

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 6.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ปสองเฟส

3. แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step หรือ 1-2 Excitation)

แบบฮาล์ฟสเต็ปเป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปหนึ่งเฟสและ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกเท่าตัวหนึ่ง ในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเป็นลำดับดังนี้ เริ่มจากขดลวดที่ 1 , 1 และ 2 , 2 , 2 และ 3 , 3 , 3 และ 4 , 4 , 4 และ 1 แล้ววนกลับมายังขดลวดที่ 1 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีก เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง แต่ละสเต็ปเกิด แรงเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องพึงระวังไว้อีกประการหนึ่งว่า เมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ป จึงจะได้เท่ากับระยะเท่ากับ 1 สเต็ปเต็มของการควบคุมใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้ขนาดเท่ากับแบบ 2 เฟส เป็นอย่างน้อย จึงจะเพียงพอ ขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 6.3

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 2	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 6.3 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป

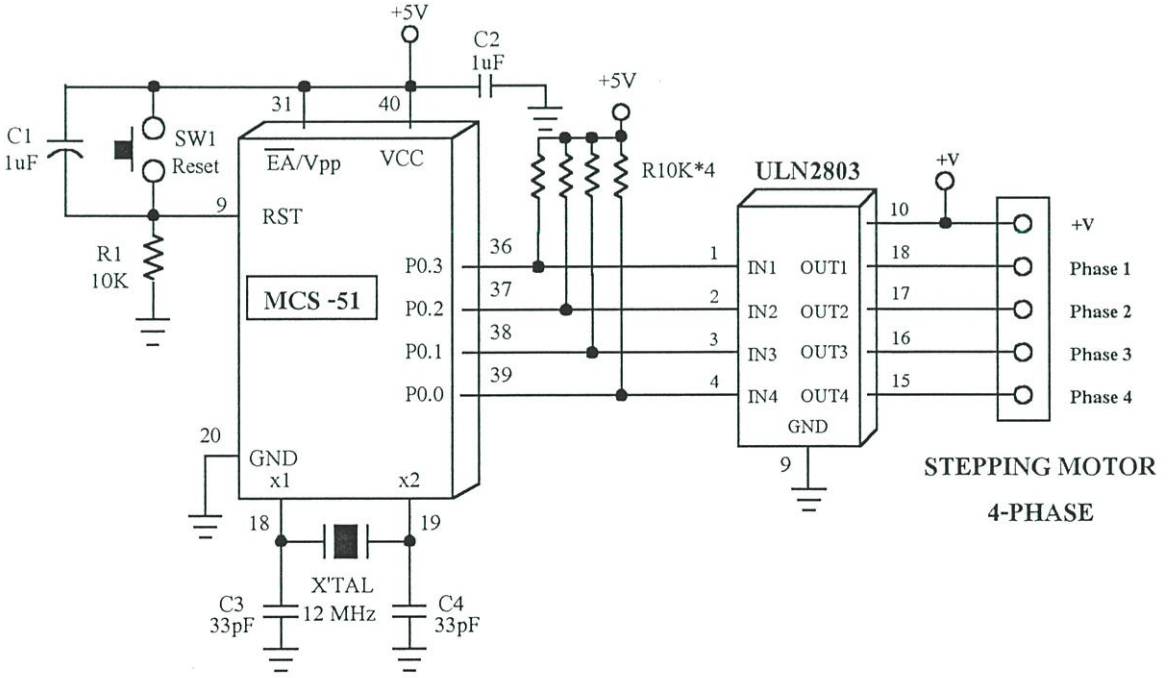
ตัวอย่างวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แสดงในรูปที่ 6.2 จะใช้พอร์ต 0 ส่งข้อมูลไปยังไอซีไดรเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์เปิดเบอร์ ULN2003 ด้วยไอซีแบบนี้ทำให้สามารถเลือกแรงดันสำหรับขับสเต็ปมอเตอร์ได้กว้างขวางตั้งแต่ 5-30 V โดย ULN2003 มีความสามารถในการจ่ายกระแสได้สูงสุด 500mA ต่อขา ทั้งนี้ต้องเตรียมแหล่งจ่ายไฟให้มีความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าสูงเพียงพอด้วย

เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนให้ส่งข้อมูล "1" ไล่เรียงตามลำดับจาก P0.0 ถึง P0.3 แล้ววนกลับมาไปที่ P0.0 ใหม่ หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็ให้ส่งข้อมูลย้อนกลับ โดยเริ่มจาก P0.3 ก่อนแล้วสิ้นสุดรอบที่ P0.0 แล้ววนกลับไปที่ P0.3 ใหม่ เมื่อ ULN2003 ได้รับข้อมูล "1" ก็จะทำการกลับลอจิก ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาเอาต์พุตที่ทำงาน ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของแกนมอเตอร์ขึ้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 วงจรการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2. เขียนโปรแกรมที่ 6.1 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 6.1 โปรแกรมทดลองการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

```
                ORG     0000H
                MOV     A,#0
MAIN:           MOV     DPTR,#TABLE
                MOV     B,A
LOOP:           MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P0,A
                ACALL   DELAY
                MOV     A,B
                INC     A
                CJNZ    A,#04H,NEXT
                MOV     A,#0
NEXT:           MOV     B,A
                AJMP    LOOP
DELAY:          MOV     R7,#20
DEL1:           MOV     R6,#100
DEL2:           NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DEL2
                DJNZ    R7,DEL1
                RET
TABLE:          DB      01,02H,04H,08H
                END
```

3. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อรันโปรแกรม สังเกตการหมุนของ STEPPING MOTOR ผลที่ปรากฏคือ

.....

4. จากโปรแกรมเป็นการกระตุ้นเฟส STEPPING MOTOR แบบใด

.....

5. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนกลับทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่งไหน

จาก ..... เป็น .....

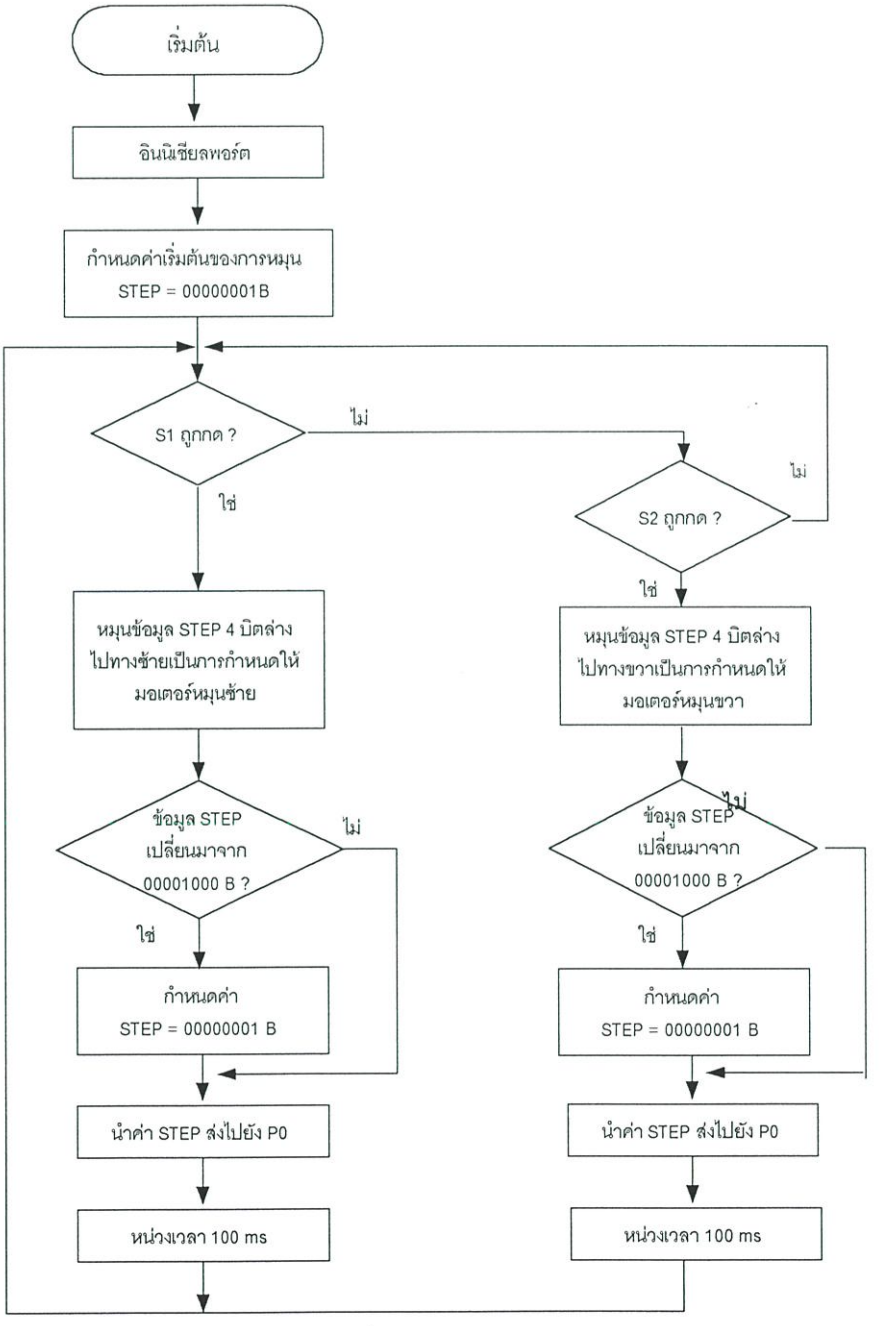
6. จงอธิบายการทำงานของโปรแกรม

.....

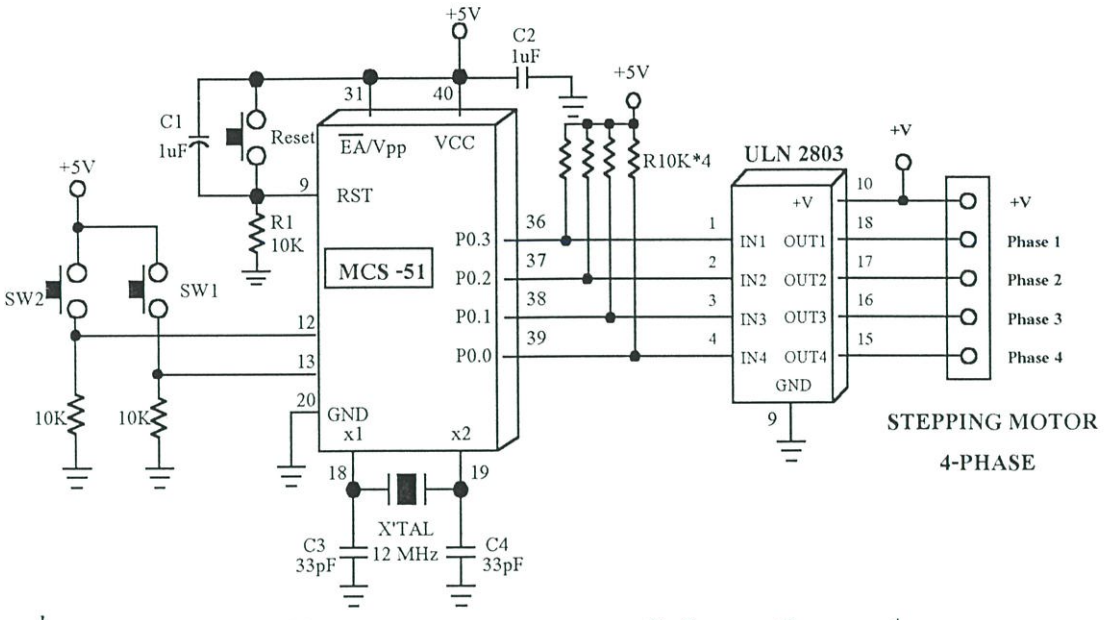
.....

.....

.....



รูปที่ 6.4 โฟล์วชาร์ตโปรแกรมที่ 6.2 การขับ STEPPING MOTOR



รูปที่ 6.5 วงจรทดลองการขับ STEPPING MOTOR ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 6.5
2. ศึกษาโฟลวชาร์ตของโปรแกรมที่ 6.2 ในรูปที่ 6.4
3. เขียนโปรแกรมที่ 6.2 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 6.2 โปรแกรมทดลองการขับ STEPPING MOTOR

```
LEFT_SW         BIT     P3.2                    ; Interrupt 0 PIN S1
RIGHT_SW        BIT     P3.3                    ; Interrupt 1 PIN S2
STEP            EQU     030H                    ; For keep Stepper State
                ORG     0000H                   ; Reset Vector
                MOV     P0,#00000000B           ; Clear Databus
MAIN:           MOV     STEP,#00000001B         ; Initial Stepper
                MOV     P0,STEP                 ; Move Stepper Value to DATABUS
LOOP:           JNB     LEFT_SW ,ROTATE_LEFT ; Check S2 Pressed?
                JB      RIGHT_SW,LOOP           ; Check S3 Pressed?
                AJMP    ROTATE_RIGHT            ; S3 Pressed => Rotate Right
ROTATE_LEFT:    MOV     A,STEP                  ; Get Stepper State
                SWAP    A                       ; Swap nibble in ACC.
                CLR     C                       ; Clear Carry Flag
                RLC     A                       ; Rotate Left ACC.
                JNC     NEXT_LEFT               ; Check Carry Flag
                MOV     A,#00010000B            ; Replace new Stepper State Value
NEXT_LEFT:      SWAP    A                       ; Swap nibble back to original
                MOV     STEP,A                  ; Save new Stepper State
```

```
                    MOV     P0,STEP             ; Drive new Stepper State
                    ACALL   DELAY_100ms         ; Delay
                    AJMP    LOOP
ROTATE_RIGHT:       MOV     A,STEP              ; Get Stepper State
                    CLR     C                   ; Clear Carry Flag
                    RRC     A                   ; Rotate Right ACC.
                    JNC     NEXT_RIGHT          ; Check Carry Flag
                    MOV     A,#00001000B        ; Replace new Stepper State Value
NEXT_RIGHT:         MOV     STEP,A              ; Save new Stepper State
                    MOV     P0,STEP             ; Drive new Stepper State
                    ACALL   DELAY_100ms         ; Delay
                    AJMP    LOOP
DELAY_100ms:        MOV     R7,#100             ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:      MOV     R6,#0E6H            ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
                    DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
                    RET
```

4. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตซ์ RESET เพื่อรันโปรแกรมแล้วกดสวิตซ์ S1 และ S2 แล้วสังเกตการทำงานของ STEPPING MOTOR ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

5. เมื่อกดสวิตซ์ S1 ค้างไว้ STEPPING MOTOR จะหมุนไปทางด้านไหนของเข็มนาฬิกาและเมื่อกดสวิตซ์ S2 มอเตอร์จะหมุนไปทางด้านไหนของเข็มนาฬิกา

.....

.....

6. เมื่อกดสวิตซ์ S1 และ S2 พร้อมกันแล้วสังเกตการทำงานของ STEPPING MOTOR ผลที่ปรากฏ คือ

.....

.....

7. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนเร็วขึ้นต้องแก้ไขโปรแกรมที่คำสั่ง

จาก .....เป็น .....

จาก .....เป็น .....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

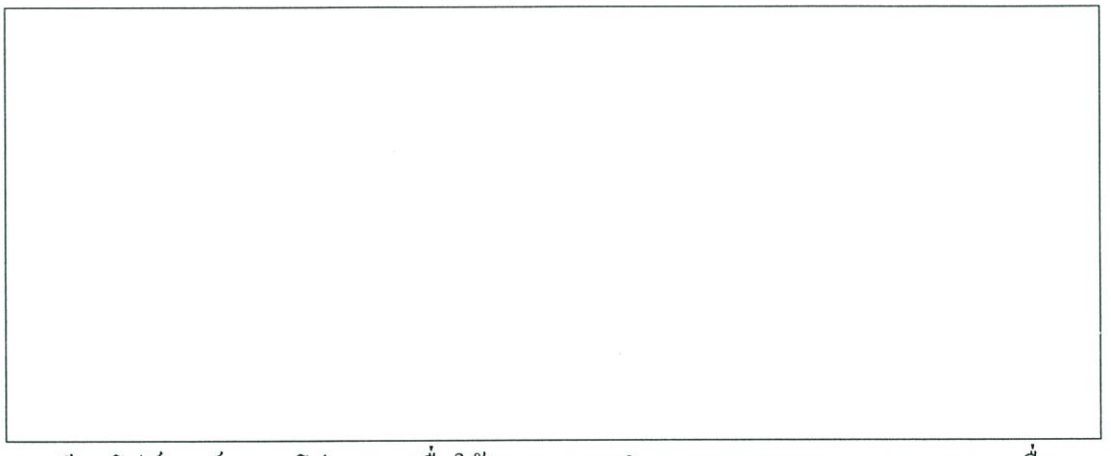
.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงออกแบบวงจรการขับ STEPPING MOTOR จำนวน 2 ตัว ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยมีสวิตช์ควบคุม 2 ตัว



2. จงเขียนโฟล์วชาร์ต และโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของ STEPPING MOTOR เมื่อ
   a. กด SW1 ให้ STEPPING MOTOR ทั้ง 2 ตัวหมุนไปด้านหน้า 1 รอบ แล้วหยุด
   b. กด SW2 ให้ STEPPING MOTOR ทั้ง 2 ตัวหมุนไปด้านหลัง 1 รอบ แล้วหยุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 10
การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการใช้งาน TIMER ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหน้าที่ของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้การควบคุม TIMER ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของ TIMER ได้
3. คำนวณค่าเริ่มต้นของการใช้งาน TIMER ได้
4. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน TIMER ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
5. ต่อวงจรเพื่อใช้งาน TIMER ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม RAD51 และโปรแกรม P89C51RD2
3. สายต่อวงจร
4. ออสซิลโลสโคป

ทฤษฎี

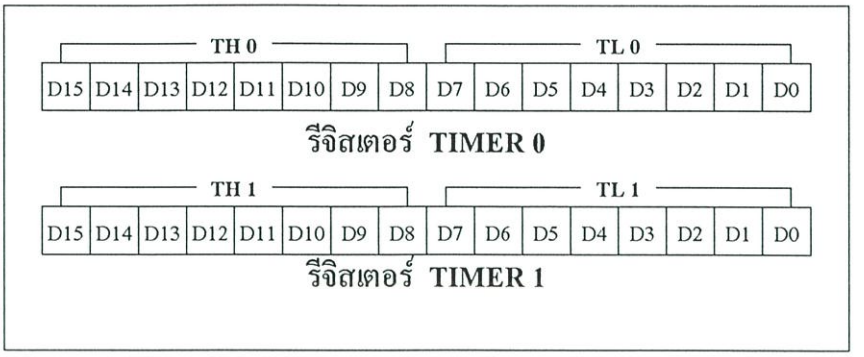
MCS-51 เบอร์ที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปจะมีตัวไทเมอร์/เคาน์เตอร์อยู่ 2 ตัว เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต แต่ละตัวสามารถแยกเป็นไบต์สูงและไบต์ต่ำคือ รีจิสเตอร์ TIMER0 (TH0 กับ TL0)และ TIMER1 (TH1 กับ TL1) เราสามารถเขียนโปรแกรมให้ทำงานเป็นตัวจับเวลาได้ โดยมีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้แก่

รีจิสเตอร์ TIMER 0

รีจิสเตอร์ TIMER0 เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต เกิดจากรีจิสเตอร์ 2 ตัวประกอบรวมกัน คือ รีจิสเตอร์ TH0 (Timer0 high byte) และรีจิสเตอร์ TL0 (Timer0 low byte) การใช้งานรีจิสเตอร์จะใช้งานเหมือนกับรีจิสเตอร์ทั่วไป เช่น MOV TL0,#30H จะเป็นการกำหนดค่า 30H ให้กับรีจิสเตอร์ TL0

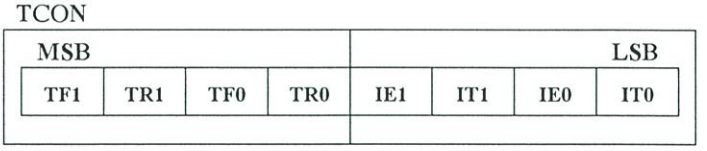
รีจิสเตอร์ TIMER 1

รีจิสเตอร์ TIMER1 เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต เกิดจากรีจิสเตอร์ 2 ตัวประกอบรวมกัน คือ รีจิสเตอร์ TH1 (Timer1 high byte) และรีจิสเตอร์ TL1 (Timer1 low byte)



รูปที่ 10.1 รีจิสเตอร์ TIMER0 และ รีจิสเตอร์ TIMER 1

รีจิสเตอร์ TCON (Timer/Counter Control Register)



TF1 (Timer1 Overflow Flag) เป็นบิตแสดงการเกิดโอเวอร์โฟล์วของ TIMER/COUNTER จะเซตเมื่อเกิดโอเวอร์โฟล์ว และจะเคลียร์เองเมื่อซีพียูย้ายการทำงานไปที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์

TR1 (Timer 1 Run control bit) เป็นบิตควบคุมการเริ่มทำงานหรือหยุดทำงาน

TR1(= 1 เริ่มทำการนับ

TR1 = 0 หยุดทำงาน

TF0 (Timer 0 Overflow Flag) เช่นเดียวกับ TF1 แต่ใช้กับ TIMER 0

TR0 (Timer 0 Run control bit) เช่นเดียวกับ TR1 แต่ใช้กับ TIMER 0

IE1 (Interrupt 1 Edge flag) เป็นบิตแสดงสัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอก1 เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพต์เข้ามาที่ขา $\overline{\text{INT1}}$ และจะถูกเคลียร์โดยอัตโนมัติโดยคำสั่ง RETI

IT1 (Interrupt1Type control bit) เป็นบิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เข้ามาทางขา $\overline{\text{INT1}}$

IT1 = 1 จะตรวจสอบการสัญญาณขอบขาลงที่ ขา $\overline{\text{INT1}}$

IT1 = 0 จะตรวจสอบการสัญญาณลอจิก 0 ที่ ขา $\overline{\text{INT1}}$

IE0 (Interrupt 0 Edge flag) เป็นบิตแสดงสัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอก0 เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพต์เข้ามาที่ขา $\overline{\text{INT0}}$ และจะถูกเคลียร์โดยอัตโนมัติโดยคำสั่ง RETI

IT0 (Interrupt 0Type control bit) เป็นบิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่เข้ามาทางขา $\overline{\text{INT0}}$

IT1 = 1 จะตรวจสอบการสัญญาณขอบขาลงที่ ขา $\overline{\text{INT0}}$

IT1 = 0 จะตรวจสอบการสัญญาณลอจิก 0 ที่ ขา $\overline{\text{INT0}}$

รีจิสเตอร์ TMOD (Timer / Counter Mode Register)

TMOD

MSB							LSB
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
TIMER 1				TIMER 0			

GATE เป็นบิตเซตวงจรให้ทำงาน

C/T ใช้เลือกให้ทำงานเป็น Counter หรือ Timer

M1,M0 ใช้เลือกโหมดการทำงาน

M1	M0	โหมด	การทำงาน
0	0	0	13 bit use TH 8 bit and TL 5-bit
0	1	1	16 bit timer/counter
1	0	2	TH 8 bit auto-reload timer/counter
1	1	3	(Timer0) TL is 8 bit timer/counter. TH0 is 8 bit timer only controlled by timer1 control bit
1	1	3	(Timer1) Timer/counter 1 stooped

ในการทดลองนี้จะเป็นการแนะนำตัวอย่างการใช้งาน TIMER 0 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการกำเนิดสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกค่าเวลาของสัญญาณพัลส์บวกหรือ Mask และช่วงเวลาของพัลส์ลบหรือ Toff หรือ Space ได้อย่างอิสระ ด้วยตัวอย่างโปรแกรมทดลองนี้จะเป็นแนวทางให้สามารถใช้ TIMER ในการสร้างรูปแบบอื่นๆ ได้ตามที่ต้องการ

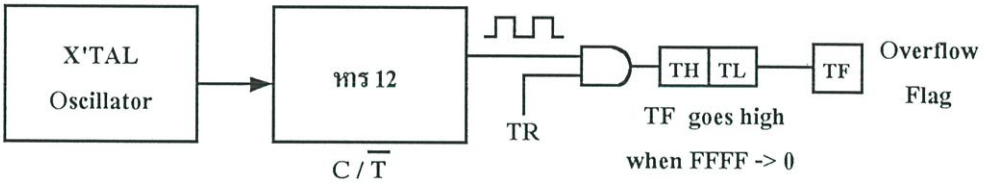
แนวคิด

ในการใช้งาน TIMER ในการทดลองนี้จะเน้นการใช้งานไทเมอร์ 0 และ 1 เป็นหลัก เพราะมีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51ทุกเบอร์ ในขณะนี้ TIMER 2 จะมีเฉพาะบางเบอร์เท่านั้นเนื่องจาก TIMER 1 มักจะถูกนำไปใช้ในการสร้างอัตราบอดสำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้ TIMER 0 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ โดยต้องกำหนดให้ทำงานในโหมด 1 คือเป็น TIMER 16 บิต

ลักษณะการทำงานของ TIMER ในโหมด 1 จะมีดังนี้

1. ทำงานเป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ซึ่งจะเก็บค่าได้ตั้งแต่ 0000H-FFFFH โดยจะกำหนดค่าได้โดยการโปรแกรมข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ TH และ TL

2. หลังจากโหลดข้อมูลขนาด 16 บิต ลงไปแล้ว ตัว TIMER จะเริ่มทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง SETB TR0 สำหรับ TIMER 0 และ SETB TR1 สำหรับ TIMER1
3. เมื่อให้ TIMER ทำงานแล้ว ตัว TIMER จะเริ่มนับขึ้น ตั้งแต่ค่าที่เริ่มต้นที่ป้อนเข้าไป จนถึงค่า FFFFH
4. เมื่อถึงค่า FFFFH แล้วมีการเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H จะเกิดการ เซตบิต TF (TIMER FLAG) ให้เป็น "1" แสดงว่าได้นับถึงค่าที่กำหนดแล้ว
5. จากนั้นเมื่อต้องการหยุดการทำงานขอ ง TIMER ทำได้โดยใช้คำสั่ง CLR TR0 สำหรับ TIMER 0 หรือ CLR TR1 สำหรับ TIMER1 และต้องเคลียร์บิตแฟลก TF ด้วย เนื่องจากบิตนี้จะเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อ TIMER มีการเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H แต่ต้องเคลียร์โดยซอฟต์แวร์



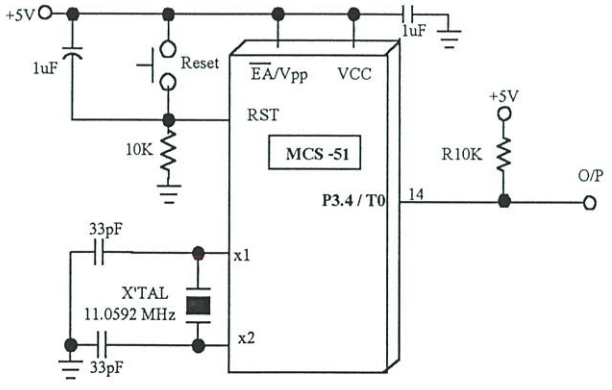
รูปที่ 10.2 การทำงานของไทเมอร์ในโหมด 1

6. หลังจากไทเมอร์ทำงานมาตามกำหนดแล้วจะต้องโหลดค่าให้กับรีจิสเตอร์ TH และ TL อีกครั้งเพื่อใช้งานครั้งต่อไป

ลำดับขั้นการทดลอง

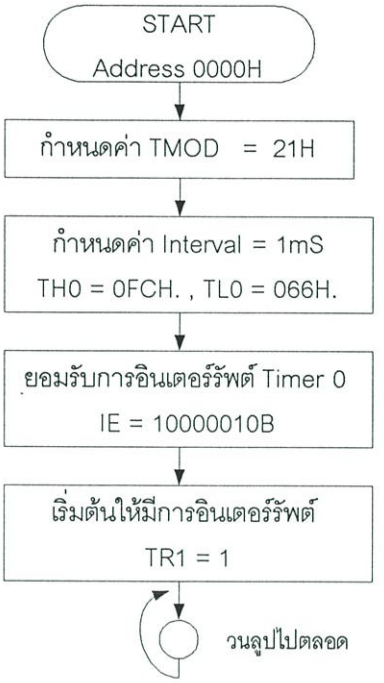
ตอนที่ 1 การใช้งานอินเตอร์รัพต์ TIMER 0 สร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม

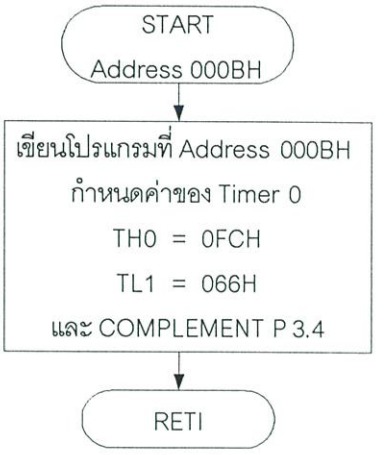
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 10.3



รูปที่10.3 วงจรสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมจากไทเมอร์0 ของMCS-51

2. ศึกษาโฟล์วชาร์ตการเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม



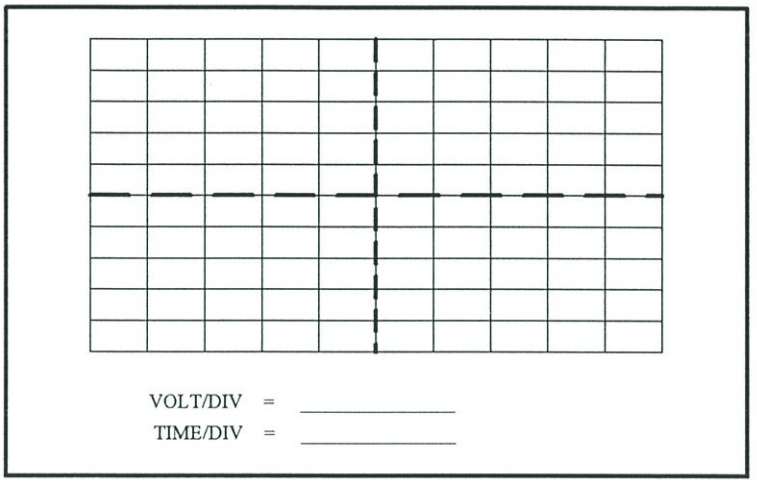


3. เขียนโปรแกรมที่ 10.1 ทำการ Assembler และโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 10.1

```
T0_PIN    BIT     P3.4          ; Timer/Counter 0 PIN
          ORG     0000H         ; Reset Vector
          AJMP    MAIN          ; Jump to Main

          ORG     000BH         ; TF0 Vector
          MOV     TH0,#0FCH     ; 1 ms Interval Time
          MOV     TL0,#066H
          CPL     T0_PIN
          RETI                  ; Return interrupt

MAIN:     MOV     TMOD,#021H    ; T1 8Bit Auto, T0 16Bit
          MOV     TH0,#0FCH     ; 1 ms Interval Time
          MOV     TL0,#066H
          MOV     IE,#10000010B ; En. EA,ET0
          SETB    TR0           ; Start Timer 0
          AJMP    $             ; Jump to Main loop
```

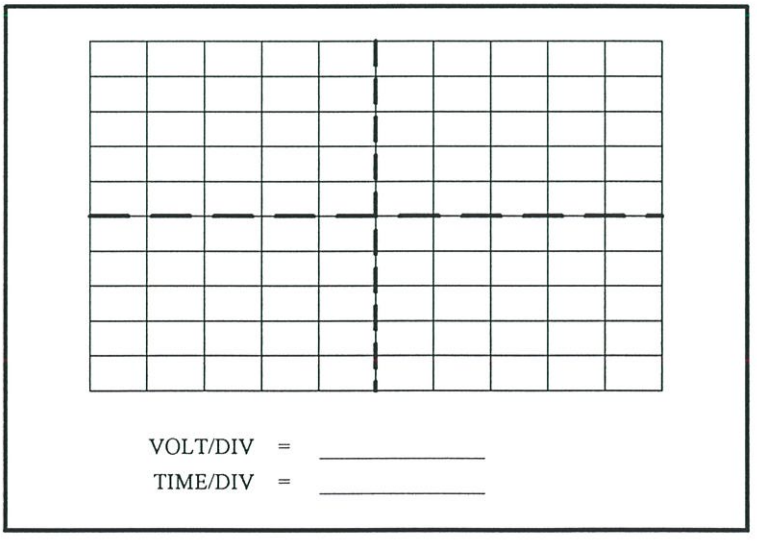
4. จ่ายไฟให้แก่วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม
5. นำ OSCILOSCOPE มาต่อวัดเอาท์พุตที่ขา T0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับปุ่ม VOLT/DIV และ TIME/DIVจนกระทั่งเห็นรูปสัญญาณอย่างชัดเจน บันทึกรูปสัญญาณที่วัดได้ลงในกราฟที่ 10.1



กราฟที่ 10.1 รูปสัญญาณจากการทดลองข้อ 5

6. ทดลองเปลี่ยนค่าของ TH0 และ TL0

   TH0 เป็น ..... TL0 เป็น .....
7. ทำการเขียนโปรแกรมจ่ายไฟให้แก่วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม อีกครั้ง
8. นำ OSCILOSCOPE มาต่อวัดเอาท์พุตที่ขา T0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับปุ่ม VOLT/DIV และ TIME/DIVจนกระทั่งเห็นรูปสัญญาณอย่างชัดเจน บันทึกรูปสัญญาณที่วัดได้ลงในกราฟที่ 10.2



กราฟที่ 10.2 รูปสัญญาณจากการทดลองข้อ 8

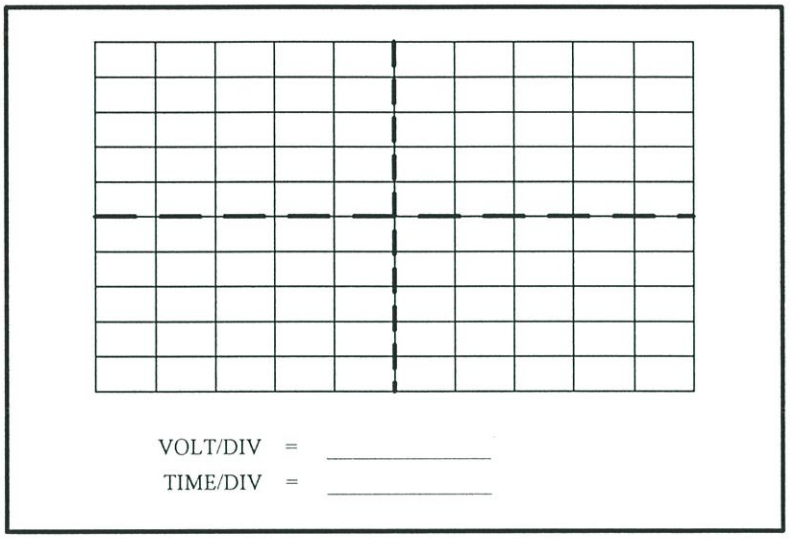
ตอนที่ 2 การสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมกำหนดคาบเวลาได้โดยใช้ Timer 0

1. เขียนโปรแกรมที่ 10.2 ทำการ Assembler และโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โปรแกรมที่ 10.2

```
T0_PIN      BIT     P3.4            ; Timer/Counter 0 PIN
FLAG        EQU     2FH
CHK_BIT     BIT     FLAG.0

            ORG     0000H           ; Reset Vector
            AJMP    MAIN

            ORG     000BH
            AJMP    ISR_T0          ;To Interrupt Service Routine Timer_0

            ORG     0030H
MAIN:       MOV     TMOD,#01H       ; TIMER 0 MODE1 : 16 Bit
            MOV     TH0,#0DCH
            MOV     TL0,#00H
            MOV     IE,#82H
            SETB    CHK_BIT
            SETB    TR0
            SJMP    $

ISR_T0:     JNB     CHK_BIT,P_OFF   ; PROGRAM ISR_TIMER0
P_ON:       CLR     TR0             ; PULSE ON
            MOV     TH0,#0DCH
            MOV     TL0,#00H
            SETB    TR0
            SETB    T0_PIN
            CLR     CHK_BIT
            RETI
P_OFF:      CLR     TR0             ; PULSE OFF
            MOV     TH0,#0DCH
            MOV     TL0,#00H
            SETB    TR0
            CLR     T0_PIN
            SETB    CHK_BIT
            RETI
```

2. จ่ายไฟให้แก่วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อ RUN โปรแกรม
3. นำ OSCILOSCOPE มาต่อวัดเอาท์พุตที่ขา T0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับปุ่ม VOLT/DIV และ TIME/DIVจนกระทั่งเห็นรูปสัญญาณอย่างชัดเจน บันทึกรูปสัญญาณที่วัดได้ลงในกราฟที่ 10.3



กราฟที่ 10.3 รูปสัญญาณจากการทดลองข้อ 11

4. จงคำนวณค่าความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ได้

.....

.....

.....

.....

5. จงคำนวณหาค่า Duty Cycle ของรูปคลื่น

.....

.....

.....

.....

6. จงแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้ค่า Duty Cycle เป็น 75 %

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ไทเมอร์ของ 8051 ใช้ทำอะไร และมีอยู่กี่ตัว

.....

.....

2. รีจิสเตอร์ TMOD มีชื่อเดิมว่าอะไร และมีขนาดกี่บิต

.....

3. คำสั่ง MOV TMOD,#01H เป็นคำสั่งทำหน้าที่อะไร

.....

4. ไทเมอร์ทำงานในโหมด 0 จะมีการนับจากช่วงใดถึงช่วงใด

.....

5. ไทเมอร์ทำงานในโหมด 1 จะมีการนับจากช่วงใดถึงช่วงใด

.....

6. ไทเมอร์ทำงานในโหมด 2 จะมีการนับจากช่วงใดถึงช่วงใด

.....

7. ถ้าต้องการหน่วงเวลา 10 uS และให้ไทเมอร์ทำงานในโหมด 1 จะต้องโหลดค่าอะไรเข้าไปในรีจิสเตอร์ TH และ TL เมื่อ X'TAL มีความถี่ 11.0592 MHz

.....

.....

.....

ใบงานรวม

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการใช้ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนโปรแกรมควบคุมการติดดับของ LED DISPLAY ได้
2. เขียนโปรแกรมรับข้อมูลจาก SWITCH ได้
3. เขียนโปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR ได้
4. เขียนโปรแกรมใช้งาน TIMER ได้
5. ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม RAD51 และโปรแกรม P89C51RD2
3. สายต่อวงจร
4. STEPPING MOTOR แบบยูนิโพล่าร์ 12V

ทฤษฎี

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตอยู่เป็นจำนวน 4 พอร์ต การใช้งานพอร์ตต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงโครงสร้างภายในของพอร์ตด้วย โดยพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พอร์ตที่ P1 , พอร์ต P2 และ พอร์ต P3 จะมี R-Pull up อยู่ภายในแล้ว ส่วนที่พอร์ต P0 จะไม่มีการต่อ R-Pull up ไว้ภายในดังนั้นจึงควรต่อ R- Pull up ประมาณ 10 KΩ ไว้ด้วย การต่อใช้งานพอร์ตนิยมนำมาใช้ในงานควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

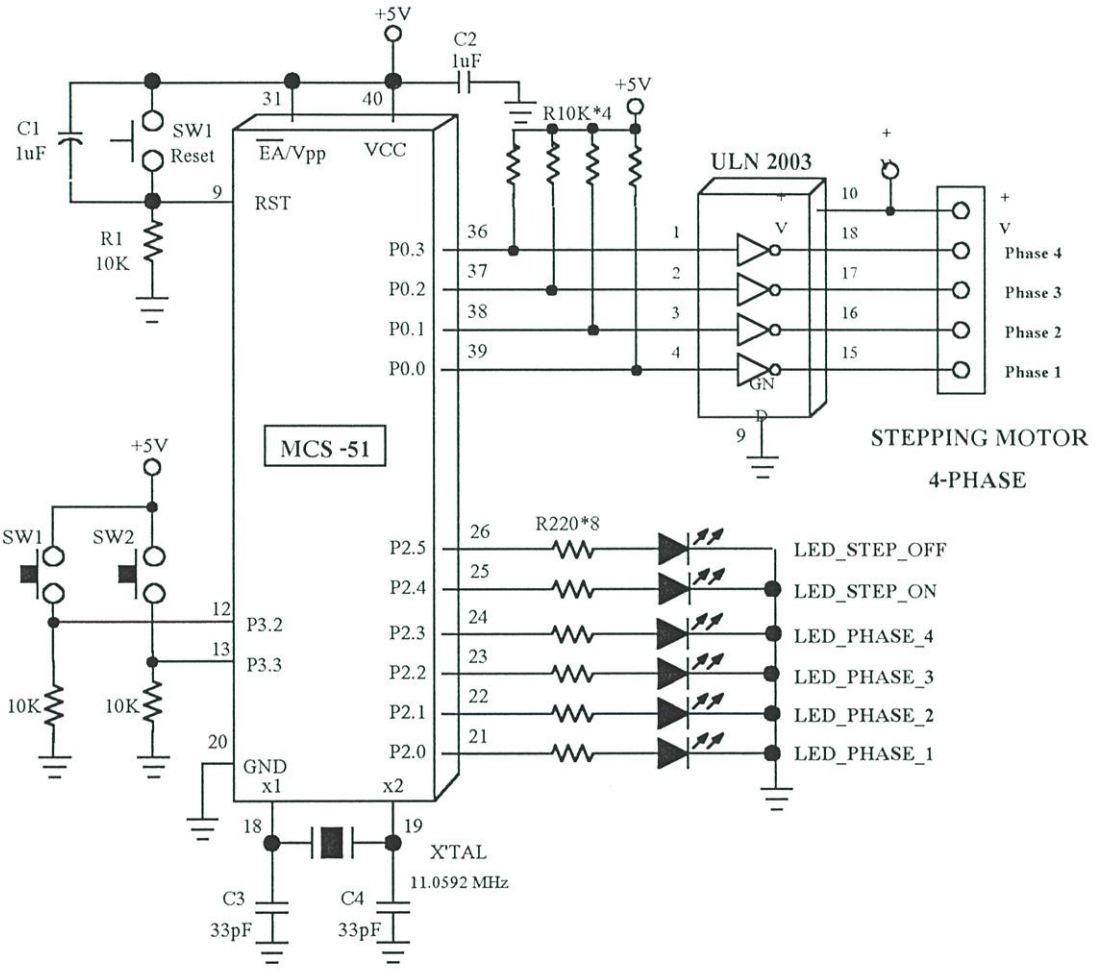
การใช้งานพอร์ตเป็นเอาต์พุตจะใช้คำสั่ง MOV Px,A หรือ MOV Px,#data8 bit (เมื่อ x คือ เลข0-3) การใช้งานพอร์ตเป็นอินพุตจะใช้คำสั่ง MOV A,Px หรือ MOV bit,Px.y (เมื่อyคือเลข 0-7)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มี Timer อยู่ 2 ตัว คือ Timer0 และ Timer1 เป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ทำหน้าที่เป็น Timer หรือ Counter โดยการควบคุมการทำงานจะควบคุมโดยรีจิสเตอร์ TMOD และ TCON ลักษณะการทำงานของ Timer จะใช้ในในแบบนับขึ้นจนเกิดรีจิสเตอร์ TF เกิดโอเวอร์โฟล์ว และนำค่า TF มาใช้งาน

ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 โปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2. เขียนโปรแกรมที่ 1 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 1

```
SW1             BIT     P3.2
STEP_BUFFER     EQU     30H
LED_BUFFER      EQU     31H
LED_ON          BIT     P2.4
```

```
LED_OFF         BIT     P2.5
                ORG     0000H
START:          MOV     LED_BUFFER,#20H     ; LED_OFF = "1"
                MOV     P2,LED_BUFFER
                MOV     STEP_BUFFER,#0FFH   ; ALL PHASE OFF
                MOV     P0,STEP_BUFFER
CHK_SW1_OFF:    JB      SW1,CHK_SW1_OFF     ;CHECK PUSH SW1
                ACALL   DELAY_10mS
                JB      SW1,CHK_SW1_OFF
                MOV     LED_BUFFER,#10H     ; LED_ON = "1"
                MOV     P2,LED_BUFFER
CHK_SW1_ON:     JNB     SW1,CHK_SW1_ON
                ACALL   DELAY_10mS
                JNB     SW1,CHK_SW1_ON

DISPLAY:        MOV     R0,#1               ; SET STEP ROTATE = 1 CYCLE
STEP:           MOV     R1,#48              ; ROTATE 48 STEP = 1 CYCLE
                MOV     DPTR,#TABLE
                MOV     R2,#4               ;
LOOP:           MOV     A,#0
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     STEP_BUFFER,A
                MOV     P0,STEP_BUFFER
                CPL     A
                ORL     A,LED_BUFFER
                MOV     P2,A
                ACALL   DELAY_STEP
                INC     DPTR
                DJNZ    R2,NEXT
                MOV     R2,#4
                MOV     DPTR,#TABLE
```

```
NEXT:       DJNZ    R1,LOOP
            DJNZ    R0,STEP
            MOV     LED_BUFFER,#20H     ; LED_OFF = "1"
            MOV     P2,LED_BUFFER
            MOV     STEP_BUFFER,#0FFH   ; ALL PHASE  OFF
            MOV     P0,STEP_BUFFER
            SJMP    START
TABLE:      DB      0FEH,0FDH,0FBH,0F7H

DELAY_STEP: MOV     R5,#10              ;DELAY 10mS
DEL_STEP1:  ACALL   DELAY_10mS
            DJNZ    R5,DEL_STEP1
            RET

DELAY_10mS: MOV     R7,#10              ; DELAY 10mS
DEL1:       MOV     R6,#184             ;  LOOP 1 mS
DEL2:       NOP
            NOP
            NOP
            DJNZ    R6,DEL2
            DJNZ    R7,DEL1
            RET
```

3. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อรันโปรแกรม สังเกตผลที่ได้ที่ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

4. ให้ทำการกดสวิตช์ SW1 ค้างไว้ สังเกตผลที่ได้ที่ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

5. ให้ทำการปล่อยสวิตช์ SW1 สังเกตผลที่ได้ที่ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

6. ให้ทำการกดสวิตช์ SW1 และปล่อย สังเกตผลที่ได้ที่ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

.....

.....

.....

7. จากโปรแกรมเป็นการกระตุ้นเฟสของ STEPPING MOTOR แบบใด

.....

.....

8. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนกลับทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

9. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนช้าลง ทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

10. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนเร็วขึ้น ทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

11. ถ้าต้องการเปลี่ยนการกระตุ้นเฟสของ STEPPING MOTOR เป็นแบบ 1-2 Excitation ทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

ตอนที่ 2 โปรแกรมสวิตช์ START – STOP ควบคุม STEPPING MOTOR

1. จากวงจรตามรูปที่ 1
2. เขียนโปรแกรมที่ 2 ทำการ Assembler แล้วโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่ 2 โปรแกรม START / STOP STEPPING MOTOR

```
SW_START        BIT     P3.2
SW_STOP         BIT     P3.3
STEP_BUFFER     EQU     30H
LED_BUFFER      EQU     31H
LED_D0          BIT     P2.7
                ORG     0000H
                SJMP    MAIN
                ORG     000BH
                MOV     TMOD,#01H
                MOV     TH0,#0DCH
                MOV     TL0,#00H
                CPL     LED_D0
                RETI
                ORG     0030H
MAIN:           MOV     LED_BUFFER,#20H     ; LED_OFF = "1"
                MOV     P2,LED_BUFFER
                MOV     STEP_BUFFER,#0FFH ; ALL PHASE  OFF
                MOV     P0,STEP_BUFFER
CHK_SW_START:   JB      SW_START,$
                MOV     LED_BUFFER,#10H     ; LED_ON = "1"
                MOV     P2,LED_BUFFER
                MOV     STEP_BUFFER,#11111110B
                MOV     A,STEP_BUFFER
LOOP:           MOV     STEP_BUFFER,A
                MOV     P0,A
                CPL     A
                ORL     A,LED_BUFFER
```

```
                MOV     P2,A
                MOV     R7,#100
DEL_LOOP:       ACALL   DELAY
                JNB     SW_STOP,CHK_SW_START
                DJNZ    R7,DEL_LOOP
                MOV     A,STEP_BUFFER
                RL      A
                CJNE    A,#11101111B,NEXT
                MOV     A,#11111110B
NEXT:           MOV     STEP_BUFFER,A
                AJMP    LOOP
DELAY:          MOV     TMOD,#01H
                MOV     TH0,#0DCH
                MOV     TL0,#00H
                MOV     IE,#82H
                SETB    TR0
DEL:            JNB     TF0,DEL
                RET
                END
```

4. จ่ายไฟให้วงจร กดสวิตช์ RESET เพื่อรันโปรแกรม สังเกตว่า STEPPING MOTOR และ LED ผลคือ

.....

.....

5. ทดลอง กดสวิตช์ SW1 สังเกตการหมุนของ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

6. ทดลอง กดสวิตช์ SW2 สังเกตการหมุนของ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

7. ทดลอง กดสวิตช์ SW1 อีกครั้ง สังเกตการหมุนของ STEPPING MOTOR และ LED ผลที่ปรากฏคือ

.....

.....

.....

.....

8. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนกลับทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

9. ถ้าต้องการให้ STEPPING MOTOR หมุนเร็วขึ้น ทางเราต้องแก้ไขที่คำสั่ง

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

จาก ..... เป็น .....

10. จากโปรแกรมเป็นการกระตุ้นเฟสของ STEPPING MOTOR แบบใด

.....

.....

11. จากโปรแกรมมีใช้งาน TIMER ตัวใด และให้ทำงานในโหมดใด

.....

.....

12. ให้อธิบายการทำงานของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

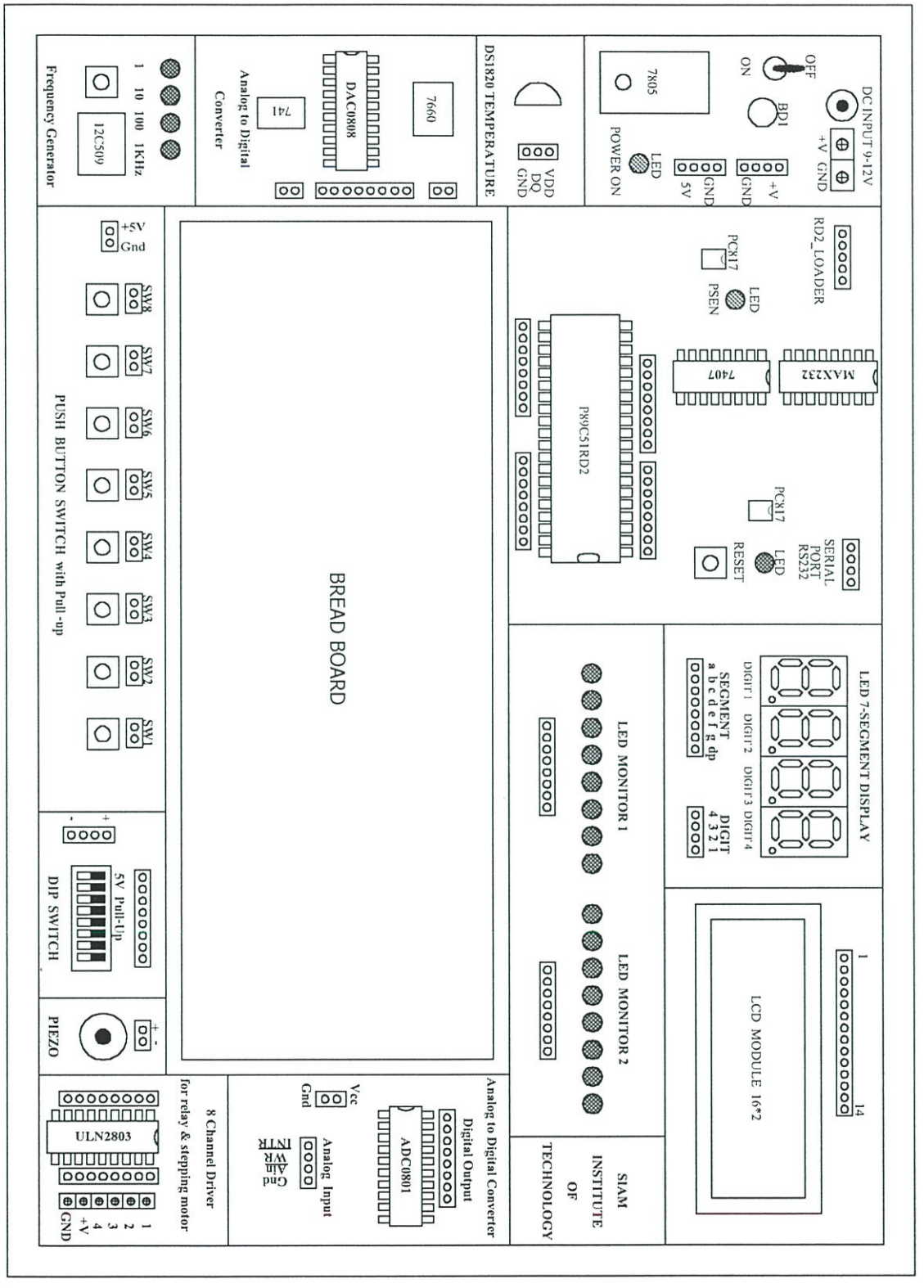
1. จงออกแบบวงจรการขับ STEPPING MOTOR จำนวน 2 ตัว ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยมีสวิตช์ควบคุม 2 ตัว

2. จงเขียนโฟล์วชาร์ต และโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของ STEPPING MOTOR เมื่อ

   a. กด SW1 ให้ STEPPING MOTOR ทั้ง 2 ตัวหมุนไปด้านหน้า 1 รอบ แล้วหยุด

   b. กด SW2 ให้ STEPPING MOTOR ทั้ง 2 ตัวหมุนไปด้านหลัง 1 รอบ แล้วหยุด

คู่มือ การใช้งานบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



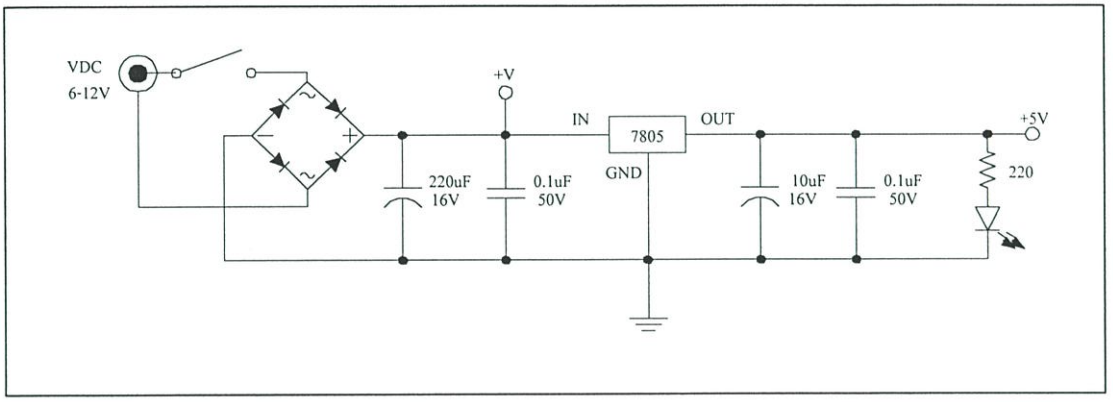
ภาพที่ 1 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

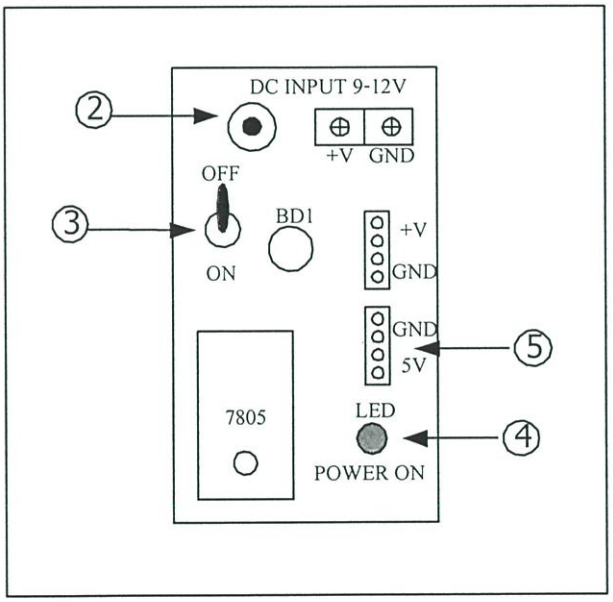
ส่วนประกอบของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประกอบด้วยภาคต่าง ๆ จำนวน 13 ภาค ดังนี้

1. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และส่วนโปรแกรม (MICROCONTROLLER &LOADER)
3. ภาคแสดงผล 7 – SEGMENT (7-SEGMENT MULTIPLEX DISPLAY)
4. ภาคแสดงผล LCD (LCD MODULE DISPLAY)
5. ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง 2 ภาค (LED MONITOR 8 CHANNEL * 2)
6. ภาคแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER)
7. ภาคแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก (DIGITAL TO ANALOG CONVERTER)
8. ภาคผลิตความถี่ (FREQUENCY GENERATOR)
9. ภาคสวิตช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง (8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH)
10. ภาคสวิตช์อินพุตแบบเลื่อน 8 ช่อง (8 CHANNELS DIP SWITCH)
11. ภาคเสียง (PIEZO)
12. ภาคขับรีเลย์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (4 CHANNELS DRIVER FOR RELAY & STEPPING MOTOR)
13. ส่วนเบรดบอร์ด (BREAD BOARD)

วิธีใช้งานภาคต่าง ๆ

1. วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)



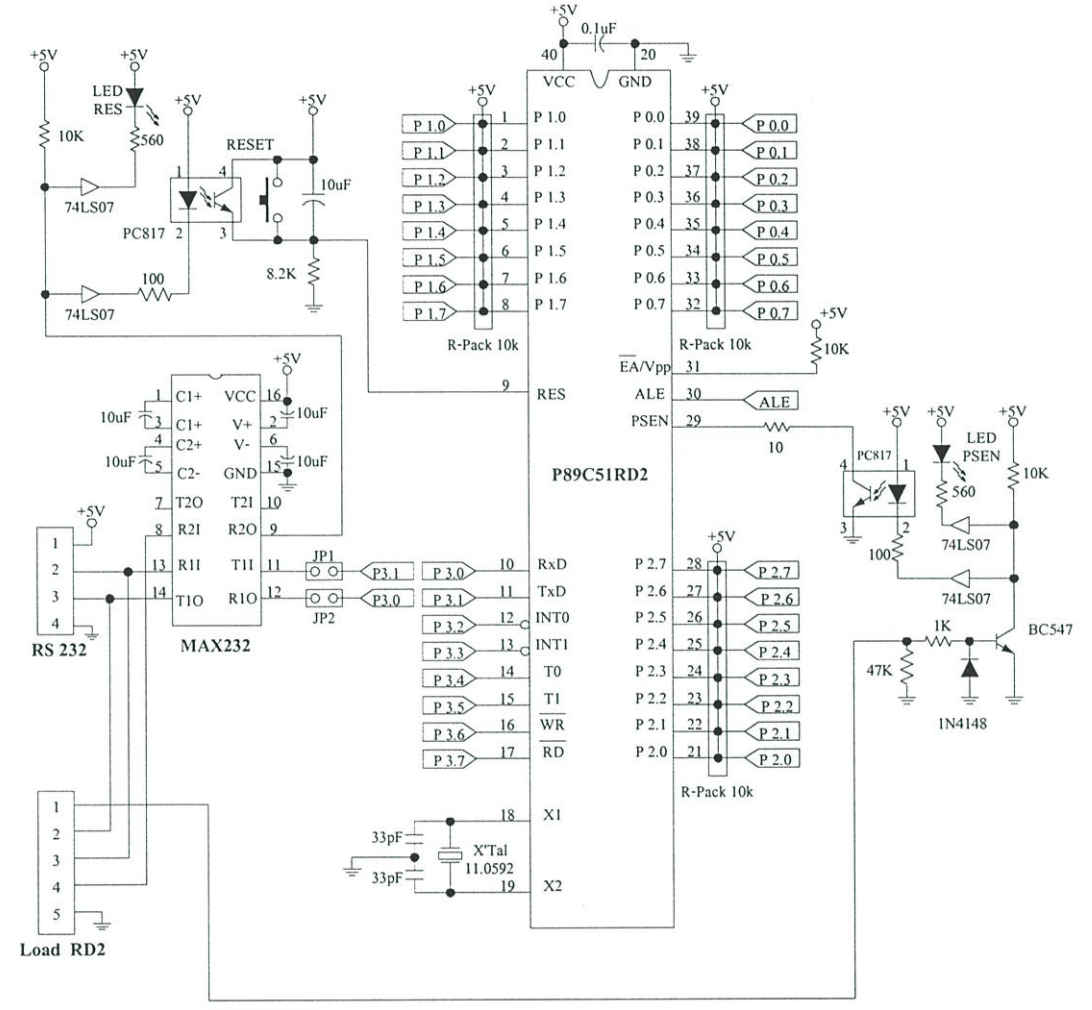


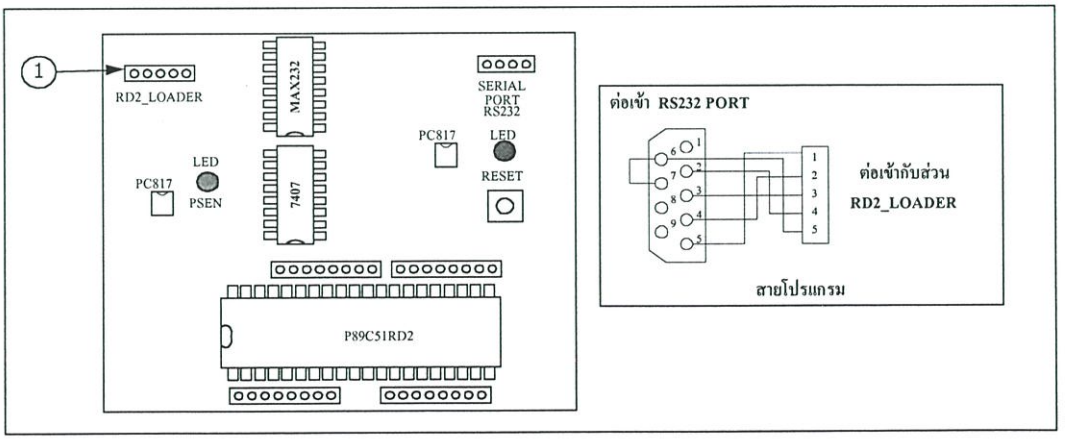
ภาพที่ 2 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

การใช้งาน

1. ต่อ Adapter เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ
2. ต่อขั้ว Adapter เข้าที่ขั้วเสียบของภาคแหล่งจ่ายไฟของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51
3. เลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง ON เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจร
4. LED POWER จะสว่าง
5. สามารถต่อไฟ 5 โวลต์ ไปใช้งานได้

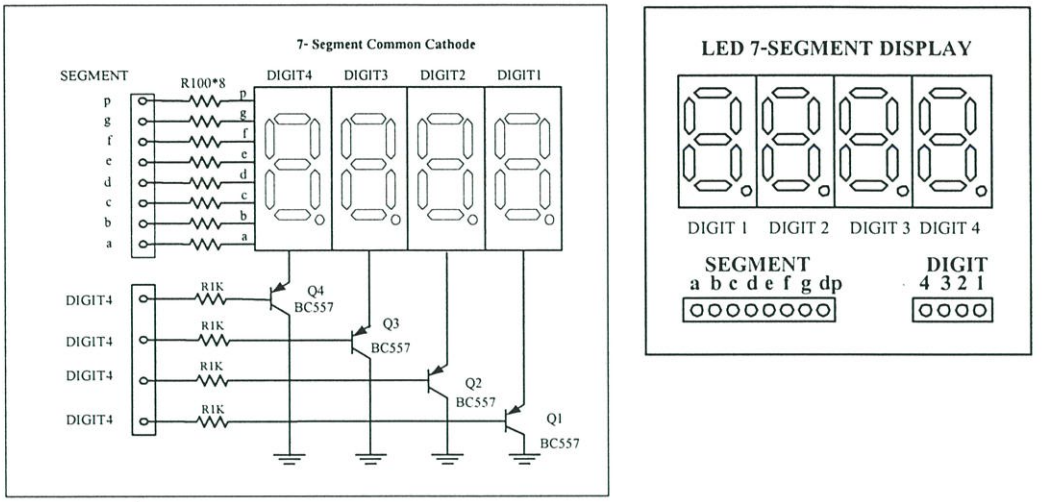
2. วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และส่วนโปรแกรม (MICROCONTROLLER &LOADER)





ภาพที่ 3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และส่วนโปรแกรม

3. วงจรภาคแสดงผล 7 – SEGMENT (7-SEGMENT MULTIPLEX DISPLAY)

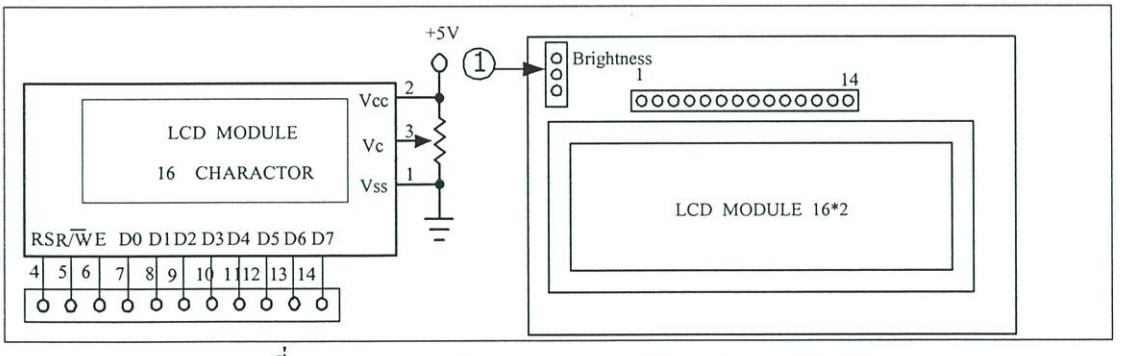


ภาพที่ 4 วงจรภาคแสดงผล 7 – SEGMENT (7-SEGMENT MULTIPLEX DISPLAY)

การใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลแบบ 7 – SEGMENT เมื่อต้องการให้ SEGMENT ใดติด และ DIGIT ใดติดสว่าง จะต้องให้ลอจิก "1" ที่ SEGMENT และให้ลอจิก "0" ที่ DIGIT ที่ต้องการ

4. ภาคแสดงผล LCD (LCD MODULE DISPLAY)

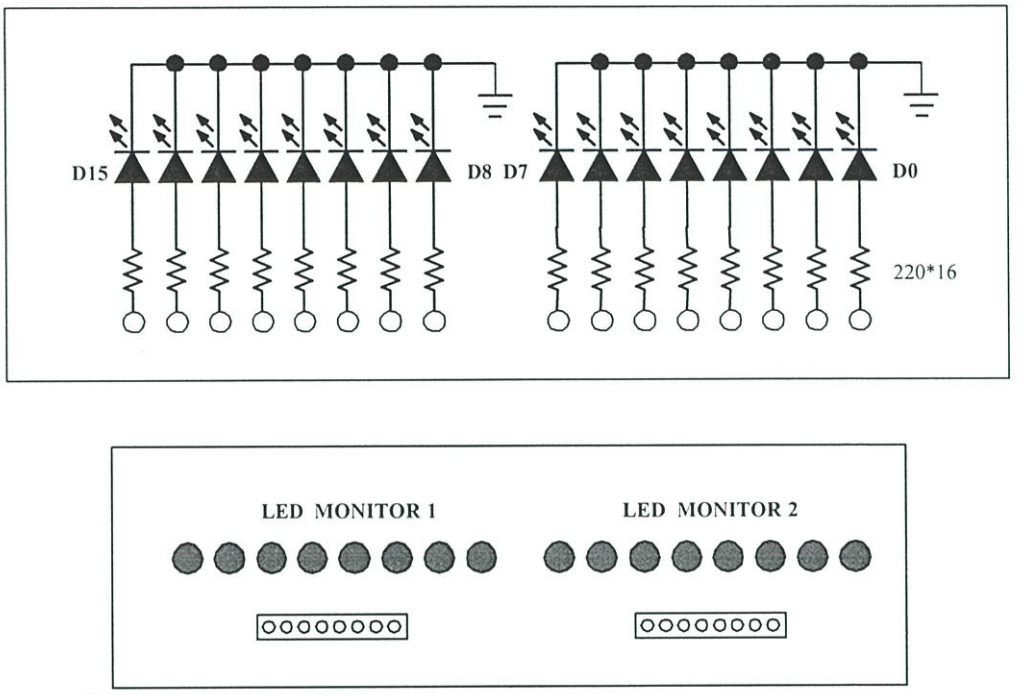


ภาพที่ 5 วงจรภาคแสดงผล LCD (LCD MODULE DISPLAY)

การใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลแบบ LCD MODULE DISPLAY เมื่อต้องการใช้งานให้ต่อขาตามวงจรให้ครบ เมื่อต้องการเพิ่มความเข้มของตัวอักษร สามารถปรับได้ที่ VR ที่ทำหน้าหน้าที่ควบคุมความเข้มของตัวอักษรได้

5. ภาคแสดงผล LED 8 ช่อง 2 ภาค (LED MONITOR 8 CHANNEL * 2)

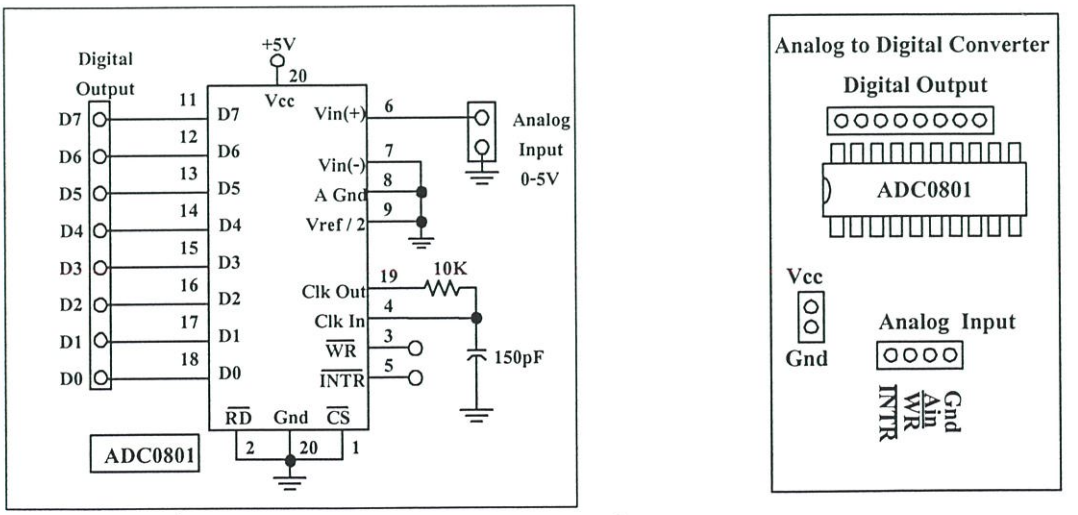


ภาพที่ 6 วงจรภาคแสดงผล LED 8 ช่อง 2 ภาค (LED MONITOR 8 CHANNEL * 2)

การใช้งาน

ส่วนของการแสดงผลแบบ LED เมื่อต้องการให้ LED ดวงใดติด ก็ให้ลอจิก "1" ถ้าต้องการให้ LED ดับ ก็ให้ลอจิก "0"

6. ภาคแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER)

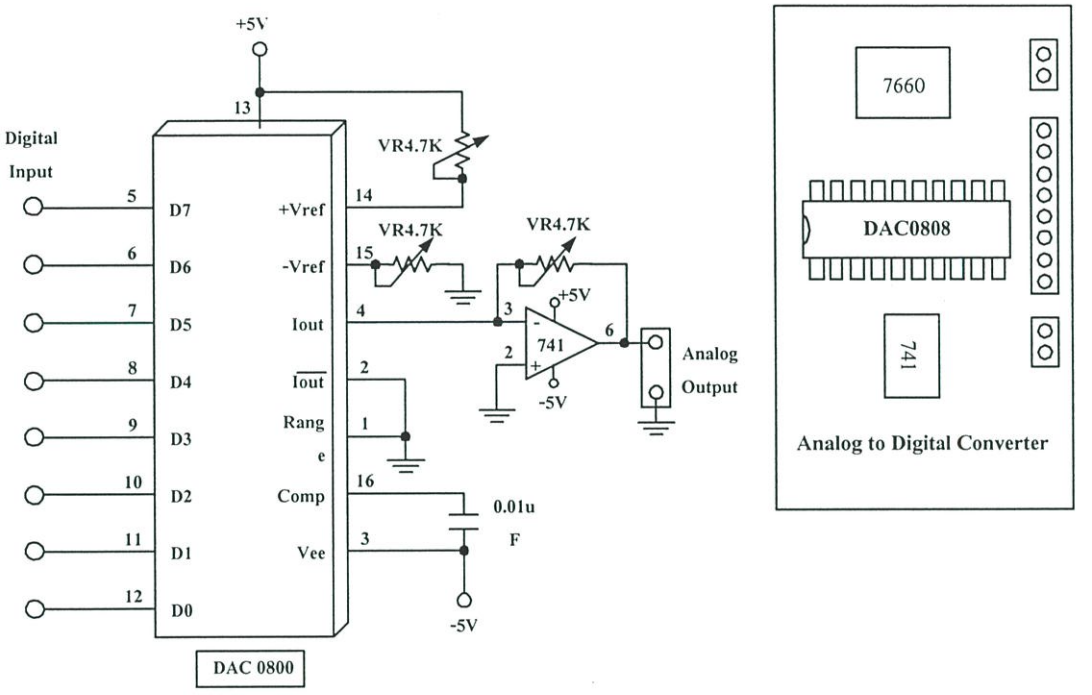


ภาพที่ 7 วงจรภาคแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER)

การใช้งาน

ให้ต่อแหล่งจ่ายแรงดันแบบปรับค่า 0-5 V. ได้เข้าที่ขา Ain ที่ด้าน Analog Input และจะมีสัญญาณดิจิตอลออกที่ด้าน Digital Output

7. ภาคแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก (DIGITAL TO ANALOG CONVERTER)

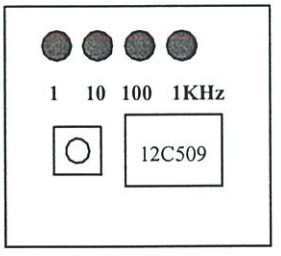


ภาพที่ 8 วงจรภาคแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก (D/A CONVERTER)

การใช้งาน

ให้สัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา D0- D7 ทางด้าน Digital Input และจะมีสัญญาณแรงดันออกทางด้าน Analog Output ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามอินพุต

8. ภาคผลิตความถี่ (FREQUENCY GENERATOR)

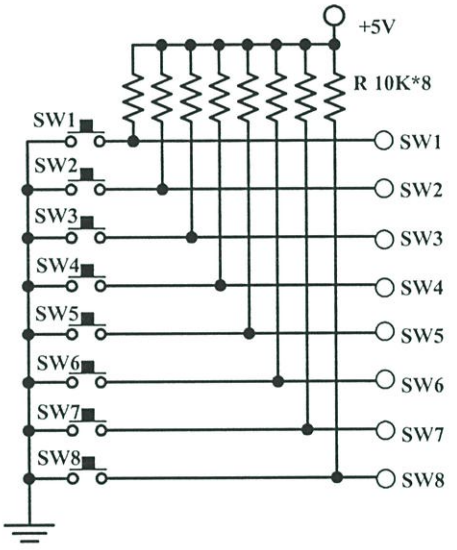


ภาพที่ 9 ภาคผลิตความถี่ (FREQUENCY GENERATOR)

การใช้งาน

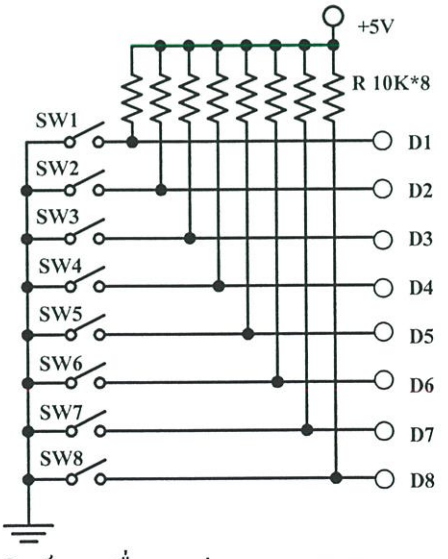
เป็นภาคผลิตความถี่ที่กำเนิดพัลส์ ได้ 4 ความถี่ คือ 1 Hz , 10Hz , 100 Hz และ 1KHz โดยการเปลี่ยนความถี่สามารถเปลี่ยนได้โดยการกดสวิตช์ เมื่อกดสวิตช์ 1 ครั้งความถี่จะเปลี่ยนค่าไป โดยดูผลได้จาก LED ที่ด้านบน การต่อใช้งานให้ต่อทางขา OUT

9. ภาคสวิตช์อินพุตแบบกด 8 ช่อง (8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH)

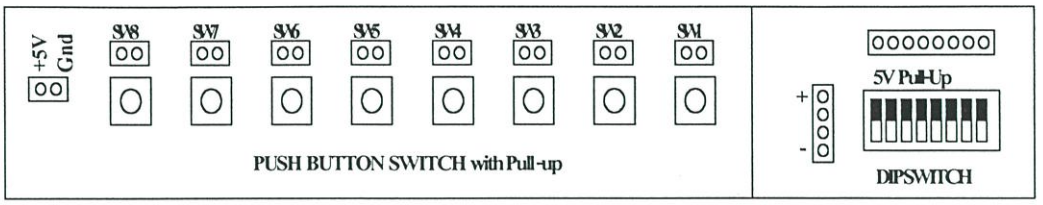


ภาพที่ 10 ภาคสวิตช์แบบกด 8 ช่อง (8 CHANNELS PUSH BUTTON SWITCH)

10. ภาคสวิตช์อินพุตแบบเลื่อน 8 ช่อง (8 CHANNELS DIP SWITCH)



ภาพที่ 11 ภาคสวิตช์แบบเลื่อน 8 ช่อง (8 CHANNELS DIP SWITCH)



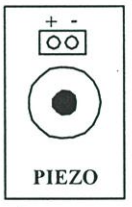
ภาพที่ 12 ภาคสวิตช์แบบกดและแบบเลื่อน

การใช้งาน

สวิตช์แบบกด ในการใช้งานสวิตช์ส่วนของวงจรจะมีการต่อ R – Pull up เพื่อรักษาระดับแรงดันในขณะที่ไม่กดสวิตช์จะมีลอจิกเป็น “1” และเมื่อกดสวิตช์ จะมีลอจิกเป็น “0” การต่อใช้งานให้ต่อทางขา SW1 ถึง SW8 แล้วแต่จะต่อใช้งานสวิตช์ตัวใด

สวิตช์แบบเลื่อน ในการใช้งานจะใช้การเลื่อน ถ้าสวิตช์เลื่อนไปที่ตำแหน่ง ON จะให้ลอจิก “0” มาทางขา D0-D7 แล้วแต่ว่าจะเลื่อนสวิตช์ตัวใด แต่ถ้าเลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง OFF จะได้ลอจิก “1” ออกมาแทน ส่วนการต่อใช้งานให้ต่อที่ขา D0- D7

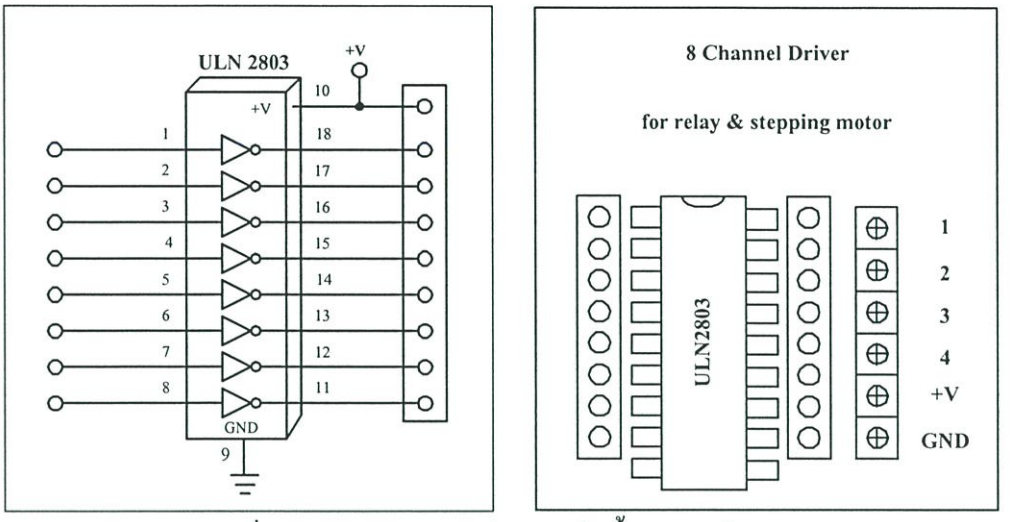
11. ภาคเสียง (PIEZO)



ภาพที่ 13 ภาคเสียง

ใช้ในการสร้างสัญญาณเสียงออกมา โดยการใช้งานให้ต่อ สัญญาณแรงดันด้านบวกเข้าที่ขา + และสัญญาณแรงดันด้านลบที่ขา - จะทำให้มีเสียงเกิดขึ้นมา

12. ภาคขับรีเลย์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (4 CHANNELS DRIVER FOR RELAY & STEPPING MOTOR)



ภาพที่ 12 ภาคภาคขับรีเลย์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การใช้งาน

ULN 2803 เป็นไอซีที่ใช้ในการขับกระแสได้สูงสุดถึง 500 mA และระดับแรงดันได้สูง 12 V การใช้งานให้ต่อสัญญาณดิจิตอลเข้าทางด้านอินพุตของไอซี ULN2803 ส่วนระดับแรงดันเอาต์พุต จะมีระดับแรงดันเท่ากับแรงดันที่ต่อที่ขา +V และ ขา GND ให้ต่อลงกราวด์ของวงจร

13. ส่วนเบรดบอร์ด (BREAD BOARD)

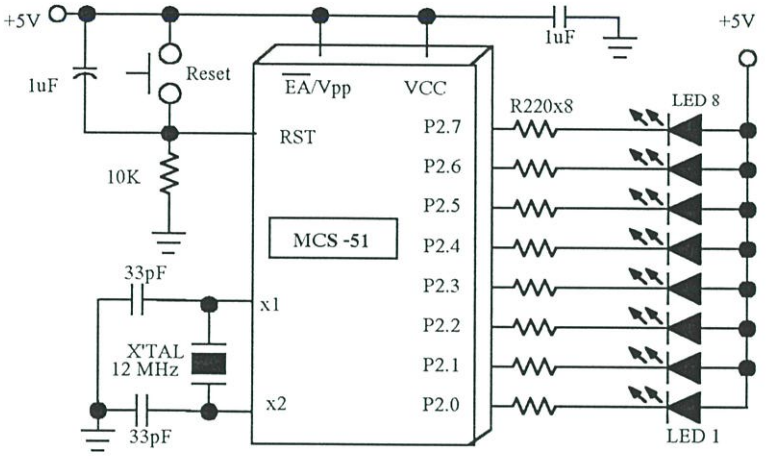
เป็นส่วนของการใช้ในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม นอกเหนือจากที่มีในวงจร

แบบทดสอบที่ 1

เรื่อง MCS-51 กับ LED DISPLAY

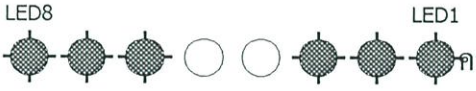
จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

จากรูป ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 1 -2



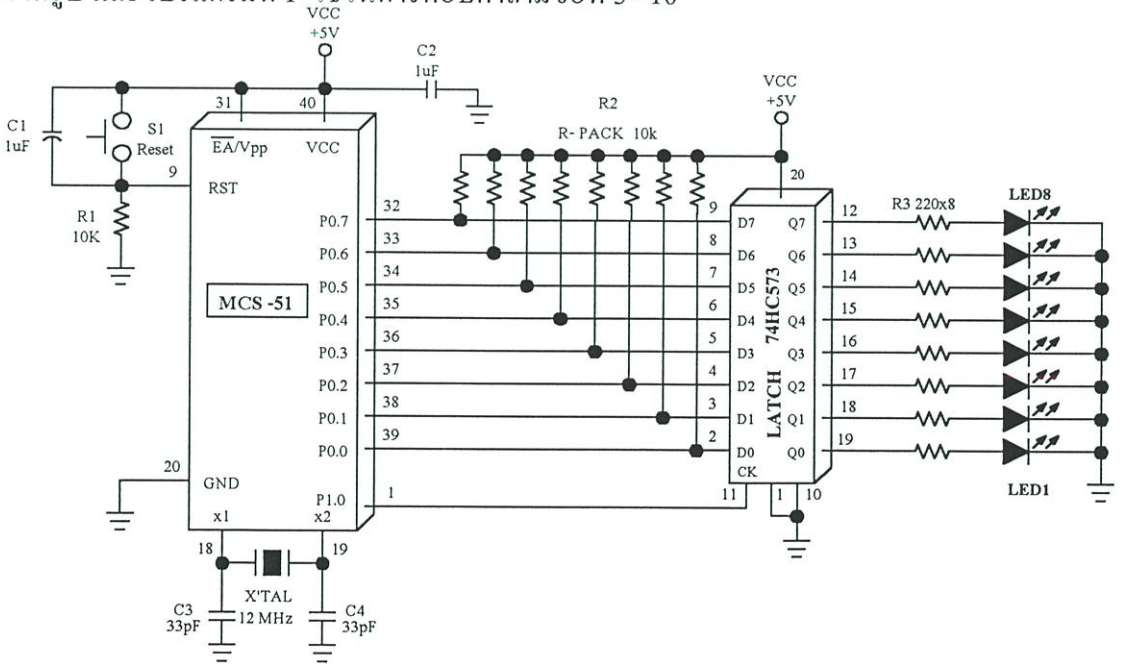
1. ต้องการให้ LED1 ติด ต้องใช้คำสั่งใด

   1. CLR P2.0
   2. SETB P2.0
   3. MOV P2 ,00H
   4. MOV P2,#0FH

2. ต้องการให้ LED ติดดังรูป  ควรใช้คำสั่งใด

   1. MOV P2,18H
   2. MOV P2,0E7H
   3. MOV P2,#18H
   4. MOV P2,#0E7H

จากรูป และโปรแกรมที่ 1 ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 3 –10



โปรแกรมที่ 1

```
1. LATCH_CK     BIT     P1.0
2.              ORG     0000H
3 ..........................................................
4. MAIN:        MOV     R0,#07H
5.              MOV     A,#03H
6. LOOP:        MOV     P0,A
7.              ACALL   DELAY
8.              RL      A
9.              DJNZ    R0,LOOP
10.             SJMP    $
11. DELAY:      MOV     R7,#200
12. DEL1:       MOV     R6,#250
13.             DJNZ    R6,$
14.             DJNZ    R7,DEL1
15.             RET
```

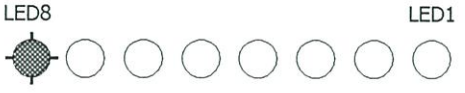
3. จากโปรแกรม เมื่อต้องการให้ IC 74HC573 ทำงานในบรรทัดที่ 3 ของโปรแกรม ต้องใช้คำสั่งใด

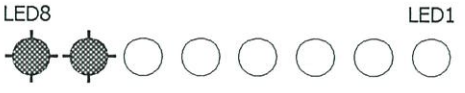
   1. CLR LATCH_CK
   2. SETB LATCH_CK
   3. CPL LATCH_CK
   4. MOV P1,#00H

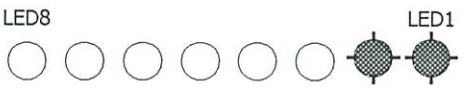
4. จากโปรแกรม คำสั่งที่ทำให้ LED ติด-ดับ คือคำสั่งใด

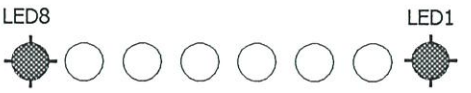
   1. MOV A,#03H
   2. MOV P0,A
   3. ACALL DELAY
   4. RL A

5. จากโปรแกรม เมื่อ RUN โปรแกรม เริ่มต้น LED จะติดอย่างไร

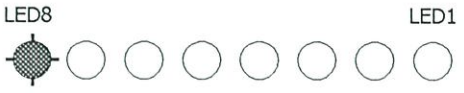
1.


2.


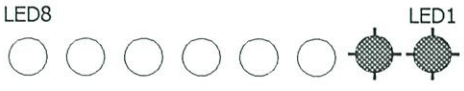
3.


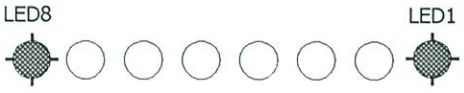
4.


6. เมื่อจบโปรแกรมแล้ว LED จะติดอย่างไร

1. 

2.

3. 

4. 

7. จากโปรแกรม การติด-ดับของ LED มีลักษณะเป็นอย่างไร
   1. ติดทีละดวงวิ่งจากซ้ายไปขวา
   2. ติดทีละดวงวิ่งจากขวาไปซ้าย
   3. ติดทีละ 2 ดวงวิ่งจากซ้ายไปขวา
   4. ติดทีละ 2 ดวงวิ่งจากขวาไปซ้าย
8. คำสั่ง ACALL DELAY ในบรรทัดที่ 7 มีไว้เพื่ออะไร
   1. เพื่อให้ LED ติดได้
   2. เพื่อให้ LED กระพริบได้เร็วขึ้น
   3. เพื่อให้ LED ดับตามจังหวะเวลาที่หน่วง
   4. เพื่อให้เรามองเห็นการกระพริบของ LED
9. ถ้าเราต้องการให้ LED วิ่งกลับด้านจะต้องเปลี่ยนคำสั่งอย่างไร
   1. คำสั่งบรรทัดที่ 5 จาก MOV A,#03H เป็น MOV A,#0C0H
   2. คำสั่งบรรทัดที่ 6 จาก MOV P0,A เป็น MOV A,P0
   3. คำสั่งบรรทัดที่ 8 จาก RL A เป็น RR A
   4. คำสั่งบรรทัดที่ 10 จาก SJMP $ เป็น SJMP MAIN
10. ถ้าต้องการให้ LED ติด-ดับ วนรอบตลอดไม่หยุด ต้องแก้ไขที่คำสั่งใด
    1. คำสั่งบรรทัดที่ 4 จาก MOV R0,#07H เป็น MOV R0,#0FFH
    2. คำสั่งบรรทัดที่ 5 จาก MOV A,#03H เป็น MOV A,#0C0H
    3. คำสั่งบรรทัดที่ 9 จาก DJNZ R0,LOOP เป็น DJNZ R0,MAIN
    4. คำสั่งบรรทัดที่ 10 จาก SJMP $ เป็น SJMP MAIN

****

แบบทดสอบที่ 2

เรื่อง MCS-51 กับ SWITCH

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. คำสั่งในข้อใด <u>ไม่ใช่</u>คำสั่งที่ใช้ในการรับค่าหรือตรวจสอบค่าทางพอร์ต

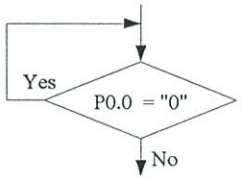
   1. JB P0.0,rel 2. JNB P1.0,rel 3. MOV A,P0 4. MOV P2,A

2. การกดสวิตช์จะเกิดการเด้งกลับไปมาบริเวณหน้าสัมผัสอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่งเรียกว่าอะไร

   1. BOUCE 2. PUSH 3. PLUG 4. DEBOUCE

3. ระยะเวลาที่เกิดการเด้งกลับไปมาบริเวณหน้าสัมผัสเมื่อทำการกดสวิตช์มีเวลาเท่าไร

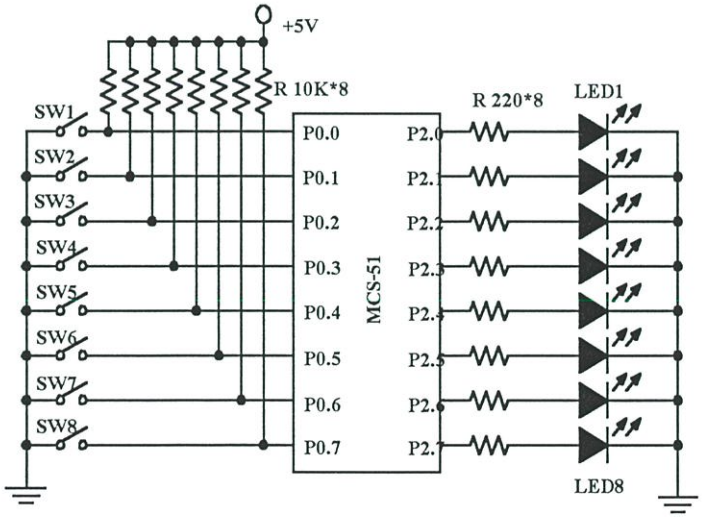
   1. 1 มิลลิวินาที 2. 10 มิลลิวินาที 3. 100 มิลลิวินาที 4. 1 วินาที

4. 

จากโฟล์วชาร์ตเป็นลักษณะการทำงานของคำสั่งใด

   1. MOV P0.0,ACC0 2. MOV ACC.0,P0.0

   3. JB P0.0,$ 4. JNB P0.0,$



จากรูปและโปรแกรมที่ 1 ใช้ในการตอบคำถามข้อ 5-6

โปรแกรมที่ 1

```
1.      ORG 0000H
2.      MOV P2,#00H
3. LP:  ……..
4.      MOV P2,A
5.      SJMP LP
6.      END
```

5. จากโปรแกรมคำสั่งที่ควรใส่ในบรรทัดที่ 3 เพื่อรับค่าการกดสวิตช์จากพอร์ตP0 มาเก็บไว้ใน Acc คือ คำสั่งใด

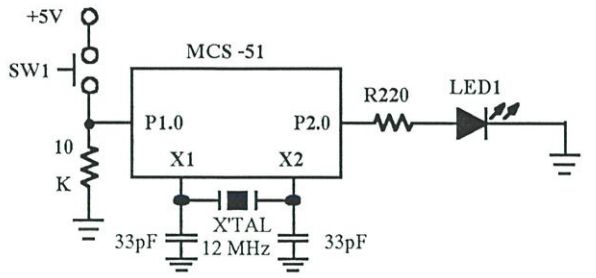
   1. ANL A,P0 2. ORL A,P0 3. MOV A,P0 4. MOV P0,A

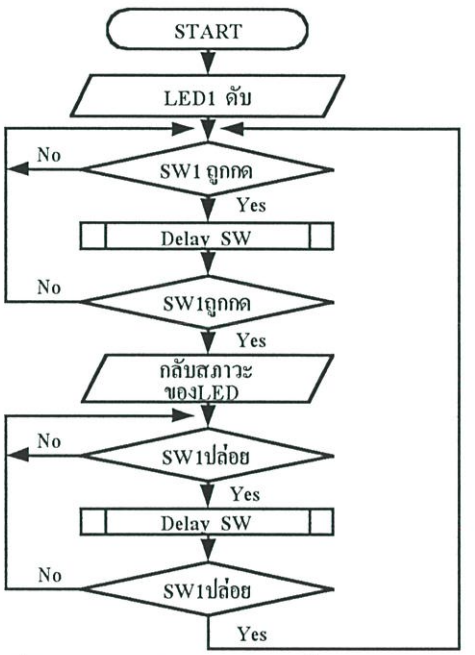
6. เมื่อทำการกดสวิตช์ SW1 และ SW4 ผลที่ได้คืออะไร

   1. LED 1 ถึง LED 8 จะดับ 2. LED1และ LED4 จะดับ LED ที่เหลือจะติด

   3. LED 1 ถึง LED 8 จะติด 4. LED1 และ LED4 จะติด LED ที่เหลือจะดับ

จากรูป โฟล์วชาร์ตและโปรแกรมที่ 2 ใช้ในการตอบคำถามข้อ 7-10





โปรแกรม ที่ 2

```
1. LED          BIT     P2.0
2. SW1          BIT     P1.0
3.              ORG     0000H
4.              CLR     LED
5. PUSH_SW:     (8).....
6.              ACALL DELAY_SW
7.              (8).....
8.              CPL     LED
9. NO_PUSH:     (9) .....
10.             ACALL  DELAY_SW
11.             (9).....
12.             SJMP    PUSH_SW
13. DELAY_SW:   MOV     R7,#20
14. DEL1:       MOV     R6,#250
15.             DJNZ    R6,$
16.             DJNZ    R7,DEL1
17.             RET
```

7. ขณะที่ไม่กดสวิตช์ SW1 และเมื่อกดสวิตช์ สภาวะที่พอร์ต P1.0 จะมีสภาวะลอจิกใด

   1. ไม่กด เป็น “0” กด เป็น “1”
   2. ไม่กด เป็น “Hi-Z” กด เป็น “1”
   3. ไม่กด เป็น “1” กด เป็น “0”
   4. ไม่กด เป็น “0” กด เป็น “Hi-Z”

8. จากโปรแกรม คำสั่งบรรทัดที่ 5 และ 7 ที่ควรใช้คือคำสั่งใด

   1. JB SW1,$
   2. JB SW1,PUSH_SW
   3. JNB SW1,$
   4. JNB SW1,PUSH_SW

9. จากโปรแกรม คำสั่งบรรทัดที่ 9 และ 11 ที่ควรใช้คือคำสั่งใด

   1. JB SW1,$
   2. JB SW1,NO_PUSH
   3. JNB SW1,$
   4. JNB SW1,NO_PUSH

10. คำสั่ง ACALL DELAY_SW เป็นคำสั่งเรียกโปรแกรมย่อยหน่วงเวลาเพื่ออะไร

   1. เพื่อรอการกด-ปล่อยสวิตช์
   2. เพื่อให้มองเห็นการติด-ดับของ LED
   3. เพื่อให้เลยช่วงเวลาเด้งกลับไปมาของหน้าสัมผัสสวิตช์
   4. เพื่อให้โปรแกรมเสียเวลาทำงานให้นานพอกับการกด-ปล่อยสวิตช์

แบบทดสอบที่ 6

เรื่อง MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. การกระตุ้นเฟสแบบ 2 Excitation มีคุณสมบัติอย่างไร

   1. สร้างวงจรกระตุ้นได้ง่าย
   2. สูญเสียกำลังงานต่ำ
   3. ให้แรงบิดมากที่สุด
   4. มีความละเอียดของสเต็ปมากขึ้น

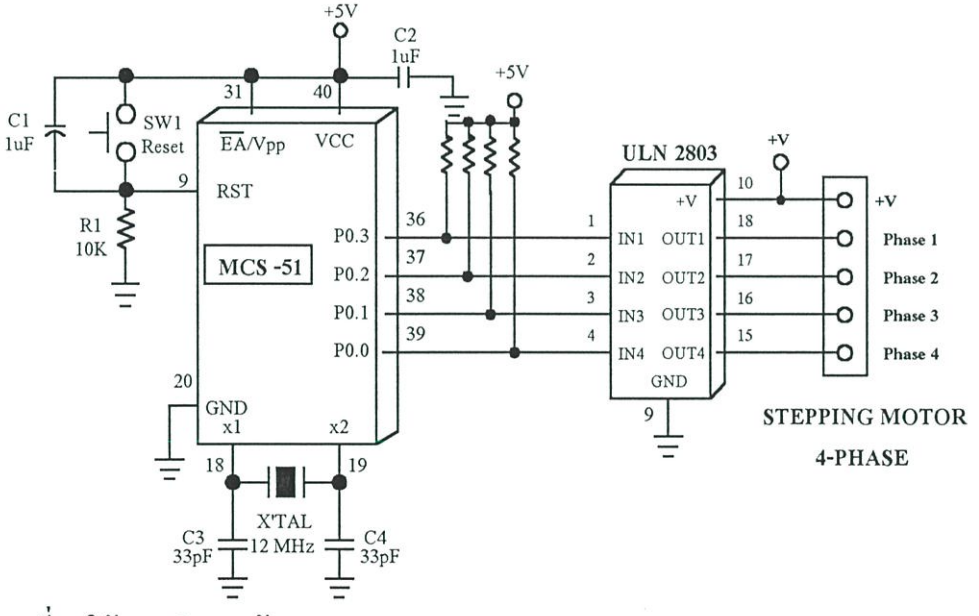
2. การกระตุ้นเฟสแบบ Half- Drive มีลักษณะสมบัติอย่างไร

   1. ให้แรงบิดน้อย
   2. สูญเสียกำลังงานสูง
   3. สร้างวงจรกระตุ้นได้ยาก
   4. ให้ไฟกระตุ้นครั้งละ 2 เฟส

3. เราเรียกการกระตุ้นเฟสของ Stepping Motor ที่ให้การกระตุ้นทีละ 1 เฟส ต่อเนื่องกันไปว่าแบบใด

   1. Full Drive
   2. Half Drive
   3. Half Step
   4. 1-2 Excitation

จากวงจร ใช้ตอบคำถามข้อที่ 4 – 10



โปรแกรมที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6

```
1.          ORG     0000H
2.  MIAN:   MOV     R0,#100
3.          MOV     A,#01H
4.  LOOP:   MOV     P0,A
5.          ACALL   DELAY
6.          RL      A
7.          CJNE    A,#10H,NEXT
8.          MOV     A,#01H
9.  NEXT:   DJNZ    R0,LOOP
10.         SJMP    $
11. DELAY:  MOV     R7,#100
12. DEL1:   MOV     R6,#250
13. DEL2:   DJNZ    R6,DEL2
14.         DJNZ    R7,DEL1
15.         RET
16.         END
```

4. จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อRun โปรแกรม ผลที่ได้ Stepping Motor หมุนไป 180° แสดงว่า Stepping Motor ที่ใช้เป็นแบบใด

   1. 0.9° / Step 2. 1 ° / Step 3. 1.8 °/ Step 4. 7.5 °/ Step

5. ถ้าต้องการให้ Stepping Motor หมุนครบ 1 รอบ จะต้องแก้ไขโปรแกรมอย่างไร

   1. RL A เป็น RR A 2. MOV R0,#100 เป็น MOV R0,#50

   3. MOV R0,#100 เป็น MOV R0,#200 4. MOV R7,#100 เป็น MOV R7,#200

6. จากโปรแกรม เป็นการกระตุ้นเฟสแบบใด

   1. Full-Drive 2. Full Step 3. 1 Excitation 4. 1-2 Excitation

7. ถ้าต้องการให้ Stepping Motor หมุนกลับด้านจะต้องเปลี่ยนคำสั่งต่อไปนี้ <u>ยกเว้น</u> คำสั่งข้อใด

   1. บรรทัดที่ 3 และ 8 จาก MOV A,#01H เป็น MOV A,#10H
   2. บรรทัดที่ 6 จาก RL A เป็น RR A
   3. บรรทัดที่ 7 จาก CJNE A,#10H,NEXT เป็น CJNE A,#01H,NEXT
   4. บรรทัดที่ 10 จาก SJMP $ เป็น SJMP LOOP

โปรแกรมที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10

```
1.          ORG   0000H
2. LOOP:    MOV   A,#00
3.          MOV   DPTR,#TABLE
4. STEP:    MOV   B,A
5.          MOVC  A,@A+DPTR
6.          MOV   P0,A
7.          ACALL DELAY
8.          MOV   A,B
9.          INC   A
10.         CJNE  A,#04,STEP
11.         SJMP  LOOP
12. TABLE:  DB    01H,02H,04H,08H
13. DELAY:  MOV   R7,#100
14. DEL1:   MOV   R6,#250
15. DEL2:   DJNZ  R6,DEL2
16.         DJNZ  R7,DEL1
17.         RET
18.         END
```

8. จากโปรแกรม เป็นการกระตุ้นเฟสแบบใด

   1. Full-Drive 2. Full Step 3. 1 Excitation 4. 1-2 Excitation

9. จากโปรแกรม Stepping Motor จะหมุนอย่างไร

   1. จะไม่หมุน 2. จะหมุน 100 Step แล้ว หยุด

   3. จะหมุน 256 Step แล้ว หยุด 4. จะหมุนไปเรื่อย ๆ ไม่หยุด

10. ต้องการให้มีการกระตุ้นเฟส แบบ 2 – Excitation จะต้องเปลี่ยนค่าใน TABLE เป็นอะไร

    1. 01H,02H,03H,04H 2. 01H,03H,05H,07H

    3. 02H,04H,06H,08H 4. 03H,06H,0CH,09H

แบบทดสอบที่ 10

เรื่อง การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. การใช้งานให้ MCS-51 ทำงานในโหมด Timer หรือ Counter สามารถกำหนดได้จากรีจิสเตอร์ตัวใด

   1. IE 2. T0 3. TMOD 4. TCON

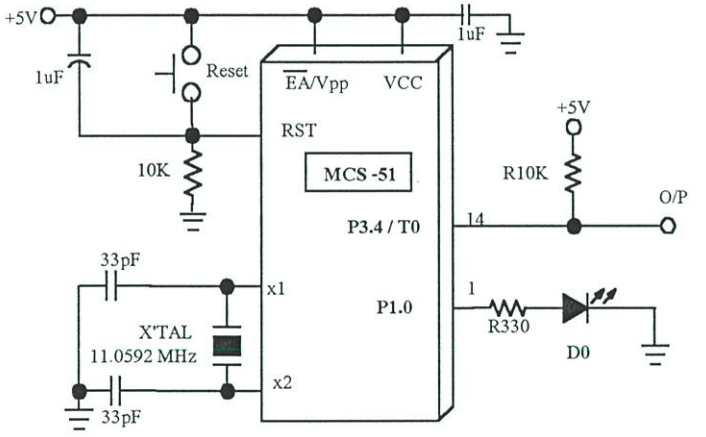
2. รีจิสเตอร์ที่ใช้บิตแสดงการเกิดโอเวอร์โฟล์วของ Timer?counter ของMCS-51 คือรีจิสเตอร์ใด

   1. TF 2. TH,TL 3. TMOD 4. TCON

3. การนับค่าของ MCS-51 จะมีการนับในลักษณะใด และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วขึ้นเมื่อใด

   1. นับลง และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วเมื่อ TH และ TL เปลี่ยนจากค่าที่ตั้งไว้นับลงถึง 0000H
   2. นับลง และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วเมื่อ TH และ TL เปลี่ยนจาก 0000H เป็น FFFFH
   3. นับขึ้น และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วเมื่อ TH และ TL เปลี่ยนจากค่าที่ตั้งไว้นับขึ้นถึง FFFFH
   4. นับขึ้น และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วเมื่อ TH และ TL เปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H

จากรูป และโปรแกรมที่ 1 ใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 4 –10



โปรแกรมที่ 1

```
1.          ORG     0000H
2.          AJMP    MAIN
3.          ORG     000BH
4.          MOV     TH0,#0FCH
5.          MOV     TL0,#066H
6.          CPL     P3.4
7.          RETI
8.  MAIN:   MOV     TMOD,#01H
9.          MOV     TH0,#0FCH
10.         MOV     TL0,#066H
11.         MOV     IE,#10000010B
12. LOOP:   MOV     R7,#10
13.         SETB    TR0
14. DEL:    JNB     TF0,DEL
15.         DJNZ    R7,DEL
16.         CPL     P1.0
17.         AJMP    LOOP
```

4. รีจิสเตอร์ใดเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นบิตควบคุมให้ TIMER เริ่มทำงาน

   1. IE 2. IT 3. TR 4. TF

5. เมื่อใช้ X'TAL ความถี่ 11.0592 MHz จะมีค่าเวลาในการทำงานต่อ 1 ไซเกิลเท่าใด

   1. 0.6 µS 2. 0.75 µS 3. 1.0 µS 4. 1.085 µS

6. เมื่อ TIMER 0 เกิดการอินเตอร์รัพต์จะทำให้ MCS-51 ไปทำงานที่แอดเดรสใด

   1. 0003H 2. 000BH 3. 0013H 4. 001BH

7. เมื่อ Run โปรแกรม สัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4/T0 จะมีลักษณะอย่างไร

   1. 2. 3. 4.

8. ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4 / T0 จะมีความถี่เท่าใด

   1. 50 Hz 2. 100Hz 3. 500Hz 4. 1000Hz

9. ต้องการเพิ่มความกว้างของคาบเวลาของสัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4 / T0 ต้องแก้คำสั่งอย่างไร

   1. เปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 3 จาก ORG 000BH เป็น ORG 001BH
   2. เปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 4 จาก MOV TH0,#0FCH เป็น MOV TH0,#00H
   3. เปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 11 จาก MOV IE,#10000010B เป็น MOV IE,#10000001B
   4. เปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 14 จาก MOV R7,#200 เป็น MOV R7,#00

10. เมื่อ Run โปรแกรม หลอดไฟ D0 จะมีลักษณะอย่างไร

    1. จะติดค้างตลอดเวลา 2. จะดับตลอดเวลา
    3. จะมีช่วงเวลา ติด- ดับ เท่ากันตลอดเวลา 4. จะมีช่วงเวลาติดมากกว่า ช่วงเวลาดับ

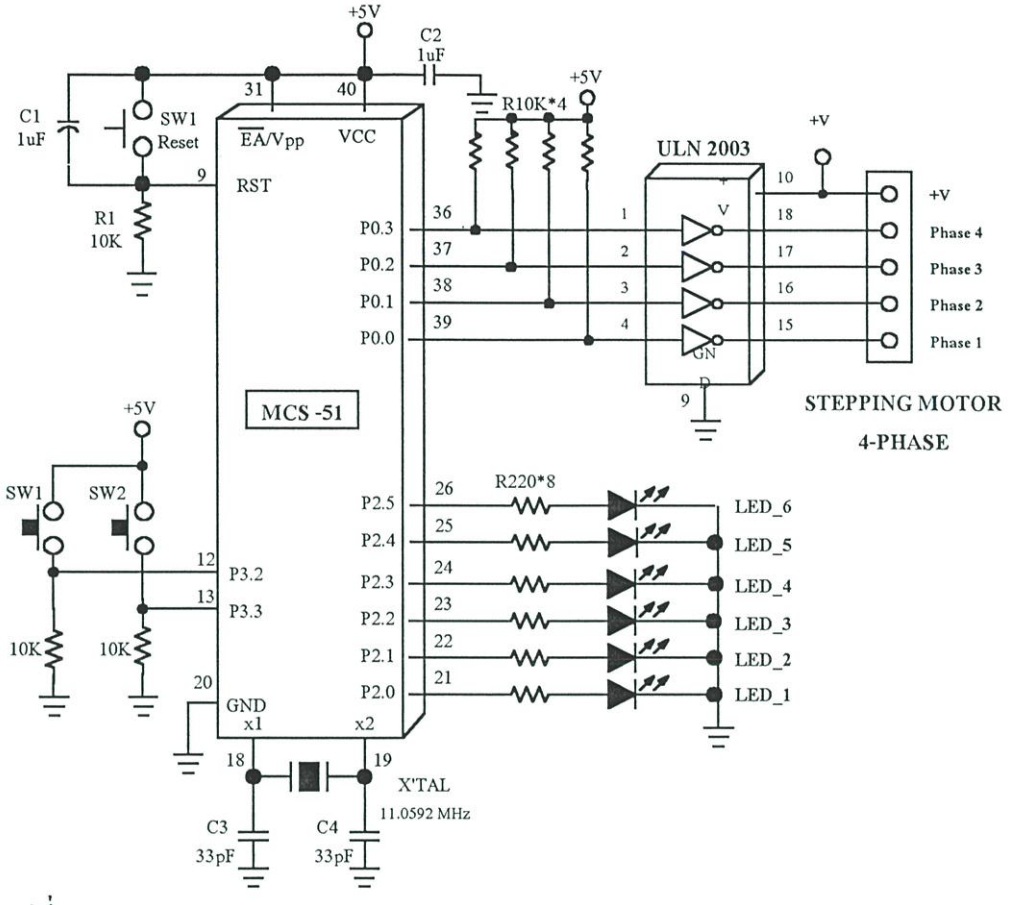
****

แบบทดสอบ

ใบงานรวม

จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

จากรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1- 10



รูปที่ 1

โปรแกรมที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1- 4

```
1.  SW1          BIT   P3.2
2.  SW2          BIT   P3.3
3.  LED_ON       BIT   P2.4
4.  LED_OFF      BIT   P2.5
5.               ORG   0000H
6.  MAIN:        MOV   P2,#30H
7.  CHK_SW1:     JNB   SW1,CHK_SW2
8.               CLR   LED_OFF
9.               SETB  LED_ON
10.              AJMP  CHK_SW1
11. CHK_SW2:     JNB   SW2,CHK_SW1
12.              SETB  LED_OFF
13.              CLR   LED_ON
14.              AJMP  CHK_SW1
```

1. จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม ผลที่ปรากฏที่ LED คือ
   1. LED จะติด 1 ดวง
   2. LED จะติด 2 ดวง
   3. LED ทั้งหมดจะดับ
   4. LED ทั้งหมดจะติด
2. จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม แล้วทำการกดสวิตช์ SW1 และ SW2 พร้อมกัน ผลที่ได้ คือ

1. LED ทั้งหมดจะดับ
2. LED ทั้งหมดจะติด
3. LED_5 ติด และ LED_6 ดับ
4. LED_5 ดับและ LED_6 ติด

3. เมื่อทำการกดสวิตช์ SW1 ผลที่ได้คือ
   1. LED จะดับทั้งหมด
   2. LED_1 ติดและ LED_2 ดับ
   3. LED_5 ติด และ LED_6 ดับ
   4. LED_5 ดับและ LED_6 ติด
4. เมื่อทำการกดสวิตช์ SW2 ผลที่ได้คือ
   1. LED ทั้งหมดจะดับ
   2. LED_1 ติดและ LED_2 ดับ
   3. LED_5 ติดและ LED_6 ดับ
   4. LED_5 ดับและ LED_6 ติด

โปรแกรมที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5 - 7

```
1.              ORG   0000H
2.  MAIN:       MOV   R0,#100
3.  STEP:       MOV   A,#0
4.              MOV   DPTR,#TABLE
5.              MOV   B,A
6.  LOOP:       MOVC  A,@A+DPTR
7.              MOV   P0,A
8.              ACALL DELAY
9.              MOV   A,B
10.             INC   A
11.             CJNZ  A,#04H,NEXT
12.             MOV   A,#0
13. NEXT:       MOV   B,A
14.             DJNZ  R0,LOOP
15.             AJMP  MAIN
16. DELAY:      MOV   R7,#20
17. DEL1:       MOV   R6,#100
18. DEL2:       NOP
19.             NOP
20.             DJNZ  R6,DEL2
21.             DJNZ  R7,DEL1
22.             RET
23. TABLE:      DB    03H,06H,0CH,09H
24.             END
```

5. จากโปรแกรมที่ 2 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม สังเกตผลที่ Stepping Motor ผลที่ได้คือ
   1. Stepping Motor จะหมุนไปเรื่อย ๆ ไม่หยุด
   2. Stepping Motor จะหมุนไปชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วหยุด
   3. Stepping Motor จะยังไม่หมุนจนกว่าจะมีการกดสวิตช์ SW1
   4. Stepping Motor จะหมุนจนกว่าจะมีการกดสวิตช์ SW1 แล้วจึงหยุด
6. ถ้าต้องการแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้ Stepping Motor หมุนครบ 100 Step แล้วหยุด จะต้องแก้ไขที่คำสั่งใด
   1. บรรทัดที่ 3 และ 12 จาก MOV A,#0 เป็น MOV A,#100
   2. บรรทัดที่ 10 จาก INC A เป็น DEC A
   3. บรรทัดที่ 11 จาก CJNE A,# 04H,NEXT เป็น CJNE A,#100,NEXT
   4. บรรทัดที่ 15 จาก AJMP MAIN เป็น AJMP $

7. ถ้าต้องการเปลี่ยนวิธีการกระตุ้นเฟส โดยการเปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 23

   จาก **TABLE:** DB 03H,06H,0CH,09H เป็น **TABLE:** DB 01H,02H,04H,08H

   เพื่อให้ Stepping Motor หมุนได้จะต้องแก้ไขคำสั่งที่ใดอีก

   1. บรรทัดที่ 3 จาก MOV A,#0 เป็น MOV A,04H
   2. บรรทัดที่ 11 จาก CJNE A,#04,NEXT เป็น MOV CJNE A,#08,NEXT
   3. บรรทัดที่ 15 จาก AJMP MAIN เป็น AJMP LOOP
   4. ไม่ต้องแก้ไขคำสั่งใดอีก

โปรแกรมที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 8 – 10

```
1.          ORG   0000H          10.         MOV   TL0,#066H
2.          AJMP  MAIN           11.         MOV   P2,#00
3.          ORG   000BH          12.         MOV   IE,#10000010B
4.          MOV   TH0,#0FCH      13. LOOP:   MOV   R7,#200
5.          MOV   TL0,#066H      14.         SETB  TR0
6.          NOP                  15. DEL:    JNB   TF0,DEL
7.          RETI                 16.         DJNZ  R7,DEL
8.  MAIN:   MOV   TMOD,#01H      17.         NOP
9.          MOV   TH0,#0FCH      18.         AJMP  $
```

8. เมื่อ TIMER 0 เกิดการอินเตอร์รัพต์จะทำให้ MCS-51 ไปทำงานที่แอดเดรสใด

   1. เมื่อ 0003H 2. 000BH 3. 0013H 4. 001BH

9. จากโปรแกรมที่ 3 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม ผลที่ได้คือ

   1. LED ทั้งหมดจะติด 2. LED_5 จะติด- ดับ สลับกันไป
   3. LED_6 จะติด- ดับ สลับกันไปLED 4. ทั้งหมดจะติด- ดับ สลับกันไป

10. เมื่อเปลี่ยนคำสั่งที่ 16 จากคำสั่ง NOP เป็น CPL P2.0 โปรแกรม สัญญาณเอาต์พุตที่ขา P2..0 จะมีลักษณะอย่างไร

1. 2. 3. 4.

เฉลยแบบทดสอบ

<u>เฉลยแบบทดสอบที่ 1</u> เรื่อง MCS-51 กับ LED DISPLAY

1. 1	2. 3	3. 2	4. 2	5. 3
6. 2	7. 4	8. 4	9. 3	10. 4

<u>เฉลยแบบทดสอบที่ 2</u> เรื่อง MCS-51 กับ LED DISPLAY

1. 4	2. 1	3. 2	4. 4	5. 4
6. 3	7. 1	8. 3	9. 1	10. 3

<u>เฉลยแบบทดสอบที่ 6</u> เรื่อง MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

1. 3	2. 1	3. 2	4. 3	5. 3
6. 3	7. 4	8. 3	9. 4	10. 4

<u>เฉลยแบบทดสอบที่ 10</u> เรื่อง การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์

1. 3	2. 4	3. 3	4. 4	5. 4
6. 2	7. 1	8. 4	9. 2	10. 3

<u>เฉลยแบบทดสอบ</u> ใบงานรวม

1. 2	2. 3	3. 3	4. 4	5. 1
6. 4	7. 4	8. 2	9. 1	10. 1

****

ภาคผนวก ค

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)					
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)					
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)					
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5
3.4 เขียนโปรแกรมไฟวิ่งได้	2	4	6	8	10
3.5 สรุปผลการทดลอง	1	2	3	4	5
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งสิ้น					

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ
ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)					
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)					
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)					
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5
3.4 เขียนโปรแกรมรับค่าจากสวิตช์ได้	2	4	6	8	10
3.5 สรุปผลการทดลอง	1	2	3	4	5
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งสิ้น					

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)					
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)					
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)					
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5
3.4 เขียนโปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR ได้	2	4	6	8	10
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งสิ้น					

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)					
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)					
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)					
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10
3.3 คำนวณค่า TIMER ได้	2	4	6	8	10
3.4 เขียนโปรแกรมใช้งาน TIMER ได้	2	4	6	8	10
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งสิ้น					

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานรวม

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)					
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)					
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)					
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10
3.3 เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้	2	4	6	8	10
3.4 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	2	4	6	8	10
3.5 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งสิ้น					

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง
- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบอร์ดทดลองและใบงาน

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด

4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่มาก

3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับปานกลาง

2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อย

1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมิน IOC เพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

+1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตอนที่ 3 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 1

1. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อบอร์ดทดลอง

คำชี้แจง :- กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	บอร์ดทดลอง					
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน……..	.....	.....	.....	.....	.....
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน…...	.....	.....	.....	.....	.....
3	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์……..	.....	.....	.....	.....	.....
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ …….	.....	.....	.....	.....	.....
5	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้……..	.....	.....	.....	.....	.....
6	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์……..	.....	.....	.....	.....	.....
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์……....	.....	.....	.....	.....	.....
8	มีความสัมพันธ์การใช้งานร่วมกับใบงาน....	.....	.....	.....	.....	.....
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน…..…	.....	.....	.....	.....	.....
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง……..	.....	.....	.....	.....	.....
11	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม……	.....	.....	.....	.....	.....
12	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน……...	.....	.....	.....	.....	.....
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา……	.....	.....	.....	.....	.....
14	มีความคงทนแข็งแรง……...	.....	.....	.....	.....	.....
15	ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ....	.....	.....	.....	.....	.....
	รวม					
	รวมคะแนนทั้งหมด					

2. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

คำชี้แจง :- กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	ใบงาน					
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	.....	.....	.....	.....	.....
5	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้น การทดลองของแต่ละขั้น	.....	.....	.....	.....	.....
8	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูปวงจร ตาราง ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จาก การทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจ ได้ดี	.....	.....	.....	.....	.....
รวม						
รวมคะแนนทั้งหมด						

ตอนที่ 2

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบทดสอบ

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมิน IOC เพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

+1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

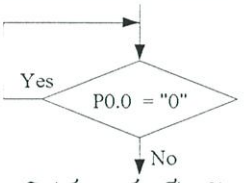
1. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในระดับพอร์ตได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED DISPLAY ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ LED DISPLAY ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมไฟวิ่งได้

ข้อที่	คำถาม	IOC		
		+1	0	-1
1	ต้องการให้ LED1 ติด ต้องใช้คำสั่งใด			
2	ต้องการให้ LED ติดดังรูป ควรใช้คำสั่งใด			
3	จากโปรแกรม เมื่อต้องการให้ IC 74HC573 ทำงานในบรรทัดที่ 3 ของโปรแกรม ต้องใช้คำสั่งใด			
4	จากโปรแกรม คำสั่งที่ทำให้ LED ติด-ดับ คือคำสั่งใด			
5	จากโปรแกรม เมื่อ RUN โปรแกรม เริ่มต้น LED จะติดอย่างไร			
6	เมื่อจบโปรแกรมแล้ว LED จะติดอย่างไร			
7	จากโปรแกรม การติด-ดับของ LED มีลักษณะเป็นอย่างไร			
8	คำสั่ง ACALL DELAY ในบรรทัดที่ 7 มีไว้เพื่ออะไร			
9	ถ้าเราต้องการให้ LED วิ่งกลับด้านจะต้องเปลี่ยนคำสั่งอย่างไร			
10	ถ้าต้องการให้ LED ติด-ดับ วนรอบตลอดไม่หยุด ต้องแก้ไขที่คำสั่งใด			

แบบทดสอบที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งรับค่าข้อมูลทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในระดับบิตได้
2. ใช้คำสั่งรับค่าข้อมูลทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในระดับพอร์ตได้
3. อธิบายการเกิด Bounce และวิธีการแก้ Bounce ได้
4. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ SWITCH ได้
5. ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ SWITCH ได้
6. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานสวิตช์ในงานควบคุมได้

ข้อที่	คำถาม	IOC		
		+1	0	-1
1	คำสั่งในข้อใด ไม่ใช่คำสั่งที่ใช้ในการรับค่าหรือตรวจสอบค่าทางพอร์ต			
2	การกดสวิตช์ จะเกิดการเด้งกลับไปมาบริเวณหน้าสัมผัสอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เรียกว่า			
3	ระยะเวลาที่เกิดการเด้งกลับไปมาบริเวณหน้าสัมผัสเมื่อทำการกดสวิตช์มีเวลาประมาณเท่าไร			
4	 จากโฟล์วชาร์ตเป็นลักษณะการทำงานของคำสั่งใด			
5	จากโปรแกรมคำสั่งที่ควรใส่ในบรรทัดที่ 3 เพื่อรับค่าการกดสวิตช์จากพอร์ตP0 มาเก็บไว้ใน Acc คือ			
6	เมื่อทำการกดสวิตช์ SW1 และ SW4 ผลที่ได้คือ			
7	ขณะที่ไม่กดสวิตช์ SW1 และเมื่อกดสวิตช์ สภาวะที่พอร์ต P1.0 จะมีสภาวะลอจิกใด			
8	จากโปรแกรม คำสั่งบรรทัดที่ 5 และ 7 ที่ควรใช้คือคำสั่งใด			
9	จากโปรแกรม คำสั่งบรรทัดที่ 7 และ 9 ที่ควรใช้คือคำสั่งใด			
10	คำสั่ง ACALL DELAY_SW เป็นคำสั่งเรียกโปรแกรมย่อยหน่วงเวลาเพื่ออะไร			

แบบทดสอบที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายวิธีการกระตุ้นเฟสของ STEPPING MOTOR แบบต่าง ๆ ได้
2. บอกคุณสมบัติของการกระตุ้นเฟสแบบต่าง ๆ ได้
3. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ STEPPING MOTOR ได้
4. ต่อวงจรเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ STEPPING MOTOR ได้
5. เขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของ STEPPING MOTOR แบบต่าง ๆ ได้

ข้อที่	คำถาม	IOC		
		+1	0	-1
1	การกระตุ้นเฟสแบบ 2 Excitation มีคุณสมบัติอย่างไร			
2	การกระตุ้นเฟสแบบ Half- Step มีคุณสมบัติอย่างไร			
3	เราเรียกการกระตุ้นเฟสของ Stepping Motor ที่ให้การกระตุ้นทีละ 1 เฟส ต่อเนื่องกันไป ว่าแบบ			
4	จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อRun โปรแกรม ผลที่ได้ Stepping Motor หมุนไป 180° แสดงว่า Stepping Motor ที่ใช้เป็นแบบ			
5	ถ้าต้องการให้ Stepping Motor หมุนครบ 1 รอบ จะต้องแก้ไขโปรแกรมอย่างไร			
6	จากโปรแกรมที่ 1 เป็นการกระตุ้นเฟสแบบใด			
7	ถ้าต้องการให้ Stepping Motor หมุนกลับด้านจะต้องเปลี่ยนคำสั่งต่อไปนี้ <u>ยกเว้น</u> คำสั่งข้อใด			
8	จากโปรแกรมที่ 2 เป็นการกระตุ้นเฟสแบบใด			
9	จากโปรแกรมที่ 2 Stepping Motor จะหมุนอย่างไร			
10	ต้องการให้มีการกระตุ้นเฟส แบบ 2 – Excitation จะต้องเปลี่ยนค่าใน TABLE เป็น			

แบบทดสอบที่ 10 การใช้งาน TIMER ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหน้าที่ของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้การควบคุม TIMER ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของ TIMER ได้
3. คำนวณค่าเริ่มต้นของการใช้งาน TIMER ได้
4. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน TIMER ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
5. ต่อวงจรเพื่อใช้งาน TIMER ได้

ข้อที่	คำถาม	IOC		
		+1	0	-1
1	การใช้งานให้ MCS-51 ทำงานในโหมด Timer หรือ Counter สามารถกำหนดได้จากรีจิสเตอร์ตัวใด			
2	รีจิสเตอร์ที่ใช้บิตแสดงการเกิดโอเวอร์โฟล์วของ TIMER/COUNTER ของMCS-51 คือรีจิสเตอร์ใด			
3	รีจิสเตอร์ใดเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นบิตควบคุมให้ TIMER เริ่มทำงาน			
4	การนับค่าของ MCS-51 จะมีการนับในลักษณะใด และจะเกิดโอเวอร์โฟล์วขึ้นเมื่อใด			
5	เมื่อสัญญาณ X'TAL ใช้ความถี่ 11.0592 MHz จะมีค่าเวลาในการทำงานต่อ 1 ไซเกิลเท่าใด			
6	เมื่อ TIMER 0 เกิดการอินเตอร์รัพต์จะทำให้ MCS-51 ไปทำงานที่แอดเดรสใด			
7	เมื่อ Run โปรแกรม สัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4/T0 จะมีลักษณะอย่างไร			
8	ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4 / T0 จะมีความถี่เท่าใด			
9	ถ้าต้องการเพิ่มความกว้างของคาบเวลาของสัญญาณเอาต์พุตที่ขา P3.4 / T0 ต้องแก้คำสั่งอย่างไร			
10	เมื่อ Run โปรแกรม หลอดไฟ D0 จะมีลักษณะอย่างไร			

แบบทดสอบ ใบงานรวม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนโปรแกรมควบคุมการติดดับของ LED DISPLAYได้
2. เขียนโปรแกรมรับข้อมูลจาก SWITCH ได้
3. เขียนโปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR ได้
4. เขียนโปรแกรมใช้งาน TIMER ได้
5. ต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

ข้อที่	คำถาม	IOC		
		+1	0	-1
1	จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม ผลที่ปรากฏที่ LED คือ			
2	จากโปรแกรมที่ 1 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม แล้วทำการกดสวิตช์ SW1 และ SW2 พร้อมกัน ผลที่ได้ คือ			
3	เมื่อทำการกดสวิตช์ SW1 ผลที่ได้คือ			
4	เมื่อทำการกดสวิตช์ SW2 ผลที่ได้คือ			
5	จากโปรแกรมที่ 2 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม สังเกตผลที่ Stepping Motor ผลที่ได้คือ			
6	ถ้าต้องการแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้ Stepping Motor หมุนครบ 100 Step แล้วหยุด จะต้องแก้ไขที่คำสั่งใด			
7	ถ้าต้องการเปลี่ยนวิธีการกระตุ้นเฟสโดยการเปลี่ยนคำสั่งบรรทัดที่ 23 จาก DB 03H,06H,0CH,09H เป็น DB 01H,02H,04H,08H เพื่อให้ Stepping Motor หมุนได้จะต้องแก้ไขคำสั่งที่ใดอีก			
8	เมื่อ TIMER 0 เกิดการอินเตอร์รัพต์จะทำให้ MCS-51 ไปทำงานที่แอดเดรสใด			
9	จากโปรแกรมที่ 3 เมื่อเริ่ม Run โปรแกรม ผลที่ได้คือ			
10	เมื่อเปลี่ยนคำสั่งที่ 16 จากคำสั่ง NOP เป็น CPL P2.0 โปรแกรมสัญญาณเอาต์พุตที่ขา P2..0 จะมีลักษณะอย่างไร			

<u>ตอนที่ 3</u> ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับบอร์ดทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับใบงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับแบบทดสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

<u>ตอนที่ 1</u> ถามความคิดเห็น เกี่ยวกับความสอดคล้องของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

<u>ตอนที่ 2</u> ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

<u>การประเมิน</u>

<u>ตอนที่ 1</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมิน IOC เพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

+1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง หัวข้อการให้คะแนนไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

<u>ตอนที่ 2</u> โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 1 MCS-51 กับ LED DISPLAY

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน					IOC		
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	+1	0	-1
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)								
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5			
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5			
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)								
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10			
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5			
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)								
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5			
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10			
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5			
3.4 เขียนโปรแกรมไฟวิ่งได้	2	4	6	8	10			
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5			
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10			
รวมคะแนน								
รวมคะแนนทั้งสิ้น								

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 2 MCS-51 กับ SWITCH

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน					IOC		
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	+1	0	-1
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)								
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5			
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5			
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)								
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10			
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5			
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)								
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5			
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10			
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5			
3.4 เขียนโปรแกรมรับค่าจากสวิตช์ได้	2	4	6	8	10			
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5			
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10			
รวมคะแนน								
รวมคะแนนทั้งสิ้น								

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 6 MCS-51 กับ STEPPING MOTOR

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน					IOC		
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	+1	0	-1
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)								
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5			
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5			
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)								
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10			
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5			
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)								
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5			
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10			
3.3 เขียนโฟล์วชาร์ตได้	1	2	3	4	5			
3.4 เขียนโปรแกรมควบคุม STEPPING MOTOR ได้	2	4	6	8	10			
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5			
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10			
รวมคะแนน								
รวมคะแนนทั้งสิ้น								

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ใบงานที่ 10 การใช้งาน TIMER ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน					IOC		
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	+1	0	-1
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)								
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5			
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5			
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)								
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10			
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5			
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)								
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5			
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10			
3.3 คำนวณค่า TIMER ได้	2	4	6	8	10			
3.4 เขียนโปรแกรมใช้งาน TIMER ได้	2	4	6	8	10			
3.5 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	1	2	3	4	5			
3.6 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10			
รวมคะแนน								
รวมคะแนนทั้งสิ้น								

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้

มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน

ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้

น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน

น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

แบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ
ใบงานรวม

หัวข้อการให้คะแนน	ระดับคะแนน					IOC		
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	+1	0	-1
(1) การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการทดลอง (10 คะแนน)								
1.1 ตรวจสอบบอร์ดทดลองโดยการโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้	1	2	3	4	5			
1.2 ตรวจสอบส่วนแสดงผลที่ใช้ในการทดลองครบทุกส่วน	1	2	3	4	5			
(2) การต่อวงจรและโปรแกรม (15 คะแนน)								
2.1 ต่อวงจรการทดลองได้	2	4	6	8	10			
2.2 เขียนโปรแกรมทดสอบได้	1	2	3	4	5			
(3) ความเข้าใจในการทดลอง (45 คะแนน)								
3.1 บันทึกผลการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้อง	1	2	3	4	5			
3.2 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ตามคำสั่ง	2	4	6	8	10			
3.3 เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้	2	4	6	8	10			
3.4 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ได้	2	4	6	8	10			
3.5 ตอบคำถามท้ายการทดลองได้ถูกต้อง	2	4	6	8	10			
รวมคะแนน								
รวมคะแนนทั้งสิ้น								

ระดับคะแนน มากที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนและแก้ปัญหาการทดลองด้วยตนเองได้
มาก หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยมีการขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาการทดลองบางส่วน
ปานกลาง หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาในการทดลองได้
น้อย หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำบางส่วน
น้อยที่สุด หมายถึง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ โดยอาศัยคำแนะนำทุกขั้นตอน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับ หัวข้อให้คะแนนในแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับ ระดับคะแนนในแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นอื่น ๆ เกี่ยวกับแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลอง

- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน
- ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ตารางที่ จ.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					$\sum X$	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
1	เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
2	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	5	5	5	5	4	24	4.80	0.45	ดีมาก
3	มีความสะดวกในการต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม	5	4	4	4	4	21	4.20	0.45	ดี
4	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
5	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	ดี
6	นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	5	5	4	4	4	22	4.40	0.55	ดี
7	ความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์	4	4	4	4	4	20	4.00	0.00	ดี
8	มีความสัมพันธ์ในการใช้งานร่วมกับใบงาน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	ดีมาก
11	รูปร่างขนาดมีความเหมาะสม	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
12	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	ดี
13	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4	5	4	5	4	22	4.40	0.55	ดี
14	มีความคงทนแข็งแรง	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	ดี
15	ต้นทุนการผลิตคุ้มกับประโยชน์ที่ได้รับ	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
รวม		**70**	**65**	**70**	**65**	**69**	**339**	**4.52**	**0.45**	**ดีมาก**

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					$\sum X$	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	5	4	23	4.60	0.55	ดีมาก
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	ดีมาก
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	ดี
5	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	ดีมาก
6	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	ดี
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	ดีมาก
8	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูป วงจร ตาราง ถูกต้อง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	ดี
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จาก การทดลอง	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	ดี
10	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	ดี
รวม		**46**	**41**	**47**	**43**	**47**	**224**	**4.48**	**0.50**	**ดี**

จากสมการ $$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

และ $$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

ตารางที่ จ.3 ค่า IOC ของแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม

แบบทดสอบที่	ข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	การประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ จ.3 แสดงค่า IOC ของแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียนและแบบทดสอบใบงานรวม(ต่อ)

แบบทดสอบที่	ข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	การประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6	7	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
ใบงานรวม	1	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ จ.4 ค่า IOC ของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบวัดความสามารถใบงาน	หัวข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	การประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.1	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.1	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.1	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ จ.4 แสดงค่า IOC ของหัวข้อการให้คะแนนของแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

แบบวัดความสามารถใบงาน	หัวข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ					ΣR	IOC	การประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6	3.3	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
ใบงานรวม	1.1	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

หาได้จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

ตาราง จ.5 แสดงคะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและคะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวม ใช้กับนักศึกษา 20 คน

	คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน				คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (400 คะแนน)	คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวม (100 คะแนน)
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 6	ใบงานที่ 10		
คนที่ 1	92	94	90	85	361	88
คนที่ 2	86	77	81	77	321	83
คนที่ 3	72	67	72	74	285	72
คนที่ 4	83	78	76	80	317	81
คนที่ 5	73	77	81	79	310	70
คนที่ 6	94	84	91	88	357	89
คนที่ 7	95	86	88	88	357	89
คนที่ 8	89	86	85	86	346	82
คนที่ 9	91	88	88	86	353	86
คนที่ 10	83	87	87	82	339	82
คนที่ 11	85	79	81	79	324	81
คนที่ 12	75	78	69	73	295	73
คนที่ 13	73	74	72	74	293	73
คนที่ 14	77	75	71	73	296	71
คนที่ 15	78	82	81	79	320	73
คนที่ 16	87	83	85	85	340	86
คนที่ 17	83	81	85	81	330	83
คนที่ 18	97	92	91	88	368	92
คนที่ 19	98	94	91	91	374	91
คนที่ 20	87	89	81	88	345	84
คะแนนรวม					$\Sigma X = 6631$	$\Sigma Y = 1629$
คะแนนเฉลี่ย					$\overline{X} = 331.55$	$\overline{X} = 81.45$

ตาราง จ.6 แสดงคะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและคะแนนการปฏิบัติใบงานรวม ใช้กับนักศึกษา 20 คน

	คะแนนการปฏิบัติใบงาน														
	ใบงานที่ 1			ใบงานที่ 2			ใบงานที่ 6			ใบงานที่ 10			ใบงานรวม		
	แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติ	แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	คะแนนรวม	แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติ	แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	คะแนนรวม	แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติ	แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	คะแนนรวม	แบบสังเกตความสามารถการปฏิบัติ	แบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	คะแนนรวม	แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติ	แบบทดสอบใบงานรวม	คะแนนรวม
	70	30	100	70	30	100	70	30	100	70	30	100	70	30	100
คนที่ 1	65	27	**92**	64	30	**94**	66	24	**90**	64	21	**85**	64	24	**88**
คนที่ 2	62	24	**86**	59	18	**77**	60	21	**81**	59	18	**77**	62	21	**83**
คนที่ 3	51	21	**72**	52	15	**67**	54	18	**72**	56	18	**74**	54	18	**72**
คนที่ 4	59	24	**83**	57	21	**78**	58	18	**76**	59	21	**80**	60	21	**81**
คนที่ 5	55	18	**73**	59	18	**77**	60	21	**81**	58	21	**79**	55	15	**70**
คนที่ 6	64	30	**94**	60	24	**84**	64	27	**91**	64	24	**88**	65	24	**89**
คนที่ 7	65	30	**95**	62	24	**86**	64	24	**88**	64	24	**88**	62	27	**89**
คนที่ 8	65	24	**89**	62	24	**86**	64	21	**85**	62	24	**86**	61	21	**82**
คนที่ 9	64	27	**91**	64	24	**88**	61	27	**88**	62	24	**86**	62	24	**86**
คนที่ 10	62	21	**83**	60	27	**87**	63	24	**87**	61	21	**82**	61	21	**82**
คนที่ 11	61	24	**85**	58	21	**79**	60	21	**81**	58	21	**79**	60	21	**81**
คนที่ 12	57	18	**75**	60	18	**78**	54	15	**69**	55	18	**73**	55	18	**73**
คนที่ 13	58	15	**73**	59	15	**74**	54	18	**72**	56	18	**74**	58	15	**73**
คนที่ 14	59	18	**77**	57	18	**75**	56	15	**71**	58	15	**73**	56	15	**71**
คนที่ 15	60	18	**78**	61	21	**82**	60	21	**81**	61	18	**79**	58	15	**73**
คนที่ 16	60	27	**87**	62	21	**83**	61	24	**85**	61	24	**85**	62	24	**86**
คนที่ 17	59	24	**83**	60	21	**81**	61	24	**85**	60	21	**81**	59	24	**83**
คนที่ 18	67	30	**97**	65	27	**92**	64	27	**91**	64	24	**88**	65	27	**92**
คนที่ 19	68	30	**98**	64	30	**94**	64	27	**91**	64	27	**91**	64	27	**91**
คนที่ 20	60	27	**87**	62	27	**89**	60	21	**81**	64	24	**88**	60	24	**84**
รวม	1221	447	**1698**	1207	444	**1651**	1208	438	**1646**	1210	426	**1636**	1203	426	1629
คะแนนรวมเฉลี่ย			**84.9**			**82.6**			**82.3**			**81.89**			**81.45**
คะแนนเฉลี่ย										E1		**82.89**	E2		**81.45**

ประสิทธิภาพของชุดทดลองในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

$$E_1 = \frac{\sum X \ / \ N}{A} \times 100$$

$$= \frac{6631 \ / \ 20}{400} \times 100$$

$$= 82.89$$

ประสิทธิภาพของชุดทดลองในการปฏิบัติใบงานรวม

$$E_2 = \frac{\sum Y \ / \ N}{B} \times 100$$

$$= \frac{1629 \ / \ 20}{100} \times 100$$

$$= 81.45$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข
วัน เดือน ปีเกิด	10 กุมภาพันธ์ 2518
หน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2538 จบหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ พ.ศ. 2540 จบหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2547 จบหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง