สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

โดย

ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

RCH
TK
7895
.M5
ป6210
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....84052
วัน,เดือน,ปี.....25 ก.ย. 2551

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2550

b.1198993x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A CONSTRUCTION AND EVALUATION EFFICIENCY OF MICROCONTROLLER LABORATORY

BY

PIYA SUPAVARASUWAT

DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย : การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์
ผู้ดำเนินการวิจัย : ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
หน่วยงาน : ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ : 2550

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในระหว่าง 0.50-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.47 และความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.35 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : A Construction and Evaluation Efficiency of Microcontroller Laboratory

Researchers : Piya Supavarasuwat

Department : Department of Engineering Education Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Year : 2007

ABSTRACT

The purposes of this research were to development of efficiency for the microcontroller laboratory and to find the efficiency of the courseware according to the defined criteria 80/80 and to compare the. result between pre-test and post-test of subjects who studied with development of microcontroller laboratory.

Sampled groups were 20 students of the Bachelor of Science in Industrial Education from the Department of Education Engineering in Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

The research tools consisted of 1) the microcontroller laboratory 2) the quality assessment form of the laboratory and 3) The achievement test comprised 50 items possessing the degree of difficulty ranging from 0.50 – 0.77, the degree of discrimination between 0.20 – 0.47 and the reliability coefficient of 0.79 .

The results of study shown that the quality of the microcontroller laboratory reviewed by the experts was at the average mean 4.53 and standard deviation at 0.35, which was in the very good level. The quality of the laboratory sheet was the average mean 4.44 and standard deviation at 0.40, which was in the good level. Study of the laboratory module at the post-test was statistical significant higher than that of the pre-test at the 0.01 level Thus, the microcontroller laboratory which could be used effectively for teaching and learning.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียนการสอนในวิชาการทดลองปฏิบัติการฯ ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับเงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2550 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของใบงานประกอบการทดลอง และชุดปฏิบัติการ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 สมมติฐานการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 5

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง 14

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ 14

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง 15

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน 16

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 19

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 19

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 19

3.3 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวมรวมข้อมูล 25

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 26

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 29

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 29

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 30

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 35

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 36

5.1 วัตถุประสงค์ 36

5.2 สมมติฐานของการวิจัย 36

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 36

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 37

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 38

5.7 สรุปผลการวิจัย 38

5.8 อภิปรายผลการวิจัย 39

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 40

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก 43

ภาคผนวก ก ใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 44

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 103

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล 113

ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 29

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 10 ใบงาน 30

4.3 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 31

4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 32

4.5 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 7-9 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 33

4.6 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 10 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 34

4.7 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

4.8 ผลการทดสอบนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจาก
คะแนนเต็ม 50 คะแนน 35

ค.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 114

ค.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 115

ค.3 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 116

ค.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 7-9 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 117

ค.5 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 10 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 118

ค.6 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 119

ค.7 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=30 121

ค.8 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน 123

ค.9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ 125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และระบบการสื่อสาร มีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทสำคัญมากในปัจจุบัน มีระบบการทำงานอัตโนมัติต่างๆ ออกมาช่วยอำนวยความสะดวก สบายให้กับมนุษย์มากมาย ซึ่งระบบอัตโนมัติดังกล่าว มีการควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ เรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาใช้ในงานควบคุมด้านต่างๆ ได้มากมาย ได้แก่ การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เตาอบไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า กล้องถ่ายภาพดิจิตอล พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องดูดฝุ่น ตลอดจนของเล่น นอกจากนี้ยังถูกนำมาใช้ในด้านระบบการบริการต่างๆ เช่น ระบบบัตรคิวของธนาคาร หน่วยงานราชการ ระบบตรวจสอบคนเข้าออกห้องสมุด หอพัก หรือร้านค้าต่างๆ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตและเป็นส่วนช่วยสร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

ในขณะเดียวกันภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มุ่งเน้นให้นักศึกษาเรียนรู้ทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่กำลังพัฒนาขึ้น จึงกำหนดให้มีวิชาการทดลองปฏิบัติการฯ ซึ่งทางภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ยังขาดแคลนชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษาขาดทักษะในการปฏิบัติงาน และการเขียนโปรแกรม ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลองให้มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ และทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า เกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการออกแบบชุดปฏิบัติการได้นำแนวคิดของ Alessi and Trollip (อ้างใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 29-39) มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนและขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ (อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530: 80-84) มาใช้ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ (Preparation)
ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบชุดปฏิบัติการ (Instruction Design)
ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart)
ขั้นตอนที่ 4 การสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)
ขั้นตอนที่ 5 การสร้างชุดปฏิบัติการ (Construction)
ขั้นตอนที่ 6 การผลิตเอกสารประกอบชุดปฏิบัติการ (Produce Supporting Materials)
ขั้นตอนที่ 7 การประเมินและแก้ไข (Evaluate and Revise)
ขั้นตอนที่ 8 การหาประสิทธิภาพ (Efficiency)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ตัวเครื่องของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานการทดลอง วิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เนื้อหา หมายถึง ทฤษฎีที่ใช้ประกอบในใบงานการทดลองที่ให้ความรู้ในส่วนความรู้ความจำ เกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่เป็นทฤษฎีประกอบการทดลองวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 03311103 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ที่เป็นไปตามลำดับอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งบันทึกผลของการปฏิบัติลงในตารางที่กำหนด เช่น ตัวเลขของค่าที่วัดได้จากการทดลอง กราฟ หรืออื่นๆ ลงในตารางที่กำหนดให้ เป็นต้น

4. คุณภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง การประเมินรายการประเด็นต่างๆ ของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่วัดได้จากแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50

5. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากการใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยวัดจากแบบทดสอบที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ โดยที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการทดลองได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนในภาคปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น, พัฒนา และผลิตออกสู่ตลาดโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก งานควบคุมขนาดกลาง จนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เป็นต้น จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกันทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวกและคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ผู้ผลิตชิปหลายบริษัทได้ติดต่อขอซื้อลิขสิทธิ์การผลิตชิปจากบริษัทอินเทล เพื่อไปผลิตจำหน่ายโดยมีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตราฐานเดียวกับ MCS-51 ของบริษัทอินเทลออกจำหน่ายหลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน และสามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2. หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) มีหลายขนาดขึ้นกับเบอร์ไอซี มีทั้งแบบรอม, อีพรอม และแบบแฟลช

3. หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) เป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำอีอีพรอมเพิ่มเติม

4. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 kbytes

5. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 kbytes

6. หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลทำงานแยกจากกันอย่างละ 64 kbytes

7. มีพอร์ตรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ

8. มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต ทำงานได้ 4 รูปแบบ

9. มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10. รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน

12. ประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบ 1 บิต และ 8 บิต

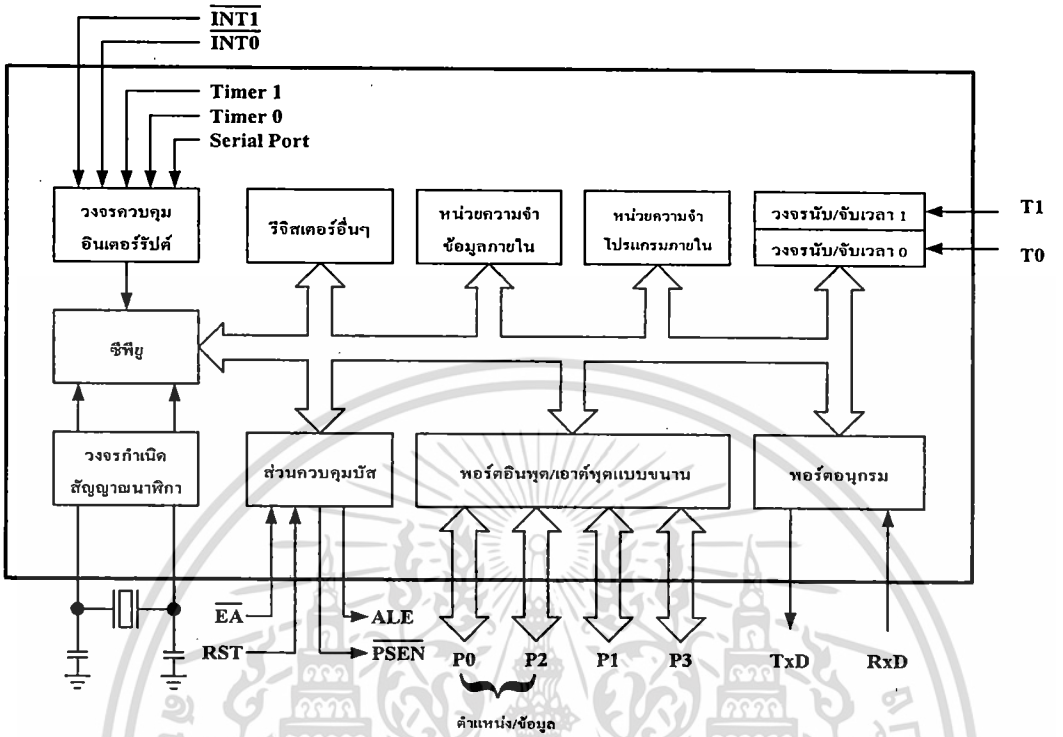
ในปัจจุบันไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้มีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายมากมาย ในการใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการและความเหมาะสม ในตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmal รุ่นต่างๆ ที่นิยมใช้กัน ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วนคือ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรนับ/จับเวลา เป็นต้น

2.1.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข, วงจรเลื่อนข้อมูล, วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

ในรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมาลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit : CU) ในส่วนของหน่วยประมวลผล ทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ และส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า *"การเขียนข้อมูล"* และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า *"การอ่านข้อมูล"* ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 kBytes) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3.อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

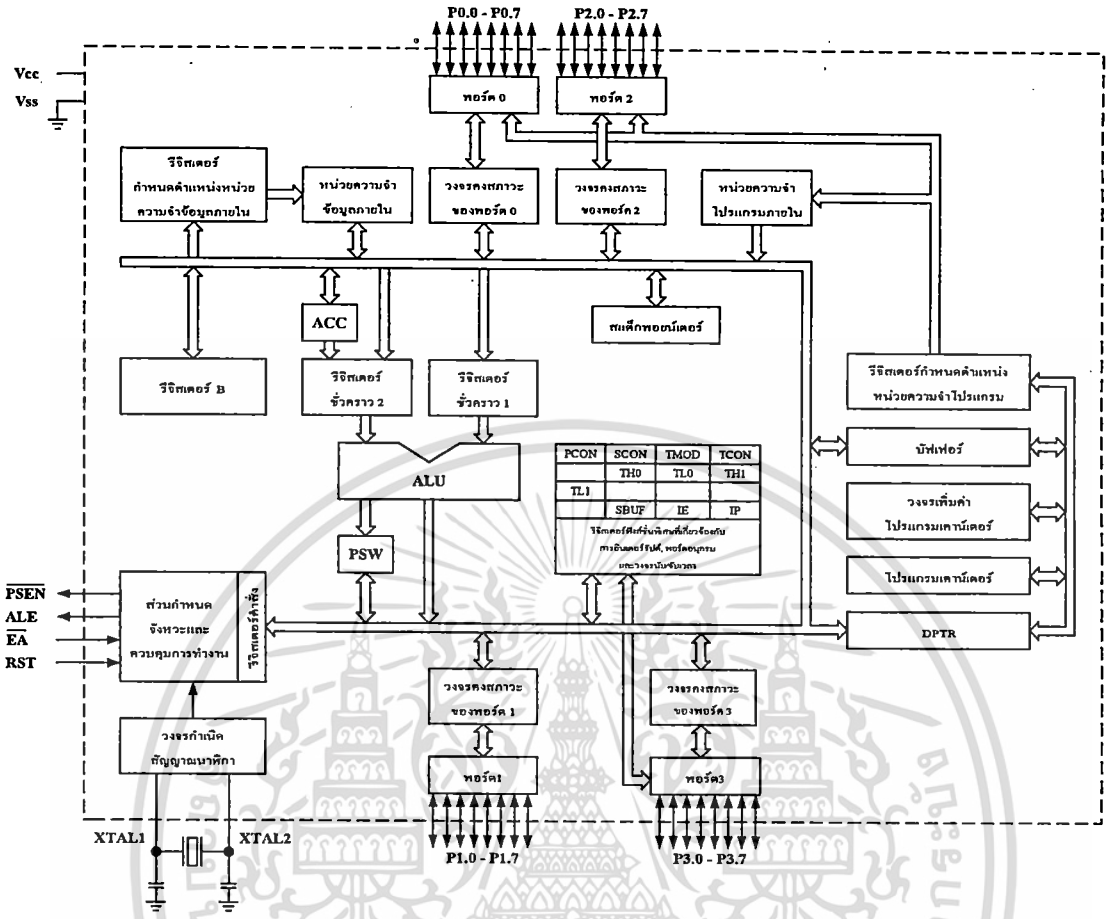
1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0 , P1 ,P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 หรือจำนวนรอบของสัญญาณที่ต่ออยู่ภายนอกตัว MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TxD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

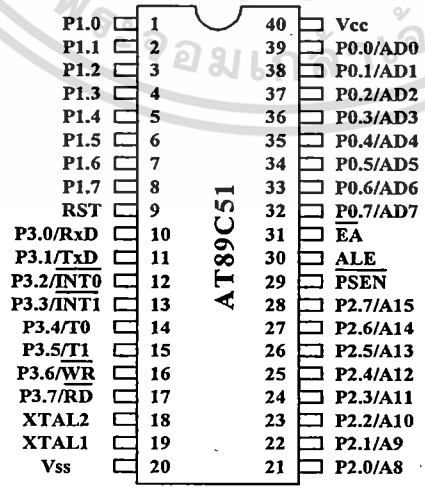
ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม จากโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เราสามารถแยกส่วนต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 2.3 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ Pin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะภายนอกของ MCS-51 แบบ Pin มี 40 ขา หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบตีนตะขาบหรือแบบ Dual Inline Package (DIP) โดยแต่ละขามีหน้าที่การทำงานดังนี้

Vcc : (ขา 40) ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

Vss : (ขา 20) ต่อลงกราวด์

Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P0.0 - P0.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป ใช้เป็นเก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก

Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0 - P1.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป

Port 2 : (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P2.0 - P2.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้เป็นที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์สูง (A8-A15) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0 - P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

P3.0/RXD : ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD : ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/$\overline{\text{INT0}}$: ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/$\overline{\text{INT1}}$: ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่ 0

P3.5/T1 : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่ 1

P3.6/$\overline{\text{WR}}$: ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

P3.7/$\overline{\text{RD}}$: ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

RST : (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิปเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 รอบการทำงานของคำสั่ง

ALE : (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการคงสภาวะเดิมของค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

$\overline{\text{PSEN}}$: (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{EA}$: (ขา 31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกชิป เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

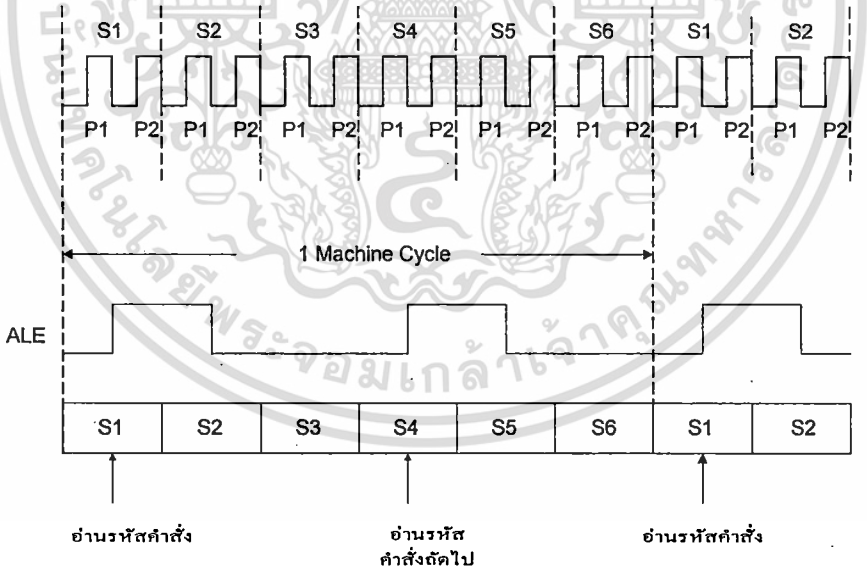
XTAL1 : (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

XTAL2 : (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

2.1.4 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

รอบการทำงานของคำสั่งหรือแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) คือ ค่าเวลาที่น้อยที่สุดในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่ง ถ้าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็จะต้องใช้เวลานาน 2-3 แมชชีนไซเคิล

ใน 1 รอบการทำงานของคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกาจำนวน 12 ลูก โดยสัญญาณนาฬิกาแต่ละลูกเรียกว่าเฟส (Phase) สัญญาณนาฬิกา 2 เฟส รวมกันเป็น 1 สเตท (State) ดังนั้นใน 1 รอบการทำงานของคำสั่งจึงมีทั้งหมด 6 สเตท ในรูปที่ 5 เป็นการแสดงรูปแบบฐานเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์



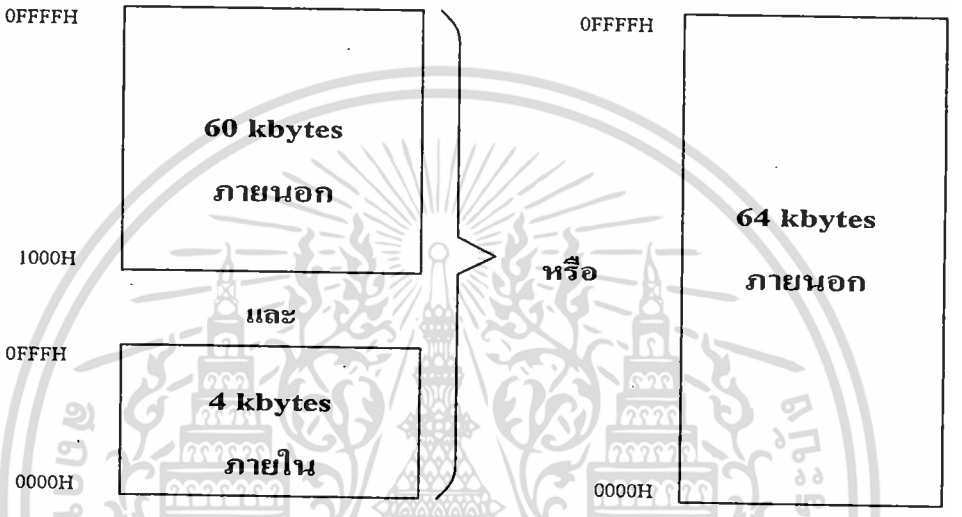
รูปที่ 2.4 เวลาพื้นฐานของ MCS-51 และลำดับของช่วงเวลาใน 1 รอบการทำงานของคำสั่ง

2.1.5 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

หน่วยความจำของ MCS-51 แบ่งออกเป็น 2 แบบตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

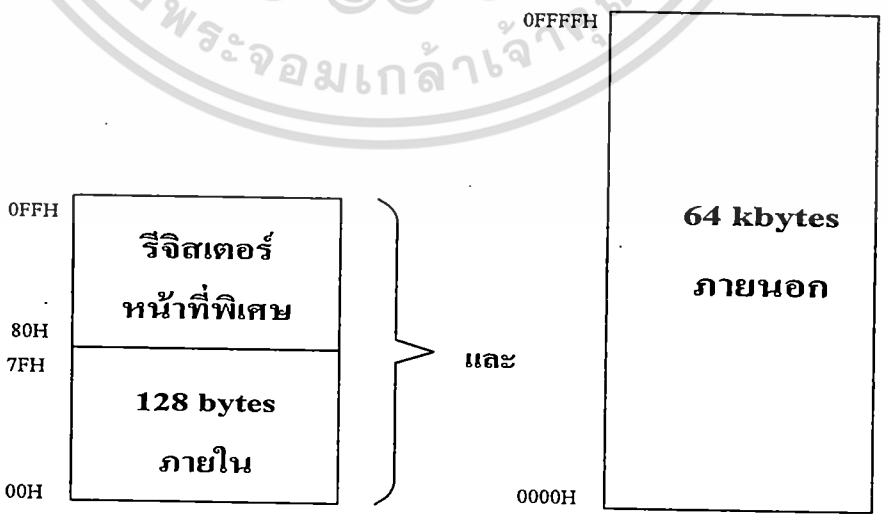
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปของภาษาเครื่อง เมื่อ MCS-51 ทำงานจะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้ไปทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้เป็นแบบ ROM และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ MCS-51 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ ส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมก็คือ ROM ขนาด 4 กิโลไบต์นั่นเอง ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม

2.หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ ซึ่งหน่วยความจำภายในมีขนาดเพียง 128 ไบต์ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายนอกชิปมีขนาด 64 กิโลไบต์ดังรูปที่ 2.6



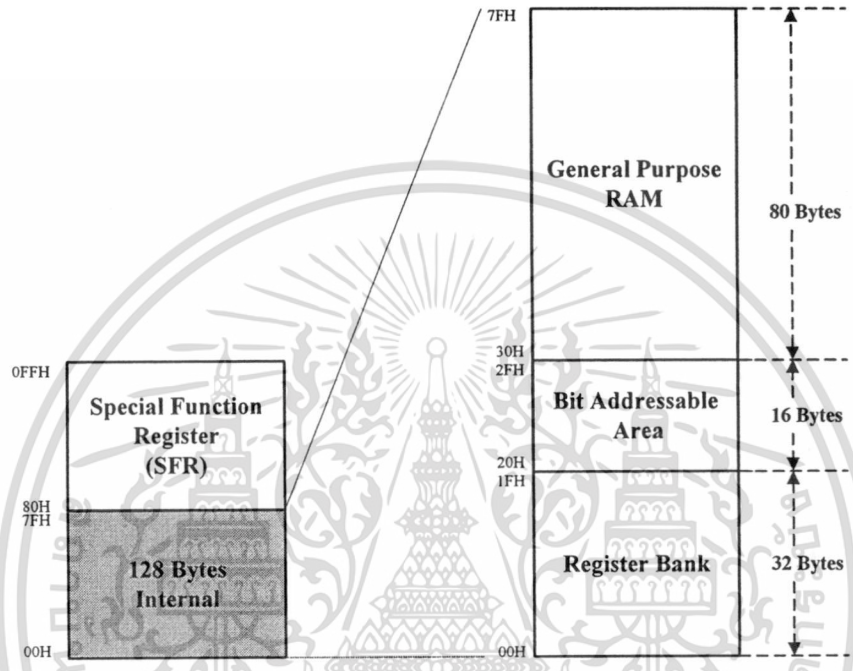
รูปที่ 2.6 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 หน่วยความจำภายในของ MCS-51

หน่วยความจำข้อมูลขนาด 128 ไบต์แรก

หน่วยความจำข้อมูลภายในของ MCS-51 บริเวณตำแหน่งแอดเดรส 00H - 7FH แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 2.7 แผนผังหน่วยความจำแสดงตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์

1.รีจิสเตอร์แบงก์ (Register Bank) อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 00H - 1FH แบ่งได้เป็น 4 แบงก์ (Bank) ใน 1 แบงก์จะประกอบด้วย รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 8 ตัว คือ รีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 และในแต่ละแบงก์จะใช้ชื่อของรีจิสเตอร์เหมือนกัน จึงสามารถใช้งานรีจิสเตอร์ได้ทีละ 1 แบงก์เท่านั้น โดยสามารถเลือกใช้รีจิสเตอร์ในแบงก์ต่างๆ ได้จากการกำหนดค่าในบิตที่ 3 (RS0) และบิตที่ 4 (RS1) ของรีจิสเตอร์ PSW ในรูปที่ 9 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำแบบรีจิสเตอร์แบงก์ และเมื่อมีการรีเซต MCS-51 จะกำหนดให้ใช้งานรีจิสเตอร์ R0 ถึง R7 ในแบงก์ 0 โดยอัตโนมัติ

2.หน่วยความจำที่ใช้คำสั่งอ่านและเขียนเกี่ยวกับบิตได้ (Bit Addressable Area) เป็นหน่วยความจำในช่วงตำแหน่ง 20H -2FH มีจำนวน 16 ไบต์ หรือ 128 บิต ผู้ใช้สามารถอ้างถึงหน่วยความจำบริเวณนี้ได้ในลักษณะของ ไบต์ข้อมูล หรือ บิตข้อมูล ได้โดยตรง หน่วยความจำในแต่ละบิตสามารถตั้งค่าเป็น 0 หรือ 1 ได้โดยการโปรแกรม แต่ละบิตของข้อมูลในหน่วยความจำแสดงดังรูปที่ 10 โดยตำแหน่งแรกของบิตจะเป็นบิตที่เริ่มนับจากบิตที่ 0 ซึ่งเป็นบิตนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ของตำแหน่งหน่วยความจำ 20H ไปจนถึงบิตที่ 127 ซึ่งเป็นบิตนัยสำคัญสูงสุด (MSB) ของตำแหน่งหน่วยความจำ 2FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.หน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป (General Purpose RAM) เป็นหน่วยความจำในช่วงตำแหน่ง 30H -7FH มีจำนวน 80 ไบต์ นำมาใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างถึงได้เฉพาะในลักษณะของไบต์ข้อมูลเท่านั้น

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือ เมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุธทอง โพธิปัญญา. 2540 : 6)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือแล้วแปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่
6. จำกัดลักษณะการกระทำ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง
7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน สาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะวิชาการทดลองปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่ต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2539 : 97-101)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เทคนิคการผลิต

2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

3. การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอน และลักษณะที่จะนำ ไปใช้

สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีคุณภาพนั้นประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควบคู่กันไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์ เนื้อหาวิชาการศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2. การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดปฏิบัติการว่าทำอย่างไร จึงสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดปฏิบัติการที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดปฏิบัติการที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง

4. การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ อาทิเช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการใช้งาน และการลอกเลียนแบบขึ้นมาทำใหม่

5. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง

วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.4.1 ขั้นเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ขั้นเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญการ ในสาขาวิชานั้น

2.4.3 ขั้นดำเนินการ

1. เลือกเนื้อหาวิชา
2. การกำหนดเวลา
3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. จัดลำดับเนื้อหา
5. วางแผนวิธีการสอน สื่อที่ใช้สอน กิจกรรมการเรียน และรูปแบบการประเมินผล
6. ขั้นตอนการผลิตสื่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 การสร้างชุดปฏิบัติการ ซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง โดยทั่วไปแล้วชุดปฏิบัติการ 1 ชุด จะใช้กับนักศึกษาจำนวนไม่เกิน 5 คน การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่าย และต้องมีราคาถูกคุณภาพดี

6.2 การสร้างใบงานการทดลอง จะต้องมีรายละเอียด ทั้งทฤษฎีบรรยาย ประกอบรูป คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

7. นำชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง ไปทดลองใช้
8. นำกลับมาปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)
9. ผลิตชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามต้องการหรือไม่ จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 คุณภาพการสื่อความหมาย ด้านวิชาการ

1. ด้านวัตถุประสงค์
   1.1 สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
   1.2 สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์
2. ด้านเนื้อหา
   2.1 เนื้อหาวิชาถูกต้องไม่มีจุดผิด
   2.2 เนื้อหาวิชาสามารถแยกย่อยได้
   2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก
3. คุณภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1 บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

3.2 สามารถลดปริมาณของการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอยให้มีความหมาย และมีเป้าหมายมากขึ้น

3.3 สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี และมีเวลาสั้นลง

3.4 ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

3.5 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1. ด้านผู้เรียน สื่อต้องให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2. ด้านผู้สอน สื่อการสอนไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน และประสบการณ์ของผู้สอน

2.5.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อม และการนำไปใช้งาน

1. ด้านวัสดุและอุปกรณ์

1.1 ใช้วัสดุพอสมควรกับความจำเป็น

1.2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ง่าย

2. ด้านเวลา

2.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก

2.2 เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากนัก

3. ด้านการใช้งาน

3.1 สามารถนำไปใช้งานง่าย และสะดวก

3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน

3.3 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้งาน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พุธทอง โพธิปัญญา (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการ โดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
84052

ปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จรินทร์ จุลวานิช (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2535 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง คณะวิชาไฟฟ้า แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.01/84.067 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ศักรินทร์ โสนันทะ (2542 : 4 – 57) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร กลุ่มตัวอย่างการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ลงทะเบียนวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองได้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบหลังการประลองได้เท่ากับ 84.93%

อมรชัย ชัยชนะ (2547 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.37 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาและสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 45 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ และใบงานการทดลอง

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และใบงานการทดลอง

1. การสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดวิธีการออกแบบวงจรชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2 ทำการออกแบบวงจรของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแยกเป็นวงจรในส่วนควบคุมหลัก และวงจรในส่วนของการเชื่อมต่อ

1.3 จัดสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแยกวงจรออกเป็นส่วนๆ เพื่อความสะดวกในการทดลอง

1.4 ทดสอบการทำงานของวงจรชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งส่วนควบคุมหลัก และส่วนของการเชื่อมต่อ

1.5 ทำการแก้ไขและปรับปรุงวงจรต่างๆ ให้ทำงานได้

2. ใบงานการทดลอง

การสร้างใบงานการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างใบงาน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างใบงานการทดลองควบคู่ไปกับการสร้างชุดปฏิบัติการ โดยรายละเอียดในใบงานการทดลองจะประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ชื่อหัวเรื่องการทดลอง
2) วัตถุประสงค์การทดลอง
3) ทฤษฎีเบื้องต้น
4) เครื่องมือและอุปกรณ์
5) ลำดับขั้นการทดลอง
6) บันทึกผลการทดลอง
7) สรุปผลการทดลอง
8) คำถามท้ายการทดลอง

2.2 ออกแบบรูปแบบใบงานการทดลอง แล้วทำการสร้างใบงานการทดลองตรวจสอบความสมบูรณ์ และความถูกต้อง หากมีข้อบกพร่อง ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 ได้ใบงานการทดลองพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นแบบประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมาย

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 99)

ระดับ 5	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดีมาก
ระดับ 4	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดี
ระดับ 3	คุณภาพอยู่ในระดับ	ปานกลาง
ระดับ 2	คุณภาพอยู่ในระดับ	พอใช้
ระดับ 1	คุณภาพอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญ

4. นำแบบประเมินให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความครบถ้วนของคุณลักษณะที่สำคัญของสิ่งที่ศึกษาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินพร้อมชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และใบงานการทดลอง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินตามรายการที่กำหนด เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ แล้วนำมาแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของกลุ่มในแต่ละข้อดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 100)

4.51-5.00	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดีมาก
3.51-4.50	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดี
2.51-3.50	คุณภาพอยู่ในระดับ	ปานกลาง
1.51-2.50	คุณภาพอยู่ในระดับ	พอใช้
1.00-1.50	คุณภาพอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

ในการประเมินค่าเฉลี่ยของแต่ละด้านจะต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้าง วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และคำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหา ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้เป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน –1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตรหาค่า *IOC* (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3.1)$$

เมื่อ $\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี *IOC* มีความหมาย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความตรงเชิงเนื้อหา

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความตรงเชิงเนื้อหา

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้งาน

3.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อที่ผ่านการประเมินมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.5 เป็นข้อสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 61)

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการประเมินแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปี 2 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

3.6 คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดลงมา 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดขึ้นไป 50% ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

3.7 หาความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ และมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยใช้สูตรดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \tag{3.2}$$

เมื่อ p คือ ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์ขอบเขตของค่า p และความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.80 - 1.00 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 - 0.79 หมายถึง เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 - 0.59 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี)

0.20 - 0.39 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 - 0.19 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก

3.8 หาค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \tag{3.3}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

0.40 ขึ้นไป หมายถึง อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก

0.30 - 0.39 หมายถึง อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร

0.20 - 0.29 หมายถึง อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้

0.00 - 0.19 หมายถึง อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบไม่ควรนำมาใช้

3.9 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร *KR-20* ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 142)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right] \tag{3.4}$$

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)} \tag{3.5}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

ΣX คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบ

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

0.7-1.0 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.3-0.7 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวมรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อหาคุณภาพและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ใบงานการทดลอง และแบบประเมินคุณภาพให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อประเมิน โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ นำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และใบงานการทดลองที่ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปี 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน (ระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ) มาทำการทดลองกับชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สังเกตพฤติกรรมขณะทำการทดลอง และบันทึกข้อบกพร่องนำมาแก้ไขปรับปรุงชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปี 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 6 คน (ระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ) มาทำการทดลองกับชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สังเกตพฤติกรรมขณะทำการทดลอง และบันทึกข้อบกพร่องนำมาแก้ไขปรับปรุงชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลองเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปี 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลาก จำนวน 20 คน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้ทำการทดลองด้วยชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เมื่อทดลองเสร็จในแต่ละใบงานให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายใบงาน และเมื่อทดลองครบทุกใบงานแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ดำเนินการหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

   1.1 หาค่าเฉลี่ย

   1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

   2.1 หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

   2.2 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา จากผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 การหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำไปหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้

1. การหาค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพ (ล้วน สายยศ. 2538 : 73) คำนวณจากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (3.6)$$

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อ

N หมายถึง จำนวนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ. 2538 : 79) คำนวณจากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\left(\sum X^2\right)-\left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อ

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์กับกลุ่มตัวอย่าง โดยการนำผลการทดสอบหลังเรียนและการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มาวิเคราะห์ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521 : 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} x100 \quad (3.8)$$

$$E_1 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} x100 \quad (3.9)$$

เมื่อ E_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

E_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นการทดสอบถึงผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน (ล้วน สายยศ. 2538 : 104-106) ใช้สูตร t-test dependent ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}, \left(df = N-1\right) \quad (3.10)$$

เมื่อ t หมายถึง ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D หมายถึง ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจำแนกผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

4.3 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

4.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนของการบอกตำแหน่งอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
6. ขนาดของจุดเชื่อมต่อชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	4.33	0.58	ดี
8. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4.33	0.58	ดี
9. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.33	0.58	ดี
10. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4.00	0.00	ดี
11. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4.33	0.58	ดี
12. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
13. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4.00	0.00	ดี
14. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
15. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.53**	**0.35**	**ดีมาก**

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.35 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40 แสดงว่าใบงานการทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 10 ใบงาน

ใบงานการทดลอง	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. ไมโครคอนโทรลเลอร์และการโปรแกรม	4.44	0.53	ดี
2. การเชื่อมต่อแอลอีดีแบบอาโนดร่วม และคาโถดร่วม	4.53	0.58	ดีมาก
3. การเชื่อมต่อแอลอีดีแบบเมตริกซ์	4.42	0.48	ดี
4. การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแบบ 7 ส่วน	4.58	0.43	ดีมาก
5. วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว	4.36	0.24	ดี
6. การควบคุมรีเลย์	4.53	0.43	ดีมาก
7. การขับสเตปปิ้งมอเตอร์	4.42	0.34	ดี
8. การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4.33	0.29	ดี
9. วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก	4.56	0.43	ดีมาก
10.วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	4.25	0.29	ดี
เฉลี่ยรวม	**4.44**	**0.40**	**ดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1			ใบงานการทดลองที่ 2			ใบงานการทดลองที่ 3		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.44	0.53	ดี	4.53	0.58	ดีมาก	4.42	0.48	ดี

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4			ใบงานการทดลองที่ 5			ใบงานการทดลองที่ 6		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม	4.58	0.43	ดีมาก	4.36	0.24	ดี	4.53	0.43	ดีมาก

32

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 7-9 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 7			ใบงานการทดลองที่ 8			ใบงานการทดลองที่ 9		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.00	0.00	ดี	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.33	0.58	ดี	4.67	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.67	0.58	ดีมาก	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.42	0.34	ดี	4.33	0.29	ดี	4.56	0.43	ดีมาก

33

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 10 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 10		
	$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4.00	0.00	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.00	0.00	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4.33	0.58	ดี
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4.00	0.00	ดี
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4.33	0.58	ดี
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.00	0.00	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4.00	0.00	ดี
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม	4.25	0.29	ดี

4.3 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อหาประสิทธิภาพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด (E_1 / E_2) ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยทดลองกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

คะแนนจากการทดลอง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	คะแนน		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน		การเทียบค่าประสิทธิภาพของบทเรียนกับสมมติฐานการวิจัย
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		ที่คำนวณได้	ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน	
แบบทดสอบระหว่างเรียน	20	100	82.30	82.30	82.30/81.80	ไม่ต่ำกว่า 80/80	เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้
แบบทดสอบหลังเรียน	20	50	40.90	81.80			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 100 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 82.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.30 (E_1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 50 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 40.90 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.80 (E_2) แสดงว่าชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.30/81.80 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ t-test dependent แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 50 คะแนน

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre-test)	20	16.60	22.99
หลังเรียน (Post-test)	20	40.90	

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 22.99 ตกอยู่นอกเขตสมมติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.861 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและสร้างชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า เกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 20 คน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

3. แบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จำนวน 50 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66-1.00 ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.47 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 50 ข้อ โดยใช้เวลาประมาณ 80 นาที

2. แนะนำการใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้งานโปรแกรม การบันทึกข้อมูลลงตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

3. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น และปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง โดยเมื่อทดลองเสร็จแต่ละใบงานให้ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และทำใบงานต่อไปครบทุกใบงาน

4. เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองครบทุกใบงานแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 80 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

6. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.3-1.0 ที่มีความเชื่อมั่นปานกลางจนถึงระดับสูง

4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependents

5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.35 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 15 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 7 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 8 รายการ

การเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 22.99 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.861 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.35 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.40 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ จากผลของการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของอมรชัย ชัยชนะ (2547 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.37 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และงานวิจัยของพุธทอง โพธิปัญญา. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชา หลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัลติเพล็กซ์ มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนให้ดียิ่งขึ้น วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลองให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ราคาประหยัด จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพได้แก่ ใบประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.42 /85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน โดยใช้สถิติ t-test ทดสอบพบว่าผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.60 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 40.90 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน)

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.9.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการใช้ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้สอนควรใช้ควบคู่กับการสอนทฤษฎีเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้รวดเร็วขึ้น

2. ผู้สอนควรแนะนำให้นักศึกษาเกิดความคิดสร้างสรรค์นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งาน

3. ก่อนที่ผู้เรียนจะทำการปฏิบัติควรศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น เพื่อความคล่องตัวในการทดลอง

5.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เพิ่มเติมวงจรเชื่อมต่อกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มากขึ้น

2. ควรพัฒนาชุดการโปรแกรมให้สามารถใช้งานพอร์ต USB ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กานดา พูนลาภทวี. 2530. **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

กิดานันท์ มลิทอง. 2539. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** กรุงเทพฯ : เอดิสันเพรสโพรดักส์.

กิดานันท์ มลิทอง. 2543. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

จรินทร์ จุลวานิช. 2541. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2544. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี. พริ้นท์ จำกัด.

ศักรินทร์ โสนันทะ. 2542. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชา 111-363 ปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสาร" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540. **สถิติวิทยาทางการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **สื่อการเรียนการสอน Instructional Media 200231.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมยศ จุณณะปิยะ. **การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51.** กรุงเทพฯ : โครงการตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2541. โครงการการเรียนรู้แบบออนไลน์แห่ง สวทช. [Online]. Available. http://www.thai2learn.com/elearning/index.php.

อมรชัย ชัยชนะ และวรวิทย์ สมหา 2547. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก" รายงานการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2540. **หลักการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

อารี พันธ์มณี. 2538. **จิตวิทยาการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ

อุดม จีนประดับ. 2541. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Alessi, Stephen M. and Stanly R. Trollip. 1985. Computer – Based Instruction. New Jersey : Prentic – Hall Inc.

Best. John W. 1970. **Research in Education.** Englewood Cliffs , NS : Prentice Hall.

Borg, Walter R. and Merrigith D. Gall. 1988. Education Research. New York : Longman.

Clark, Allen R.1970. " A Teacher Evaluation of Select Method of Instruction service Education" Dissertation Abstracts International. 31 (6) : 2767 – A ; December.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ใบงานการทดลองประกอบ
ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1
ไมโครคอนโทรลเลอร์และการโปรแกรม

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ได้

2. สามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมเบื้องต้นได้

3. สามารถอธิบายวิธีการบันทึกข้อมูลลงในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 ได้

4. ประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

การเรียนรู้เพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ว่าจะเป็นเบอร์ใดก็ตาม สิ่งที่สำคัญในลำดับต่อมาหลังจากที่ทำความเข้าใจโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์แล้ว ก็คือ การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน ข้อมูลของโปรแกรมที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการจะอยู่ในรูปของรหัสเลขฐานสิบหก เรียกโดยทั่วไปว่าภาษาเครื่อง (แมชีนโค้ด) แต่เนื่องจากการเขียนโปรแกรมในลักษณะที่เป็นภาษาเครื่องนี้ ผู้เขียนโปรแกรมต้องทำการเปิดตารางรหัสคำสั่งซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และทำให้การตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นกระทำได้ยาก จึงหันมาใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี แล้วใช้ซอฟต์แวร์แอสเซมเบลอร์ ทำการแปลภาษาแอสเซมบลีที่เขียนขึ้นเป็นภาษาเครื่อง แล้วเขียนลงในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ นิยมใช้ภาษาแอสเซมบลี เนื่องจากสามารถศึกษาและตรวจสอบผลการทำงานได้อย่างชัดเจน

โครงสร้างของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ

1) ลาเบล ใช้ในการอ้างถึงบรรทัดหนึ่งของโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้น

2) รหัสนีโมนิก เป็นส่วนแสดงคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการให้กระทำ

3)โอเปอร์แรนด์ เป็นส่วนที่แสดถึงตัวกระทำหรือถูกกระทำและข้อมูลที่ใช้ในการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดโดยรหัสนีโมนิกก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คอมเมนต์ เป็นส่วนที่ผู้เขียนโปรแอรมเขียนขึ้นเพื่อใช้ในการอธิบายคำสั่งที่กระทำ หรือผลของการกระทำคำสั่งในบรรทัดหรือในโปรแกรมนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้ง่ายรวมถึงเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่นำโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้ไปศึกษา

คำสั่งเทียม

ในการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีให้ได้ดีและสามารถตรวจสอบตลอดจนทำความเข้าใจได้ง่ายต้องอาศัยกลุ่มคำสั่งพิเศษอีกกลุ่มหนึ่งที่ไม่มีในชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเรียกกลุ่มคำสั่งนี้ว่า คำสั่งเทียม

เนื่องจากในโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี จะมีการแบ่งส่วนเป็นโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยมากมายการใช้คำสั่งเทียมจะช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถตรวจสอบโปรแกรมได้อย่างละเอียดขณะเดียวกันยังช่วยให้การกำหนดชื่อหน้าที่ของพอร์ตหรือรีจิสเตอร์ต่างๆ สามารถกระทำได้อย่างชัดเจน และไม่สิ้นเปลืองหน่วยความจำ เนื่องจากการใช้คำสั่งเทียมทุกคำสั่งจะไม่ใช้พื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมแต่อย่างใด เนื่องจากคำสั่งเทียมเป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ช่วยให้การอ้างถึงตำแหน่งต่างๆ หรือข้อมูลภายในโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเท่านั้น ซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มิได้กระทำคำสั่งเทียมนี้โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากคำสั่งเทียมไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์นั่นเอง

คำสั่งเทียมของโปรแกรมแอสเซมเบลอร์แต่ละตัวจะแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามสามารถสรุปคำสั่งเทียมที่มีการใช้งานกันโดยทั่วไป และโปรแกรมแอสเซมเบอร์ส่วนใหญ่สามารถแปลความหมายได้ ดังนี้

EQU

รูปแบบการใช้งาน

มาจากคำว่า EQUAL หมายถึง เท่ากับ ใช้ในการแทนตำแหน่งหรือค่าคงที่ด้วยชื่อที่สามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น

OUT_PORT EQU PORT2

คือ กำหนดให้พอร์ต 2 มีชื่อว่า OUT_PORT ในกรณีผู้เขียนโปรแกรมแสดงให้เห็นว่าพอร์ต 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับการกำหนดให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต

คำสั่ง EQU นี้ควรแทรกหรือกำหนดไว้ตอนต้นของโปรแกรมเสมอ ซึ่งอาจต้องใช้หลายบรรทัด เมื่อใช้คำสั่ง EQU ในการแทนค่าตำแหน่งหรือข้อมูลแล้ว หากมีความต้องการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งหรือข้อมูลนั้น แต่ยังคงต้องการใช้ชื่อตัวแปรเดิมอยู่ สามารถทำได้ด้วยการแก้ไขที่คำสั่ง EQU เพียงตำแหน่งเดียว เมื่อแก้ไขแล้ว ในโปรแกรมบรรทัดที่มีการอ้างอิงถึงชื่อตัวแปรนั้นก็ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไขค่าทั้งหมดโดยอัตโนมัติ เป็นการเพิ่มความสะดวกในการแก้ไขโปรแกรมให้กับผู้เขียนโปรแกรม

ORG

รูปแบบการใช้งาน

มาจากคำว่า ORIGIN หมายถึงจุดเริ่มต้น คำสั่งนี้ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นหรือตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรมหลัก, โปรแกรมย่อยเริ่มต้นการทำงาน และโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์หน่วยความจำโปรแกรม เนื่องโปรแกรมเหล่านั้นจะมีตำแหน่งเริ่มต้นที่แน่นอน เช่น โปรแกรมหลักมักจะมีจุดเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0000H เสมอในขณะที่โปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากพอร์ตอนุกรมมีการรับส่งข้อมูลจะมีตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0023H

ในกรณีที่ใช้ชื่อลาเบลในการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นการทำงานต้องมีการกำหนดให้ทราบก่อนว่า ลาเบลนั้นใช้อ้างถึงตำแหน่งใดด้วยคำสั่ง EQU ก่อนที่จะใช้คำสั่ง ORG

DB (Define Byte)

รูปแบบการใช้งาน

ใช้ในการกำหนดค่าให้แก่หน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่อ้างอิงด้วยชื่อของลาเบล มักจะใช้ประโยชน์ในรูปของตารางข้อมูล เช่น ตารางข้อมูลการแสดงผลของแอลอีดี 7 ส่วน, ตารางข้อมูลของโน้ตดนตรี

คำสั่ง DB สามารถใช้กับข้อมูลขนาด 8 บิต และมักจะบรรจุอยู่ตอนท้ายของโปรแกรมเสมอ เช่น

```
LED_TABL :  DB      3FH, 06H, 5BH, 4FH, 66H, 6DH, 7DH, 7FH, 6FH
```

จากตัวอย่างเป็นการกำหนดข้อมูลการแสดงผลของ แอลอีดี 7 ส่วน โดยที่ลาเบล LED_TABL บรรจุข้อมูลสำหรับแสดงตัวเลข 0-9 เริ่มจากค่า 3FH เป็นข้อมูลสำหรับแสดงเลข 0 เรียงไปตามลำดับ ค่าสุดท้าย 6FH ก็จะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงเลข 9 ของแอลอีดี 7 ส่วนแบบคาโถดร่วม ถ้าหากข้อมูลที่เรียกใช้มีเครื่องหมาย '...' (... หมายถึงข้อมูล) ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลตัวอักษรซึ่งแทนด้วยรหัสแอสกี้ของตัวอักษรตัวนั้นๆ

DW (Define Word)

รูปแบบการใช้งาน

ใช้ในการกำหนดค่าให้แก่หน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่อ้างอิงถึงด้วยชื่อของลาเบล มีการใช้งานเหมือนคำสั่ง DB ต่างกันเพียงขนาดของข้อมูล โดยคำสั่ง DW จะใช้ขนาดของข้อมูลเป็น 16 บิต หรือเรียกใช้ข้อมูลครั้งละ 2 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT

รูปแบบการใช้งาน

เป็นคำสั่งที่มีลักษณะคล้ายกับคำสั่ง EQU หากแต่จะใช้เรียกแทนข้อมูลในระดับบิต เช่น

PORT_ENB BIT P1.0

เป็นการกำหนดให้บิต 0 ของรีจิสเตอร์ P1 หรือในรีจิสเตอร์พอร์ต 1 มีชื่อ PORT_ENB

ข้อควรระวังของคำสั่งเทียม BIT คือ ในโปรแกรมแอสเซมเบลอร์บางตัวอาจไม่รู้จักคำสั่งนี้

$ (string หรือ Dollar sign)

สัญลักษณ์นี้ใช้ในส่วนของโอเปอร์แรนด์เป็นแทนค่าในปัจจุบันของตำแหน่งที่บรรจุอยู่ในรีจิสเตอร์ PC หรือโปรแกรมเคาน์เตอร์ มักใช้ร่วมกับคำสั่งการกระโดด เช่น

SJMP $

จากคำสั่งนี้ คือการให้ซีพียูกระโดดไปยังตำแหน่งปัจจุบันที่เก็บอยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์ นั่นคือซีพียูจะทำงานวนอยู่ที่ตำแหน่งนี้ไม่รู้จบ ในโปรแกรมแอสเซมเบลอร์บางตัวก็ไม่รู้จักเครื่องหมายนี้ จึงอาจใช้แทนเครื่องหมาย $ ด้วยการเขียนโปรแกรม เช่น

END_LOOP : SJMP END_LOOP

END

เป็นคำสั่งที่ใช้แจ้งให้โปรแกรมแอสเซมเบลอร์ ทราบถึงบรรทัดสุดท้ายของโปรแกรมที่ต้องทำการแปลคำสั่ง ในโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีทุกโปรแกรมต้องใส่คำสั่ง END นี้ไว้เป็นบรรทัดสุดท้ายเสมอ หากมีการเขียนโปรแกรมที่ต่อท้ายคำสั่ง END โปรแกรมแอสเซมเบลอร์จะไม่ทำการแปลโปรแกรมที่ต่อท้ายคำสั่ง END อย่างเด็ดขาด แม้ว่าจะเขียนถูกต้องไม่ผิดหลักไวยากรณ์หรือรูปแบบก็ตาม ในทางตรงกันข้ามก็จะไม่มีการแจ้งเตือนว่ามีการเขียนโปรแกรมผิดพลาดขึ้นในส่วนของโปรแกรมที่ต่อท้ายคำสั่ง END

ข้อกำหนดที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์

มีด้วยกัน 4 ประการคือ

1) การตีความระหว่างค่าของตัวเลข และตัวอักษร โดยปกติหากมีการเขียนตัวเลขลงในโปรแกรมความหมายของตัวเลขนั้นคือค่าของตัวเลขฐานสิบ แต่ถ้าหากต้องการกำหนดให้เป็นเลขฐานอื่นต้องมีการเขียนตัวอักษรต่อท้ายดังนี้

B สำหรับเลขฐาน 2 ค่าของตัวเลขมีได้เพียง 2 ตัวคือ 0 และ 1 เช่น 11001001B

O หรือ Q สำหรับเลขฐานแปด ค่าตัวเลขมีตั้งแต่ 0-7 เช่น 1267Q หรือ 1267O

D สำหรับเลขฐานสิบ เช่น 4598

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H สำหรับเลขฐานสิบหก ค่าของตัวเลขมีตั้งแต่ 0-F เช่น 123AH, 0FE7H ในกรณีที่เขียนข้อมูลที่ปรากฏเป็นข้อมูลตัวเลขฐานสิบหก หรือตัวอักษรชื่อลาเบลและชื่อหรือตัวแปร

2) ในการกำหนดชื่อหรือลาเบล ต้อต่อด้วยเครื่องหมาย : (โคลอน)เสมอ ในขณะที่หากใช้คำสั่ง EQU ที่ชื่อตัวแปรต้องมีเครื่องหมาย : ต่อท้าย

3) การเว้นช่องระหว่างชื่อลาเบล รหัสคำสั่งนีโมนิก โอเปอร์แรนด์ และคอมเมนต์ ควรใช้การกดปุ่ม TAB

4) ในส่วนของคอมเมนต์ หรือส่วนของโปรแกรมที่ไม่ต้องการให้มีการแอสเซมเบลอร์ต้องใส่เครื่องหมาย : หรือเซมิโคลอนนำหน้าส่วนหรือข้อความนั้นเสมอ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2. บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52
3. โปรแกรม Editplus
4. โปรแกรม SXA51
5. โปรแกรม ISP Programmer
6. สาย download โปรแกรม
7. สายต่อวงจร
8. อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองที่ 1.1 การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

1. เปิดโปรแกรม Editplus เลือกเมนู File > New > ASM

2. พิมพ์โปรแกรมที่ 1 และบันทึกโดยการเลือกเมนู File > Save ตั้งชื่อเป็น LAB01.ASM บันทึกไว้ในไดร์ฟ D: ตั้งชื่อโฟลเดอร์เป็น “LABMCS”

```
        ORG   0000H
BEGIN:  MOV   A,#01H
        MOV   P0,A
        SJMP  BEGIN
        END
```

3. เลือกเมนู Tool > SXA51 เพื่อทำการคอมไพล์โปรแกรม สังเกตผลการคอมไพล์ที่ได้

“No errors detected” หมายถึง ไม่มีข้อผิดพลาดของไวยกรณ์

“1 error” หมายถึง มีข้อผิดพลาดของไวยกรณ์ 1 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"5 errors" หมายถึง มีข้อผิดพลาดของไวยกรณ์ 5 ตำแหน่ง

4. ผลการคอมไพล์ที่ได้จะต้องเป็น "No errors detected" เท่านั้น ถ้ามีข้อผิดพลาดให้ดำเนินการแก้ไขและทำซ้ำข้อ 3 ใหม่จนกว่าจะไม่มีข้อผิดพลาด

5. บันทึกค่า Object file size: ที่ได้เมื่อคอมไพล์ผ่านแล้ว มีค่าเท่ากับ..... bytes

6. ต่อไฟเลี้ยงจากอะแด็ปเตอร์เข้าที่บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นต่อสาย download เข้าที่พอร์ต Printer (25 pin) และปลายอีกด้านหนึ่ง (IDC10) ต่อเข้าที่พอร์ต download ของบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

7. เปิดโปรแกรม ISP-Flash Programmer จะปรากฏหน้าจอดังรูป

8. เลือกเบอร์ไอซีเป็น 89S52

9. คลิกที่ปุ่ม Open File จากนั้นเลือกไปยังไดร์ฟ D: เลือกโฟลเดอร์ LABMCS และเลือกไฟล์ LAB01.HEX

10. กดปุ่ม Write เพื่อทำการโปรแกรมลงในตัวไอซี AT89S52

11. ต่อสายจากพอร์ต P0 เข้ากับพอร์ต LED

12. สังเกตผลการทำงานของ LED และบันทึกผลการทดลองที่ได้

.....

.....

13. ทำการแก้ไขโปรแกรม MOV A,#01H เป็น MOV A,#02H และดำเนินการทดลองใหม่สังเกตผลการทำงานของLED

.....

14. ทำการแก้ไขโปรแกรมโดยการแทน MOV A,#01H ด้วยค่าในตารางที่ 1.1 ทีละ 1 ค่า เมื่อเปลี่ยนค่าแล้วให้ทำการคอมไพล์และบันทึกข้อมูลลงในไอซี จากนั้นสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับ LED และบันทึกผลการทดลองที่ได้

ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนค่าข้อมูลให้กับพอร์ต P0

โปรแกรมที่แก้ไข	การทำงานของ LED
MOV A,#04H	
MOV A,#08H	
MOV A,#10H	
MOV A,#20H	
MOV A,#40H	
MOV A,#80H	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

1. เปิดโปรแกรม Editplus เลือกเมนู File > New > ASM

2. พิมพ์โปรแกรมที่ 2 และบันทึกโดยการเลือกเมนู File > Save ตั้งชื่อเป็น LAB02.ASM บันทึกไว้ในโฟลเดอร์ D:LABMCS

```
1                       ORG     0000H
2       BEGIN:          MOV     A,#01H
3                       MOV     P0,A
4                       ACALL   DELEY
5
6                       MOV     A,#02H
7                       MOV     P0,A
8                       ACALL   DELAY
9
10                      MOV     A,#04H
11                      MOV     P0,A
12                      ACALL   DELAY
13
14                      MOV     A,#08H
15                      MOV     P0,A
16                      ACALL   DELAY
17
18                      SJMP    BEGIN
19
20      DELAY:          MOV     R0,#0DF
21      LOOP:           MOV     R1,#FFH
22      LOOP1:          DJNZ    R1,LOOP1
23                      DJNZ    R0,LOOP
24                      RET
25                      END
```

3. ทำการคอมไพล์โดยการเลือกเมนู Tools > SXA51 ตรวจสอบผลการคอมไพล์ที่ได้ จะพบข้อผิดพลาดทั้งหมด..... errors

4. ทำการเลื่อนเมาส์ไปที่ช่องแสดงไฟล์ของโปรแกรม Editplus คลิกเมาส์ปุ่มขวา เลือก refresh จะปรากฏไฟล์ข้อมูล LAB02.LST ขึ้นมาให้ดับเบิลคลิกเพื่อเปิดไฟล์

5. ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น LST (Listing File) เป็นไฟล์ที่ใช้แสดงข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการคอมไพล์ ได้แก่ ตำแหน่งหน่วยความจำ รหัสภาษาเครื่อง รวมทั้งข้อผิดพลาดจากการเขียนคำสั่งผิดหลักไวยกรณ์ ไฟล์นี้จะมีประโยชน์ใช้ช่วยในการหาจุดที่ผิดพลาด

6. สังเกตไฟล์นามสกุล LST มองหาข้อความ "******* Assembly error *******" แสดงว่าบรรทัดที่ตามมามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ให้จำหมายเลขบรรทัดที่อยู่ด้านในเพื่อจะได้ทราบตำแหน่งที่ผิดพลาด

7. ส่วนที่ผิดพลาดแสดงดังนี้

```
******* Assembly error *******
E,5  0004 1100      4                       ACALL DELEY
```

หมายความว่าคำสั่งในบรรทัดนี้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น คำสั่ง ACALL พิมพ์ถูกแล้ว แสดงว่าน่าจะผิดที่คำว่า "DALEY" ซึ่งส่วนนี้เป็นลาเบลเรียกโปรแกรมย่อยแต่ไม่มีในโปรแกรม มีแต่คำว่า "DELAY"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การแก้ไขข้อผิดพลาดต้องทำในไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ASM เท่านั้น ให้กลับไปที่ไฟล์ LAB02.ASM เลื่อนไปยังบรรทัดที่พบข้อผิดพลาดในที่นี้คือบรรทัดที่ 4 ทำการแก้ไขจากคำว่า DALAY เป็น DELAY แทน จากนั้นทำการบันทึกและคอมไพล์ใหม่ จะพบข้อผิดพลาดลดลง

9. จะพบข้อผิดพลาดทั้งหมด..... Errors

10. ส่วนที่ผิดพลาดที่แสดงในไฟล์ LAB02.LST คือ

.....

.....

.....

.....

11. จุดที่ผิดพลาด คือ .....

และแก้ไขเป็น .....

12. ทำการแก้ไขในไฟล์ LAB02.ASM บันทึกผลและคอมไพล์จนไม่มีข้อผิดพลาด

13. เปิดโปรแกรม ISP-Flash Programmer

14. เลือกเบอร์ไอซีเป็น 89S52

15. คลิกที่ปุ่ม Open File จากนั้นเลือกไปยังไดร์ฟ D: เลือกโฟลเดอร์ LABMCS และเลือกไฟล์ LAB02.HEX

16. กดปุ่ม Write เพื่อทำการโปรแกรมลงในตัวไอซี AT89S52

17. สังเกตผลการทำงานของ LED และบันทึกผลการทดลองที่ได้

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
2. วิธีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมทำได้อย่างไร จงอธิบาย
3. จงอธิบายขั้นตอนในการบันทึกข้อมูลลงในตัวไอซี AT89S52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2
การเชื่อมต่อแอลอีดีแบบอาโนดร่วม และคาโถดร่วม

วัตถุประสงค์

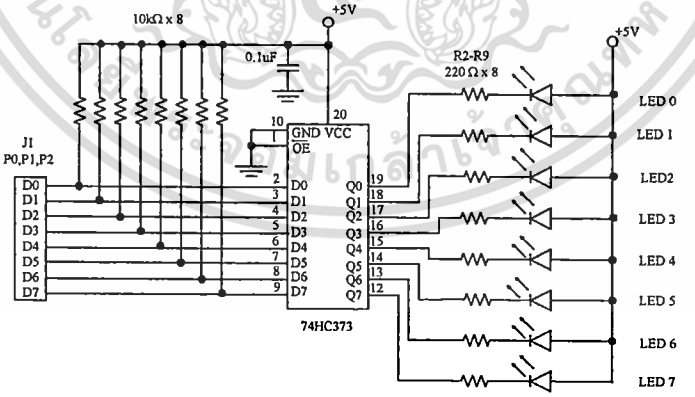
1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลออกทางพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของแอลอีดีแบบอาโนดร่วมได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของแอลอีดีแบบคาโถดร่วมได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode : LED) เป็นไดโอดที่สามารถเปล่งแสงสว่างออกมาด้วยคลื่นความถี่เดียวและมีเฟสต่อเนื่องได้ ซึ่งต่างจากแสงธรรมดากับที่คนเรามองเห็นประกอบไปด้วยคลื่นที่มีความถี่และเฟสต่างๆ มารวมกัน

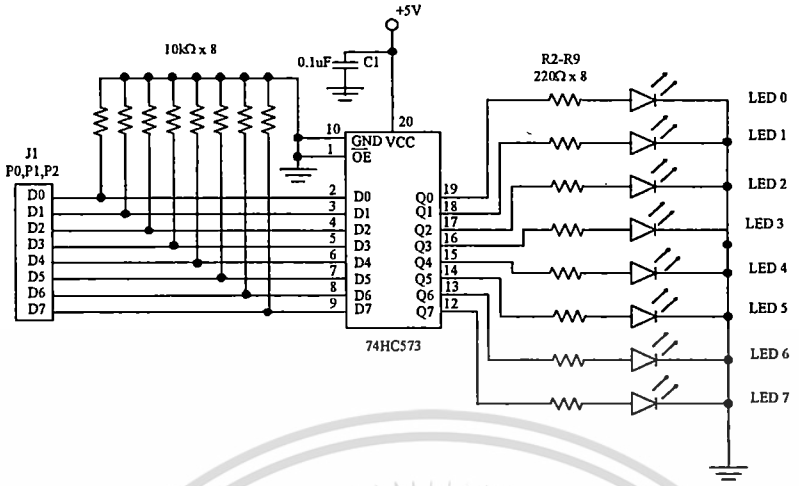
ไดโอดเปล่งแสงมีการต่อใช้งานอยู่ 2 ชนิด

1) ชนิดอาโนดร่วม (Common Anode) คือการนำขาอาโนด (A) ของไดโอดเปล่งแสงมาต่อร่วมกันดังรูปที่ 2.1 ในการที่จะทำให้วงจรทำงานได้นั้น ในการทดลองต้องป้อนลอจิก “0” ให้จึงเกิดการเปล่งแสง ถ้าป้อนลอจิก “1” จะทำให้ไดโอดเปล่งแสงดับ



รูปที่ 2.1 วงจรไดโอดเปล่งแสงชนิดอาโนดร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรไดโอดเปล่งแสงชนิดคาโถดร่วม

2) ชนิดคาโถดร่วม (Common Cathode) คือการนำขาคาโถด (K) ของไดโอดเปล่งแสงมาต่อร่วมกันดังรูปที่ 2.2 ในการที่จะทำให้วงจรทำงานได้นั้น ในการทดลองต้องป้อนลอจิก "1" ให้จึงเกิดการเปล่งแสง ถ้าป้อนลอจิก "0" จะทำให้ไดโอดเปล่งแสงดับ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดวงจรแอลอีดีชนิดอาโนดร่วม MC-02

5) บอร์ดวงจรแอลอีดีชนิดคาโถดร่วม MC-03

6) สาย download โปรแกรม

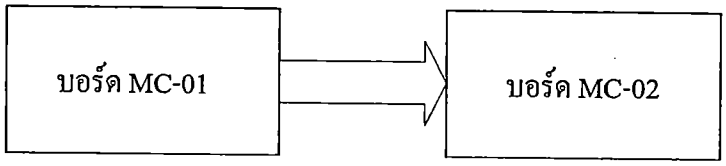
7) สายต่อวงจร

8) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับบอร์ดเชื่อมต่อวงจรแอลอีดีชนิดคาโนดร่วม MC-02 โดยต่อที่พอร์ต P.1 ดังรูปที่ 2.3 และกดปุ่ม Power on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อบอร์ดวงจรแอลอีดีชนิดคาโนดร่วม กับบอร์ดควบคุม

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab2.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
                ORG     0000H
                MOV     A,#01H
START :         MOV     P1,A
                ACALL   DELAY
                RL      A
                JMP     START
DELAY :         MOV     R3,#0FFH
DELAY_1 :       MOV     R4,#0FFH
                DJNZ    R4,$
                DJNZ    R3,DELAY_1
                RET
                END
```

รูปที่ 2.4 โปรแกรมไฟวิ่ง

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab2.Asm เป็น Lab2.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

7) กดปุ่ม Power off และทำการเปลี่ยนบอร์ดวงจรแอลอีดีชนิดอาโนดร่วม และกดปุ่ม Power on

8) เขียนโปรแกรมจากโปรแกรม 2.1 โดยแก้ไข

MOV A, #01H เป็น MOV A,#0FEH

9) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab2.Asm เป็น Lab2.Hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

11) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมการทดลองที่ 3 ให้แก้ไขโปรแกรมโดยให้แอลอีดีสว่างจากดวงที่ 1 ถึงดวงที่ 8 โดยให้สว่างจากซ้ายไปขวา

2. จากโปรแกรมการทดลองที่ 8 ให้ทำการแก้ไขโปรแกรมโดยให้แอลอีดีดับนาน 500 มิลลิวินาที แล้วเริ่มติดจากดวงที่ 1 ถึงดวงที่ 8 โดยหน่วงเวลานาน 500 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

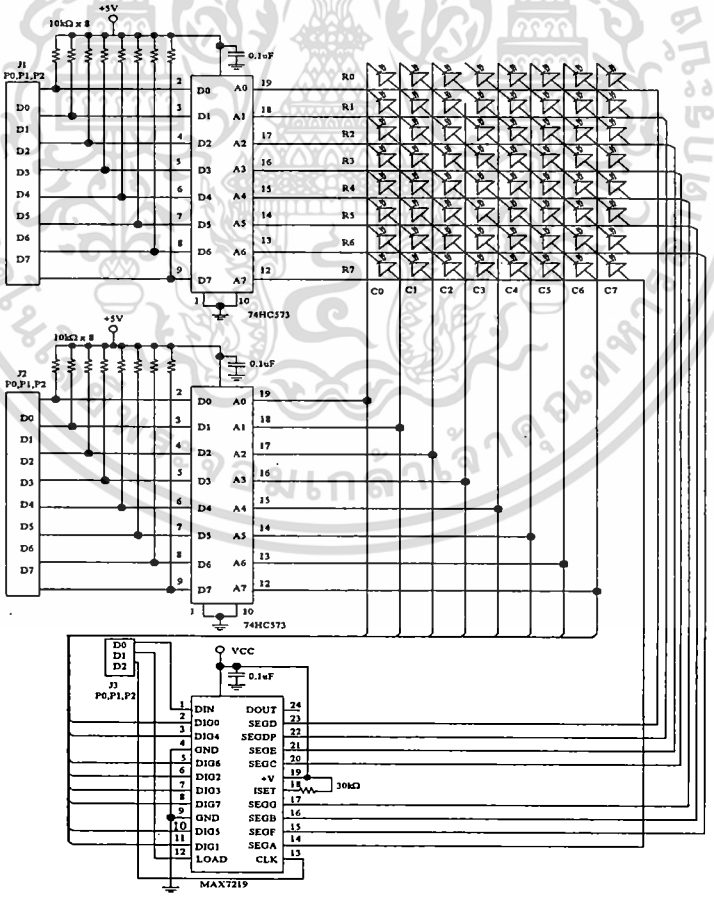
ใบงานที่ 3
การเชื่อมต่อแอลอีดีแบบเมตริกซ์

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปแสดงผลที่แอลอีแบบเมตริกซ์ได้
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรแอลอีดีแบบเมตริกซ์ จะใช้ แอลอีดี 8x8 รวมเป็น 64 ตัว และใช้ไอซีอีก 2 ตัว เบอร์ 74HC573 เป็นตัวสำหรับเช็คแถวและหลัก และไอซีอีก 1 ตัว เบอร์ MAX7219 ที่สามารถทำงานได้ทั้งแถว และหลักในตัวเดียว



รูปที่ 3.1 วงจรแอลอีดีแบบเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดวงจรแอลอีดีแบบเมตริกซ์ MC-05

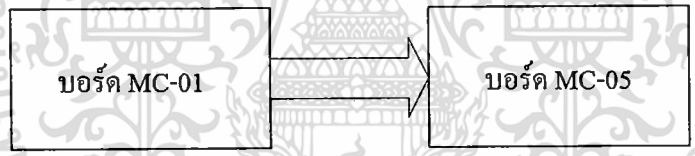
5) สาย download โปรแกรม

6) สายต่อวงจร

7) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับ บอร์ดวงจรแอลอีดีแบบเมตริกซ์ MC-05 โดยต่อที่พอร์ต P.1 เพื่อใช้ควบคุมแถว และต่อพอร์ต P.2 เพื่อใช้ควบคุมคอลัมน์ ตามรูปที่ 3.2 กดปุ่ม Power on



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อบอร์ดแอลอีดีแบบเมตริกซ์ MC-05

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab3.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
            ORG         0000H
START:      MOV         A,#0FCH
            MOV         P0,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#0BFH
            MOV         P2,A
            ACALL       DELAY

            MOV         A,#00H
            MOV         P0,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#0FFH
            MOV         P2,A
            ACALL       DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV         A,#12H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#0DFH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#00H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#0FFH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#11H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0EFH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#00H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0FFH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#11H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0F7H
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#00H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0FFH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#12H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0FBH
MOV         P2,A
ACALL       DELAY

MOV         A,#00H
MOV         P0,A
ACALL       DELAY
MOV         A,#0FFH
MOV         P2,A
MOV         A,#0FCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV         P0,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#0FDH
            MOV         P2,A
            ACALL       DELAY
            JMP         START
DELAY:      MOV         R3,#01H
DELAY_1:    MOV         R4,#0FFH
            DJNZ        R4,$
            DJNZ        R3,DELAY_1
            RET

            END
```

รูปที่ 3.3 โปรแกรมแสดงตัวอักษร "A"

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab3.Asm เป็น Lab3.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1) จากการทดลองให้เขียนโปรแกรมแสดงตัวอักษร "E" ติดอยู่ตลอดเวลาโดยใช้พอร์ต P.1 ควบคุมแถวและพอร์ต P.2 เพื่อใช้ควบคุมคอลัมน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4
การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแบบ 7 ส่วน

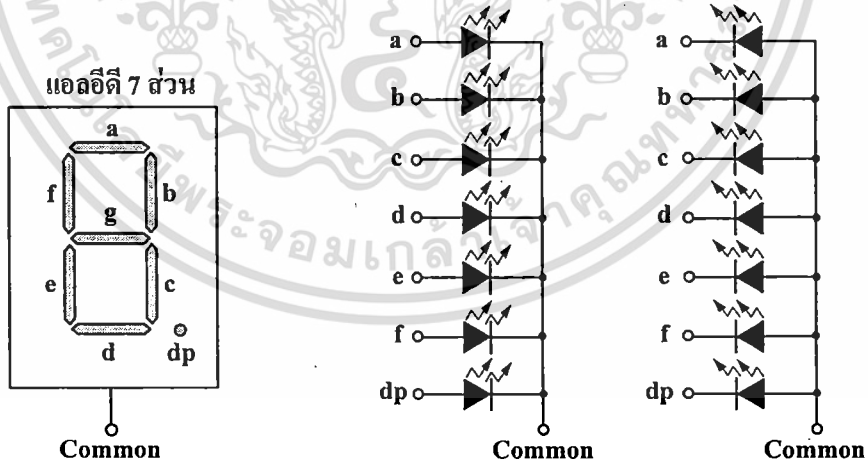
วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อขับแอลอีดีแบบ 7 ส่วนแบบตัวเดี่ยวและมัลติเพล็กซ์ได้
2. สามารถนำการทำงานไปประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

แอลอีดี 7 ส่วนแบบหลักเดียว

แอลอีดี 7 ส่วน (7-Segment) ประกอบขึ้นจากแอลอีดีจำนวน 7 ตัวที่บรรจุอยู่ในถังเดียวกัน และได้รับการจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข แอลอีดีแต่ละตัวจะถูกเรียกว่า ส่วนหรือเซกเมนต์ (Segment) แต่ละส่วนหรือเซกเมนต์มีชื่อเรียกต่างกันตามตำแหน่งที่ได้รับการจัดวางคือ a, b, c, d, e, f, g และ dp ซึ่งเป็นแอลอีดีอีก 1 ตัวที่บรรจุอยู่ในแอลอีดี 7 ส่วน ใช้เป็นตัวแสดงจุดทศนิยมในกรณีที่มีการแสดงผลในลักษณะตัวเลขที่มีทศนิยม ดังแสดงในรูปที่ 4.1 (ก)



รูปที่ 4.1 (ก) รูปร่างและการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของ แอลอีดี 7 ส่วน
(ข) การต่อแบบแคโทดร่วมและ (ค) การต่อแบบแอโนดร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลอีดีทุกตัวที่บรรจุอยู่ในแอลอีดี 7 ส่วนนี้มีขาต่อร่วมกัน ซึ่งมีทั้งแบบต่อขาแคโทดร่วมกันเรียกว่า แบบแคโทดร่วม (Common Cathode) และแบบต่อขาแอโนดร่วมกันเรียกว่าแบบแอโนดร่วม (Common Anode) การขับให้แอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วมสว่างจะต้องจ่ายไฟลบเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาแอโนด ซึ่งก็คือ ขาของแต่ละเซกเมนต์นั่นเองดังแสดงในรูปที่ 4.1 (ข) ในขณะที่แอลอีดี 7 ส่วน แบบแอโนดร่วมจะต้องจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายไฟลบเข้าที่ขาแคโทด ซึ่งเป็นขาของแต่ละเซกเมนต์ดังแสดงในรูปที่ 4.1 (ค)

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งขาที่จะต่อกับพอร์ต

ตำแหน่งบิต	ตำแหน่งเซกเมนต์
7	dp
6	g
5	f
4	e
3	d
2	c
1	b
0	a

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการแสดงผล 0-9 ของแอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วม

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับขับแอลอีดี 7 ส่วน								เลขฐานสิบหก	ค่าตัวเลขที่แสดงบนแอลอีดี 7 ส่วน
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
dp	g	f	e	d	c	b	a		
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	0
0	0	0	0	0	1	1	0	06H	1
0	0	0	1	1	0	1	1	5BH	2
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	3
0	1	1	0	0	1	1	0	66H	4
0	1	1	0	1	1	0	1	6DH	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ข้อมูลการแสดงผล 0-9 ของแอลอีดี 7 ส่วน แบบแคโทดร่วม

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับขับแอลอีดี 7 ส่วน								เลขฐานสิบหก	ค่าตัวเลขที่แสดงบนแอลอีดี 7 ส่วน
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
dp	g	f	e	d	c	b	a		
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	6
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	7
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	8
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	9

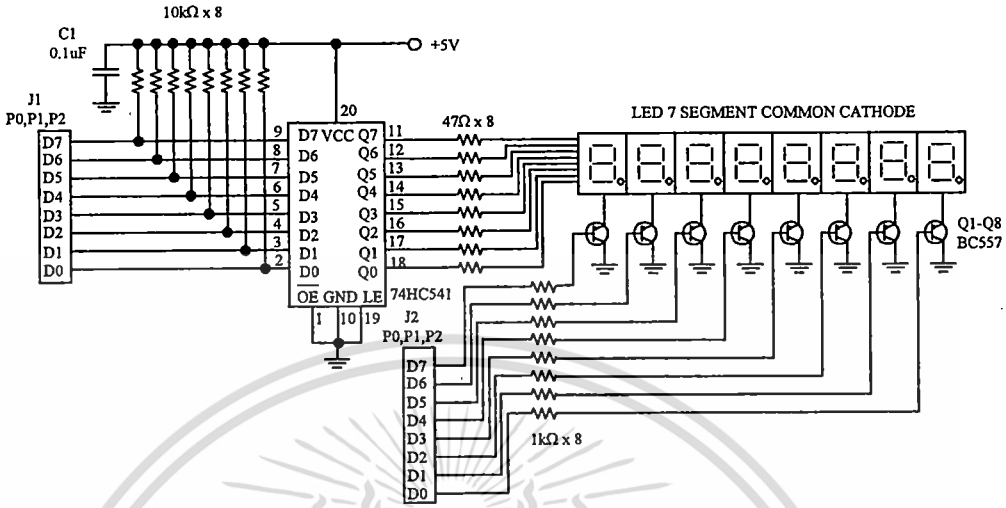
ในกรณีที่ต่อแบบแอโนดร่วมก็จะมีลักษณะคล้ายกับการต่อแบบแคโทดร่วมเพียงแต่การคิดค่าของข้อมูลในการส่งออกแบบแอโนดร่วมจะต้องป้อน 0 ให้หรือถ้าต้องการให้ส่วนไหนติดก็ส่งลอจิก 0 นั่นเองเช่น ต้องการให้ข้อมูลแสดงออกเป็นเลข 1 ค่าของข้อมูลจะเป็นดังนี้ 11111001B หรือ F9H นั่นเอง

การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์

การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์จะทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกันคือเซกเมนต์ a ของทุกหลักจะต่อถึงกันไล่เรียงไปจนถึงเซกเมนต์ g ในบางงานที่ต้องใช้จุด dp ก็ต้องต่อขาของจุด dp ร่วมกันด้วย การควบคุมให้แอลอีดี 7 ส่วนหลักใดติดสว่างทำได้โดย การจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนหลักนั้นๆ ยกตัวอย่าง หากแอลอีดี 7 ส่วนที่ใช้เป็นแบบแคโทดร่วมหากต้องการให้แอลอีดี 7 ส่วนหลักที่ 3 ติดสว่างก็ให้ต่อขาร่วมของหลักที่ 3 ลงกราวด์หรือจ่ายไฟลบแอลอีดี 7 ส่วนหลักที่ 3 ก็จะติดสว่างตามข้อมูลที่ส่งเข้ามายังขาของแต่ละเซกเมนต์

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาควบคุมการแสดงผลในลักษณะนี้เป็นการเข้ามาควบคุมการจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนแต่ละหลักนั่นเอง โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะจ่ายไฟให้แก่ขาร่วมของแอลอีดี 7 ส่วนทีละหลักไล่ไปตามลำดับความเร็วสูง โดยผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นยังช่วยให้ภาระในการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย ส่วนขาของแต่ละเซกเมนต์จะถูกต่อเข้ากับไอซีบัฟเฟอร์ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเช่นเดียวกับการขับแบบหลักเดียวในรูปที่ 4.2 แสดงการขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การขับแอลอีดี 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดวงจรแอลอีดีแบบ 7 ส่วน MC-06

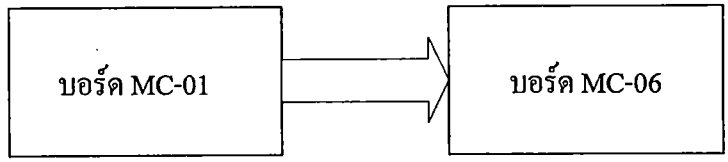
5) สาย download โปรแกรม

6) สายต่อวงจร

7) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับบอร์ดของวงจรแอลอีดีแบบ 7 ส่วน MC-06 แสดงค่าที่พอร์ต P.2 และ DSP 1 ที่ P1.0 และ DSP 2 ที่ P1.0 โดยต่อตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 บอร์ดวงจรแอลอีดีแบบ 7 ส่วน กับบอร์ดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กดสวิตช์ Power On

3) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab4.Asm

4) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
        DSP1        BIT   P1.0
        DSP2        BIT   P1.1
        DSP_NUM0    EQU   3FH
        DSP_NUM1    EQU   06H
        DSP_NUM2    EQU   5BH
        DSP_NUM3    EQU   4FH
        DSP_NUM4    EQU   66H
        DSP_NUM5    EQU   6DH
        DSP_NUM6    EQU   7DH
        DSP_NUM7    EQU   07H
        DSP_NUM8    EQU   7FH
        DSP_NUM9    EQU   6FH
        DSP_NUMA    EQU   77H
        DSP_NUMB    EQU   7CH
        DSP_NUMC    EQU   39H
        DSP_NUMD    EQU   5EH
        DSP_NUME    EQU   79H
        DSP_NUMF    EQU   71H
            ORG     0000
            MOV     P2,#00H
MAIN:       CLR     DSP1
            SETB    DSP2
LOOP:       MOV     P2,#DSP_NUM0
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM1
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM2
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM3
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM4
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM5
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM6
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM7
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM8
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUM9
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUMA
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUMB
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUMC
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUMD
            ACALL   DELAY_500MS
            MOV     P2,#DSP_NUME
            ACALL   DELAY_500MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    MOV         P2,#DSP_NUMF
                    ACALL       DELAY_500MS
                    MOV         R4,#2
BLINK_DOT:          SETB        P2.7
                    ACALL       DELAY_250MS
                    CLR         P2.7
                    ACALL       DELAY_250MS
                    DJNZ        R4,BLINK_DOT
                    CPL         DSP1
                    CPL         DSP2
                    AJMP        LOOP
DELAY_250MS:        MOV         7,#250
DELAY_250MS_1:      MOV         6,#0E6H
DELAY_250MS_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,DELAY_250MS_2
                    DJNZ        R7,DELAY_250MS_1
                    RET
DELAY_500MS:        MOV         R5,#2
DELAY_500MS_1:      ACALL       DELAY_250MS
                    DJNZ        R5,DELAY_500MS_1
                    RET
                    END
```

รูปที่ 4.3 โปรแกรมแสดงค่าตัวเลข

5) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก lab4.Asm เป็น Lab4.Hex

6) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

7) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1) จากการทดลองจงเขียนโปรแกรมแสดงการนับเลขตั้งแต่ 0-F โดยกำหนด DSP_NUM0 ถึง DSP_NUMF โดยให้แอลอีดีแบบ 7 ส่วนส่วนติดครั้งละ 4 หลัก สลับกันไปไม่รู้จบ โดยกำหนดให้

- DSP 1 BIT P1.0
- DSP 2 BIT P1.1
- DSP 3 BIT P1.2
- DSP 4 BIT P1.3
- DSP 5 BIT P1.4
- DSP 6 BIT P1.5
- DSP 7 BIT P1.6
- DSP 8 BIT P1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปแสดงผลที่วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวแบบ 16 ตัวอักษรได้

2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการติดต่อกับวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวจะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูลเนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายในแอลซีดีแปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

ดังนั้น ในการใช้งานแอลซีดี ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้แอลซีดีพร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่แอลซีดีต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้แอลซีดีทำการเตรียมความพร้อมหรือ อินิเชียล (initial) หลังจากนั้นจะกำหนดลอจิกให้กับขา RS ของแอลซีดีแล้วต้องหน่วงเวลาประมาณ 2 มิลลิวินาที เพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในแอลซีดีแปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่ง หรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0 – D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ไปที่ขา E เพื่ออีนาเบิลแอลซีดีให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลซ์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของ แอลซีดีต้องเป็นพัลซ์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

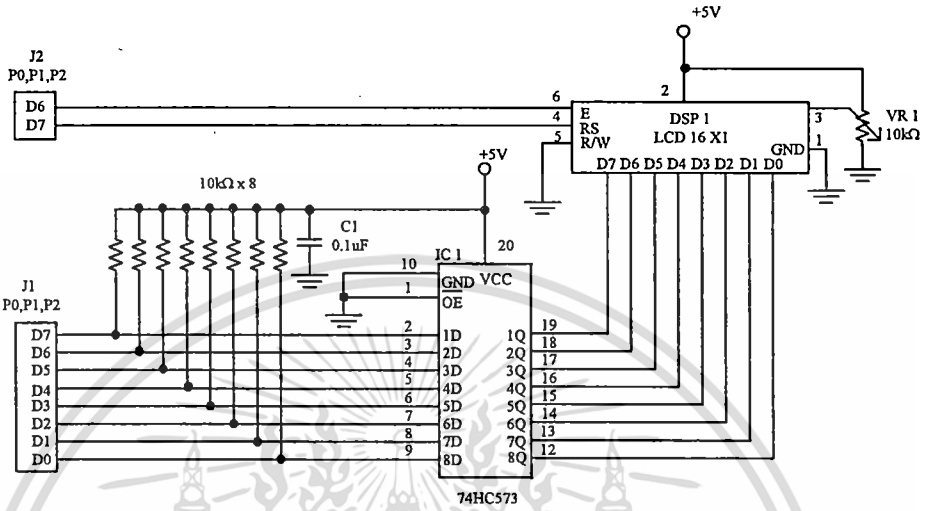
วงจรใช้การเขียนโปรแกรมในการสร้างสัญญาณ ให้แสดงผลออกทางหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งสามารถแสดงผลได้ ครั้งละ 1 บรรทัด จำนวน 16 ตัวอักษร

การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่แอลซีดี

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้แอลซีดี แสดงผลตามที่ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่แอลซีดี ก่อน จากนั้นจึงเริ่มส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของแอลซีดี มี 8 เส้นคือ D0-D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากขา RS ได้ลอจิก “0” หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้แก่แอลซีดี ขณะนั้นเป็นคำสั่งในทางตรงข้าม หากเขา RS ได้รับลอจิก “1” ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล



รูปที่ 5.1 วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 ตัวอักษร

เมื่อต้องการเขียนหรือข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น “1” เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในแอลซีดี ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น “1” ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM

ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก “1” ให้ขา RS แล้วต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น “0” ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงไป DDRAM ต่อไป

จังหวะการทำงานของ แอลซีดี

ในการติดต่อกับแอลซีดีจะต้องมีการหน่วงเวลาหลังเวลาจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูลเนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายในแอลซีดีแปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

ดังนั้น ในการใช้แอลซีดีผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้แอลซีดีพร้อมทำงานด้วยโดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่แอลซีดีต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้แอลซีดีทำการเตรียมความพร้อมหรืออินิเชียล (initial) หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของแอลซีดีแล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในแอลซีดีแปลความหมายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ไปที่ขา E เพื่ออีนาเบิลแอลซีดีให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลซ์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของแอลซีดีต้องเป็นพัลซ์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดแสดงผลแบบผลึกเหลว MC-10

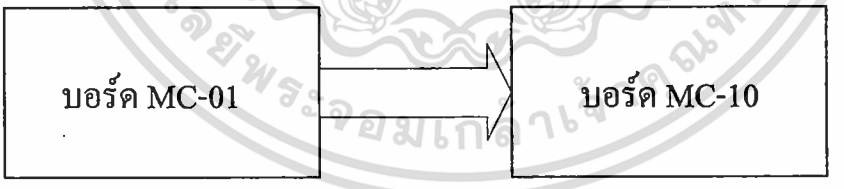
5) สาย download โปรแกรม

6) สายต่อวงจร

7) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับบอร์ดขับโมดูลแบบผลึกเหลว MC-10 ที่พอร์ต P2 โดยต่อขา E ที่ P1.7 และต่อขา RS ที่ P1.6 โดยต่อตามรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การเชื่อมต่อบอร์ดโมดูลแบบผลึกเหลวกับบอร์ดควบคุม

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab5.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
LCD_EN      BIT   P1.7
LCD_RS      BIT   P1.6
LCD_ADDR    EQU   030H
LCD_DATA    EQU   031H

ORG           0000H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP:           MOV         LCD_ADDR,#000H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         DPTR,#DATA1
                ACALL       WRLINE_LCD
                MOV         LCD_ADDR,#040H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         DPTR,#DATA2
                ACALL       WRLINE_LCD
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_OFF
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_ON
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_OFF
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_ON
                ACALL       DELAY_1S
                MOV         LCD_ADDR,#000H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         DPTR,#DATA3
                ACALL       WRLINE_LCD
                MOV         LCD_ADDR,#040H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         DPTR,#DATA4
                ACALL       WRLINE_LCD
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_OFF
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_ON
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_OFF
                ACALL       DELAY_1S
                ACALL       LCD_ON
                ACALL       DELAY_1S
                AJMP        LOOP
LCD_CLR:        CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#01H
                ACALL       LCD_CLK
                RET
LCD_OFF:        CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#08H
                ACALL       LCD_CLK
                RET
LCD_CLK:        SETB        LCD_EN
                ACALL       LCD_DELAY
                CLR         LCD_EN
                ACALL       LCD_DELAY
                RET
LCD_ON:         CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#0CH
                RET
SET_ADDR_LCD:   CLR         LCD_RS
                MOV         A,LCD_ADDR
                SETB        ACC.7
                MOV         P2,A
                ACALL       LCD_CLK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    RET
WRLINE_LCD :        MOV         R0,#0
WRLINE_LCD_1 :      SETB        LCD_RS
                    CLR         A
                    MOVC        A,@A+DPTR
                    MOV         P2,A
                    ACALL       LCD_CLK
                    INC         DPTR
                    INC         R0
                    CJNE        R0,#8,WRLINE_LCD_1
                    ACALL       LCD_ON
                    RET
LCD_DELAY :         MOV         7,#002
LCD_DELAY_1 :       MOV         6,#0E6H
LCD_DELAY_2 :       NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,LCD_DELAY_2
                    DJNZ        R7,LCD_DELAY_1
                    RET
DELAY_10MS:         MOV         7,#010
DELAY_10MS_1:       MOV         6,#0E6H
DELAY_10MS_2:       NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,DELAY_10MS_2
                    DJNZ        R7,DELAY_10MS_1
                    RET
DELAY_1S:           MOV         5,#100
DELAY_1S_1:         ACALL       DELAY_10MS
                    DJNZ        R5,DELAY_1S_1
                    RET
DATA1 :             DB    '     #  KMI'
DATA2 :             DB   'TL  #       '
DATA3 :             DB   'ED..ENGI    '
DATA4 :             DB   'NEER..21    '
                    END
```

รูปที่ 5.3 โปรแกรมขับโมดูลแบบผลึกเหลว

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab5.Asm เป็น Lab5.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1) จากการทดลองให้เขียนโปรแกรมแสดงชื่อนักศึกษาแสดงออกที่พอร์ต P.1 โดยให้กระพริบ จำนวน 2 ครั้ง หน่วงเวลาการกระพริบครั้งละ 1 วินาที วนรอบการทำงานไม่รู้จบ

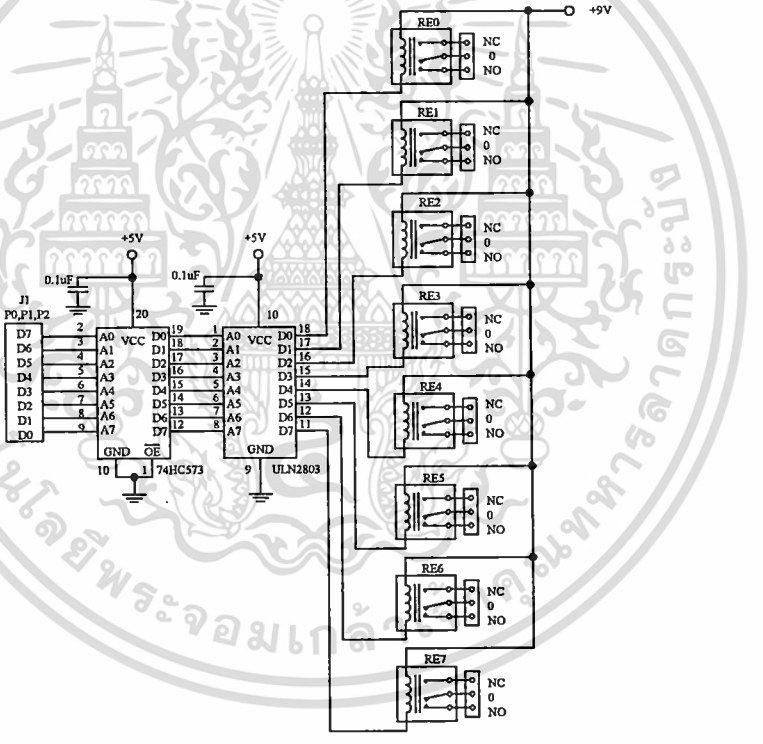
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
การควบคุมอุปกรณ์รีเลย์

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รีเลย์ร่วมกับสวิตช์เดี่ยวได้
2. สามารถนำการทำงานไปประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น



รูปที่ 6.1 วงจรควบคุมการขับรีเลย์

วงจรขับรีเลย์ เป็นวงจรที่ใช้ขับรีเลย์จำนวน 8 ตัว แสดงการทำงานโดยมีการจ่ายแรงดันให้กับรีเลย์ 9 โวลต์เมื่อรับอินพุตจากพอร์ตของ MCS-51 โดยจัมพ์เลือกระหว่างพอร์ต P0, P1 หรือ P2 ซึ่งวงจรขับรีเลย์จะมีบัฟเฟอร์ 74HC573 โดยมีขาที่ 11 เป็นตัวเลือก แล้วส่งผ่านข้อมูลไปยังรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดขับอุปกรณ์รีเลย์ MC-07

5) บอร์ดอินพุตสวิตช์เดี่ยว MC-14

6) สาย download โปรแกรม

7) สายต่อวงจร

8) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับบอร์ดขับอุปกรณ์รีเลย์ MC-07 ที่พอร์ต P.2 และบอร์ดอินพุตสวิตช์เดี่ยว MC-14 ที่พอร์ต P.0 (สังเกตสวิตช์ทุกตัวให้อยู่ที่ตำแหน่ง Off ทั้งหมด) ตามรูปที่ 6.2

รูปที่ 6.2 การเชื่อมต่อบอร์ดขับรีเลย์กับบอร์ดควบคุม

2) เปิดสวิตช์ Power on

3) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab6.Asm

4) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
                ORG     0000H
MAIN:           MOV     P0,#0FFH
                MOV     P2,#000H
SW1:            JNB     P0.0,SW2
                ACALL   RELAY1
SW2:            JNB     P0.1,SW3
                ACALL   RELAY2
SW3:            JNB     P0.2,SW4
                ACALL   RELAY3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SW4:            JNB     P0.3,SW5
                ACALL   RELAY4
SW5:            JNB     P0.4,SW6
                ACALL   RELAY5
SW6:            JNB     P0.5,SW7
                ACALL   RELAY6
SW7:            JNB     P0.6,SW8
                ACALL   RELAY7
SW8:            JNB     P0.7,MAIN
                ACALL   RELAY8
                JMP     MAIN
;*****************************************
RELAY1:         MOV     P2,#01H
                RET
RELAY2:         MOV     P2,#02H
                RET
RELAY3:         MOV     P2,#04H
                RET
RELAY4:         MOV     P2,#08H
                RET
RELAY5:         MOV     P2,#10H
                RET
RELAY6:         MOV     P2,#20H
                RET
RELAY7:         MOV     P2,#40H
                RET
RELAY8:         MOV     P2,#80H
                RET
;*****************************************
DELAY:          MOV     7,#010H
DELAY_1:        MOV     6,#0E6H
DELAY_2:        NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_2
                DJNZ    R7,DELAY_1
                RET
                END
```

รูปที่ 6.3 โปรแกรม การอ่านค่าจากคีย์สวิตช์กับอุปกรณ์รีเลย์

5) ทำการบันทึกและแปลงไฟล์จาก Lab6.Asm เป็น Lab6.Hex

6) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

7) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

จงเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รีเลย์โดยเมื่อ

- กดสวิตช์ 0 ให้อุปกรณ์รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ทำงาน
- กดสวิตช์ 1 ให้อุปกรณ์รีเลย์ตัวที่ 3 และตัวที่ 4 ทำงาน
- กดสวิตช์ 2 ให้อุปกรณ์รีเลย์ตัวที่ 5 และตัวที่ 6 ทำงาน
- กดสวิตช์ 3 ให้อุปกรณ์รีเลย์ตัวที่ 7 และตัวที่ 8 ทำงาน
- กดสวิตช์ 4 ให้อุปกรณ์รีเลย์ทุกตัวไม่ทำงาน
- เมื่อกดสวิตช์ 5, 6, 7 อุปกรณ์รีเลย์ทุกตัวทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7
การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้
2. สามารถนำการทำงานไปประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

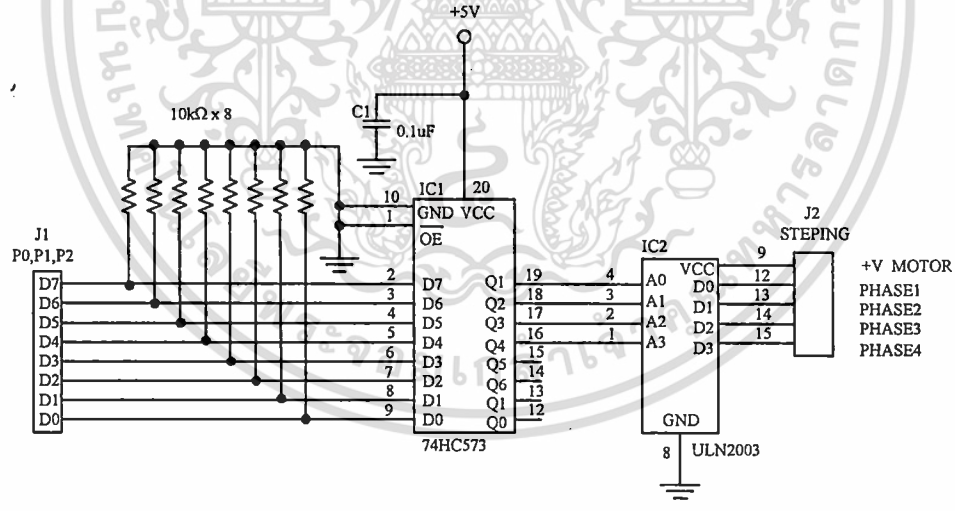
ทฤษฎีเบื้องต้น

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ถือว่าเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่งซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยคอมพิวเตอร์ ลักษณะการทำงานจะเคลื่อนที่เป็นขั้น (step)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

1) โรเตอร์ คือ ส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออื่นๆ

2) สเตเตอร์คือ ส่วนที่ติดอยู่กับที่ เป็นขดลวดหลายๆ ขด



รูปที่ 7.1 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การหมุนของสเต็ปปิ้งมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบครึ่งขั้น

เป็นการนำเอาวิธีขับแบบ Wave Unipolar ผสมกับ Two Phase Unipolar หมุนจะหมุนครั้งละครึ่งขั้น และองศาที่ได้จากการหมุนจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของการหมุนแบบเต็มขั้นการป้อนกระแสจะเป็นไปตามตารางที่ 7.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 การจ่ายกระแสให้กับขดลวดแบบครึ่งขั้น

ขั้น	เฟส			
	1	**2**	**3**	**4**
1	1	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1
5	0	0	1	1
6	0	0	0	1
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0

2. แบบเต็มขั้น

แบ่งการขับออกเป็น 2 แบบ คือ

1) การขับแบบ Wave Unipolar เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทีละขดเรียงกันไป ลักษณะการขับแบบนี้จะให้แรงบิดน้อย

2) การขับแบบ 2 เฟส เป็นการป้อนกระแสให้แก่ขดลวด 2 ขดพร้อมกัน ดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 ตารางการจ่ายกระแสให้กับขวดลวดแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ขั้น	เฟส			
	1	**2**	**3**	**4**
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ MC-08

5) สาย download โปรแกรม

6) สายต่อวงจร

7) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51-S8252 MC-01 กับบอร์ดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ MC-08 และแหล่งจ่ายไฟโดยสังเกตเฟสมอเตอร์ให้ถูกต้องด้วยโดยต่อที่พอร์ต P.1 ตามรูปที่ 7.2 และกดปุ่ม Power on

รูปที่ 7.2 การเชื่อมต่อบอร์ดสเต็ปปิ้งมอเตอร์กับบอร์ดควบคุม

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab7.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
            ORG         0000H
START:      MOV         A,#01H
            MOV         P1,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#02H
            MOV         P1,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#04H
            MOV         P1,A
            ACALL       DELAY
            MOV         A,#08H
            MOV         P1,A
            ACALL       DELAY
DELAY:      MOV         R3,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_1:    MOV         R4,#0FFH
            DJNZ        R4,$
            DJNZ        R3,DELAY_1
            RET
            END
```

รูปที่ 7.3 โปรแกรมขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab7.Asm เป็น Lab7.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จากโปรแกรมที่ 7.1 จงแก้ไขโปรแกรมให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนทางขวาครบทั้ง 5 รอบ แล้วหมุนทางซ้ายอีก 2 รอบ แล้วกลับมาหมุนขวาอีก 5 รอบ วนรอบเช่นนี้ไม่รู้จบสิ้น โดยการหมุนมีการหน่วงเวลา 1 วินาที โดยใช้การควบคุมจากพอร์ต P.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8
การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถจำแนกได้หลายประเภทแต่ที่ใช้ในปัจุบันกันอย่างมากก็คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน, แบบอนุกรม, แบบผสม และแบบแม่เหล็กถาวร

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

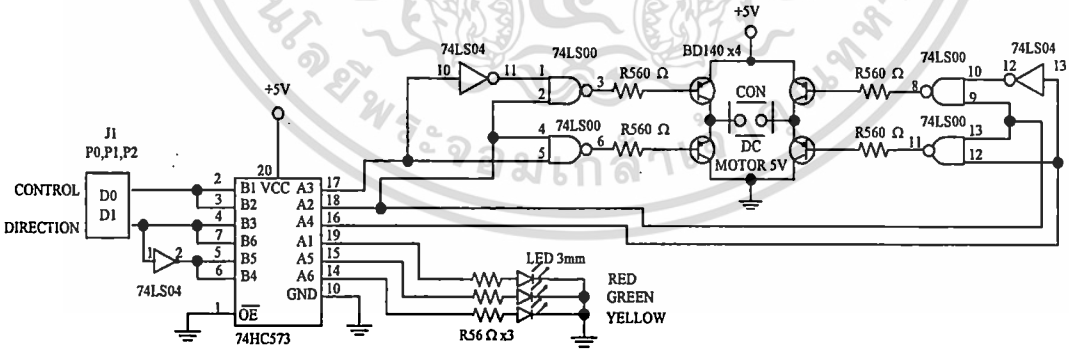
1) การควบคุมแรงดันอาร์เมเจอร์

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมทิศทางสามารถควบคุมได้ 2 ทิศทาง คือ

1) ควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนขวา

2) ควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนซ้าย



รูปที่ 8.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง MC-09

5) บอร์ดอินพุตสวิตช์เดี่ยว MC-14

6) สาย download โปรแกรม

7) สายต่อวงจร

8) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51-S8252 MC-01 กับบอร์ดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง MC-09 โดยต่อที่พอร์ต P.2 และบอร์ดอินพุตสวิตช์เดี่ยว MC-14 โดยต่อที่พอร์ต P.0 ตามรูปที่ 8.2 และกดปุ่ม Power on

รูปที่ 8.2 การเชื่อมต่อบอร์ดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกับบอร์ดสวิตช์

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab8.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
                ORG     0000H
MAIN:           MOV     P0,#0FFH
                MOV     P2,#000H
                MOV     P1,#0EFH
;*********************************************
;     scan  key
;*********************************************
KEY1:           JNB     P0.0,KEY2
                ACALL   ROTATE_R
                JB      P0.0,$
KEY2:           JNB     P0.1,KEY3
                ACALL   ROTATE_L
                JB      P0.1,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KEY3:               JNB    P0.2,MAIN
                    ACALL  STOP
                    AJMP   MAIN

ROTATE_R:           MOV    P2,#01H
                    RET
ROTATE_L:           MOV    P2,#03H
                    RET
STOP:               MOV    P2,#00H
                    RET
;*********************************************
DELAY:              MOV    7,#0FFH
DELAY_1:            MOV    6,#0E6H
DELAY_2:            NOP
                    NOP
                    DJNZ   R6,DELAY_2
                    DJNZ   R7,DELAY_1
                    RET
                    END
```

รูปที่ 8.3 โปรแกรมขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

4) ทำการบันทึกและแปลงไฟล์จาก Lab8.Asm เป็น Lab8.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลองบันทึกค่าลงในตาราง

ตารางที่ 8.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

INPUT		MOT	LED		
P0.1	P0.0		GREEN	RED	YELLOW
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9

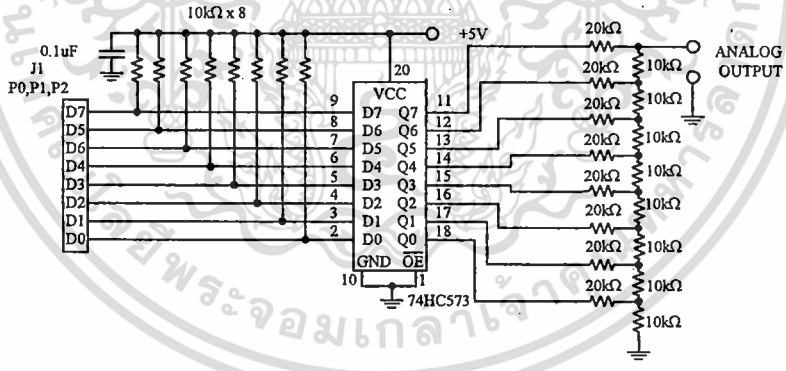
วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก

วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก
2. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกอีกแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยม คือ แบบ R-2R แลตช์เดอร์ จะใช้ตัวต้านทานต่อขนานกันหลายสาขา กระแสในวงจรจะถูกเฉลี่ยกันในวงจรด้วยอัตราส่วนของตัวต้านทานคงที่คือ R และ 2R ในการใช้งานจะต่อเข้ากับพอร์ตใดก็ได้ โดยผ่านวงจรแลตช์ 74HC574 เพื่อได้ข้อมูลดิจิตอลออกไปยังวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก จะแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณแอนะลอกให้เอง ได้ดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกแบบ R-2R

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกแบบ R-2R MC-11

5) สาย download โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

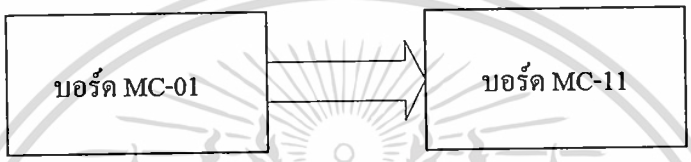
6) สายต่อวงจร

7) อะแด็ปเตอร์ 12 V

8) ออสซิลโลสโคป พร้อมสายวัด

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์AT89S52 กับบอร์ดวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกแบบ R-2R MC-11 โดยต่อที่พอร์ต P.0 โดยต่อตามรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 การเชื่อมต่อบอร์ดแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกกับบอร์ดควบคุม

2) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab11.Asm

3) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
        ORG     0000H
START:  CLR     A
        MOV     A,#00H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#01H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#02H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        MOV     A,#03H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#04H

        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#05H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#06H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#07H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#08H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#09H
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0AH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A

        MOV     A,#0BH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0CH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0EH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#1FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#2FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A

        MOV     A,#4FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#5FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#6FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#7FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#8FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        MOV     A,#9FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0AFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0BFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0CFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0DFH

        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0EFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0FFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0EFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A

        MOV     A,#0CFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0BFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#0AFH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
        CLR     A
        MOV     A,#9FH
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLR     A
MOV     A,#8FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#7FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#6FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#5FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#4FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY

CLR     A
MOV     A,#3FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#2FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#1FH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0FH
MOV     P0,A

ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0EH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0DH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0CH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0BH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
CLR     A
MOV     A,#0AH
MOV     P0,A
ACALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR         A
                MOV         A,#09H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#08H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#07H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                MOV         A,#06H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#05H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#04H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#04H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         A,#03H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                CLR         A
                MOV         P0,A
                CLR         A
                MOV         A,#01H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY

                CLR         A
                MOV         A,#00H
                MOV         P0,A
                ACALL       DELAY
                JMP         START
DELAY:          MOV         R3,#20H
DELAY_1:        MOV         R4,#50H
                DJNZ        R4,$
                DJNZ        R3,DELAY_1
                RET
                END
```

รูปที่ 9.3 โปรแกรมแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab9.Asm เป็น Lab9.Hex

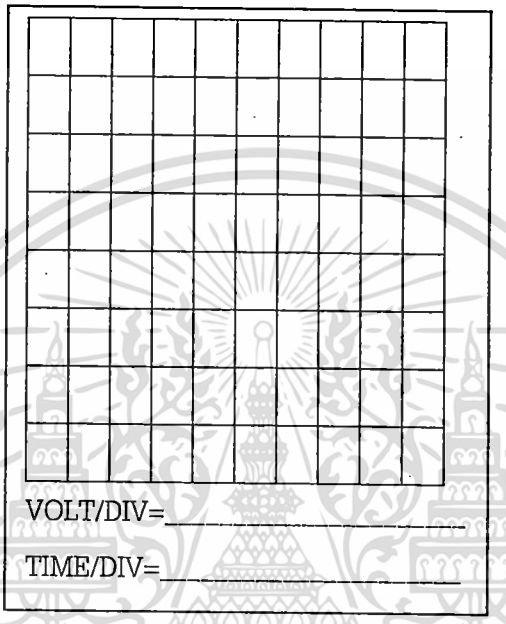
5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

7) นำออสซิลโลสโคปมาต่อวัดสัญญาณเอาต์พุต บันทึกรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นในกราฟ

ตารางที่ 9.1 บันทึกผลการทดลอง



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

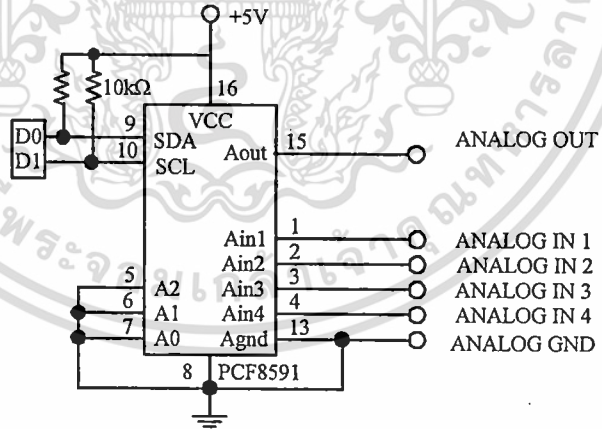
วัตถุประสงค์

1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้
2. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์ใช้กับบอร์ดอื่นๆ ได้

ทฤษฎีเบื้องต้น

คุณสมบัติของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จะมีลักษณะเหมือนกับวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอกจะมีคุณสมบัติพิเศษอีก 1 อย่าง คือ การเปลี่ยนแปลงเวลา (Conversion Time) หมายถึง ช่วงเวลาที่วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ใช้ในการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ 1 ค่า

การทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนี้ จะใช้การส่งข้อมูลผ่านไอซีเบอร์ PCF8591



รูปที่ 10.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านค่าข้อมูลอินพุตแอนะลอกของ PCF 8591

1) เตรียมข้อมูลกำหนดแอดเดรสโดยต่อไว้ที่ 000

2) เรียกโปรแกรมย่อยติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ

3) ส่งข้อมูลควบคุมไปยัง PCF 8591

4) ส่งสัญญาณ STOP

5) เรียกโปรแกรมย่อยติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ

6) ส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสอีกครั้งเพื่อเริ่มต้นอ่านข้อมูลโดยส่ง "1"ให้แก่ขา R/W

7) อ่านค่าจากขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลช่องที่1

8) หากต้องการอ่านค่าในช่องต่อไป ก็ให้เริ่มการติดต่อใหม่ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่า ต่อเนื่องทั้ง 4 ช่องหรือมากกว่าจึงต้องเขียนโปรแกรมลูปเพื่อกำหนดรอบการทำงาน 4 รอบ หรือมากกว่า ก็สามารถอ่านค่าได้ครบทุกช่อง

การเขียนข้อมูลไปยังวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอกของ PCF 8591

การเขียนข้อมูลไปยังขาแอนะลอกเอาต์พุตมีข้อแตกต่างจากการอ่านดังนี้

1) เรียกโปรแกรมย่อยติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ

2) ส่งข้อมูลกำหนดตำแหน่งโดยให้ทำงานในโหมดเขียนข้อมูล

3) ส่งข้อมูลควบคุม 40H ไปยัง PCF 8591 เพื่ออีนาเบิลแอนะลอกเอาต์พุต

4) ส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุตแอนะลอก โดยค่าที่ส่งออกไปจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255

5) ส่งสภาวะหยุด

การเชื่อมต่อ PCF 8591กับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องต่อ SDA และ สาย SCL เข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรม Editplus , โปรแกรม SXA51 และ โปรแกรม ISP Programmer

3) บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52

4) บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล MC-13

5) บอร์ดแสดงผลแบบผลึกเหลว MC-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สาย download โปรแกรม

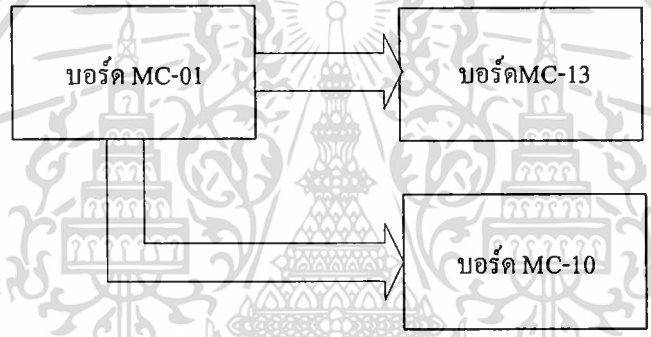
7) สายต่อวงจร

8) อะแด็ปเตอร์ 12 V

ลำดับขั้นการทดลอง

1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S52 กับบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล MC-13 โดยต่อ SDA ที่พอร์ต P1.0 และต่อSCL ที่พอร์ต P1.1

2) ทำการต่อบอร์ดแสดงผลแบบผลึกเหลว MC-10 เข้ากับพอร์ต P2 และต่อขา E ที่พอร์ต P0.7 และต่อขา RS ที่พอร์ต P0.6 ดังรูปที่ 10.2



รูปที่ 10.2 การเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมกับบอร์ดแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

3) เปิดโปรแกรม Editplus ทำการตั้งชื่อและบันทึกโดยใช้ไฟล์ชื่อ Lab13.Asm

4) เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
;*****************************
;PROGRAM     PCF8591A/D
;*****************************
SDA           BIT   P1.0
SCL           BIT   P1.1
LCD_EN        BIT   P0.7
LCD_RS        BIT   P0.6
FLAG          EQU   02FH
I2C_ACK       BIT   FLAG.0
LCD_ADDR      EQU   030H
LCD_DATA      EQU   031H
LCD_PTR       EQU   032H
I2C_ADDR      EQU   033H
I2C_DATA      EQU   034H
CONTROL       EQU   035H
DA_DATA       EQU   036H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHANNEL     EQU   037H
AD_DATA     EQU   038H
BUFFER      EQU   039H
PCF8591_ID  EQU   090H
;************************************
;MAIN PROGRAM
;************************************
                  ORG         0000H
                  MOV         P0,#0FF
                  MOV         P1,#0EFH
                  MOV         P2,#000H
                  MOV         P3,#01FH
MAIN:             ACALL       INIT_LCD
                  MOV         LCD_ADDR,#000H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         DPTR,#TITLE_1
                  ACALL       DELAY_1S
                  ACALL       DELAY_1S
                  MOV         DA_DATA,#0
MAIN_LOOP:        MOV         CHANNEL,#0
                  MOV         R1,#BUFFER
                  MOV         R4,#4
CON_LOOP:         MOV         A,CHANNEL
                  ADD         A,#40H
                  MOV         CONTROL,A
                  ACALL       PCF8591_WR
                  ACALL       PCF8591_RD
                  ACALL       PCF8591_RD
                  MOV         @R1,AD_DATA
                  INC         R1
                  INC         CHANNEL
                  DJNZ        R4,CON_LOOP
                  MOV         LCD_ADDR,#000H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         DPTR,#SCR_DA
                  ACALL       WRLINE_LCD
                  MOV         LCD_ADDR,#045H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         LCD_DATA,DA_DATA
                  ACALL       HEX2LCD
                  INC         DA_DATA
                  ACALL       DELAY_1S
                  MOV         R1,#BUFFER
                  MOV         LCD_ADDR,#000H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         DPTR,#SCR_AD01
                  ACALL       WRLINE_LCD
                  MOV         LCD_ADDR,#004H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         LCD_DATA,@R1
                  ACALL       HEX2LCD
                  INC         R1
                  MOV         LCD_ADDR,#044H
                  ACALL       SET_ADDR_LCD
                  MOV         LCD_DATA,@R1
                  ACALL       HEX2LCD
                  ACALL       DELAY_1S
                  INC         R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV         LCD_ADDR,#000H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         DPTR,#SCR_AD23
                ACALL       WRLINE_LCD
                MOV         LCD_ADDR,#004H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,@R1
                ACALL       HEX2LCD
                INC         R1
                MOV         LCD_ADDR,#044H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,@R1
                ACALL       HEX2LCD
                ACALL       DELAY_1S
                AJMP        MAIN_LOOP
;****************************************
;HEX  CODE
;****************************************
HEX2LCD:        PUSH        ACC
                MOV         A,LCD_DATA
                MOV         B,#16
                DIV         AB
                ADD         A,#030H
                MOV         LCD_DATA,A
                ACALL       HEX_CHK
                ACALL       WRCHAR_LCD
                MOV         A,B
                ADD         A,#030H
                MOV         LCD_DATA,A
                ACALL       HEX_CHK
                ACALL       WRCHAR_LCD
                POP         ACC
                RET
HEX_CHK:        MOV         A,LCD_DATA
                CJNE        A,#030H,CHK_OTHER
CHK_OTHER:      JNC         CONV_2_ALPHA
                RET
CONV_2_ALPHA:   ADD         A,#7
                MOV         LCD_DATA,A
                RET
INIT_LCD:       ACALL       DELAY_100MS
                CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#38H
                ACALL       LCD_CLK
                ACALL       LCD_OFF
                ACALL       LCD_CLR
                MOV         P2,#06H
                ACALL       LCD_CLK
                ACALL       LCD_HOME
LCD_CLR:        CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#01H
                ACALL       LCD_CLK
                RET
LCD_HOME:       CLR         LCD_RS
                MOV         P2,#02H
                ACALL       LCD_CLK
                RET
LCD_OFF:        CLR         LCD_RS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P2,#08H
                ACALL   LCD_CLK
                RET
LCD_CLK:        SETB    LCD_EN
                ACALL   LCD_DELAY
                CLR     LCD_EN
                ACALL   LCD_DELAY
                RET
LCD_ON:         CLR     LCD_RS
                MOV     P2,#00CH
                ACALL   LCD_CLK
                RET
SET_ADDR_LCD:   CLR     LCD_RS
                MOV     A,LCD_ADDR
                MOV     P2,A
                ACALL   LCD_CLK
                RET
WRCHAR_LCD:     SETB    LCD_RS
                MOV     P2,LCD_DATA
                ACALL   LCD_CLK
                ACALL   LCD_ON
                RET
WRLINE_LCD:     MOV     R0,0
WRLINE_LCD_1:   SETB    LCD_RS
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P2,A
                ACALL   LCD_CLK
                INC     DPTR
                INC     R0
                CJNE    R0,#8,WRLINE_LCD_1
                MOV     LCD_ADDR,#040H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
WRLINE_LCD_2:   SETB    LCD_RS
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P2,A
                ACALL   LCD_CLK
                INC     DPTR
                INC     R0
                CJNE    R0,#16,WRLINE_LCD_2
                ACALL   LCD_ON
                RET
PCF8591_RD:     MOV     I2C_ADDR,#PCF8591_ID+1
                ACALL   I2C_SLAVE
                MOV     I2C_DATA,RD
                MOV     AD_DATA,I2C_DATA
                ACALL   I2C_NACK_BIT
                ACALL   I2C_STOP
                RET
PCF8591_WR:     MOV     I2C_ADDR,#PCF8591_ID
                ACALL   I2C_SLAVE
                MOV     I2C_DATA,CONTROL
                ACALL   I2C_DATA_WR
                MOV     I2C_DATA,DA_DATA
                ACALL   I2C_DATA_WR
                ACALL   I2C_STOP
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I2C_DATA_WR:      PUSH        ACC
                  SETB        2C_ACK
                  MOV         A,I2C_DATA
                  MOV         R5,#008
I2C_DATA_WR_1:    RLC         A
                  MOV         SDA,C
                  ACALL       I2C_CLK
                  DJNZ        R5,I2C_DATA_WR_1
                  SETB        SDA
                  ACALL       I2C_DELAY
                  SETB        SCL
                  ACALL       I2C_DELAY
                  JB          SDA,I2C_DATA_WR_2
                  CLR         I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2:    CLR         SCL
                  POP         ACC
                  RET
I2C_DATA_RD:      PUSH        ACC
                  CLR         A
                  MOV         R5,008
I2C_DATA_RD_1:    ACALL       I2C_DELAY
                  SETB        SCL
                  ACALL       I2C_DELAY
                  MOV         C,SDA
                  RLC         A
                  DJNZ        R5,I2C_DATA_RD_1
                  MOV         I2C_DATA,A
                  POP         ACC
                  RET

I2C_SLAVE:        PUSH        ACC
                  SETB        I2C_ACK
                  MOV         A,I2C_ADDR
                  ACALL       I2C_START
                  MOV         R5,#008
I2C_SLAVE_1:      RLC         A
                  MOV         SDA,C
                  ACALL       I2C_CLK
                  DJNZ        R5,I2C_SLAVE_1
                  SETB        SDA
                  ACALL       I2C_DELAY
                  SETB        SCL
                  ACALL       I2C_DELAY
                  JB          SDA,I2C_SLAVE_2
                  CLR         I2C_ACK
I2C_SLAVE_2:      CLR         SCL
                  POP         ACC
                  RET
I2C_START:        SETB        SCL
                  SETB        SDA
                  ACALL       I2C_DELAY
                  CLR         SDA
                  ACALL       I2C_DELAY
                  CLR         SCL
                  RET
I2C_STOP:         CLR         SDA
                  ACALL       I2C_DELAY
                  SETB        SCL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL       I2C_DELAY
                SETB        SDA
                RET
I2C_CLK:        ACALL       I2C_DELAY
                SETB        SCL
                ACALL       I2C_DELAY
                RET
I2C_NACK_BIT:   SETB        SDA
                ACALL       I2C_DELAY
                ACALL       I2C_CLK
                RET

I2C_DELAY:      MOV         6,#00CH
I2C_DELAY_1:    NOP
                NOP
                DJNZ        R6,I2C_DELAY_1
                RET
LCD_DELAY:      MOV         7,#002
LCD_DELAY_1:    MOV         6,#0E6H
LCD_DELAY_2:    NOP
                NOP
                DJNZ        R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ        R7,LCD_DELAY_1
                RET
DELAY_10MS:     MOV         7,#010
DELAY_10MS_1:   MOV         6,#0E6H
DELAY_10MS_2:   NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_10MS_2
                DJNZ        R7,DELAY_10MS_1
                RET
DELAY_100MS:    MOV         7,#100
DELAY_100MS_1:  MOV         6,#0E6H
DELAY_100MS_2:  NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_100MS_2
                DJNZ        R7,DELAY_100MS_1
                RET
DELAY_1S:       MOV         5,#100
DELAY_1S_1:     ACALL       DELAY_10MS
                DJNZ        R5,DELAY_1S_1
                RET

TITLE_1:        DB          'I2C 8591 A/D D/A'
SCR_AD01:       DB          'Ch0:  H  Ch1:  H'
SCR_AD23:       DB          'Ch2:  H  Ch3:  H'
SCR_DA:         DB          'Analog Out  :  H'

                END
```

รูปที่ 10.3 โปรแกรมแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

4) ทำการบันทึกและแอสเซมเบลอร์ไฟล์จาก Lab10.Asm เป็น Lab10.Hex

5) ทำการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) กดสวิตช์รีเซตแล้วสังเกตผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้นโดยบริษัทใด?

1. Microsoft
2. Intel
3. AMD
4. Sumsung

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาดกี่บิต?

1. 4 บิต
2. 8 บิต
3. 16 บิต
4. 32 บิต

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 มีหน่วยความจำภายในขนาดเท่าใด?

1. 4 กิโลไบต์
2. 8 กิโลไบต์
3. 16 กิโลไบต์
4. 32 กิโลไบต์

4. โปรแกรม แอสเซมเบลอร์ SXA51 สามารถแปลงไฟล์ที่มีนามสกุล ".ASM" ให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุลใด?

1. .DOC
2. .TXT
3. .LST
4. .HEX

5. MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละกี่ตำแหน่ง?

1. 65,516 ตำแหน่ง
2. 65,526 ตำแหน่ง
3. 65,536 ตำแหน่ง
4. 65,556 ตำแหน่ง

6. ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และส่วนควบคุม อยู่ในส่วนใดของไมโครคอนโทรลเลอร์?

1. หน่วยประมวลผลกลาง
2. อุปกรณ์เอาต์พุต/อินพุต
3. หน่วยความจำ
4. ส่วนควบคุมบัส

7. การต่อสวิตช์แบบเดี่ยวเหมาะกับงานประเภทใด?

1. ระบบที่ต้องการสวิตช์มาก
2. ระบบที่ต้องการสวิตช์น้อย
3. ระบบที่ต้องการสวิตช์ปานกลาง
4. ระบบที่ไม่ต้องการๆ สวิตช์หลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ข้อดีของสวิตช์เมตริกซ์คือ?

1. ไม่ยุ่งยากในการออกแบบ
2. ไม่ต้องมีการควบคุมสวิตช์
3. ไม่เปลืองแถวในการใช้งาน
4. ไม่เปลืองพอร์ตในการต่อใช้งาน

9. ในการใช้สวิตช์เมตริกซ์แบบ 4x4 จะต้องใช้พอร์ตใช้งานกี่พอร์ต?

1. 4 พอร์ต
2. 3 พอร์ต
3. 2 พอร์ต
4. 1 พอร์ต

10. การทดลองนั้นอุปกรณ์ที่ใช้แทนสวิตช์เมตริกซ์คือ?

1. Key
2. Switch
3. Keypad
4. ไม่มีข้อใดถูก

11. โดยปกติ LED หนึ่งดวงหรือ 1 เซกเมนต์จะต้องการกระแสประมาณกี่มิลลิแอมป์?

1. 10 mA
2. 20 mA
3. 30 mA
4. 40 mA

12. วิธีการขับ LED ให้ติดเพื่อแสดงผลทำได้โดยการ?

1. ขับด้วยลอจิก "1" เท่านั้น
2. ขับด้วยลอจิก "0" เท่านั้น
3. ขับด้วยลอจิกใดก็ได้
4. ไม่มีข้อใดถูก

13. คำสั่ง MOV P0,#01H เมื่อ P0 ต่อกับภาคแสดงผล LED 4 ตัวจะมีผลเป็นอย่างไร?

1. LED ตัวที่ 4 ติดตัวอื่นดับ
2. LED ตัวที่ 1 ติดตัวอื่นดับ
3. LED ดับเฉพาะตัวที่ 1
4. LED ดับหมดทุกตัว

14. 7 segment นิยมใช้ในอะไร?

1. การแสดงผลเป็นตัวเลข
2. การแสดงผลเป็นตัวอักษร
3. การแสดงผลเป็นทั้งตัวเลขและตัวอักษร
4. ไม่มีข้อใดถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. การมัลติเพล็กซ์ 7 Segment ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ที่ได้รับ?

1. ทำให้ขนาดของแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเล็กลง
2. ส่งผลให้ขนาดโดยรวมของระบบเล็กลงด้วย
3. ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้
4. ทำให้อุปกรณ์เล็กลง

16. คำสั่ง JNB P3.0,LED1 มีความหมายตรงกับข้อใด?

1. ย้ายข้อมูลจาก P3.0 มาเก็บไว้ที่ LED1
2. ย้ายข้อมูลจาก LED1 มาเก็บไว้ที่ P3.0
3. กระโดดเมื่อ P3.0 ค่าเท่ากับ 0 ไปยังลาเบล LED1
4. กระโดดเมื่อ P3.0 ค่าเท่ากับ 1 ไปยังลาเบล LED1

17. คำสั่งในข้อใดผิด?

1. MOV P2,#0A
2. MOV P1,#02
3. JNB P3.5,SETBIT
4. JB P3.0,SETBIT

18. จากการทดลองสามารถทำการแปลภาษาแอสแซมบลีเป็นภาษาเครื่องโดยกดคีย์ลัดใด?

1. Ctrl+1
2. Shift +1
3. Alt+Ctrl+1
4. Shift+Ctrl+1

19. คำสั่งใดถูกต้อง?

1. KEYPAD: DB 00000001B, 0AH, 00010201B, 00D
2. KEYPAD: DB 01H,02H,03H,0AH
3. KEYPAD: DB 03D,07D,0AD,05D
4. KEYPAD: DB 01,02,03,0A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. คำสั่งเพิ่มค่าในหน่วยความจำขึ้น1ค่าคือคำสั่งในข้อใด?

1. DEC
2. INC
3. JNB
4. ADD

21. คำสั่ง ANL A,#0FH มีความหมายอย่างไร?

1. นำค่า 0FH แอนกับรีจิสเตอร์ B แล้วเก็บค่าที่ได้ไว้ที่รีจิสเตอร์ A
2. นำค่าในรีจิสเตอร์ A แอนกับค่า 0FH แล้วเก็บค่าไว้ที่รีจิสเตอร์ A
3. นำค่า 0FH แอนกับรีจิสเตอร์ A แล้วเก็บค่าที่ได้ไว้ที่รีจิสเตอร์ A
4. นำค่าในรีจิสเตอร์ B แอนกับค่า 0FH แล้วเก็บค่าไว้ที่รีจิสเตอร์ A

22. คุณสมบัติของมอเตอร์คืออะไร?

1. เปลี่ยนพลังงานแม่เหล็กเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
3. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นไฟฟ้า
4. ไม่มีข้อใดถูก

23. โครงสร้างของมอเตอร์ส่วนที่เคลื่อนที่เรียกว่าอะไร?

1. ENDBELL
2. STATOR
3. SHAFT
4. ROTOR

24. เหตุใดเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรง?

1. เนื่องจากกระแสเอาต์พุตมีค่าน้อยเกินไป
2. เนื่องจากกระแสเอาต์พุตมีค่ามากเกินไป
3. เนื่องจากรีเลย์ต้องใช้ไฟกระแสสลับในการขับ
4. เนื่องจากรีเลย์ต้องใช้ไฟกระแสตรงในการขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดใดที่มีความถูกต้องของตำแหน่งสูงมากและมีความเร็วในการเริ่มหมุนและหยุดสูง อีกทั้งมีการสูญเสียของกำลังงานต่ำ?

1. ชนิดไฮบริด
2. ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์
3. ชนิดเพอร์มาเนนต์แม็กเนต
4. ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แม็กเนต

26. ข้อใดถูกต้อง?

1. ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/ความสูงเฉลี่ยของสัญญาณ) X100%
2. ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100%
3. ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของความสูงสัญญาณพัลส์/ความสูงเฉลี่ยของสัญญาณ) X100%
4. ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของเข้าถึงสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100%

27. วิธีการเขียนโปรแกรมให้มอเตอร์หมุนไม่รู้จบใช้วิธีใดเหมาะสมที่สุด?

1. วิธีเปิดตาราง
2. วิธีกระโดด
3. วิธีการวนลูป
4. วิธีกำหนดเงื่อนไขตัดสินใจ

28. หากต้องการให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตรงข้ามจากคำสั่ง DB 03H,06H,0CH,09H ทำได้โดยวิธีการใดง่ายที่สุด?

1. สร้างเงื่อนไขตรวจสอบการหมุน
2. สลับตำแหน่งของข้อมูลที่ส่งออก
3. ใช้คำสั่งวนลูปข้อมูลที่ส่งออก
4. ใช้คำสั่งกระโดด

29. ในการขับมอเตอร์หากมีการกำหนดค่าดีเลย์มากๆจะส่งผลต่อมอเตอร์อย่างไร?

1. มอเตอร์หมุนช้าลง
2. มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น
3. มอเตอร์หมุนผิดจังหวะ
4. มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. การสั่นของหน้าสัมผัสของสวิตช์ทำให้เกิดการแกว่งของสัญญาณที่เรียกว่า?

1. Bounce
2. Debounce
3. Handwave Debounce
4. Soft Debounce

31. ใน 1 แมชชีนไซเคิลของ AT89C51 มีจำนวนสัญญาณนาฬิกาเท่าใด

1. 1 ลูก
2. 2 ลูก
3. 6 ลูก
4. 12 ลูก

32. บริเวณหน่วยความจำตำแหน่งที่ 20H-2FH มีชื่อเรียกว่าอะไร

1. General Purpose RAM
2. Bit Addressable Area
3. Register Bank
4. Special Function Register

33. เมื่อ MCS-51 เริ่มต้นทำงานจะใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 ที่ตำแหน่งใด

1. 00H - 07H
2. 00H - 1FH
3. 00H - 1FH
4. 30H - 3FH

34. เมื่อรีเซต MCS-51 ค่าของ PC จะมีค่าเท่ากับข้อใด

1. 0000H
2. 0100H
3. 2000H
4. 4000H

35. รีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บสถานะของการประมวลผลคือข้อใด

1. A
2. PSW
3. DPTR
4. B

36. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของพอร์ต 0

1. เป็นอินพุตพอร์ต
2. เป็นเอาต์พุตพอร์ต
3. เป็นบัสข้อมูลเมื่อต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
4. เป็นบัสตำแหน่งไบต์สูงเมื่อต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37. ไทเมอร์ทำงานในโหมดใดที่นับได้สูงสุด 16 บิต

1. Mode 0
2. Mode 1
3. Mode 2
4. Mode 3

38. รีจิสเตอร์ B อยู่ที่ตำแหน่งหน่วยความจำใด

1. 0E0H
2. 0D0H
3. 0F0H
4. 088H

39. คำสั่งใดเซตทุกบิตของพอร์ต P2 ให้เป็น 1

1. MOV P2, #00H
2. MOV P2, #0F0H
3. MOV P2, #0EFH
4. MOV P2, #0FFH

40. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการขับแบบมัลติเพล็กซ์

1. ช่วยลดพลังงานที่ใช้ในการแสดงผล
2. เพิ่มจำนวนขาสัญญาณที่นำมาต่อควบคู่ขาคอมมอนเท่านั้น ส่วนขาข้อมูลใช้เท่าเดิม
3. ลดจำนวนตัวต้านทานจำกัดกระแสของแอลอีดีในแต่ละส่วน
4. ทำให้อุปกรณ์เล็กลง

41. คำสั่งเทียมที่ใช้เริ่มต้นโปรแกรมคือข้อใด

1. START
2. ORG
3. EQU
4. MAIN

42. คำสั่งใดที่ใช้เรียกโปรแกรมย่อยขึ้นมาทำงาน

1. ACALL
2. JMP
3. AJMP
4. RET

43. แฟลกใดทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลในแอกคิวมูเลเตอร์ว่ามีจำนวนเลข 1 เป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่

1. แฟลก OV
2. แฟลก C
3. แฟลก P
4. แฟลก AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44. บิตที่ P3.7 มีหน้าที่พิเศษคือ

1. ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม
2. ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
3. ควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก
4. ควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

45. ข้อใดเป็นคำสั่งในโหมดอ้างอิงตำแหน่งโดยผ่านรีจิสเตอร์

1. MOV A, #0FFH
2. MOV A, R7
3. MOV A, 88H
4. MOV 55H, 50H

46. รหัสนีโมนิก MOVX ใช้ในกลุ่มคำสั่งกลุ่มใด

1. กลุ่มคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลกับหน่วยความจำข้อมูลภายใน
2. กลุ่มคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
3. กลุ่มคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลกับหน่วยความจำโปรแกรม
4. กลุ่มคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลกับหน่วยความจำสแต็ก

47. การกระทำของกลุ่มคำสั่งใดที่ทำให้ค่าแฟลกในรีจิสเตอร์ PSW เปลี่ยนแปลง

1. กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์
2. กลุ่มคำสั่งโอนย้ายข้อมูล
3. กลุ่มคำสั่งการจัดการข้อมูลระดับบิต
4. กลุ่มคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม

48. จากคำสั่ง CJNE A, #0FFH, KEEP ส่วนใดคือ Mnemonic

1. CJNE
2. A
3. #0FFH, KEEP
4. A, #0FFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49. ในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมและการเขียนหน่วยความจำข้อมูล ใช้สัญญาณใดในการแยกสัญญาณควบคุม

1. PSEN
2. RD
3. WR
4. ALE

50. รีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable) มีคุณสมบัติอย่างไร

1. ใช้ในการจัดลำดับในการอินเตอร์รัพต์
2. ใช้ในการยกเลิกการอินเตอร์รัพต์ทั้งหมด
3. ใช้ในการเปิดหรือปิดอินเตอร์รัพต์ไทเมอร์ 1
4. ใช้ในการกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยอมให้มีการอินเตอร์รัพต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58
2. รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	4	5	5	4.67	0.58
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ	5	5	5	5.00	0.00
5. ความชัดเจนของการบอกตำแหน่งอุปกรณ์	4	5	4	4.33	0.58
6. ขนาดของจุดเชื่อมต่อชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
7. ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ	5	4	4	4.33	0.58
8. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	4	5	4	4.33	0.58
9. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4	5	4	4.33	0.58
10. รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
11. ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	4	5	4	4.33	0.58
12. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	5	5	4	4.67	0.58
13. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
14. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00
15. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.53	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 1-3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 1					ใบงานการทดลองที่ 2					ใบงานการทดลองที่ 3				
	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	4	5	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58	4	4	5	4.33	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4	5	4	4.33	0.58	5	5	4	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	4	5	4	4.33	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	5	4	4.67	0.58	5	5	4	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.67	0.58
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	5	4	4.33	0.58	4	5	4	4.33	0.58	4	5	4	4.33	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	4	4.33	0.58	4	5	4	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	5	4	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58	5	5	4	4.67	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	5	4	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58	4	5	4	4.33	0.58
เฉลี่ยรวม				4.44	0.53	-			4.53	0.58	-			4.42	0.48

ตารางที่ ค.3 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 4-6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 4					ใบงานการทดลองที่ 5					ใบงานการทดลองที่ 6				
	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	4	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58	4	5	5	4.67	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	4	4.67	0.58	5	5	4	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	5	4	5	4.67	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	5	4	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00	5	5	4	4.67	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5	4	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00	4	4	5	4.33	0.58
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	5	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	5	5	4	4.67	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	5	4	4	4.33	0.58	4	4	5	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	5	5	4.67	0.58	5	4	4	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	4	5	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	4	5	4.33	0.58
เฉลี่ยรวม				4.58	0.43	-			4.36	0.24	-			4.53	0.43

ตารางที่ ค.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 7-9 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 7					ใบงานการทดลองที่ 8					ใบงานการทดลองที่ 9				
	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	5	5.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	5	5	5	5.00	0.00
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	4	4.00	0.00	5	4	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58	5	4	4	4.33	0.58	5	4	5	4.67	0.58
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	4	5	5	4.67	0.58	5	5	5	5.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	5	4	4	4.33	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4	4	4	4.00	0.00	4	5	4	4.33	0.58	4	5	5	4.67	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	5	5	5	5.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	5	5	5	5.00	0.00
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	4	5	4.33	0.58	5	5	4	4.67	0.58	4	4	5	4.33	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	5	4.67	0.58	4	4	4	4.00	0.00	4	5	5	4.67	0.58
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	5	4	4	4.33	0.58	4	4	4	4.00	0.00	5	5	4	4.67	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00	4	4	4	4.00	0.00
เฉลี่ยรวม				4.42	0.34	-			4.33	0.29	-			4.56	0.43

ตารางที่ ค.5 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองที่ 10 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานการทดลองที่ 10				
	ระดับความเหมาะสม			$\overline{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4	5	4	4.33	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	4	5	4.67	0.58
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4.00	0.00
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	4	5	4	4.33	0.58
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษรรูปภาพและตาราง	4	4	4	4.00	0.00
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	4	5	4	4.33	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	4	4	4.00	0.00
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจ	4	4	4	4.00	0.00
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	4	4	4.00	0.00
เฉลี่ยรวม				4.25	0.29

ตารางที่ ค.6 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 1	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	0	1	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 26	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 28	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 36	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	1	-1	1	1	0.33	ปรับปรุง
ข้อที่ 40	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	1	1	0	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 46	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	1	1	1	3	1	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	1	0	1	2	0.66	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	1	1	1	3	1	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=30

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 1	10	7	0.57	0.20	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	11	6	0.57	0.33	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	11	6	0.57	0.33	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	9	6	0.50	0.20	0.50	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	10	7	0.57	0.20	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	14	7	0.70	0.47	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	10	7	0.57	0.20	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	9	6	0.50	0.20	0.50	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	14	9	0.77	0.33	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	11	8	0.63	0.20	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	11	8	0.63	0.20	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	11	6	0.57	0.33	0.43	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 26	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	13	8	0.70	0.33	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 28	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	10	6	0.53	0.27	0.47	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 31	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 32	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 33	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 34	11	8	0.63	0.20	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 35	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 36	13	5	0.60	0.53	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 37	13	10	0.77	0.20	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 38	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 39	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 40	11	8	0.63	0.20	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 41	14	9	0.77	0.33	0.23	0.18	ยอมรับได้
ข้อที่ 42	13	6	0.63	0.47	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 43	11	8	0.63	0.20	0.37	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 44	11	7	0.60	0.27	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 45	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 46	12	9	0.70	0.20	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 47	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 48	13	9	0.73	0.27	0.27	0.20	ยอมรับได้
ข้อที่ 49	12	8	0.67	0.27	0.33	0.22	ยอมรับได้
ข้อที่ 50	14	9	0.77	0.33	0.23	0.18	ยอมรับได้
รวม	592	396	32.93	13.07	-	$\sum pq = 10.99$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	43	1,849
กลุ่มสูงคนที่ 2	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 3	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 4	42	1,764
กลุ่มสูงคนที่ 5	38	1,444
กลุ่มสูงคนที่ 6	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 7	37	1,369
กลุ่มสูงคนที่ 8	38	1,444
กลุ่มสูงคนที่ 9	37	1,369
กลุ่มสูงคนที่ 10	39	1,521
กลุ่มสูงคนที่ 11	38	1,444
กลุ่มสูงคนที่ 12	40	1,600
กลุ่มสูงคนที่ 13	44	1,936
กลุ่มสูงคนที่ 14	39	1,521
กลุ่มสูงคนที่ 15	35	1,225
กลุ่มต่ำคนที่ 1	28	784
กลุ่มต่ำคนที่ 2	25	625
กลุ่มต่ำคนที่ 3	30	900
กลุ่มต่ำคนที่ 4	27	729
กลุ่มต่ำคนที่ 5	25	625
กลุ่มต่ำคนที่ 6	26	676
กลุ่มต่ำคนที่ 7	28	784
กลุ่มต่ำคนที่ 8	23	529
กลุ่มต่ำคนที่ 9	31	961
กลุ่มต่ำคนที่ 10	27	729

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มต่ำคนที่ 11	24	576
กลุ่มต่ำคนที่ 12	28	784
กลุ่มต่ำคนที่ 13	25	625
กลุ่มต่ำคนที่ 14	24	576
กลุ่มต่ำคนที่ 15	25	625
รวม	$\Sigma x = 988$	$\Sigma x^2 = 33,978$

$$S_t^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(30x33,978) \quad (988)^2}{30(30 \quad 1)}$$

$$S_t^2 = \frac{1,019,340 \quad 976,144}{870}$$

$$S_t^2 = 49.65$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{50}{49} \quad 1 - \frac{10.98}{49.65}$$

$$r_{tt} = 1.02[1 \quad 0.201]$$

$$r_{tt} = 0.79$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
1	19	41	22	484
2	12	42	30	900
3	18	41	23	529
4	14	42	28	784
5	18	42	24	576
6	15	45	30	900
7	16	44	28	784
8	17	39	22	484
9	17	39	22	484
10	21	40	19	361
11	19	41	22	484
12	12	43	31	961
13	16	43	27	729
14	17	42	25	625
15	17	40	23	529
16	18	37	19	361
17	19	35	16	256
18	14	47	33	1089
19	15	40	25	625
20	18	35	17	289
รวม	332	818	486	12,234

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \qquad df = n-1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{486}{\sqrt{\frac{20*12,234-(486)^2}{19}}}$$

$$t = \frac{486}{21.13}$$

$$t = 22.99$$

ค่า $df = n-1 = 20-1 = 19$

กำหนดค่า $\alpha = 0.01$

เปิดตาราง t ได้ค่า $t_{.01,19} = \pm 2.861$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
2.	รูปร่างและขนาดของชุดปฏิบัติการมีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดปฏิบัติการ					
5.	ความชัดเจนของการบอกตำแหน่งอุปกรณ์					
6.	ขนาดของจุดเชื่อมต่อชัดเจนและเหมาะสม					
7.	ความแข็งแรงทนทานของชุดปฏิบัติการ					
8.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
9.	สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
10.	รูปแบบของชุดปฏิบัติการกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
11.	ชุดปฏิบัติการใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
12.	มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง					
13.	มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง					
14.	มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง					
15.	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับใบงานการทดลองประกอบชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้อง ของใบงานการทดลอง

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

<u>การประเมิน</u>

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง **ระดับคุณภาพ** เพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลองที่ ..... **เรื่อง** .....

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน					
2.	ความถูกต้องของเนื้อหา					
3.	การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
4.	ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง					
5.	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง					
6.	ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง					
7.	ความถูกต้องของรูปและตาราง					
8.	ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง					
9.	ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน					
10.	ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ					
11.	การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง					
12.	สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้