สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

โดย

ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

RCH
QA
76.73
.C15
W978ก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 116983
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2554

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ 2548

b.12330024
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A CONSTRUCTION AND EVALUATION EFFICIENCY OF C PROGRAMMING WITH SDCC ON MCS-51 LABORATORY SET

BY

PAIBOON PONGWONGTRAGULL

DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย	:	การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
ผู้ดำเนินการวิจัย	:	ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
หน่วยงาน	:	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ	:	2548

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55 - 0.80 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ เท่ากับ 0.705 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.403 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.766

ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 แสดงว่าชุดปฏิบัติการมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ส่วนใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.12 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : A Construction and Evaluation Efficiency of C Programming with SDCC on MCS-51 Laboratory Set
Researchers : Paiboon Pongwongtragull
Department : Department of Engineering Education Faculty of Industrial Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year : 2005

ABSTRACT

The proposes of this research were to development and evaluation of efficiency for the C programming with SDCC on MCS-51 laboratory set. The research tools consisted of 1) the C programming with SDCC on MCS-51 laboratory set 2) the quality assessment form of the laboratory set and 3) the achievement test. The samples were 20 students of the Bachelor of Science in Industrial Education from the Department of Education Engineering in Electronics Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

The achievement test was the multiple choice for 30 items with the difficulty of 0.55 - 0.80 and mean 0.705, the discrimination of 0.30-0.60 and mean 0.403, and the reliability of 0.766.

The results of study shown that the quality of the C programming with SDCC on MCS-51 laboratory set reviewed by the experts was at the average mean 4.83 and standard deviation at 0.27, which was in the very good level. The quality of the laboratory sheet was the average mean 4.88 and standard deviation at 0.12, which was in the very good level. Study of the laboratory set at the post-test was statistical significant higher than that of the pre-test at the 0.01 level Thus, the C programming with SDCC on MCS-51 laboratory set which could be used effectively for teaching and learning.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความมุ่งหวังของคณะผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียนการสอนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. หรือวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะคณะผู้วิจัยได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2548 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

ผู้วิจัย

กันยายน 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 สมมติฐานการวิจัย 1

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น 3

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 3

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา 5

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง 6

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ 7

2.4 วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ และใบงานการทดลอง 8

2.5 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน 8

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 11

3.1 การเตรียมการวิจัย 11

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 12

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 12

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล 19

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 24
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 24
4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลอง 26
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน 30
4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ 30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 31
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 31
5.2 สมมติฐานการวิจัย 31
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 31
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 32
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 32
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 33
5.7 สรุปผลการวิจัย 33
5.8 อภิปรายผลการวิจัย 34
5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 36
บรรณานุกรม 37
ภาคผนวก ก รายละเอียดของชุดปฏิบัติการ 39
ภาคผนวก ข ใบงานการทดลอง 50
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน 123
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 136
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 143
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล 150
ภาคผนวก ช รายละเอียดของอุปกรณ์ 163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง 24

4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง 25

4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลอง 25

4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานรวมทั้ง 8 รายการ 26

4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 1- 3 27

4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 4 – 6 28

4.7 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 7 – 8 29

4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดทดลอง 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 13
3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง 14
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง 15
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 19
3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านไมโครคอนโทรเลอร์มีมาก ไมโครคอนโทรเลอร์ที่มีบทบาทสำคัญมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน คือ MCS-51 ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งาน ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การควบคุมเครื่องซักผ้า ของเล่น และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ทั้งในบ้าน และในโรงงานอุตสาหกรรม

โดยในปัจจุบันมีการแข่งขันผลิตสินค้าต่าง ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก การใช้ภาษาแอสเซมบลีเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อาจทำให้เกิดความไม่สะดวก และความล่าช้าในการพัฒนา ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำภาษาที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมสะดวกยิ่งขึ้นมาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนา ซึ่งภาษาหนึ่งที่มีประโยชน์ช่วยในการพัฒนาด้านนี้ได้มาก คือ ภาษาซี ของ SDCC ที่จะทำให้การเขียนและพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ในขณะเดียวกันคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดให้มีวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ซึ่งทางภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ยังขาดแคลนชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชานี้ ทำให้นักศึกษาขาดทักษะในการปฏิบัติงานและเขียนโปรแกรม ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง และใบงานการทดลองให้มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ และทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการออกแบบ โดยได้นำแนวคิดของ Alessi and Trollip 6 ขั้นตอน และขั้นตอนที่ 7 การหาประสิทธิภาพหรือคุณภาพ มาใช้ในการสร้างและหาคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ (Preparation)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบชุดทดลอง (Instruction Design)

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างชุดทดลอง (Construction)

ขั้นตอนที่ 5 การผลิตเอกสารคู่มือ (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินและแก้ไข (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนที่ 7 การหาประสิทธิภาพหรือคุณภาพ (Efficiency)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 ประชากร คือ นักศึกษาจากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาจากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้วิธีการจับฉลาก รวมจำนวน 20 คน

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สามารถใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ได้ทุกคน

2. ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ในลักษณะที่ติดตั้งอยู่กับที่เท่านั้น

3. การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิถือว่าได้กระทำไปด้วยดุลยพินิจจากหลักการ และความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกอันแท้จริง

1.7 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1. ชุดทดลอง หมายถึง ตัวเครื่องของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 พร้อมคอมพิวเตอร์และโปรแกรม SDCC และใบงานการทดลอง วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เนื้อหา หมายถึง ทฤษฎีที่ใช้ประกอบในใบงานการทดลองที่ให้ความรู้ในส่วนความรู้ความจำ เกี่ยวกับการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่เป็นทฤษฎีประกอบการทดลองวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ที่เป็นไปตามลำดับอย่างเป็นขั้นตอน

4. คุณภาพของชุดทดลอง หมายถึง การประเมินรายการประเด็นต่างๆ ของชุดทดลองและใบงานการทดลองที่วัดได้จากแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50

5. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถของชุดทดลองที่สร้างขึ้น ซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากการใช้ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 โดยวัดจากแบบทดสอบที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016

9. ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติการสอน หรือมีประสบการณ์สอน หรือผู้ที่เคยมีประสบการในใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครโปรเซสเซอร์ มาไม่น้อยกว่า 1 ปี และมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 และใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมสามารถนำไปใช้สำหรับวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ชุดทดลองที่ใช้นั้น ทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามขั้นตอน เข้าใจได้ง่าย จึงทำให้เกิดทักษะและการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ค้นคว้าวิจัย ในการสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลองที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการทดลองได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนในภาคปฏิบัติจะทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

2.3 การสอนลักษณะการทดลอง

2.4 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง

2.5 วิธีการสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลอง

2.6 การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเนื้อหาวิชา

ในการวิจัยเพื่อการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อหาประสิทธิภาพ ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1.1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กลุ่มวิชาชีพวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 หน่วยกิต 3(3-0) สังเขปรายวิชา คือ กลุ่มของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ เช่น MCS-48 MCS-51 และ MCS-96 การเปรียบเทียบ : ขนาดของบัส หน่วยความจำแบบเก็บโปรแกรม หรือคำสั่งและข้อมูล พอร์ตแบบขนานและอนุกรม โครงสร้างของการขัดจังหวะ และการจัดลำดับความสำคัญ พอร์ทไทม์เมอร์แบบโปรแกรมได้ สถาปัตยกรรมภายในของซีพียู MCS-48 MCS-51 และ MCS-96 : รีจิสเตอร์ และการอ้างแอดเดรส ภาษาแอสเซมบลี การออกแบบซอฟท์แวร์และการเชื่อมโยงกับภายนอก A/D และ D/A การขยายไมโครคอนโทรลเลอร์ พิจารณาพอร์ตอนุกรมแบบ UART ไทเมอร์แบบโปรแกรมได้ การเชื่อมโยงกับพอร์ทแบบขนานเซนต์โทรนิค IEEE-488(GPIB) และพอร์ตอนุกรม RS232(EIA-232) และการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบควบคุมทั้งแบบ 8 และ 16 บิท ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ PIC ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน PIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รายละเอียดของหัวข้อที่ศึกษา

1. การใช้งานเบื้องต้น
2. การใช้เขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC เบื้องต้น
3. การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC
4. การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC
5. การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
6. การเขียนโปรแกรมควมคุมไทเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
7. การเขียนโปรแกรมควมคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
8. การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC

2.2 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลอง

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

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 ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดทดลองว่าทำอย่างไร จึงสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3. การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดทดลองที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจสอบแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอน หรือชุดทดลองที่ทำการออกแบบนี้ สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดทดลองจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และความสามารถทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดทดลองนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง

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

5. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วิธีการสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลอง

วิธีการสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลอง มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.4.1 ขั้นเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ขั้นเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสร้างชุดทดลองและใบงานการทดลอง 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 การสร้างชุดทดลองซึ่งเป็นตัวเครื่องที่จะนำไปทดลอง โดยทั่วไปแล้วชุดทดลอง 1 ชุด จะใช้กับนักศึกษาจำนวนไม่เกิน 5 คน การสร้างโดยทั่วไปใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อง่าย และต้องมีราคาถูกคุณภาพดี

6.2 การสร้างใบงานการทดลอง จะต้องมีรายละเอียด ทั้งทฤษฎีบรรยาย ประกอบรูป คำตอบ สรุป และแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง

7. นำชุดทดลองและใบงานการทดลอง ไปทดลองใช้
8. นำกลับมาปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)
9. ผลิตชุดทดลองและใบงานการทดลองที่สมบูรณ์ให้เพียงพอกับการใช้งานต่อไป

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก

3. คุณภาพ และประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

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

อมรชัย ชัยชนะ และวรวิทย์ สมหา (2547 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก : โดยมีมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย 1) ชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกชนิด 8 ช่องสัญญาณ 2) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.30-0.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71 และผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการประเมินระดับคุณภาพของชุดปฏิบัติการโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 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
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมการวิจัย

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ศึกษารายละเอียด ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1.1 สำรวจและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ในภาคปฏิบัติ โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้สอน และนักศึกษา ด้วยการเก็บข้อมูลจากการสอบถาม และทำการค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ เพื่อจะกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จากลักษณะรายวิชา เพื่อกำหนดหัวข้อการทดลองและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้สอน ที่มีประสบการณ์ในรายวิชานี้

3.1.3 ศึกษา ออกแบบลักษณะการทดลอง และลักษณะของชุดทดลองซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ทดลอง ตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดทดลอง

3.1.4 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

3.1.5 ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาจากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาจากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้วิธีการจับฉลาก รวมจำนวน 20 คน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 และใบงานการทดลอง

3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

3.3.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 และใบงานการทดลอง

1. การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 มีดังต่อไปนี้

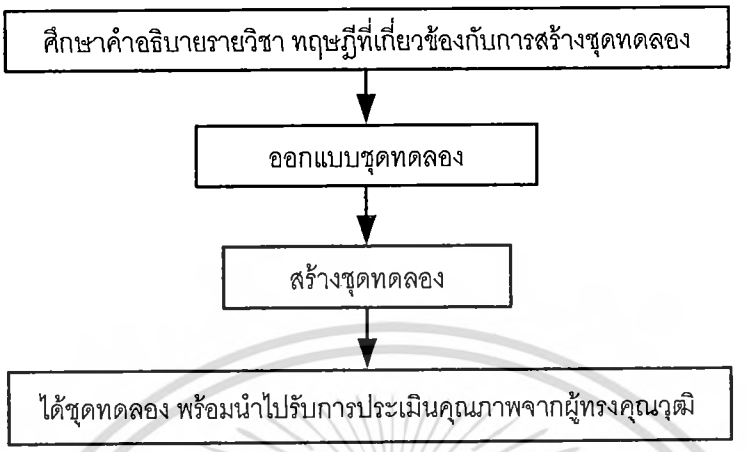
1.1 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 วัตถุประสงค์ตามหลักสูตรที่กำหนด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ ทั้งตัวเครื่องของชุดทดลอง ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สามารถใช้กับรายวิชาที่ต้องการให้มีคุณภาพมากที่สุด

1.2 ออกแบบชุดทดลอง หากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

1.3 นำชุดทดลองมาทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยคณาจารย์ จำนวน 3 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. ได้ชุดทดลองพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

2. **สร้างใบงานการทดลอง**

มีขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง ดังนี้

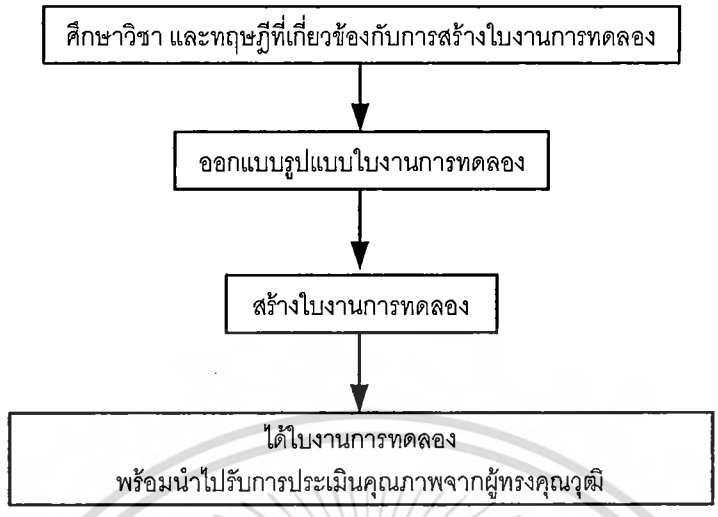
2.1 ศึกษาหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างใบงาน ซึ่งได้สร้างใบงานการทดลองควบคู่กับการสร้างชุดทดลอง โดยรายละเอียดในใบงานการทดลองจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อหัวเรื่องการทดลอง
2. วัตถุประสงค์การทดลอง
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
4. ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น
5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง
7. สรุปผลการทดลอง
8. คำถามท้ายการทดลอง

2.2 ออกแบบรูปแบบใบงานการทดลอง แล้วทำการสร้างใบงานการทดลอง ตรวจสอบความสมบูรณ์ และความถูกต้อง หากมีข้อบกพร่อง ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 ได้ใบงานการทดลองพร้อมที่จะนำไปรับการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง

3.3.2 **สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง**

ขั้นตอนการดำเนินงานสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง มีดังนี้

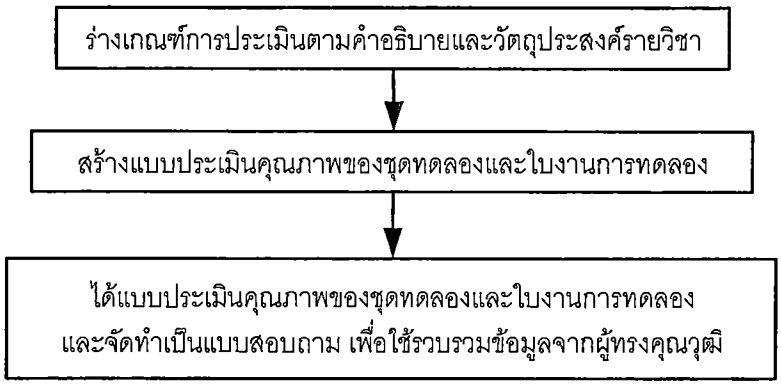
1. จัดทำร่างเกณฑ์การประเมินขึ้นตามคำอธิบาย และวัตถุประสงค์รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยร่างเกณฑ์การประเมินของชุดทดลองและใบงานการทดลอง ใช้แบบวัดเจตคติของเบส (Best's Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน เป็น 5 ระดับ (Best. 1970 : 179-187)

2. กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง

3. หลังจากที่ได้เกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าว มาจัดทำเป็นแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง

4. นำแบบประเมินคุณภาพมาจัดทำเป็นแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

3.3.3. **การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองกับชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$IOC > 0.5$ 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 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการประเมินแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนไมโครคอนโทลเลอร์ ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 โดยใช้ SDCC จำนวน 20 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)

$$p=\frac{f_H+f_L}{N_H+N_L} \qquad (3.2)$$

เมื่อ p คือ ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

เกณฑ์ขอบเขตของค่า p และความหมาย

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 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

$$r=\frac{f_H-f_L}{N_H} \qquad (3.3)$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
116983

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

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

ΣX คือ คะแนนรวมของผู้เข้าสอบ

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

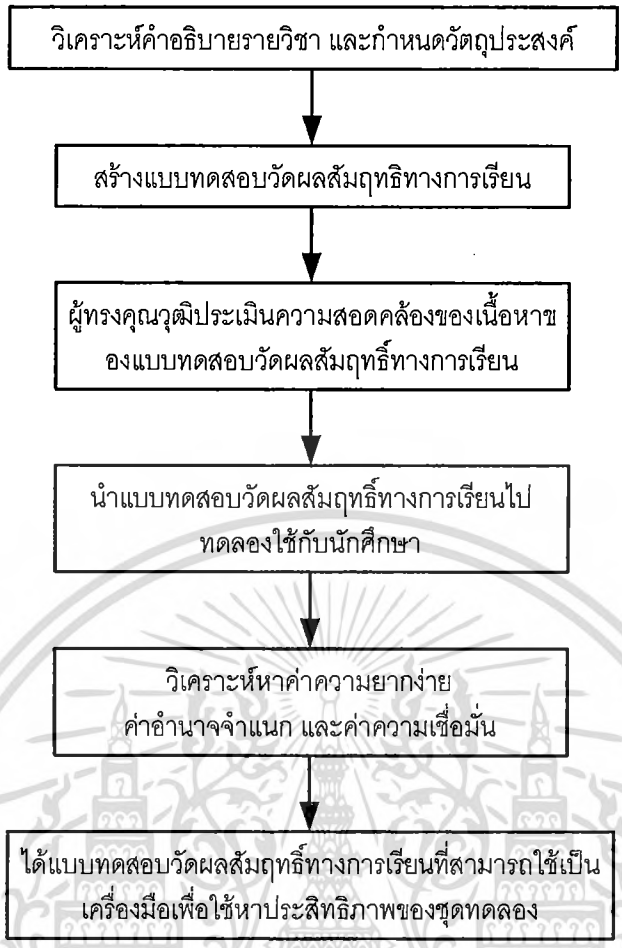
0.7-1.0 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.3-0.7 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

3.10 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมา ดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดทดลอง

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาหาคุณภาพของชุดทดลอง

1. ขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ในการวิจัย และเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอคำยืนยันยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลอง

2. นำชุดทดลองและใบงานการทดลอง ส่งมอบให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อศึกษาและทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วัน พร้อมแนบแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน 5 ระดับ คือ (Best. 1970 : 179-187)

5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีคุณภาพมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดทดลอง จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลียง อบแสงทอง. 2544 : 46)

3. หลังจาก 7 วัน จึงไปพบกับผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง และเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองและใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 3 คน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

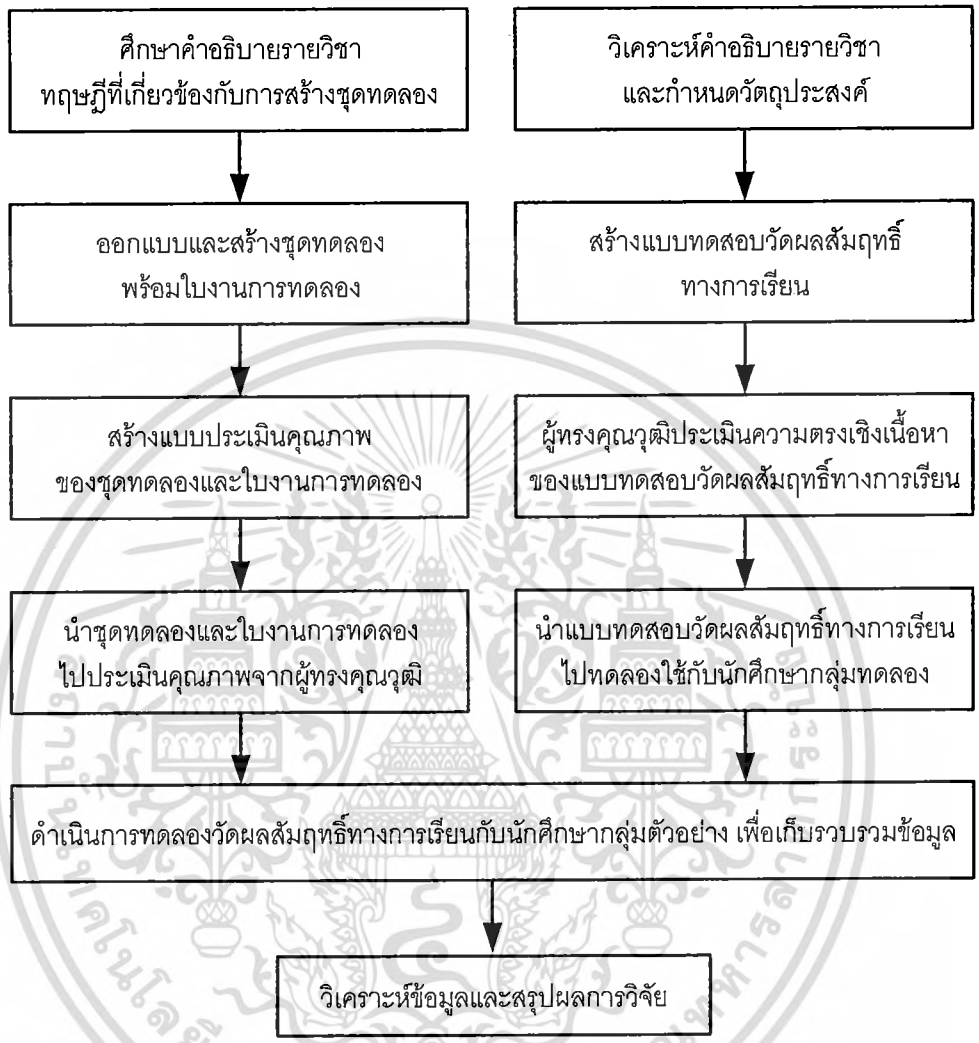
ในการทดลองเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยจะดำเนินการโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองและใบงานการทดลอง ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ทำการนัดหมายกับนักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 20 คน สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยเรียนไมโครคอนโทลเลอร์ ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 โดยใช้ SDCC เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หาประสิทธิภาพแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.5 สรุปขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ โดยใช้แบบวัดเจตคติวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้สรุปผลการศึกษาคุณภาพของชุดปฏิบัติการระบุพิกัดตำแหน่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังสถิติต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2544 : 8)

$$\overline{X} = \frac{\sum fX}{n} \tag{3.6}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ในกรณีข้อมูลแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม หมายถึง คะแนนแต่ละค่า

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบๆ ค่าเฉลี่ย ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก แสดงว่ามีการกระจายมาก ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย แสดงว่ามีการกระจายน้อย (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2544 : 10)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum fX^2 - \left(\sum fX\right)^2}{n(n-1)}} \tag{3.7}$$

เมื่อ S แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลแจกแจงความถี่ โดยใช้คะแนนดิบ สำหรับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$)

f แทน ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

X แทน คะแนนแต่ละค่า กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง ($n < 30$)

3.5.2 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

ผู้วิจัยจะนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันสองครั้ง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ t-test Dependent Samples โดยใช้สูตรดังนี้ (พิทักษ์ เขียวขาว. 2544 :40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \qquad df = n-1 \qquad (3.8)$$

D คือ ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่

$(\sum D)^2$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

n คือ จำนวนคู่ของนักเรียน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ซึ่งจำแนกผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงาน

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

4.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. รูปร่างและขนาดของชุดทดลองการมีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5.00	0.00	ดีมาก
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
6. รูปแบบของชุดทดลองกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.67	0.58	ดีมาก
9. ชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	5.00	0.00	ดีมาก
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5.00	0.00	ดีมาก
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	5.00	0.00	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.83	0.24	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเนื้อหาของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.24 แสดงว่าชุดทดลองมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
2. รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
7. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
8. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.83	0.29	ดีมาก

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่าชุดทดลองมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

รายการที่ประเมิน	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.83	0.24	ดีมาก
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.83	0.29	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.83	0.27	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของชุดทดลองของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 แสดงว่าชุดทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของใบงาน

และเมื่อพิจารณาระดับการประเมินคุณภาพของใบงานของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.12 แสดงว่าใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของใบงานรวมทั้ง 8 รายการ

ใบงาน	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับคุณภาพ
1. การใช้งานเบื้องต้น	4.92	0.14	ดีมาก
2. การใช้เขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC เบื้องต้น	4.92	0.14	ดีมาก
3. การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.14	ดีมาก
4. การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.92	0.10	ดีมาก
5. การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.89	0.10	ดีมาก
6. การเขียนโปรแกรมควบคุมไทเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.14	ดีมาก
7. การเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.83	0.10	ดีมาก
8. การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC	4.86	0.10	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.88	0.12	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 1- 3

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 1			ใบงานที่ 2			ใบงานที่ 3		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.92	0.14	ดีมาก	4.92	0.14	ดีมาก	4.86	0.14	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 4 – 6

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 4			ใบงานที่ 5			ใบงานที่ 6		
	$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4.67	0.58	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี	4.33	0.58	ดี
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.92	0.10	ดีมาก	4.89	0.10	ดีมาก	4.86	0.14	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 7 – 8

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 7			ใบงานที่ 8		
	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ	$\overline{X}$	*S.D.*	ระดับ
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4.00	0.00	ดี	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.33	0.58	ดี	4.00	0.00	ดีมาก
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	5.00	0.00	ดีมาก	5.00	0.00	ดีมาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4.67	0.58	ดีมาก	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.83	0.10	ดีมาก	4.86	0.10	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55 - 0.80 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.705 หมายถึง เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30-0.60 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.403 หมายถึง อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.766 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง

จากการทดลองใช้ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 โดยกลุ่มตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน โดยการทดสอบหาค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากชุดทดลอง

คะแนนจากการสอบ	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ค่าทดสอบ t
ก่อนเรียน (Pre- test)	20	9.3	37.56
หลังเรียน (Post- test)	20	24.2	

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 37.56 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.861 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 และในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ประชากร คือ นักศึกษาจากสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาจากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้วิธีการจับฉลาก รวมจำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 และแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ประกอบด้วยใบงานและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 เพื่อหาคุณภาพของชุดทดลองโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ ทั้ง 2 ด้านดังนี้

2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนชุดทดลองและส่วนของใบงาน

2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.7-1.00 ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.766

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทำเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 03356016 จำนวน 20 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลาประมาณ 45 นาที

2. หลังจากนั้น แนะนำวิธีการเริ่มใช้ชุดทดลอง โดยแนะนำการติดตั้งใช้งานชุดทดลอง การติดตั้งใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น และข้อควรระมัดระวังอื่นๆ ที่อาจจะทำความเสียหายให้กับชุดทดลองได้ โดยใช้เวลาในการแนะนำเบื้องต้นประมาณ 10 นาที

3. ให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง โดยใช้เวลาทดลองใบงานละ 1 ชั่วโมง รวม 8 ชั่วโมง เมื่อทดลองครบทุกคนแล้ว ทำการนัดหมายเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 45 นาที นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจแล้ววิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง ซึ่งนำผลที่ได้จากแบบการประเมินชุดทดลองด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ และใบงาน มาหาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.7-1.0 ที่มีความเชื่อมั่นสูง

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependents

5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.24 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนทั้งสองด้านรวมกันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับชุดทดลอง ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านสื่อการสอนปรากฏผลดังนี้

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองด้านเนื้อหา วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 12 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 11 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 1 รายการ

ผลระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองด้านสื่อการสอน วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 8 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั้ง 8 รายการ

การเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าค่าทดสอบทางสถิติมีค่าเท่ากับ 37.56 ตกอยู่นอกเขตสมมุติฐานในการทดสอบ ซึ่งเขตวิกฤตเท่ากับ 2.861 แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงยอมรับสมมุติฐานการวิจัยที่ว่า การเรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

จากผลการวิจัยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ และมีผลคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยสร้างชุดทดลองอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีเหตุผลที่สนับสนุนให้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมด้วย SDCC บน MCS-51 สูงขึ้น ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง มีการวางแผนเพื่อควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำให้ได้ชุดทดลองที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นชุดทดลองที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อดีหลายประการได้แก่ ชุดทดลองมีส่วนประกอบทั้งฮาร์ดแวร์และโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง ขณะทำการทดลองผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลที่ได้การทดลองกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนั้นในใบงานยังมีเนื้อหารายละเอียดทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องที่จะทดลองในใบงาน ทำให้นักศึกษาที่ต้องการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้อกับการทดลองสามารถทำได้อย่างสะดวก จึงทำให้ชุดทดลองมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองสูงขึ้น

3. การประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.27 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆจะพบว่า ในแต่ละด้านมีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีขึ้นไป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.00 โดยเฉพาะด้านสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง ด้านการบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย ด้านมีความปลอดภัยในขณะทำการทดลองสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ ด้านมีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง ด้านชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน ด้านสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ และด้านผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ส่วนแบบประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.33 ด้านรูปร่างและขนาดของชุดทดลองการมีความเหมาะสม

4. จากการประเมินคุณภาพจากแบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับความเหมาะสมของชุดทดลองที่สร้างขึ้น พบว่าระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.29 เมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่ามีระดับความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00 ได้แก่ ด้านสะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง ด้านความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดลอง ด้านความแข็งแรงทนทานของชุดทดลอง ด้านการบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย รวมทั้งหมดถึง 4 รายการ แบบประเมินจำนวน 4 รายการมีค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 ได้แก่ ด้านการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม ด้านรูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม ด้านโปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย และด้านโปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน

5. สำหรับข้อเสนอแนะจากคำถามแบบปลายเปิดของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

5.1 ควรเพิ่มเติมรายละเอียดของทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น

5.2 ใส่สารบัญให้กับคู่มือการทดลองและใบงานเพื่อสะดวกในการเปิดอ่าน

5.3 ระบุความต้องการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

6. เมื่อพิจารณาชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เนื่องจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ตามสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำมาทดลองใช้เพื่อมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55 - 0.80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ง่าย แต่จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ก็แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ได้ ค่อนข้างสูงคือ ก่อนสอบมีคะแนนเฉลี่ย 9.3 และหลังสอบมีคะแนนเฉลี่ย 24.2 ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30-0.60 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.766 ซึ่งจะทำให้การเรียนด้วยชุดทดลองนี้มีผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน โดยใช้สถิติ t-test ทดสอบพบว่าผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.3 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.2 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) และมีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.9 คะแนน

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยการสร้างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การนำชุดทดลองไปใช้เพื่อการเรียนการสอนจริงในสถาบันการศึกษา จะต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์ให้มีจำนวนเพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนของนักศึกษา มิฉะนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายขณะทำการทดลองได้ เพราะการทดลองมี 8 ใบงาน ทำให้ใช้เวลาในการทดลองยาวนาน ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2. ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทดลองควรอธิบายวิธีการใช้งานชุดทดลองอย่างละเอียดเพื่อให้ผู้ทดลองเกิดความเข้าใจ และไม่ทำชุดทดลองเสียหาย

3. สถานศึกษาควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลองด้วยตนเองอย่างมีอิสระ และโดยไม่กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดำรงฤทธิ์ วิบูลกิจธนากร. 2534. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนเทปโทรทัศน์ที่ใช้รูปแบบเสียงบรรยายที่แตกต่างกัน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. 2542. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดเจตคติ.** อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

นิคม ลนขุนทด. 2540 . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอเนื้อหาแบบต่อเนื่อง กับแบบสมบูรณ์ในการสอนเรื่องลอจิกเกตพื้นฐาน" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

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

บุญเลียง อบแสงทอง. 2544. "บทเรียนโมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2543. "เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

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

พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. "วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์". กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล. 2545. **เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์.** อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอด" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพดี เฉลาภักตร์. 2536 "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาวงจรดิจิตอล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

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

อมรชัย ชัยชนะ และวรวิทย์ สมหา. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก". วรสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2547 – มีนาคม 2548.

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

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

อำนาจ ปานหิรัญ. 2535 "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบในการเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสเคลื่อนไหวเสมือนแบบโพซิทีฟกับเนกทีฟในวิชาวงจรดิจิตอล 1" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

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

SDCC - Small Device C Compiler. [Online]. Available : http://sdcc.sourceforge.net/. 2005;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ที่สร้างขึ้น มีลักษณะดังนี้

1.1 ฮาร์ดแวร์ของชุดทดลองประกอบด้วย

1) บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2) บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อดาวน์โหลด
3) บอร์ด A12 SWITCH MATRIX
4) บอร์ด A_02 7-SEGMENT
5) บอร์ด M_03 OUTPUT
6) บอร์ด M_04 INPUT & OUTPUT
7) บอร์ด M_02
8) สายแพร์
9) อะแดปเตอร์จ่ายไฟ

1.2 ซอฟต์แวร์ประกอบด้วย

1) โปรแกรม SDCC
2) ISP – Flash Programmer 3.0a
3) Hyper Terminal
4) โปรแกรม Editor บน DOS

1.3 ใบงาน 8 ใบงาน เรื่อง

1) การใช้งานเบื้องต้น
2) การใช้เขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC เบื้องต้น
3) การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC
4) การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC
5) การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
6) การเขียนโปรแกรมควบคุมไทเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
7) การเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC
8) การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 ชุด มีขีดความสามารถของเครื่องที่ใช้ ได้แก่

2.1 หน่วยประมวลผล (CPU) ความเร็ว 200 เมกกะเฮิรตซ์ ขึ้นไป

2.2 ระบบปฏิบัติการ Windows98/ME/XP/2000

2.3 หน่วยความจำ (RAM) ตั้งแต่ 128 เมกกะไบท์ ขึ้นไป

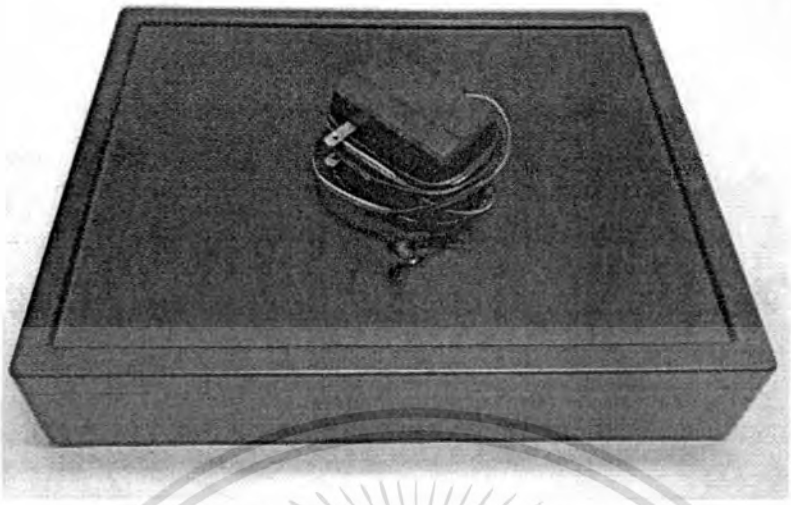
2.4 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ติดตั้งอย่างน้อย 40 เมกกะไบท์

2.5 ติดตั้ง ซีดีรอม (CD-ROM) ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 8 เท่า ขึ้นไป

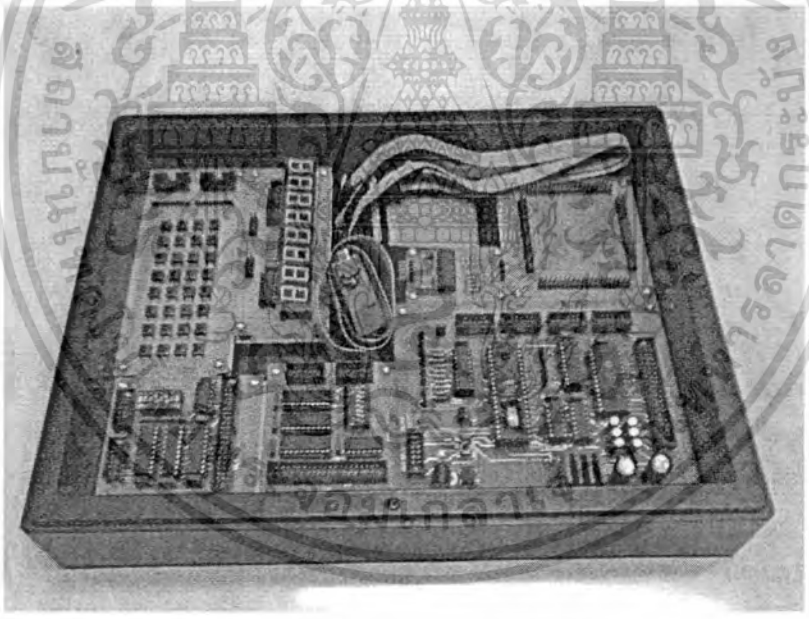
2.6 ความละเอียดในการแสดงผล 800 x 600 pixel

2.7 ต้องมี Parallel Port (LPT) และ Serial Port (COM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

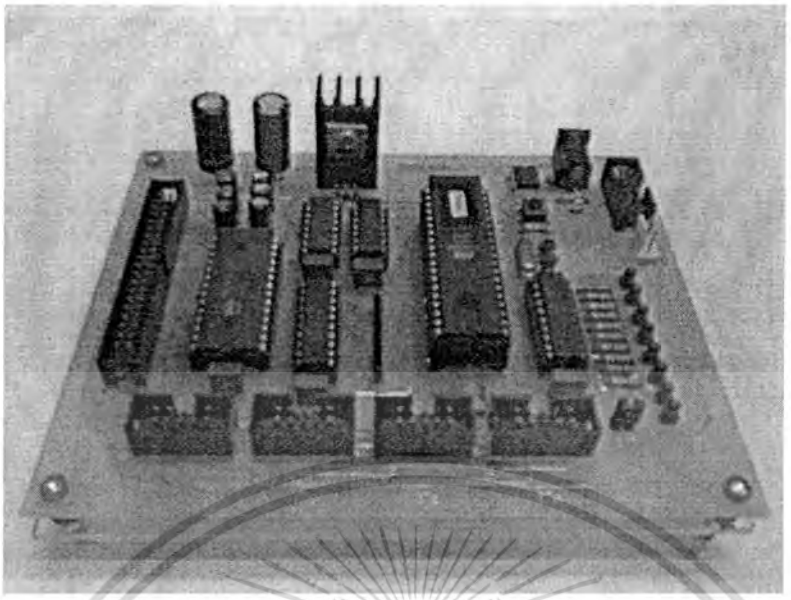


รูปที่ ก.1 กล่องบรรจุชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

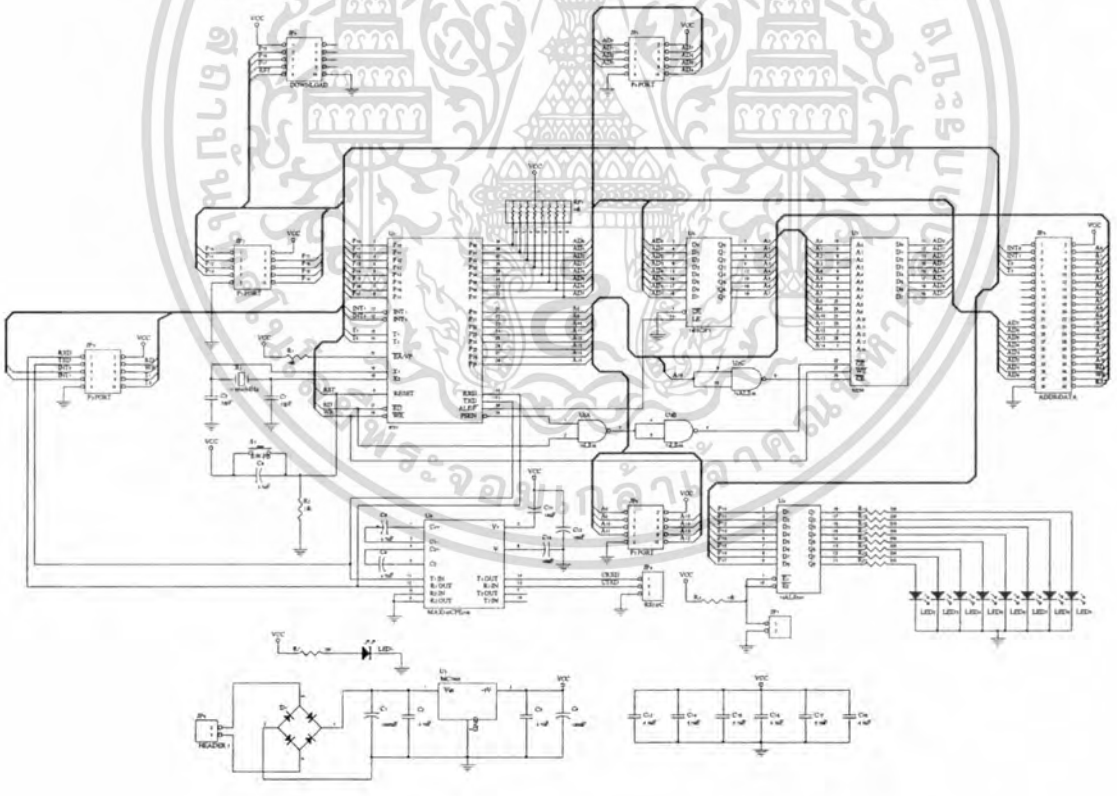


รูปที่ ก.2 ภายในกล่องบรรจุชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

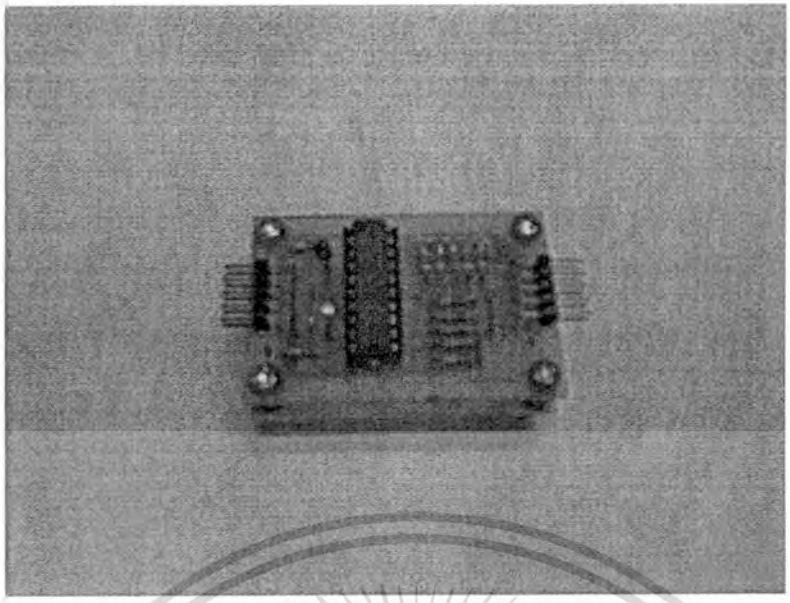


รูปที่ ก.3 บอร์ด M_01 MAIN BOARD

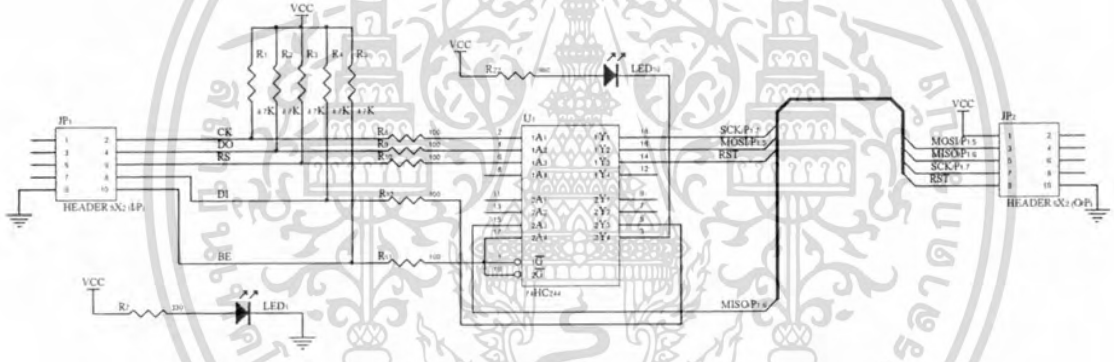


รูปที่ ก.4 วงจรของบอร์ด M_01 MAIN BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

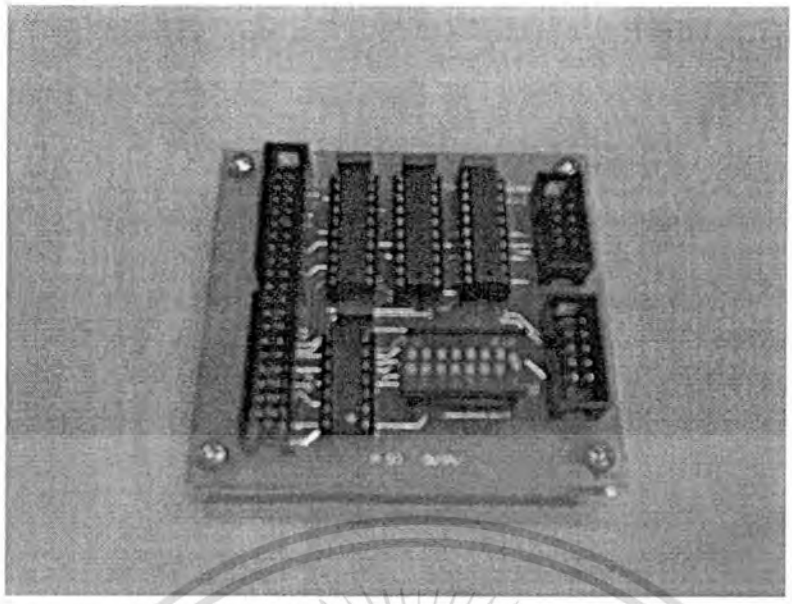


รูปที่ ก.5 บอร์ด DOWNLOAD BOARD

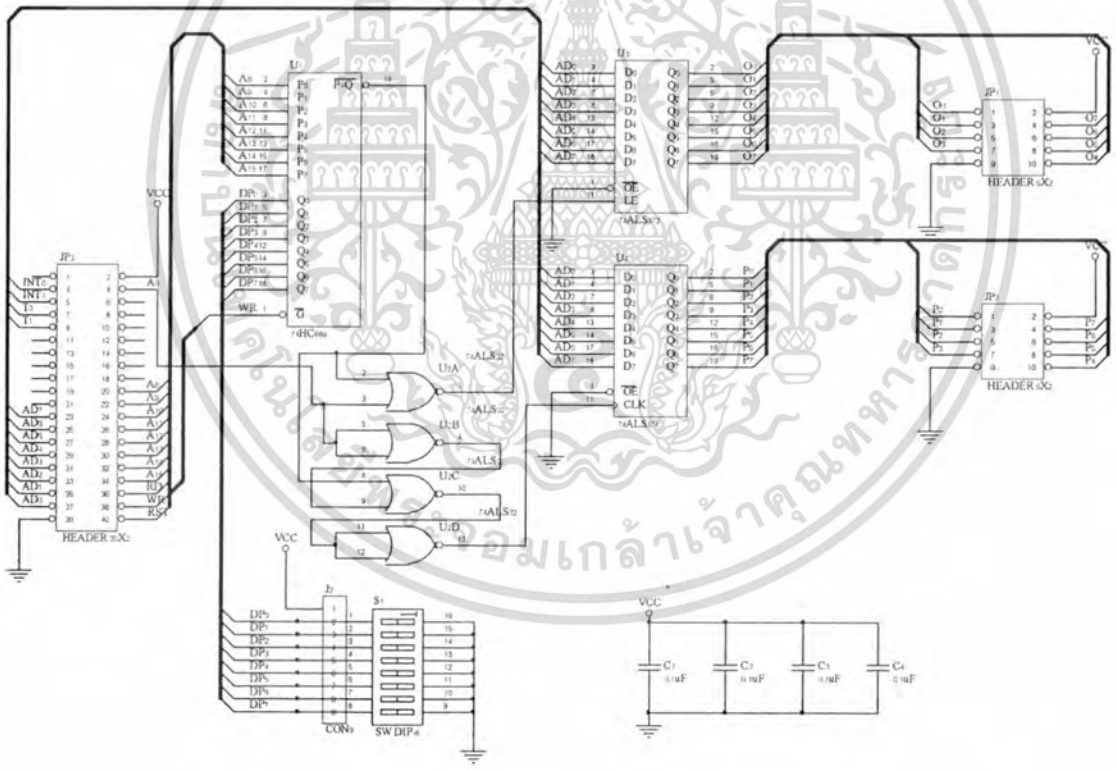


รูปที่ ก.6 วงจรของบอร์ด DOWNLOAD BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

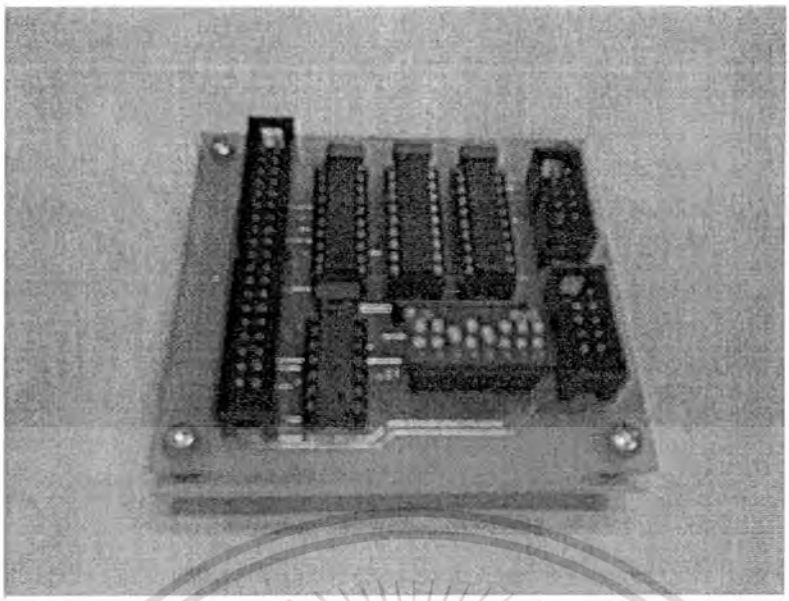


รูปที่ ก.7 บอร์ด M_03 OUTPUT

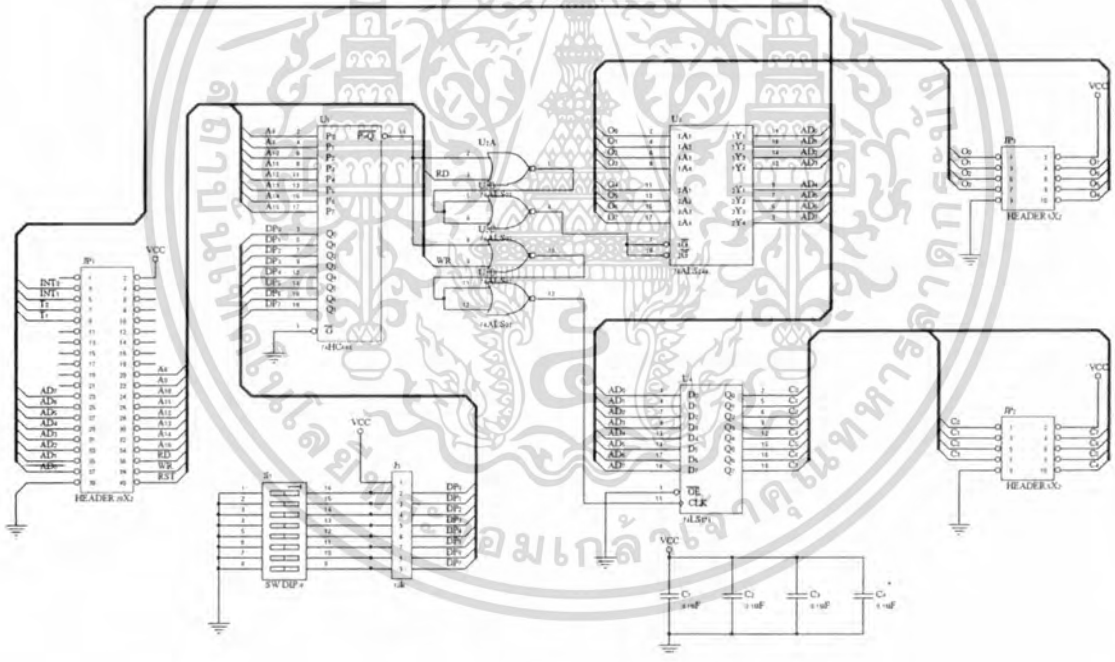


รูปที่ ก.8 วงจรของบอร์ด M_03 OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

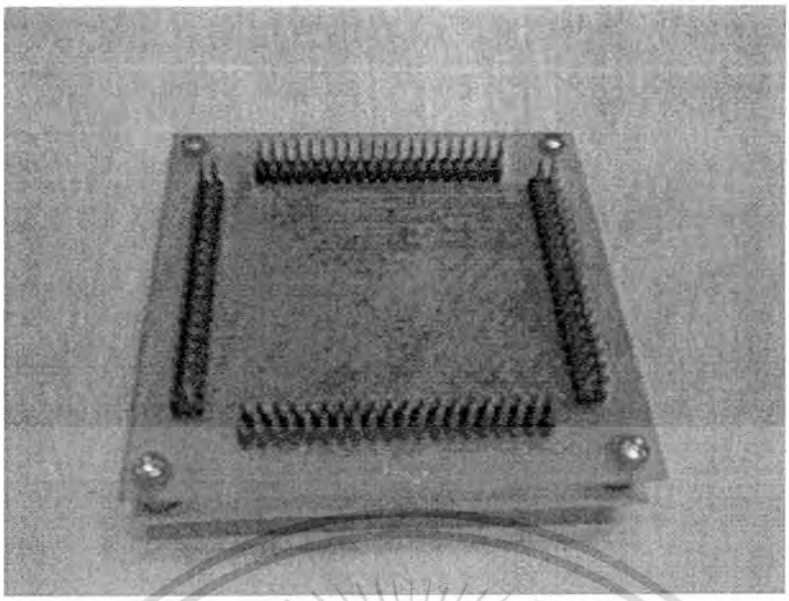


รูปที่ ก.9 บอร์ด M_04 INPUT & OUTPUT

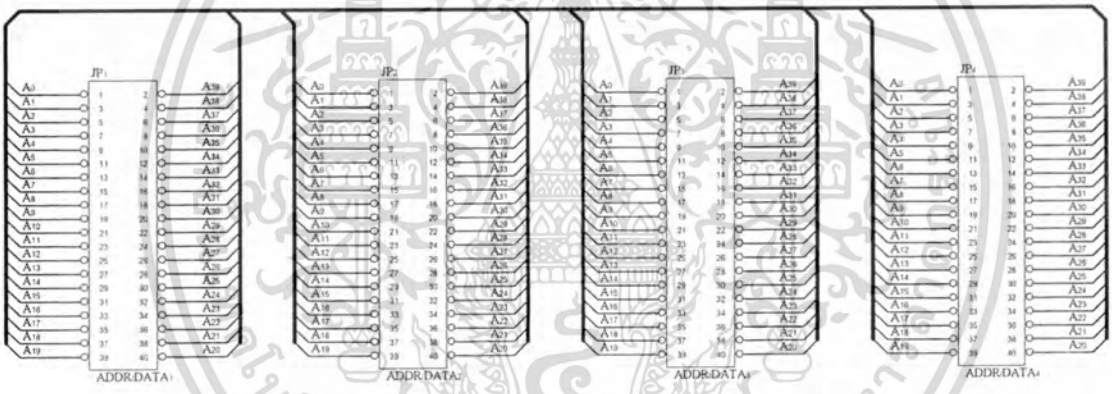


รูปที่ ก.10 วงจรของบอร์ด M_04 INPUT & OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

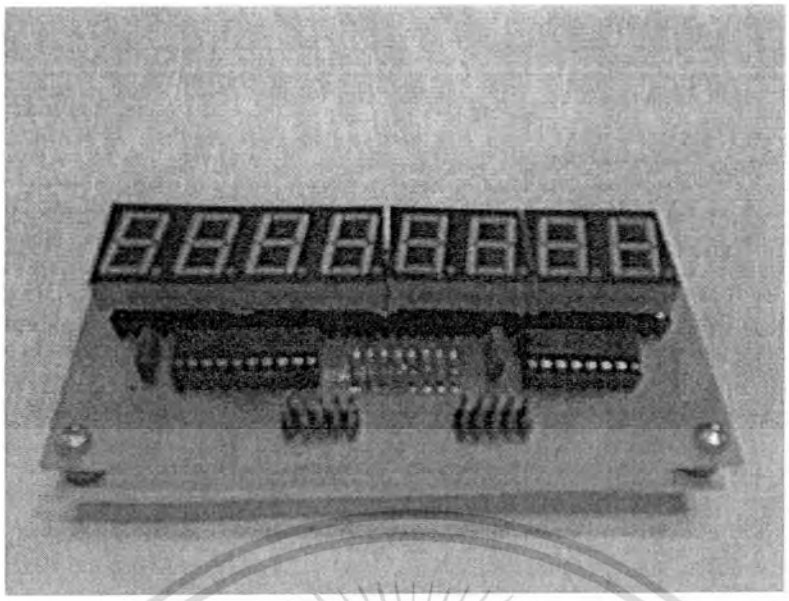


รูปที่ ก.11 บอร์ด M_02

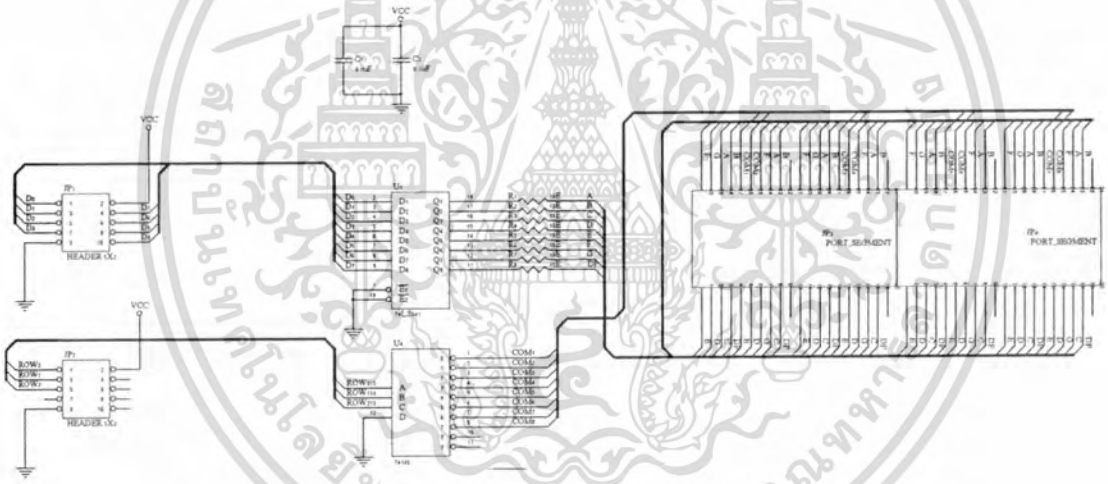


รูปที่ ก.12 วงจรของบอร์ด M_02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

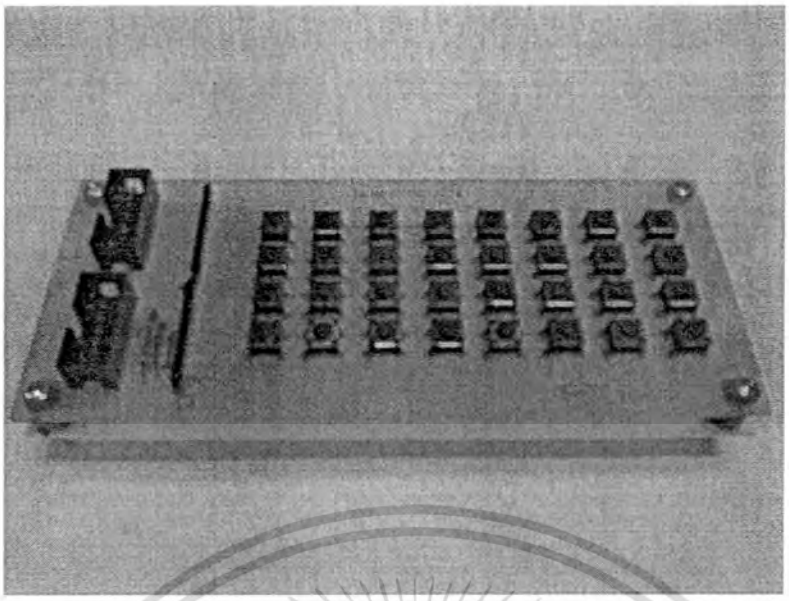


รูปที่ ก.13 บอร์ด A_02 7-SEGMENT

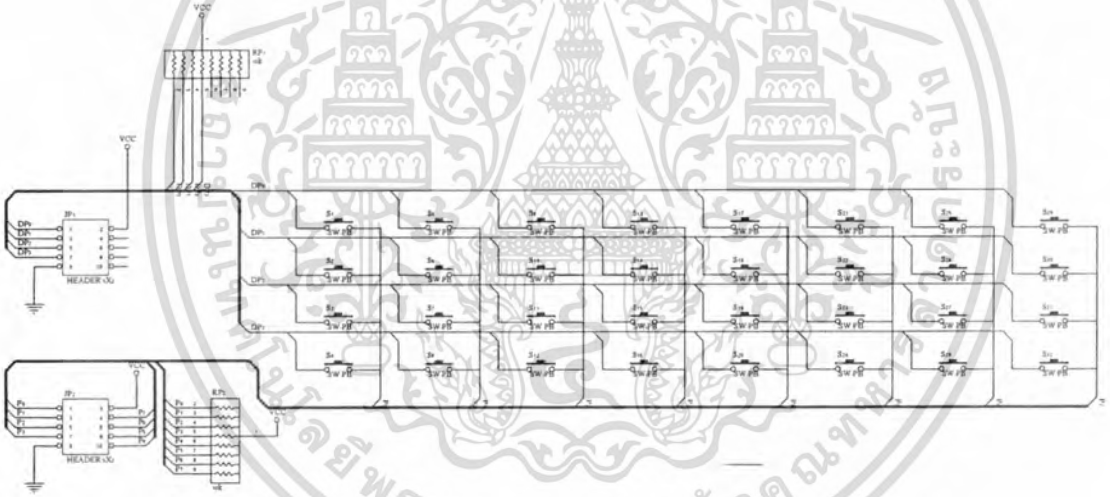


รูปที่ ก.14 วงจรของบอร์ด A_02 7-SEGMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.15 บอร์ด A12 SWITCH MATRIX



รูปที่ ก.16 วงจรของบอร์ด A12 SWITCH MATRIX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ใบงานการทดลองประกอบชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1
การใช้งานเบื้องต้น

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ SDCC ในการคอมไพล์โปรแกรมของ MCS-51 ที่เขียนด้วยภาษาซีได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานโปรแกรม SDCC ผ่านหน้าต่าง Command ของวินโดว์ได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำโปรแกรมที่คอมไพล์แล้ว โปรแกรมลงบน MCS-51 โดยใช้โปรแกรม ISP – Flash Programmer 3.0a ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. สายแพร์
4. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
5. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

ขั้นตอนในการพัฒนาระบบด้วย SDCC เพื่อใช้กับ MCS-51

จากรูปที่ 1 เป็นขั้นตอนในการพัฒนาระบบด้วย SDCC เพื่อใช้กับ MCS-51 ที่ใช้ในใบงานทดลองชุดนี้ โดยขั้นตอนในการพัฒนาจะมีลำดับดังนี้

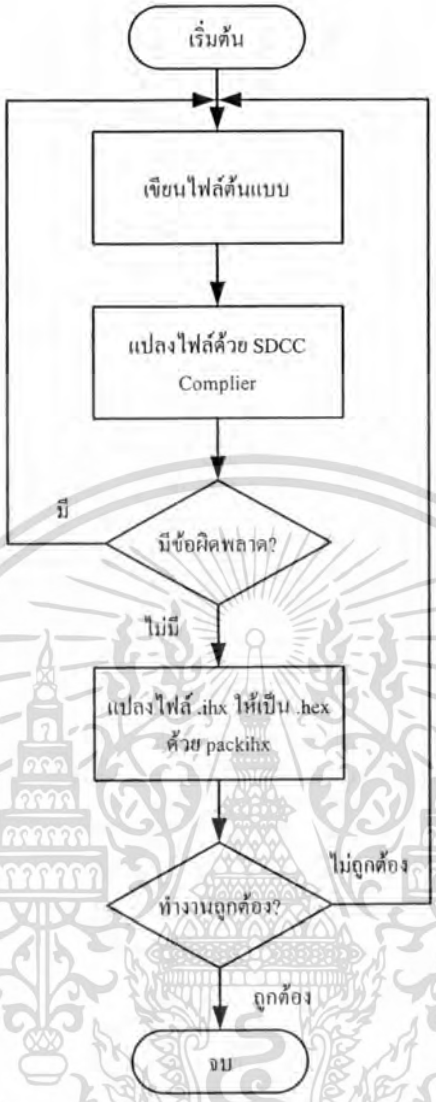
1. เขียนไฟล์ต้นแบบ (Source File) โดยจะเขียนเป็นโปรแกรมภาษาซี โดยใช้โปรแกรมอิดิตเตอร์ต่าง ๆ แต่ในใบงานชุดนี้จะใช้โปรแกรม Editor ที่อยู่บน Dos แล้วบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".c"

2. แปลงไฟล์ต้นแบบโดยใช้คอมไฟล์เลอร์ของ SDCC จะได้ผลลัพธ์เป็นไฟล์ต่างๆ และไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".ihx" ออกมา และหากมีข้อผิดพลาดใด ๆ ก็ให้กลับไปแก้ไขไฟล์ ".c" ใหม่ แล้วทำการแปลงไฟล์ต้นแบบโดยใช้คอมไฟล์เลอร์ของ SDCC ใหม่ และหากมีข้อผิดพลาดอีกให้ทำกระบวนการเดิมซ้ำ จนไม่มีข้อผิดพลาด และได้ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".ihx" ออกมา

3. นำไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".ihx" ไปแปลงด้วย packihx จะได้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุล ".hex" ออกมา แล้วนำไปโปรแกรมให้กับ MCS-51

4. ทดสอบการทำงานของระบบ ถ้าโปรแกรมทำงานไม่ถูกต้อง ให้กลับไปแก้ไขไฟล์นามสกุล ".c" และทำขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ใหม่ จนกระทั่งโปรแกรมทำงานถูกต้องตามต้องการ

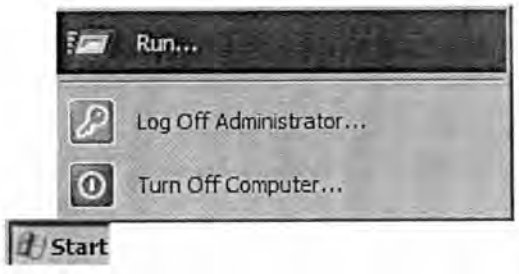
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมระบบด้วย SDCC

การเรียกใช้งานโปรแกรม Editor บน Dos

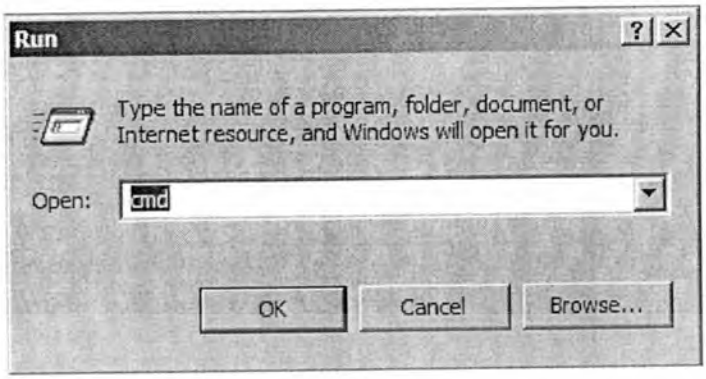
1. คลิกที่ปุ่ม Start แล้วเลือกที่เมนู Run… จะปรากฏหน้าต่าง Run ขึ้นมา



รูปที่ 1.2 การเรียกใช้งานโปรแกรม Editor บน Dos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พิมพ์ cmd แล้วคลิกที่ปุ่ม OK และจะปรากฏหน้าต่างดังในรูป

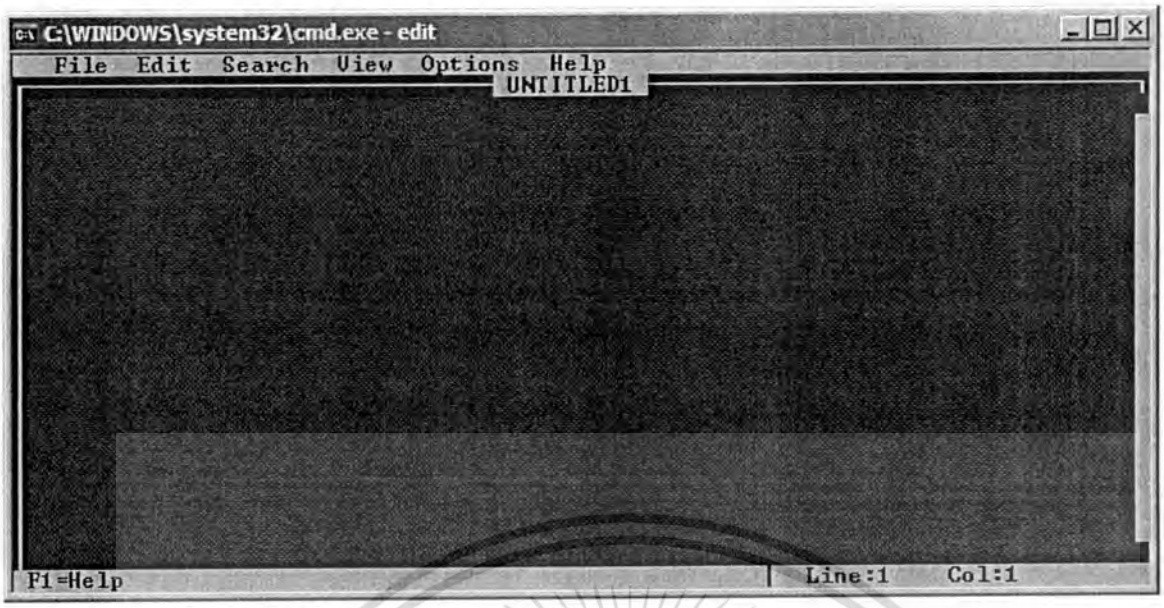


รูปที่ 1.3 การเรียกใช้งานโปรแกรม Editor บน Dos

รูปที่ 1.4 หน้าต่าง cmd

3. พิมพ์ "Edit" แล้วคลิกที่ปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่าง Edit ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.5 หน้าต่าง Edit

การใช้งาน SDCC

การตรวจสอบรุ่นของ SDCC ทำได้โดยการพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ ที่ Command Prompt

พิมพ์ sdcc –version

การคอมไพล์ไฟล์ .c สามารถทำได้โดยการพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ ที่ Command Prompt

พิมพ์ sdcc sourcefile.c

การแปลงไฟล์ให้เป็น.hex

ใช้สำหรับแปลงไฟล์ .ihx ให้เป็นไฟล์ .hex เพื่อนำไปโปรแกรมให้กับ MCS-51 ต่อไป สามารถทำได้โดย

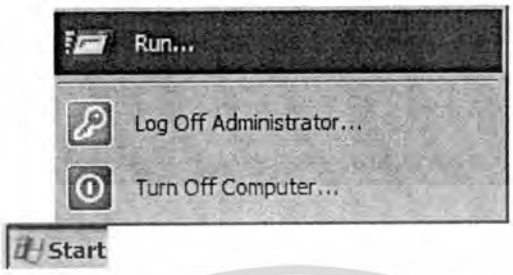
พิมพ์ packihx sourcefile.ihx > sourcefile.hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

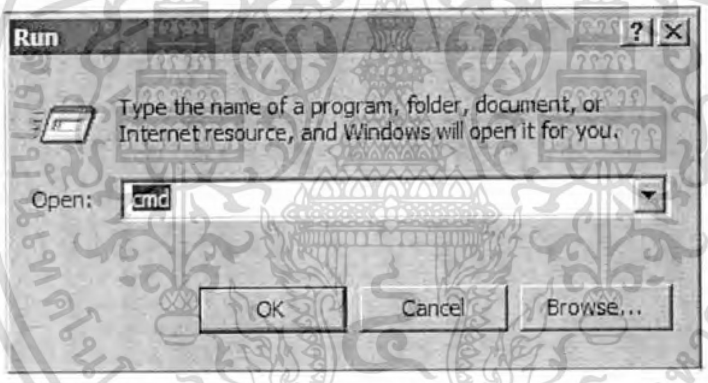
การทดลองที่ 1 การเขียนโปรแกรมภาษาซี และการคอมไพล์

1. คลิกที่ปุ่ม Start แล้วเลือกที่เมนู Run... จะปรากฏหน้าต่าง Run ขึ้นมา



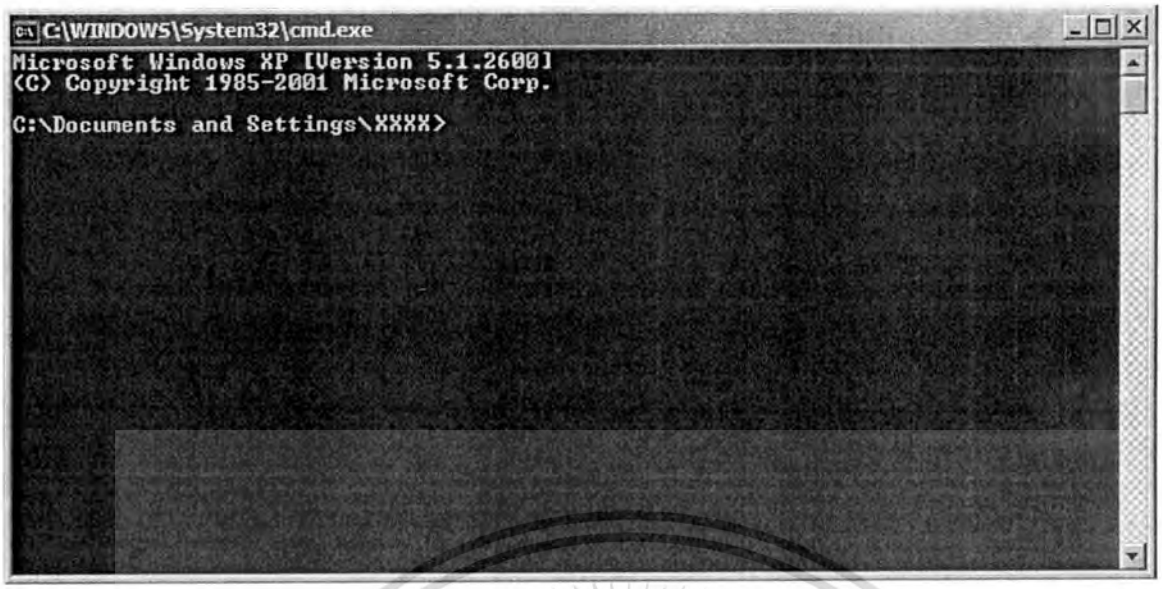
รูปที่ 1.6 การเรียกใช้งานโปรแกรม Editor บน Dos

2. พิมพ์ cmd แล้วคลิกที่ปุ่ม OK และจะปรากฏหน้าต่างดังในรูป



รูปที่ 1.7 การเรียกใช้งานโปรแกรม Editor บน Dos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.8 หน้าต่าง cmd

3. พิมพ์ "Edit" แล้วคลิกที่ปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่าง Edit ออกมา

รูปที่ 1.9 หน้าต่าง Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการเขียนโปรแกรม

```
#include <8051.h>

void delay (int tm);

void main (void)
{
      while (1)
      {
            P1 = ~P1;
            delay(1000);
      }
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}
```

5. แล้วบันทึกเป็นไฟล์ ชื่อ LAB01.C ลงในไดเรกทอรีที่ต้องการ แล้วออกจากโปรแกรม กลับไปที่ Command Prompt

6. คอมไพล์ไฟล์โดยการพิมพ์ดังนี้

```
พิมพ์ sdcc LAB01.c
พิมพ์ packihx LAB01.ihx > LAB01.hex
```

7. จะได้ไฟล์ชื่อ LAB01.hex

8. นอกจากไฟล์ LAB01.hex แล้ว ในการคอมไพล์จะได้ไฟล์อะไรอีกบ้าง บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

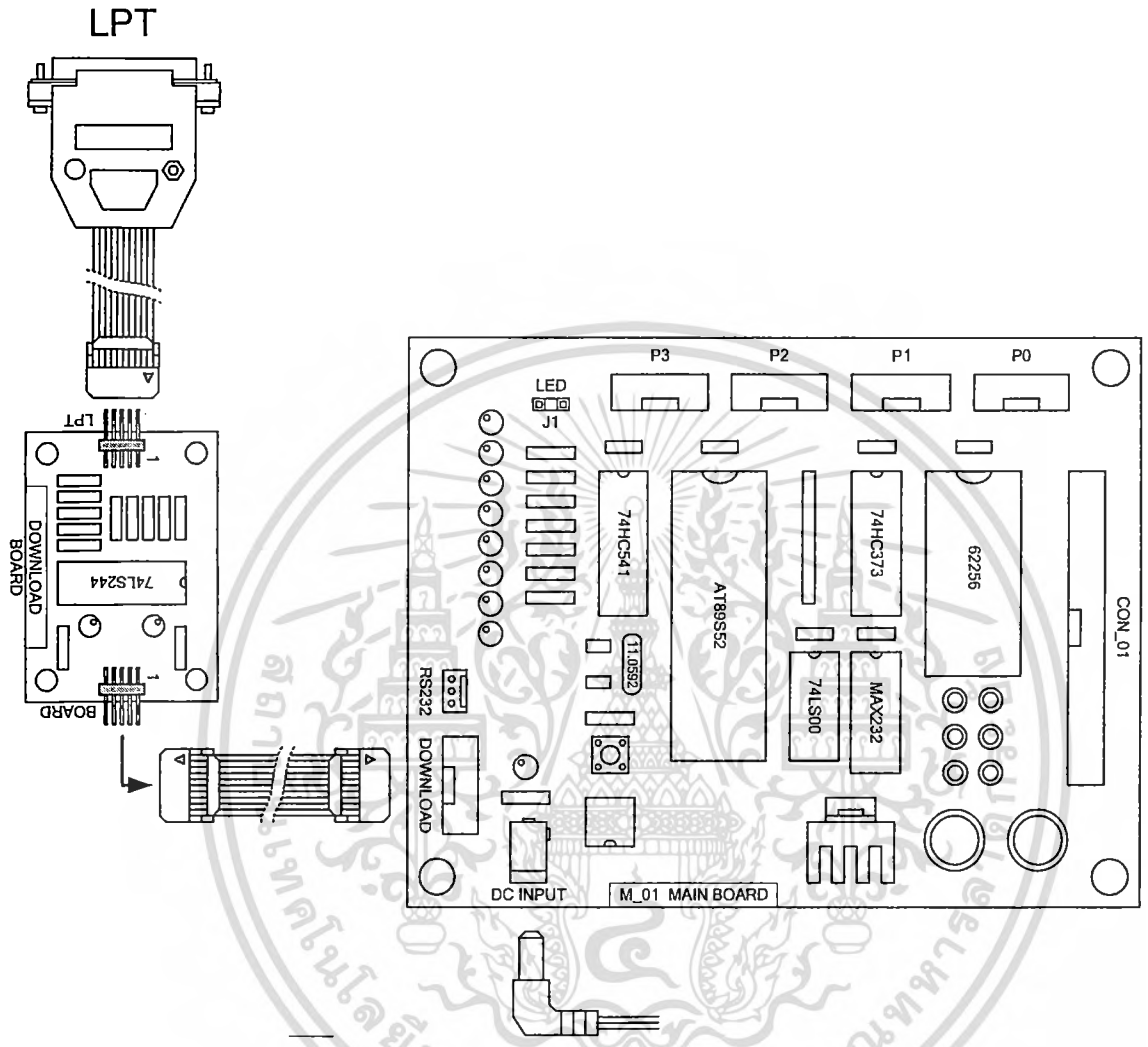
.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การโปรแกรมลงบน MCS-51 โดยใช้ ISP – Flash Programmer 3.0a

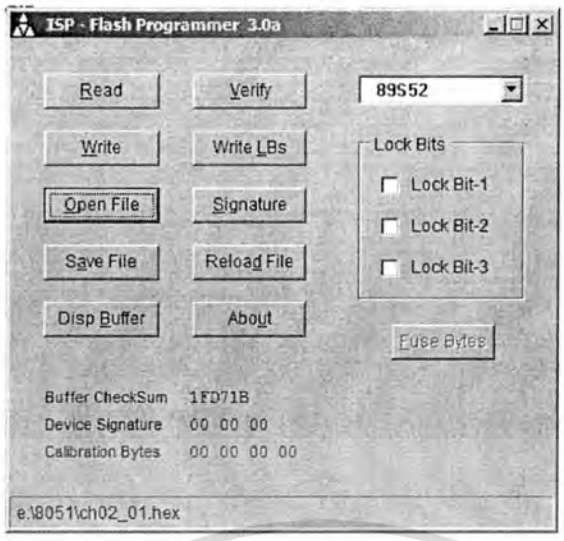
1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 1.10 การเชื่อมต่อบอร์ด

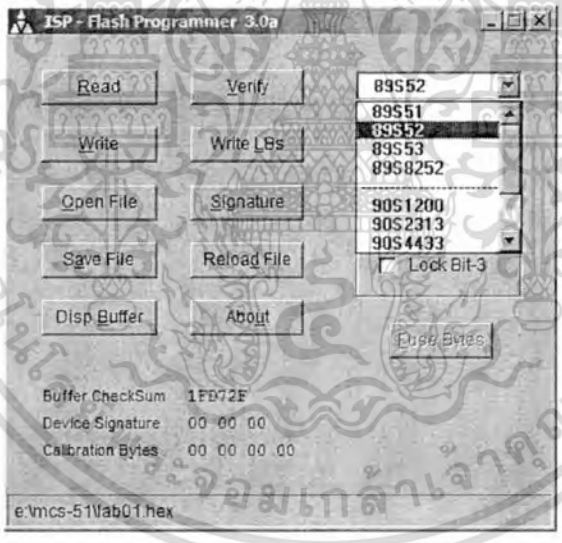
2. เปิดโปรแกรม ISP – Flash Programmer 3.0a จะได้ผลลัพธ์ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.11 หน้าต่างของโปรแกรม ISP – Flash Programmer 3.0a

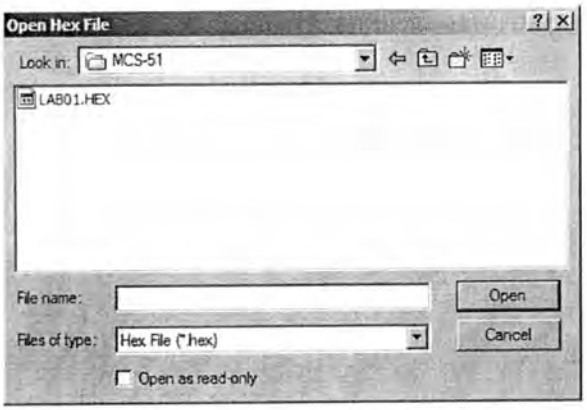
3. เลือกเบอร์ของ MCS-51 ที่ต้องการจะโปรแกรม โดยในใบงานนี้จะเลือกเป็น 89S52



รูปที่ 1.12 การเลือกเบอร์ของ MCS-51

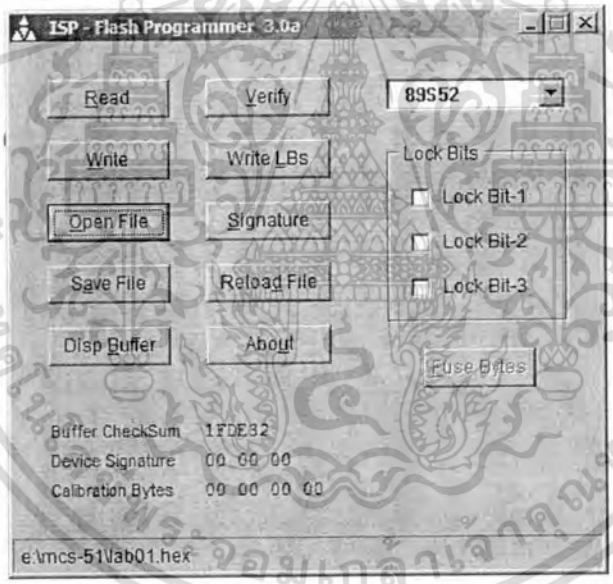
4. คลิกเลือกที่ปุ่ม Open File แล้วเลือกไฟล์ LAB01.HEX แล้วคลิกปุ่ม Open

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.13 หน้าต่าง Open Hex File

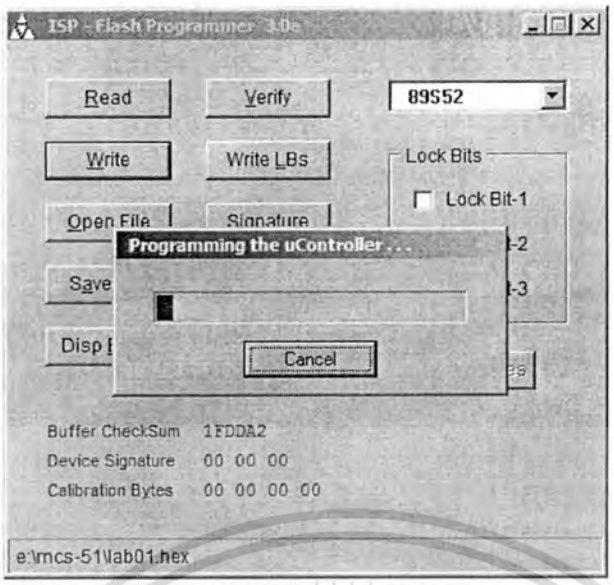
5. ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงชื่อไฟล์ที่ได้เลือกไว้แล้วที่ด้านล่างของหน้าต่าง จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Write เพื่อเขียนไฟล์ LAB01.HEX ลงไปยัง MCS-51



รูปที่ 1.14 หน้าต่างแสดงการเลือกไฟล์ LAB01.HEX

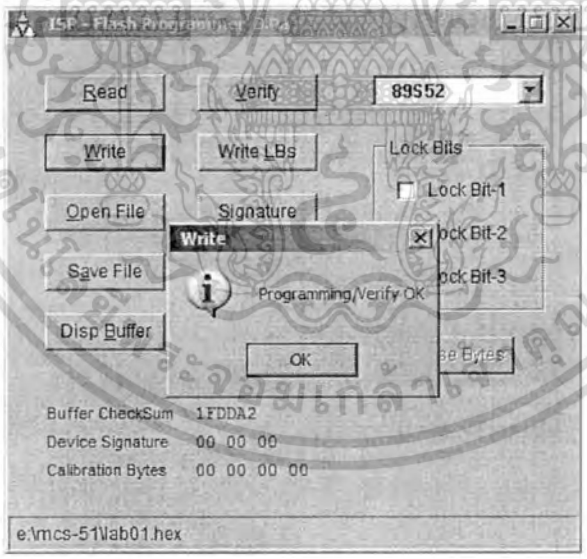
6. คลิกปุ่ม Write โปรแกรม ISP – Flash Programmer 3.0a จะนำไฟล์ LAB01.HEX โปรแกรมลงไปบน 89S52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.15 การโปรแกรมลงบน MCS-51

7. เมื่อโปรแกรมสำเร็จแล้ว จะได้ผลลัพธ์ดังรูป และให้คลิกปุ่ม OK เพื่อสิ้นสุดขั้นตอนการโปรแกรม แล้วกลับไปสู่หน้าต่างหลัก



รูปที่ 1.16 การโปรแกรมสำเร็จ

8. LED ที่บอร์ด M_01 MAINBOARD จะแสดงผลอย่างไร บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

จงเขียนขั้นตอนในการพัฒนาระบบด้วย SDCC เพื่อใช้กับ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

การใช้เขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC เบื้องต้น

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายโครงสร้างของภาษาซีด้วยเบื้องต้นได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC ส่งออกพอร์ตของ MCS-51 ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. สายแพร์
4. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
5. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

โครงสร้างของภาษาซี

โปรแกรมภาษาซีเป็นภาษาที่มีโครงสร้าง จะแบ่งการทำงานของโปรแกรมออกเป็นกลุ่มของฟังก์ชัน และทุก ๆ โปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชันหลักที่ชื่อ main () เสมอ ดังโครงสร้างของโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>                                   /* Preprocessor */

void delay(int tm);                                 /* Prototype */

void main (void)                                    /* Main Function */
{
    int a;                                          /* Declaration */
    a = 1;
    while (1)
    {
        P1 = a;
        a = a << 1;
        if (a > 255) a = 1;
        delay(500);                                 /* Function Call */
    }
}

void delay(int tm)                                  /* Function */
{
       int i,j;
       for (i=0;i<tm;i++)
              for (j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างของโปรแกรมจะพบว่า ส่วน **Prototype** จะบอกว่า โปรแกรมนี้มีฟังก์ชันชื่ออะไรบ้าง ในที่นี้ คือ ฟังก์ชัน delay

ตัวแปรและค่าคงที่

ก่อนใช้งานตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ จะต้องประกาศชื่อของตัวแปรขึ้นมาเสียก่อน เพื่อให้โปรแกรมเตรียมพื้นที่ในหน่วยความจำแรมเอาไว้สำหรับเก็บตัวแปรและค่าคงที่ โดยการประกาศตัวแปรสามารถทำได้ดังนี้

ประเภทของข้อมูล ชื่อตัวแปร [, ... ,];

โดยชื่อของตัวแปรจะประกาศครั้งละกี่ตัวก็ได้ ซึ่งชื่อของตัวแปรนั้นจะซ้ำกันไม่ได้ และจะต้องไม่ซ้ำกับชื่อสงวนของคอมไพเลอร์ตัวนั้น ๆ โดยประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประกาศตัวแปรของ SDCC มีดังนี้

char (8 บิต หรือ 1 ไบต์)

short หรือ int (16 บิต หรือ 2 ไบต์)

long (32 บิต หรือ 4 ไบต์)

float (4 ไบต์ ตามมาตรฐานของ IEEE)

กฎการตั้งชื่อตัวแปร

1 ห้ามนำคำสงวน (reserved word) มาตั้งเป็นชื่อตัวแปร

2. ชื่อตัวแปรจะต้องขึ้นต้นด้วย ตัวอักษรภาษาอังกฤษ อักขระพิเศษ @ และ _ (underscore) เท่านั้น

3. ตัวแปรจะต้องไม่ขึ้นต้นด้วยตัวเลข เช่น 9number, 105Ages ถือว่าผิด

4. ชื่อตัวแปรจะต้องไม่ประกอบไปด้วยอักษรพิเศษทุกชนิด (เช่น /, +, -, *, %, !)

5. ตัวอักษรใหญ่และเล็กจะถือว่าไม่เหมือนกัน เช่น mVar, MVAR จะถือว่าเป็นคนละตัวแปร

6. ไม่ควรใช้ชื่อยาวเกินไป และควรตั้งให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ เช่น ตัวแปรเก็บอายุก็ควรตั้งว่า Age เป็นต้น

ตัวดำเนินการในภาษาซี

ตัวดำเนินการจะแบ่งเป็น 2 อย่าง คือ ตัวดำเนินการที่กระทำกับตัวถูกกระทำตัวเดียว (Single operand operators) และตัวดำเนินการที่กระทำกับตัวถูกกระทำสองตัว (Two operands operators)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวดำเนินการที่กระทำกับตัวถูกกระทำตัวเดียว

ประกอบด้วยตัวดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- ลบ
~ กลับค่าลอจิกของข้อมูล
! กลับค่าทางลอจิกของบิตข้อมูล
++ เพิ่มค่าขึ้น 1 ค่า
-- ลดค่าลง 1 ค่า
* ตัวดำเนินการทางพอยน์เตอร์
& ตำแหน่งหน่วยความจำของตัวแปร

ตัวดำเนินการที่กระทำกับตัวถูกกระทำสองตัว

ประกอบด้วยตัวดำเนินการต่างๆ ดังนี้

ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์

= กำหนดค่าในประโยค
+ บวก
- ลบ
* คูณ
/ หาร
% หารเอาเศษ (Modulo)

ตัวกระทำทางลอจิก

&& การแอนด์
|| การออร์
& การแอนด์แบบบิตต่อบิต
| การออร์แบบบิตต่อบิต
^ การเอ็กคลูซีฟแบบบิตต่อบิต
<< เลื่อนบิตไปทางซ้าย
>> เลื่อนบิตไปทางขวา

ตัวทดสอบค่า (ให้ผลของการทดสอบเป็นจริงหรือเท็จ)

== ทดสอบว่าเท่ากันหรือไม่
!= ทดสอบว่าไม่เท่ากันหรือไม่
> ทดสอบว่ามากกว่าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

< ทดสอบว่าน้อยกว่าหรือไม่

>= ทดสอบว่ามากกว่าหรือเท่ากับหรือไม่

<= ทดสอบว่าน้อยหว่าหรือเท่ากับหรือไม่

นอกจากนี้ตัวดำเนินการบางประเภทยังสามารถรวมกันได้เป็น compound operators ได้ เช่น a = a % 3; และอาจเขียนเป็นตัวดำเนินการได้เป็น a %= 3; โดยรูปแบบของตัวดำเนินการที่รวมกันได้มีดังนี้

+= บวกค่าแล้วให้เท่ากับ

-= ลบค่าแล้วให้เท่ากับ

*= คูณค่าแล้วให้เท่ากับ

/= หารค่าแล้วให้เท่ากับ

%= หารเอาเศษแล้วให้เท่ากับ

&= แอนด์ค่าแล้วให้เท่ากับ

|= ออร์ค่าแล้วให้เท่ากับ

^= เอ็กครูซีฟค่าแล้วให้เท่ากับ

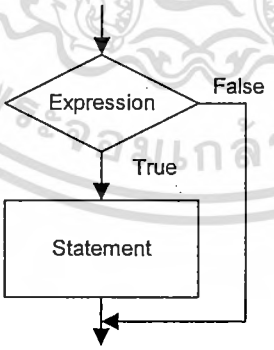
<<= เลื่อนบิตไปทางซ้ายแล้วให้เท่ากับ

>>= เลื่อนบิตไปทางขวาแล้วให้เท่ากับ

ประโยคควบคุมในภาษาซี

ประโยค if / else

จะใช้ควบคุมทิศทางการทำงานของโปรแกรม โดยมีรูปแบบของประโยคคำสั่งดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 ผังการทำงานของประโยค if

รูปแบบประโยค

```
if (Expression)
        Statement;
```

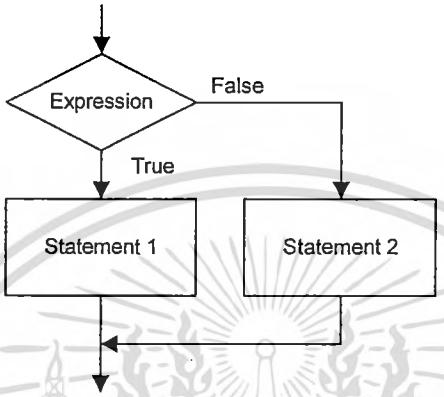
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น

```
if  (a > 255)
        a = 0;
```

```
if  (a > 255) {
        a = 0;
        P1 = a;
}
```

รูปแบบของประโยค if / else



รูปที่ 2.2 ผังการทำงานของประโยค if / else

```
if (Expression)
        Statement 1;
else
        Statement 2;
```

ตัวอย่างเช่น

```
if  (a > 255)
        a = 0;
else
        a = 255;
```

```
if  (a > 255) {
        a = 0;
        P1 = a;
} else {
        a += 1;
        P1 = a;
}
```

ประโยค switch

เราสามารถใช้ if-else มาซ้อนกันเพื่อทำทางเลือกหลาย ๆ ทางเลือกได้ แต่จะดูเข้าใจยาก สำหรับในภาษาซีเราจะใช้ประโยค switch เพื่อเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งโดยมีรูปแบบของประโยคดังนี้

```
swtich (a)
{
        case 1: Statement 1;
                break;
        case 2: Statement 2;
                break;
           :
        default:  Statement n;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำซ้ำ

ประโยค for

เป็นคำสั่งวนรอบอย่างมีเงื่อนไข โดยที่ init จะใช้สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นให้ตัวแปร Condition เป็นเงื่อนไข ถ้าเป็นจริงจะทำ Statement และในการทำแต่ละรอบจะเพิ่มค่าขึ้นตาม increment มีรูปแบบดังนี้

```
For (init; condition; increment)
        Statement;
```

ประโยค while

เป็นคำสั่งวนรอบแบบมีเงื่อนไข โดยจะตรวจสอบเงื่อนไขก่อน ถ้าเงื่อนไขในส่วน Condition เป็นจริงจะทำตาม Statement ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
while (Condition)
        Statement 1;
```

ประโยค do-while

เป็นคำสั่งวนรอบแบบมีเงื่อนไข โดยจะทำตาม Statement ก่อน แล้วตรวจสอบเงื่อนไข ถ้าเงื่อนไขในส่วน Expression เป็นจริงจะทำตาม Statement ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

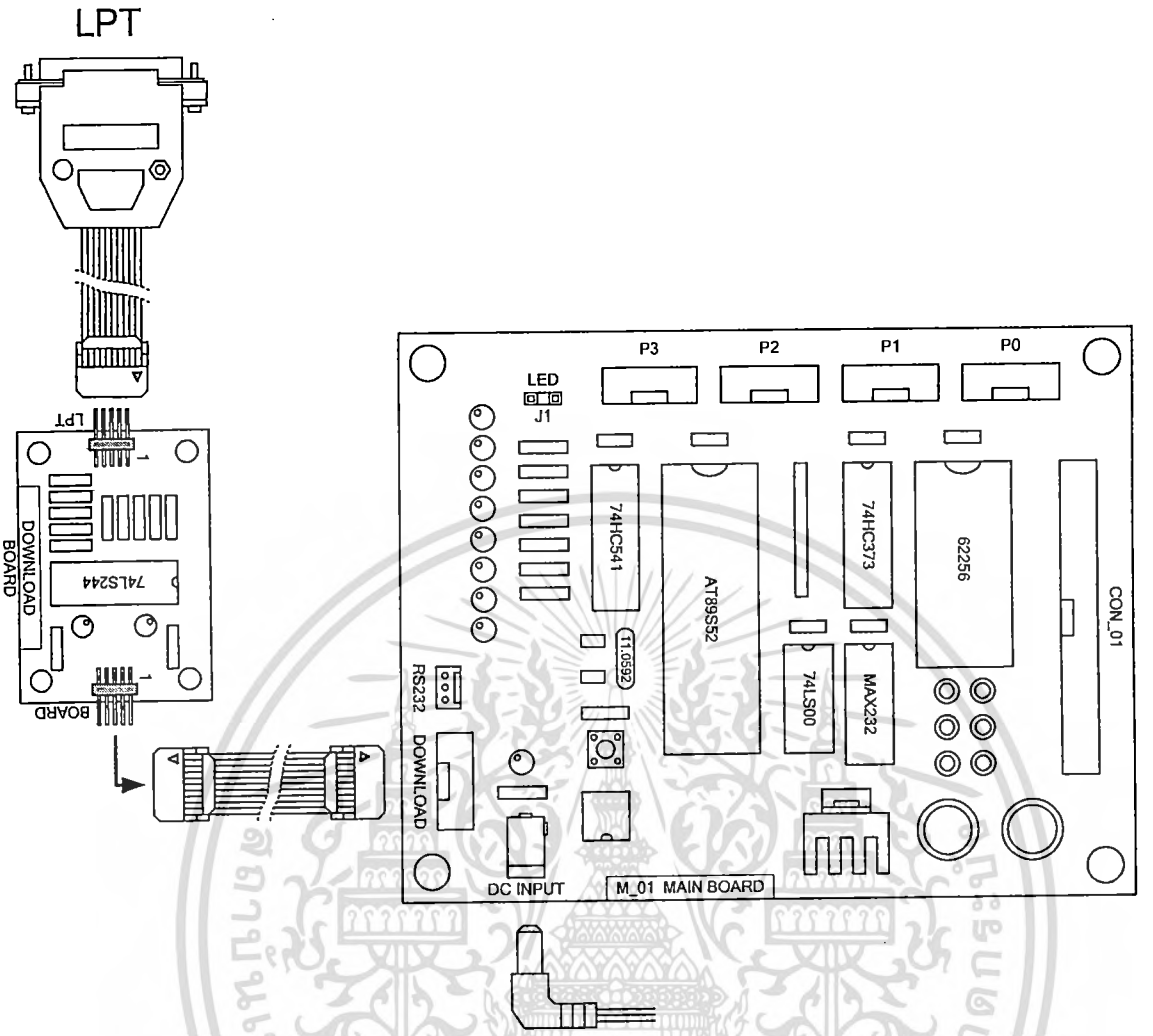
```
do {
        Statement;
} while (condition);
```

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การเขียนโปรแกรมที่ 1

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อบอร์ด

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void delay (int tm);

void main (void)
{
      while (1)
      {
            P1 = !P1;
            delay(1000);
      }
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB02_01.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB02_01.hex ออกมา

5. โปรแกรม LAB02_01.hex ลงบน MCS-51

6. บันทึกผลการทดลองที่ปรากฏบน LED บนบอร์ด M_01 MAIN BOARD

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมที่ 2

1. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void delay(int tm);

void main (void)
{
    int a;
    a = 255;
    do {
        P1 = a;
        a = ~a;
        delay (500);
    } while (1);
}

void delay(int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}
```

2. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB02_02.C

3. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB02_02.hex ออกมา

4. โปรแกรม LAB02_02.hex ลงบน MCS-51

5. บันทึกผลการทดลองที่ปรากฏบน LED บนบอร์ด M_01 MAIN BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

การกำหนดชนิดของตัวแปรให้ถูกต้องตามชนิดของข้อมูลที่ใช้มีประโยชน์อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3

การเขียนโปรแกรมแสดงผลด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

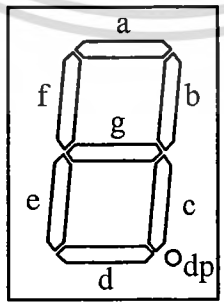
1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการการทำงานเบื้องต้นของส่วนแสดงผล 7 ส่วนได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมแสดงผลบนส่วนแสดงผล 7 ส่วนด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. บอร์ด A_02 7-SEGMENT
4. สายแพร์
5. อะแดปเตอร์จ่ายไฟล์
6. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

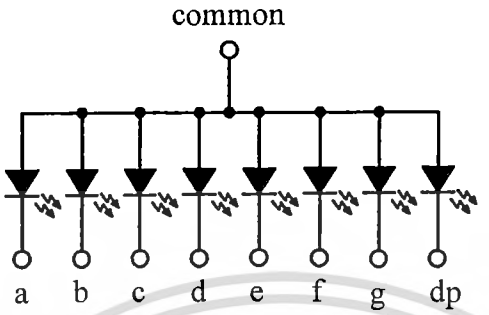
ชุดแสดงแบบส่วนแสดงผล 7 ส่วน (7-Segment) เป็นตัวแสดงผลอีกแบบหนึ่ง ที่ใช้สำหรับการแสดงผลที่เป็นตัวเลข โดยภายในจะประกอบด้วย LED จำนวน 8 ตัว บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกัน และจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข ซึ่ง LED แต่ละตัวจะเรียกว่า “ส่วน” หรือ “เซกเมนต์” ที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามตำแหน่งที่จัดวาง คือ a, b, c, d, e, f, g และ dp



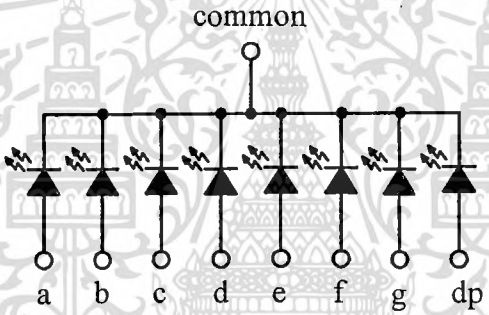
รูปที่ 3.1 ตำแหน่งจัดวางของแต่ละเซกเมนต์บนส่วนแสดงผล 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED แต่ละตัวของส่วนแสดงผล 7 ส่วนจะต่อขาข้างหนึ่งเข้าด้วยกัน เรียกว่า คอมมอน (Common) โดยถ้าต่อขาแคโทด (Cathode) ร่วมกันจะเรียกว่า "แบบแคโทดร่วม" หรือ "คอมมอนแคโทด" (Common Cathode) และหากต่อขาแอโนด (Anode) ร่วมกันจะเรียกว่า "แบบแอโนดร่วม" หรือ "คอมมอนแอโนด" (Common Anode)



รูปที่ 3.2 ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแอโนดร่วม



รูปที่ 3.3 ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม

การต่อใช้งาน ส่วนแสดงผล 7 ส่วน

ส่วนแสดงผล 7 ส่วน ขนาด 1 หลัก จะมีขาที่ต้องต่อไฟอยู่ 9 ขา และจะใช้ขาคอมมอนนี้ไปต่อเข้ากับไฟเลี้ยงโดยตรง และใช้ขาที่เหลือสำหรับการขับ LED ในแต่ละเซกเมนต์

การใช้ ส่วนแสดงผล 7 ส่วน ขนาด 2 หลักขึ้นไป ถ้าจ่ายไฟให้กับ ส่วนแสดงผล 7 ส่วนทุกตัวโดยตรง จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และอาจทำให้ใช้จำนวนพอร์ตของ MCS-51 มากเกินไป ทำให้ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นโดยทั่วไปจะต่อใช้งานในลักษณะมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) เพื่อความประหยัดจำนวนพอร์ตที่จะต่อใช้งาน โดยการต่อจะรวมเอาขาของเซกเมนต์ที่มีชื่อเดียวกันของทุกหลักเข้าไว้ด้วยกัน แล้วใช้ขาคอมมอนสำหรับเลือกว่าจะให้หลักใดทำงาน การขับ ส่วนแสดงผล 7 ส่วนจะเป็นการทำให้ส่วนแสดงผล 7 ส่วนติดทีละหลักเรียงกันไปด้วยความเร็วสูง เพื่อให้สายตาของมนุษย์มองดูราวกับว่า ส่วนแสดงผล 7 ส่วนทุกหลักติดพร้อมกัน ซึ่งผลดีก็คือ จะทำให้วงจรไม่กินกระแสมากเกินไปด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วย เพราะไม่ว่าจะมีส่วนแสดงผล 7 ส่วนอยู่กี่หลักก็ตาม แต่ LED จะติดในเวลาเดียวกันได้สูงสุดไม่เกิน 8 ตัวเท่านั้น

สำหรับข้อมูลที่ต้องป้อนให้ส่วนแสดงผล 7 ส่วนเพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขต่าง ๆ นั้น จะมีขนาด 8 บิตพอดีเท่ากับจำนวนของ LED ของส่วนแสดงผล 7 ส่วนแต่ละตัว โดยข้อมูลที่จะต้องส่งไปให้ ก็คือ ข้อมูลคงที่ ของตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่ต้องการแสดงผล โดยส่วนมากในการเขียนโปรแกรมจะเก็บข้อมูลคงที่เหล่านี้ไว้ในตารางที่เรียกว่า look up table ดังตัวอย่างของข้อมูลดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 3.1 ตัวข้อมูลที่ส่งให้กับส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบคาโทดร่วม

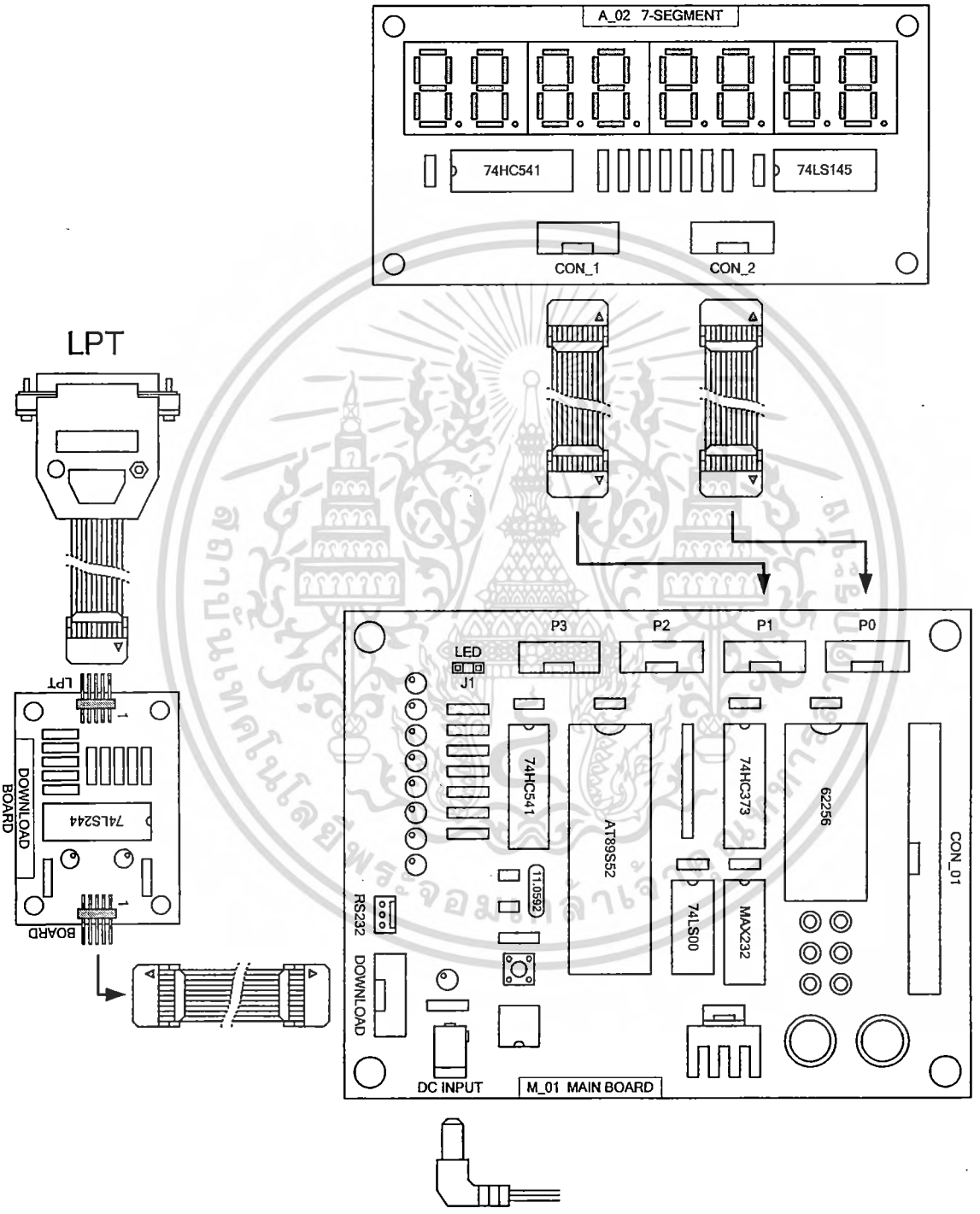
ตัวเลขที่แสดงผล	ข้อมูลที่ส่งให้กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน								
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	เลขฐานสิบหก
	dp	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	3FH
1	0	0	0	0	0	1	1	0	06H
2	0	1	0	1	1	0	1	1	5BH
3	0	1	0	0	1	1	1	1	4FH
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66H
5	0	1	1	0	1	1	0	1	6DH
6	0	1	1	1	1	1	0	1	7DH
7	0	0	0	0	0	1	1	1	07H
8	0	1	1	1	1	1	1	1	7FH
9	0	1	1	0	1	1	1	1	6FH
A	0	1	1	1	0	1	1	1	77H
b	0	1	1	1	1	1	0	0	7CH
C	0	0	1	1	1	0	0	1	39H
d	0	1	0	1	1	1	1	0	5EH
E	0	1	1	1	1	0	0	1	79H
F	0	1	1	1	0	0	0	1	71H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลอง การเขียนโปรแกรมแสดงผลที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วน

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void contovram(unsigned long b);
void delay(int tm);
void display(void);

#define SEG_COL P1
#define SEG_ROW P0

unsigned char data_show[] = {0x3f, 0x06, 0x5b, 0x4f, 0x66, 0x6d, 0x7d,
0x07, 0x7f, 0x6f, 0x77, 0x7c, 0x39, 0x5e, 0x79, 0x71, 0x00};
unsigned char vram[8];

void main (void)
{
      unsigned long b;
      b =  0x12345678;
      while (1)
      {
            contovram (b);
            display ();
      }
}

void contovram(unsigned long b)
{
      vram[7] = (b&0x0000000f);
      vram[6] = (b>>4)&0x0000000f;
      vram[5] = (b>>8)&0x0000000f;
      vram[4] = (b>>12)&0x0000000f;
      vram[3] = (b>>16)&0x0000000f;
      vram[2] = (b>>20)&0x0000000f;
      vram[1] = (b>>24)&0x0000000f;
      vram[0] = (b>>28)&0x0000000f;
}

void display(void)
{
      unsigned char i;
      for (i=0;i<8;i++)
      {
            SEG_COL = 0x00;
            SEG_ROW = i;
            SEG_COL = data_show[vram[i]];
            delay(2);
      }
}

void delay(int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB03.C
4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB03.hex ออกมา
5. โปรแกรม LAB03.hex ลงบน MCS-51
6. สังเกตุที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วน ที่บอร์ด A_02 7-SEGMENT แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนข้อมูลที่ส่งให้กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน เมื่อเป็นส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแอโนดร่วม
2. จงเขียนโปรแกรมเพื่อให้ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแสดงผลเป็น “76543210”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

การเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการใช้งาน In-line Assemblerได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมใช้งาน In-line Assembler ด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. สายแพร์
4. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
5. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

การใช้ Inline Assembler เป็นการใช้ภาษาแอสเซมบลีร่วมกับภาษาซีจะใส่ไว้ภายใต้เครื่องหมาย "_asm" และ "_endasm"

การใส่ลาเบล จะต้องใช้ลาเบลในรูปแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งทุก ๆ ลาเบลที่กำหนดใน In-line Assembler Code จะต้องมีรูปแบบเป็น nnnnn$ โดยที่ nnnnn เป็นจำนวนตั้งแต่ 00001$ - 00099$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 100 (นั่นคือ ในหนึ่งฟังก์ชันสามารถใช้ in-line assembler label ได้เพียง 100 ลาเบลเท่านั้น) โดยมีข้อกำหนดในการเขียนภาษาแอสเซมบลีว่า แต่ละคำสั่งภาษาแอสเซมบลี (รวมทั้งลาเบลด้วย) จะต้องอยู่คนละบรรทัดกันดังในตัวอย่างข้างล่าง

```
_asm
    mov     b,#10
00001$:
    djnz    b,00001$
_endasm;
```

การส่งค่าพารามิเตอร์ให้กับ In-line Assembler ใน SDCC นั้นสามารถทำได้โดยใส่เครื่องหมายขีดใต้ (Underline หรือ _) ให้กับตัวแปรที่ประกาศเป็นแบบ Global ดังนี้ (การกำหนดตัวแปรจำเป็นจะต้องใช้ชนิดของหน่วยความจำให้ถูกต้องด้วย)

นอกจากนี้ SDCC ยังอนุญาตให้ผ่านค่าพารามิเตอร์ด้านอินพุตทางรีจิสเตอร์ DPL, DPH, B, A ตามลำดับของพารามิเตอร์ขนาด 8, 16 และ 32 บิต สำหรับในตัวอย่างต่อไปนี้จะ return ค่ากลับมาเป็น

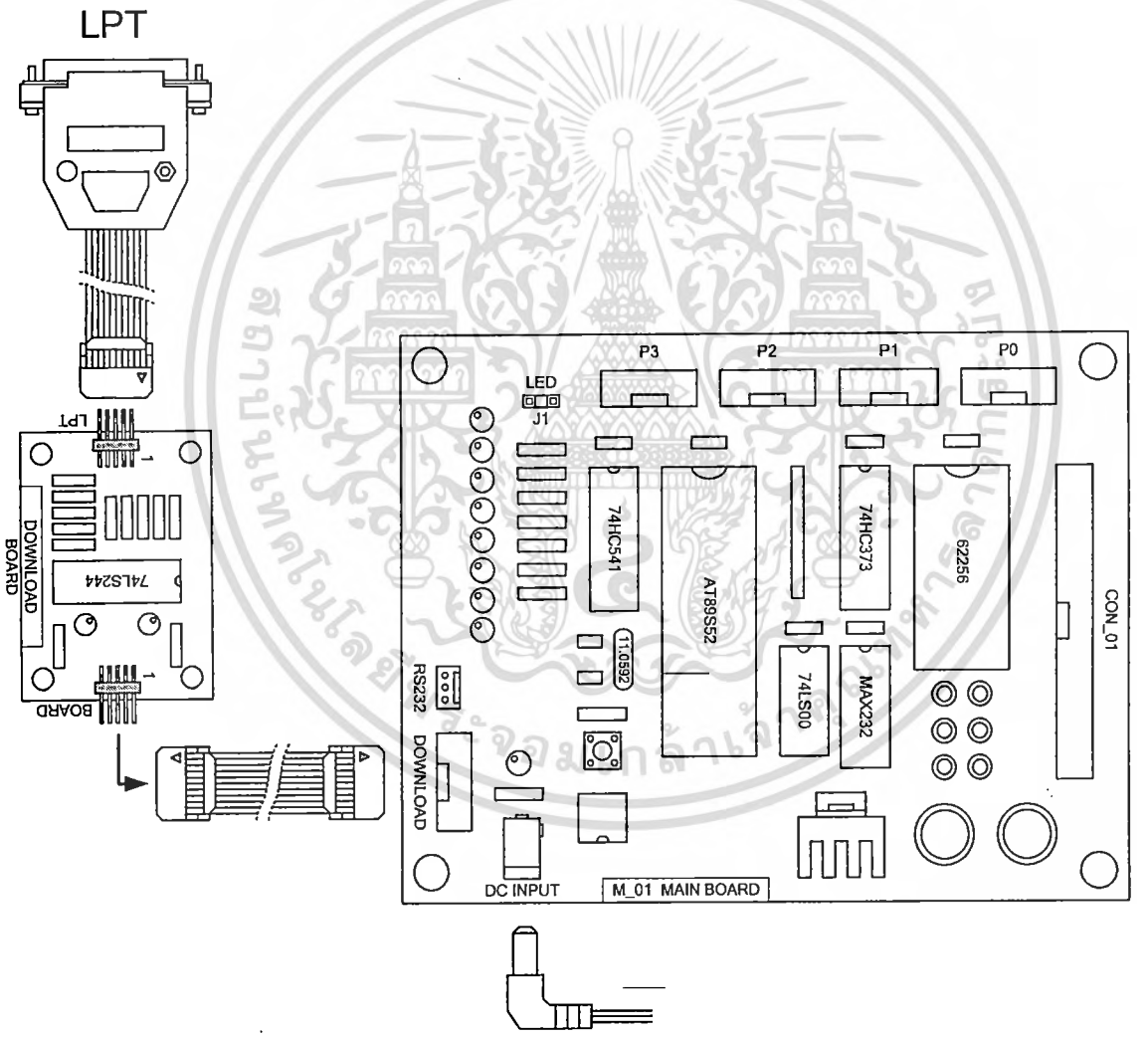
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ void แต่ถ้าเราต้องการส่งค่ากลับก็สามารถใช้รีจิสเตอร์ DPL, DPH, B และ A ในการส่งค่ากลับได้อีกด้วย และโดยปกติแล้วในการเรียกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ตัว SDCC จะคิดว่าฟังก์ชันเหล่านั้นใช้รีจิสเตอร์ R0 – R7 เป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ดังนั้นเมื่อใช้งานฟังก์ชันจึงไม่จำเป็นต้องเก็บค่าของรีจิสเตอร์เหล่านี้ไว้ก่อนการเรียกใช้งาน สำหรับการเข้าถึงตัวแปรแบบโลคอลนั้น SDCC จะไม่อนุญาตให้ใช้งาน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การเขียนโปรแกรมที่ 1

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void delay(int tm);

unsigned char cnt;                    //Global Variable

void main (void)
{
      cnt = 1;
      while (1)
      {
            _asm
                  mov A,_cnt          //Put Underline before variable
                  rl A
                  mov _cnt,A
                  mov P1,_cnt
                  mov R7,#0xff
            00000$:
                  mov R6,#0xff
            00001$:
                  djnz R6,00001$
                  djnz R7,00000$
            _endasm;
      }
}
```

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB04_01.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB04_01.hex ออกมา

5. โปรแกรม LAB04_01.hex ลงบน MCS-51

6. สังเกตุที่ LED ของบอร์ด M_01 MAIN BOARD แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมที่ 2

1. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>
void display (unsigned char tmp);
void delay(int tm);
unsigned char cnt;                    //Global Variable

void main (void)
{
      cnt = 1;
      while (1)
      {
            cnt = (cnt << 1) | (cnt >> 7);
            display (cnt);
            delay (200);
      }
}

void display (unsigned char tmp)
{
      tmp;                        //Use for Prevent Compile Warning
      _asm
            mov A,dpl             //Use tmp Parameter trough dpl Register
            mov P1,A
      _endasm;
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i = 0;i < tm;i++)
            for (j = 0;j < 100;j++);
}
```

2. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB04_02.C

3. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB04_02.hex ออกมา

4. โปรแกรม LAB04_02.hex ลงบน MCS-51

5. สังเกตุที่ LED ของบอร์ด M_01 MAIN BOARD แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 การเขียนโปรแกรมที่ 3

1. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

unsigned char display (unsigned char tmp);
void delay(int tm);
unsigned char cnt;                    //Global Variable

void main (void)
{
      cnt = 1;
      while (1)
      {
            cnt = display (cnt);
            delay (200);
      }
}

unsigned char display (unsigned char tmp)
{
      tmp;
      _asm
            mov A,dpl    //Use tmp Parameter through DPL Register
            mov P1,A
            rl A
            mov dpl,a    //Return Value through DPL Register
      _endasm;
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i = 0;i < tm;i++)
            for (j = 0;j < 100;j++);
}
```

2. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB04_03.C

3. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB04_03.hex ออกมา

4. โปรแกรม LAB04_03.hex ลงบน MCS-51

5. สังเกตุที่ LED ของบอร์ด M_01 MAIN BOARD แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงเขียนธิบายการทำงานของโปรแกรมในการทดลองที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้

2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายนอกในการขยายพอร์ตของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. บอร์ด A_02 7-SEGMENT
4. บอร์ด M_03 OUTPUT
5. สายแพร์
6. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
7. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และหน่วยความจำข้อมูลภายนอก โดยสามารถติดต่อกับหน่วยความจำทั้งสองได้สูงสุดชนิดละ 64 กิโลไบต์ ในการใช้งานอาจจะต่อใช้งานร่วมกัน (สูงสุด 64 กิโลไบต์) หรือแยกใช้งานก็ได้ (สูงสุด 128 กิโลไบต์) ในการที่เราจะต่อ MCS-51 เข้ากับหน่วยความจำนั้น เราจะต้องทราบรายละเอียดของหน่วยความจำที่จะนำมาต่อด้วย และสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อทั้งหมด

สัญญาณติดต่อของหน่วยความจำ

ในหน่วยความจำสามารถแบ่งประเภทของขาสัญญาณได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

ขาสัญญาณไฟเลี้ยง

VCC ใช้ต่อไฟเลี้ยงเข้าวงจร

GND ใช้ต่อกราวน์เข้าวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณกำหนดตำแหน่ง

A0 - An ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ ในหน่วยความจำ แต่ละเบอร์จะมีขนาดของสัญญาณกำหนดตำแหน่งไม่เท่ากัน จำนวนขาของสัญญาณกำหนดตำแหน่ง จะขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำ โดยจำนวนขาของสัญญาณกำหนดตำแหน่งสามารถหาได้จากสูตร 2^n = ขนาดของหน่วยความจำ โดยที่ n เป็นจำนวนขาของสัญญาณกำหนดตำแหน่ง

ขาสัญญาณข้อมูล

D0 - D7 มีขาสัญญาณรวม 8 เส้น สามารถรับ/ส่งข้อมูลได้ครั้งละ 8 บิต ทำหน้าที่เป็นช่องทางในการนำข้อมูลออกหรือนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ

ขาสัญญาณควบคุม ใช้ในการควบคุมการทำงานของหน่วยความจำในการส่งข้อมูลออกหรือนำข้อมูลเข้า

$\overline{CE}$ **(Chip Enable)** เป็นขาสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกำหนดการทำงานของหน่วยความจำว่าให้ทำงานหรือไม่ให้ทำงาน ถ้าขานี้ได้รับสัญญาณทำให้แอกทีฟจะยอมให้หน่วยความจำทำงานสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ และถ้าขานี้ไม่ได้รับสัญญาณให้แอกทีฟ หน่วยความจำจะไม่มีการทำงานใด (ในบางครั้งขานี้ถูกเรียกว่าขา Chip Select : CS)

$\overline{OE}$ **(Output Enable)** เป็นขาสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกำหนดให้มีการส่งข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำในตำแหน่งที่ตรงกับสัญญาณในบัสตำแหน่ง ออกไปสู่บัสข้อมูล

$\overline{WE}$ **(Write Enable)** เป็นขาสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกำหนดให้มีการนำข้อมูลที่อยู่ในบัสข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ล่วงหน้าโดยบัสตำแหน่ง

ขาสัญญาณควบคุมของ MCS-51

สัญญาณ $\overline{EA}$ (External Access) ใช้กำหนดว่าจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ซึ่งหากจะเป็นระดับลอจิกต่ำจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นลอจิกสูงจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน สิ่งที่ควรสังเกต คือ เมื่อเราเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน และมีการใช้งานหน่วยความจำในตำแหน่งที่สูงเกินค่าสูงสุดของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอ่านคำสั่งหรือข้อมูลตำแหน่งที่สูงเกินกว่าค่าสูงสุดมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ ALE (Address Latch Enable) ใช้ควบคุมการแลตช์ค่าตำแหน่งไบต์ต่ำ

สัญญาณ P0.0 - P0.7 ใช้กำหนดตำแหน่งไบต์ต่ำ (A0-A7) ของหน่วยความจำและใช้เป็นบัสข้อมูล

สัญญาณ P2.0 - P2.7 ใช้กำหนดตำแหน่งไบต์สูง (A8-A15) ของหน่วยความจำ

สัญญาณ $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Strobe Enable) ใช้ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก จะแอกทีฟที่ระดับลอจิกต่ำ เมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่ทำงาน

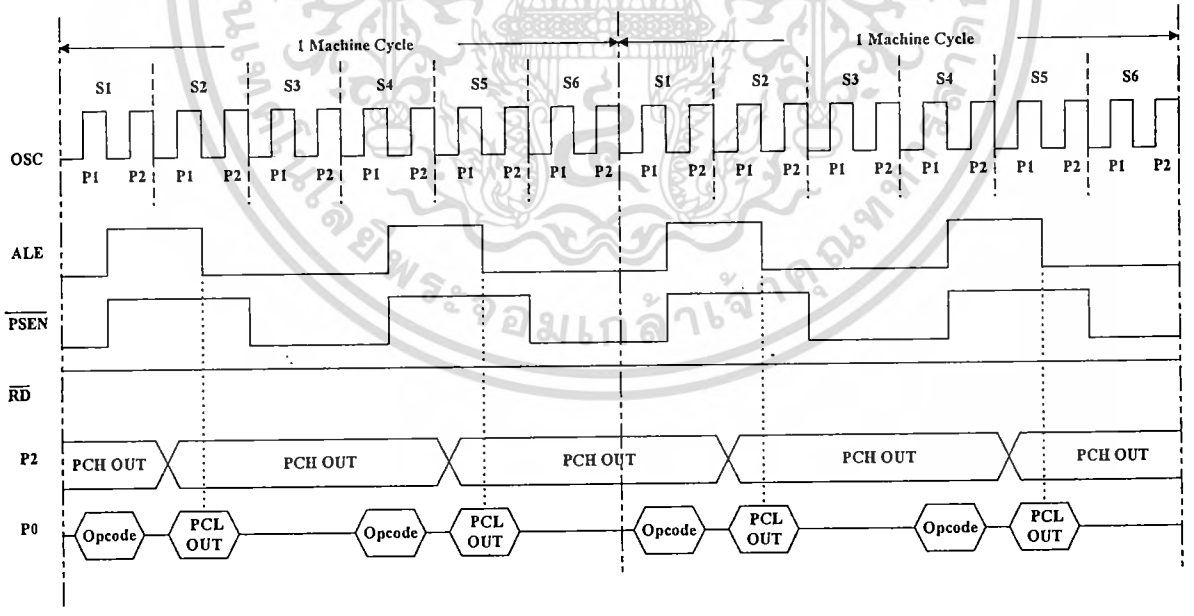
สัญญาณ P3.6 ($\overline{\text{WR}}$) ใช้ควบคุมการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

สัญญาณ P3.7 ($\overline{\text{RD}}$) ใช้ควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

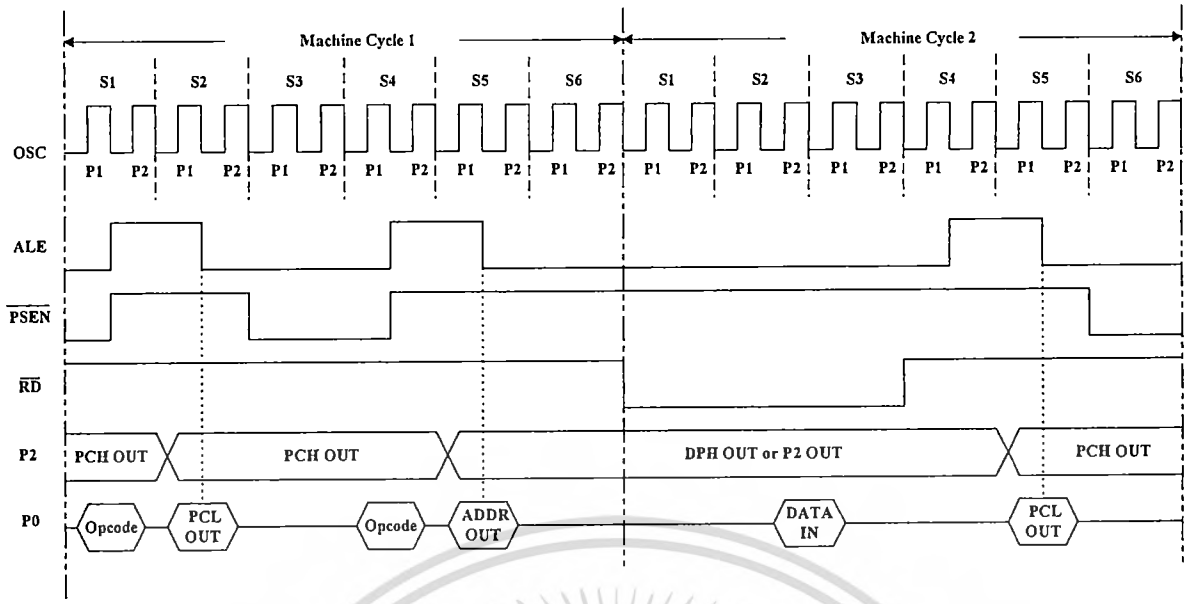
หน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS-51 สามารถอ่านและเขียนได้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS-51 จะส่งขาสัญญาณกำหนดตำแหน่งออกไปทางพอร์ต 0 และพอร์ต 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไป Latch ตำแหน่ง 8 บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา $\overline{\text{RD}}$ หรือ P3.7 และขา $\overline{\text{WR}}$ หรือ P3.6 ตามลำดับ

แผนผังทางเวลาในขณะที่ไม่มีการอ่านและเขียนแสดงไว้ดังรูปที่ 5.1 และแผนผังทางเวลาของการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 และ 5.3

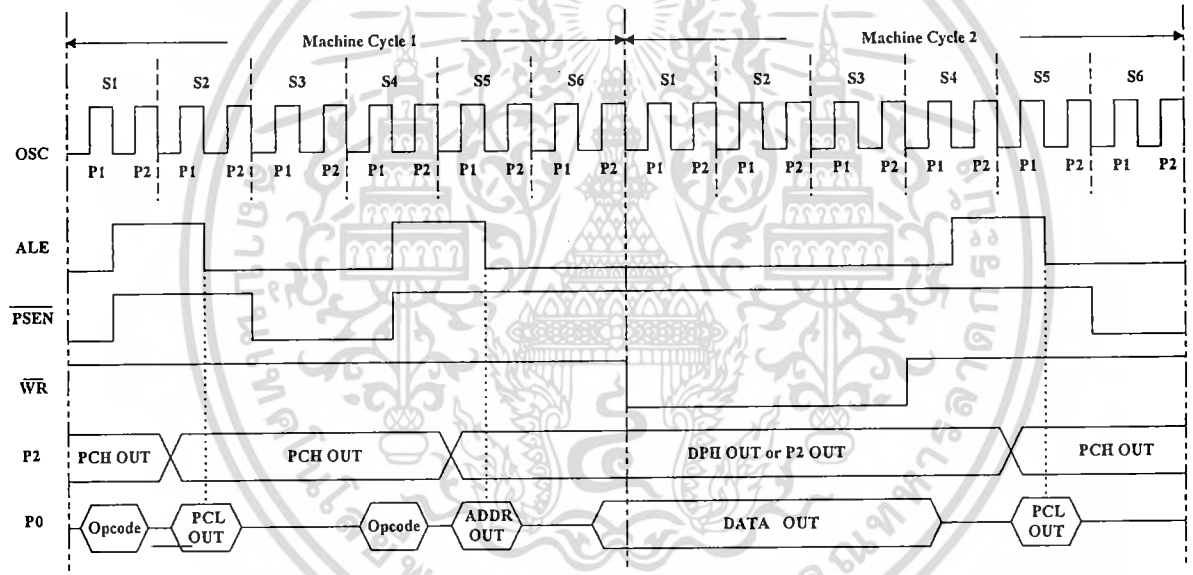


รูปที่ 5.1 แผนผังเวลาในขณะไม่ได้มีการอ่านเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แผนผังเวลาในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก



รูปที่ 5.3 แผนผังเวลาในการเขียนข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

จากรูปที่ 5.2 ช่วงเวลาการอ่านข้อมูลจะขึ้นอยู่กับขาสัญญาณ $\overline{RD}$ เนื่องจากตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอกมีได้ถึง 64 กิโลไบต์ รีจีสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอกจะใช้รีจีสเตอร์ 16 บิต คือ DPTR นอกจากนี้ยังใช้รีจีสเตอร์ 8 บิตได้ 2 ตัวคือ R0 และ R1 ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกจะใช้คำสั่ง MOVX

ถ้าหาก MCS-51 ทำคำสั่ง MOVX A, @DPTR ซึ่งหมายความว่าให้อ่านค่าจากตำแหน่งที่ DPTR ชี้อยู่ มาเก็บไว้ในรีจีสเตอร์ A แผนผังเวลาจะเป็นดังรูปที่ 5.2 โดย Machine Cycle แรกจะเป็นการอ่านค่า Opcode ของโปรแกรมให้รู้ว่าทำคำสั่ง MOVX A,@DPTR ซึ่งในการอ่านค่าจากโปรแกรมจะได้ Opcode เข้ามาและตีความ จากนั้น MCS-51 จะรู้ว่าต้องอ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ DPTR ชี้อยู่ ใน Machine Cycle ต่อไปก็จะนำค่า DPTR ส่งออกเป็นค่า Address โดย DPH จะส่งไปทางพอร์ต 2 และ DPL จะส่งไปทาง

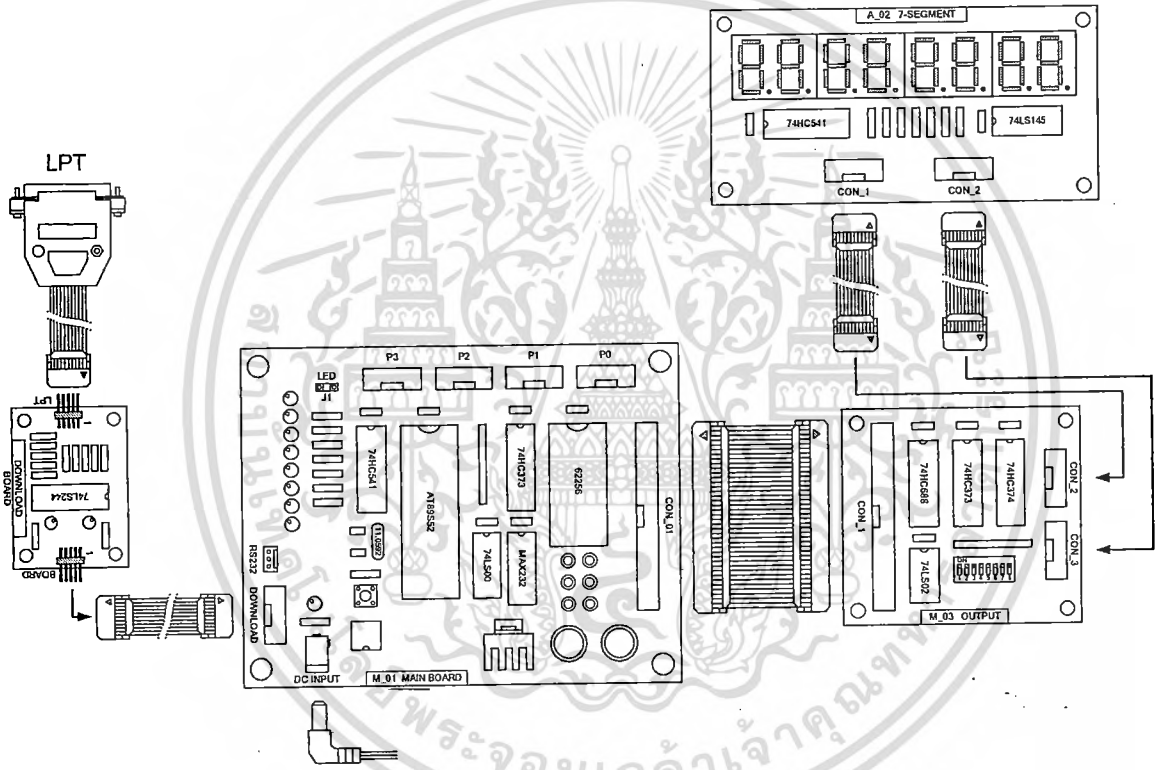
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต 0 จากนั้นขา ALE จะเป็น “0” เพื่อ Latch ข้อมูล Address 8 บิตต่ำ เวลาต่อมาขา $\overline{RD}$ จะเป็น “0” จากนั้นข้อมูลจะถูกอ่านเข้ามาทาง Data Bus ส่วนการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอกก็มีการทำงานเหมือนกันกับการอ่านข้อมูลเข้ามาต่างกันที่ขาสัญญาณที่ใช้งานคือ ขา $\overline{WR}$ แผนผังเวลาการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 5.3

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลอง การเขียนโปรแกรมแสดงผลแบบสแกนโดยใช้พอร์ตที่ขยายเพิ่ม

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 5.4 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void contovram(unsigned long b);
void delay(int tm);
void display(void);

xdata at 0x8000 unsigned char SEG_COL;
xdata at 0x8001 unsigned char SEG_ROW;

unsigned char data_show[] = {0x3f, 0x06, 0x5b, 0x4f, 0x66, 0x6d, 0x7d,
0x07, 0x7f, 0x6f, 0x77, 0x7c, 0x39, 0x5e, 0x79, 0x71, 0x00};
unsigned char vram[8];

void main (void)
{
      unsigned long b;
      b =  0x12345678;
      while (1)
      {
            contovram (b);
            display ();
      }
}

void contovram(unsigned long b)
{
      vram[7] = (b&0x0000000f);
      vram[6] = (b>>4)&0x0000000f;
      vram[5] = (b>>8)&0x0000000f;
      vram[4] = (b>>12)&0x0000000f;
      vram[3] = (b>>16)&0x0000000f;
      vram[2] = (b>>20)&0x0000000f;
      vram[1] = (b>>24)&0x0000000f;
      vram[0] = (b>>28)&0x0000000f;
}

void display(void)
{
      unsigned char i;
      for (i=0;i<8;i++)
      {
            SEG_COL = 0x00;
            SEG_ROW = i;
            SEG_COL = data_show[vram[i]];
            delay(2);
      }
}

void delay(int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB05.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB05.hex ออกมา

5. โปรแกรม LAB05.hex ลงบน MCS-51

6. ปรับดิพสวิตช์เลือกพอร์ตของบอร์ด M_03 OUTPUT เป็น 0x80

7. สังเกตุที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วน ที่บอร์ด A_02 7-SEGMENT แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายหลักการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้

2. จงอธิบายหลักการของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6

การเขียนโปรแกรมควมคุมไทเมอร์ของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการกำหนดค่ารีจิสเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมไทเมอร์ของ MCS-51 ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกขั้นตอนของการใช้งานไทเมอร์ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมใช้งานไทเมอร์ด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

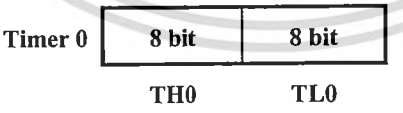
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. สายแพร์
4. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
5. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

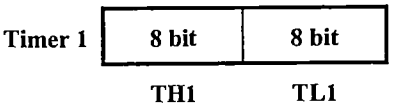
ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

รีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของ 8051

8051 มีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว คือ Timer 0 (T0) และ Timer1 (T1) ซึ่งแต่ละตัวจะสามารถใช้งานได้อย่างอิสระ ภายในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ จะถูกแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ตัว คือ THX และ TLX (X มีค่าเป็น 0 หรือ 1) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 6.1 (ก) รีจิสเตอร์ของไทเมอร์ 0



รูปที่ 6.1 (ข) รีจิสเตอร์ของไทเมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทั้ง 2 ตัวจะถูกควบคุมการทำงานโดยรีจิสเตอร์ TCON (Timer/Counter Control Register) และ TMOD (Timer/Counter Mode Register) โดยรายละเอียดของรีจิสเตอร์แต่ละตัวจะมีดังนี้

รีจิสเตอร์ TCON อยู่ที่แอดเดรส 088H มีรายละเอียดดังนี้ คือ

	7	6	5	4	3	2	1	0
TCON	TR1	TF1	TR0	TF0	IE1	IT1	IE0	IT0

รายละเอียดในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์มีดังนี้คือ

บิตที่	สัญญลักษณ์	รายละเอียด
7	TF1	จะเป็น “1” เมื่อ Timer 1 เกิดโอเวอร์โฟลว์ และจะถูกเคลียร์ให้เป็น “0” เมื่อกลับจากโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ หรือใช้โปรแกรมสั่ง
6	TR1	ถ้าเป็น “1” จะทำให้ Timer 1 นับ และถ้าเป็น “0” Timer 1 จะหยุดนับ
5	TF0	จะเป็น “1” เมื่อ Timer 0 เกิดโอเวอร์โฟลว์ และจะถูกเคลียร์ให้เป็น “0” เมื่อกลับจากโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ หรือใช้โปรแกรมสั่ง
4	TR0	ถ้าเป็น “1” จะทำให้ Timer 0 นับ และถ้าเป็น “0” Timer 0 จะหยุดนับ
3	IE1	ยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกผ่านขา INT1
2	IT1	ใช้ในการควบคุมสัญญาณที่มากระตุ้นที่ขา INT1
1	IE0	ยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกผ่านขา INT0
0	IT0	ใช้ในการควบคุมสัญญาณที่มากระตุ้นที่ขา INT0

และรีจิสเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ใช้กับ Timer คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ TMOD อยู่ที่แอดเดรส 089H ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMOD	gate	C/T	M1	M0	Gate	C/T	M1	M0
	Timer 1				Timer 0			

รายละเอียดในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์มีดังนี้คือ

บิตที่	สัญญลักษณ์	รายละเอียด
7	gate	ถ้าเป็น “1” จะใช้ขา INT1 ควบคุม
6	C/T	ถ้าเป็น “0” จะใช้สัญญาณจากขา OSC ถ้าเป็น “1” จะใช้สัญญาณจากขา T1
5	M1	ใช้ร่วมกับ M0 ในการเลือกโหมดของ Timer 1
4	M0	ใช้ร่วมกับ M1 ในการเลือกโหมดของ Timer 1
3	gate	ถ้าเป็น “1” จะใช้ขา INT0 ควบคุม
2	C/T	ถ้าเป็น “0” จะใช้สัญญาณจากขา OSC ถ้าเป็น “1” จะใช้สัญญาณจากขา T0
1	M1	ใช้ร่วมกับ M0 ในการเลือกโหมดของ Timer 0
0	M0	ใช้ร่วมกับ M1 ในการเลือกโหมดของ Timer 0

สำหรับโหมดของไทเมอร์/เคาน์เตอร์จะมีรายละเอียดตามตารางที่ 6.1

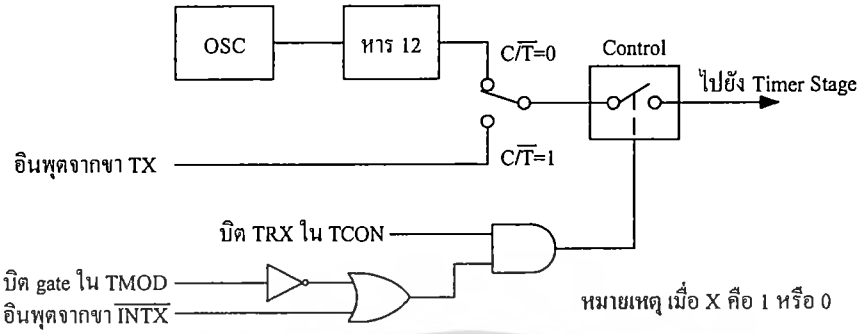
ตารางที่ 6.1 รายละเอียดของการเซ็ตบิต M1 และ M0 ของแต่ละโหมด

M1	M0	โหมด
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

ตัวควบคุมการทำงานให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ให้ทำงานเป็นไทเมอร์หรือเคาน์เตอร์ จะมีโครง-สร้าง ดังรูปที่ 6.2



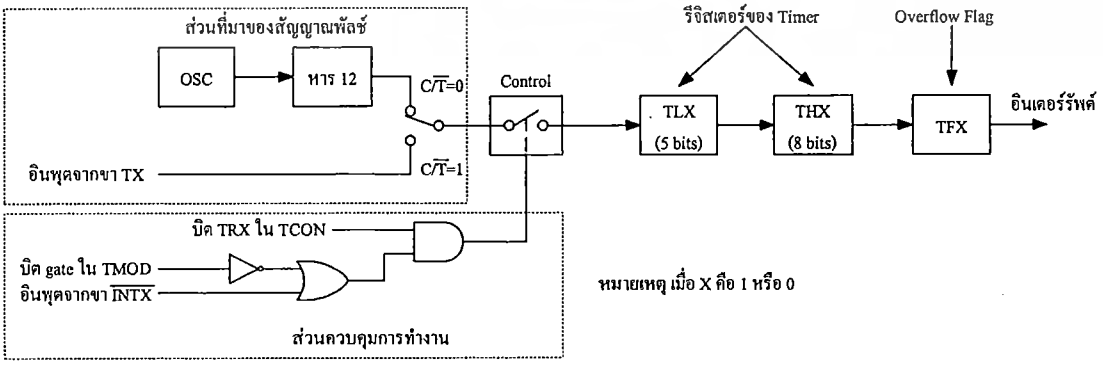
รูปที่ 6.2 โครงสร้างตัวควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

จากรูปที่ 6.2 เมื่อให้ C/T = 0 จะเป็นการให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ทำงานในโหมดของไทเมอร์ โดยจะรับสัญญาณพัลซ์จากภายในตัว 8051 (ได้จากสัญญาณพัลซ์จากออสซิลเลเตอร์หารด้วย 12) แต่ถ้าให้ C/T = 1 จะทำให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทำ-งานในโหมดเคาน์เตอร์ โดยจะรับสัญญาณเข้ามาทางขาอินพุต TX (X = 0 หรือ 1) ส่วนสวิตช์อีกตัวหนึ่งคือ Control จะทำ-หน้าที่ต่อสัญญาณพัลซ์ที่ได้เลือกไว้ไปยังส่วน Timer Stage ซึ่งจะถูกควบคุมโดยแอนด์เกต ซึ่งจะต้องทำการเซ็ตให้อินพุตทั้งสองเป็น 1 จึงจะทำให้สวิตช์ Control ทำงาน (โดยจะต้องให้บิต TRX เป็น 1 และเอาต์พุตของออร์เกตเป็น 1)

โหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์มี 4 โหมด คือ

1. โหมด 0

ในโหมด 0 จะเป็นการใช้งานไทเมอร์ขนาด 13 บิต โดยจะใช้ไทเมอร์ไบต์สูง (THX) ขนาด 8 บิต ต่ออนุกรมกับไทเมอร์ไบต์ต่ำ (TLX) อีก 5 บิต (บิต 0 - บิต 4) รวมเป็น 13 บิต ส่วนบิตที่เหลือของไทเมอร์ไบต์ต่ำจะไม่ถูกนำมาใช้งานดังแสดงในรูปที่ 6.3

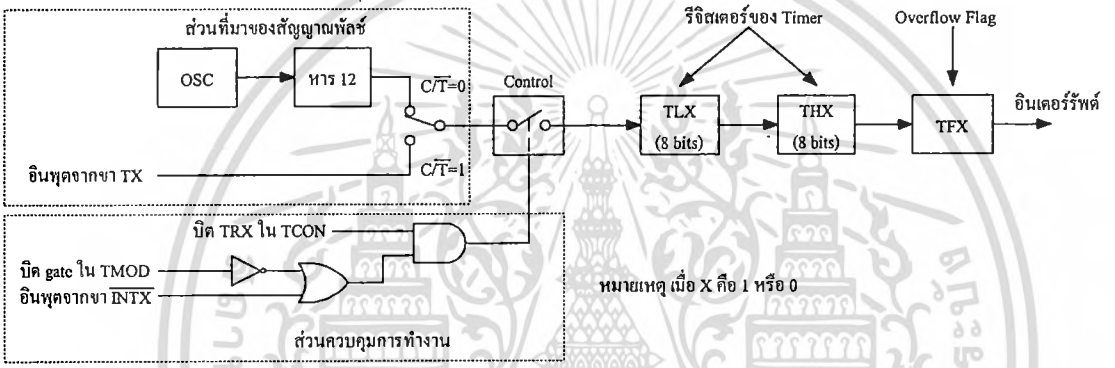


รูปที่ 6.3 Timer Mode 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โหมด 1

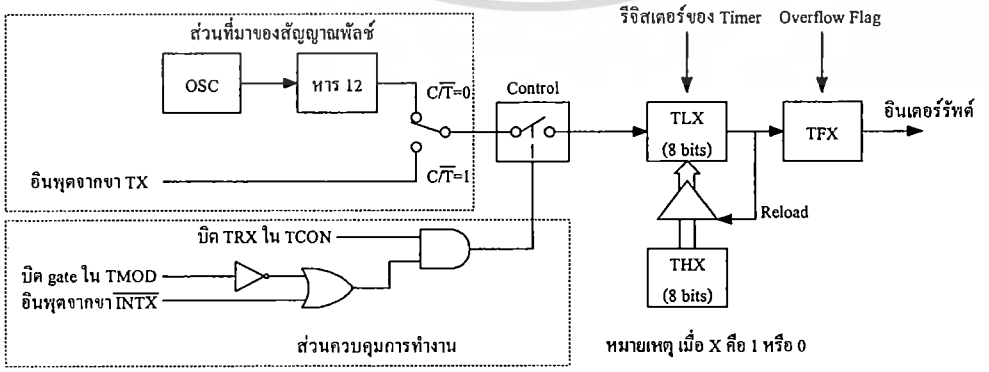
ในโหมด 1 เป็นการใช้งานไทเมอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งจะทำงานเหมือนโหมด 0 (ต่างกันที่โหมด 1 จะใช้ทั้ง16 บิต) สัญญาณนาฬิกาจะป้อนให้รีจิสเตอร์ไทเมอร์ที่เกิดจาก TLX และ THX ต่อกัน เมื่อได้รับสัญญาณนาฬิกา ไทเมอร์จะเริ่มนับจาก 0000H ไปเรื่อยๆ จนถึง FFFFH และเมื่อเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H จะทำให้แฟล็กโอเวอร์โฟลว์เซ็ตและไทเมอร์ก็จะนับต่อไปเรื่อยๆ แฟล็กโอเวอร์โฟลว์ คือ บิต TFX (TF0 เป็นแฟล็กโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 0 และ TF1 เป็นแฟล็กโอ-เวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1) ในรีจิสเตอร์ TCON ซึ่งสามารถเขียนหรืออ่านได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์ ส่วนรีจิสเตอร์ไทเมอร์ (THX และ TLX) ก็สามารถอ่านหรือเขียนได้โดยซอฟต์แวร์เช่นเดียวกัน สำหรับรูปที่ 6.4 จะแสดงโครงสร้างของไทเมอร์โหมด 1



รูปที่ 6.4 Timer Mode 1

3. โหมด 2

ในโหมด 2 จะให้ไทเมอร์ทำงานเป็นแบบ 8 บิต โดยจะใช้ไบต์ต่ำ (TLX) ส่วนไบต์สูงจะใช้เก็บค่าที่ต้องการให้โหลดใหม่เอาไว้ เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์ขึ้น (โอเวอร์โฟลว์จะเกิดขึ้นเมื่อ การนับเปลี่ยนจาก FFH เป็น 00H) แฟล็กของไท-เมอร์จะเซ็ต และค่าใน THX จะถูกโหลดเข้าไปเก็บไว้ใน TLX อัตโนมัติ สำหรับรูปที่ 6.5 เป็นโครงสร้างของไทเมอร์โหมด 2

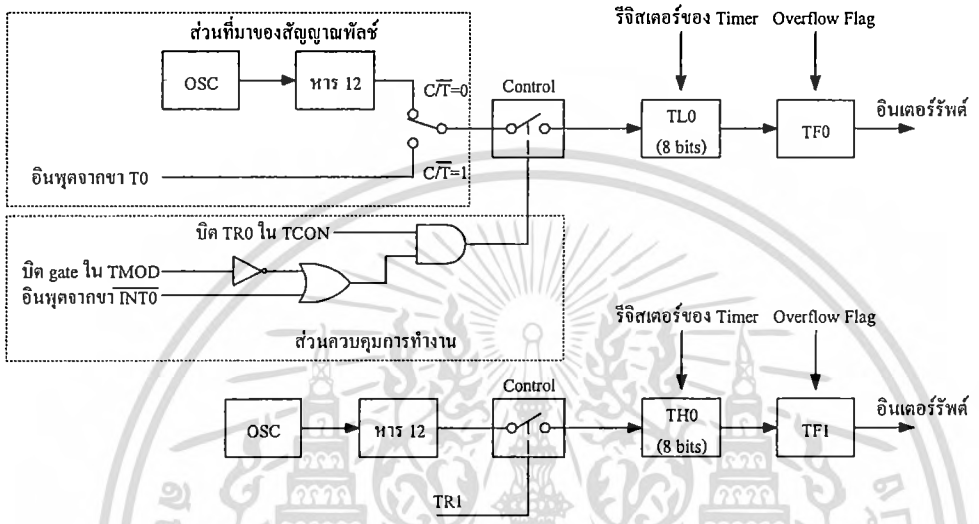


รูปที่ 6.5 Timer Mode 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โหมด 3

ในโหมด 3 จะเป็นการแยกไทเมอร์ให้เป็นอิสระจากกัน โดยในโหมด 3 นี้ ไทเมอร์ 0 จะถูกแยกเป็นไทเมอร์ขนาด 8 บิต 2 ชุด คือ TL0 และ TH0 ไทเมอร์ทั้ง 2 ชุดจะทำงานแยกจากกันโดยอิสระ โดยแฟล็ก TF0 จะเซ็ตเมื่อ TL0 เกิดการโอ-เวอร์โฟลว์ ส่วนแฟล็ก TF1 จะเซ็ตเมื่อ TH0 เกิดการโอเวอร์โฟลว์ สำหรับรูปที่ 6.6 แสดงโครงสร้างของไทเมอร์โหมด 3



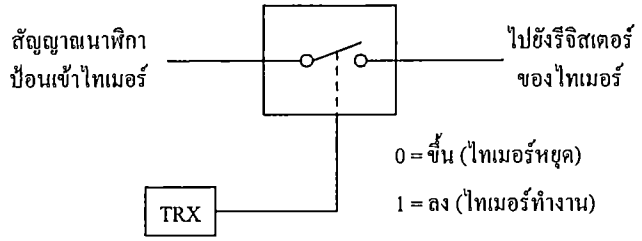
รูปที่ 6.6 Timer Mode 3

หมายเหตุ โหมด 3 นี้ ไทเมอร์ 1 จะหยุดทำงานแต่ยังสามารถใช้งานได้โดยสั่งให้ทำงานในโหมดอื่น แต่แฟล็กโอเวอร์-โฟลว์ของไทเมอร์ 1 จะไม่มีผลต่อไทเมอร์ 1 เมื่อเกิดการโอเวอร์โฟลว์ขึ้น (เนื่องจากเมื่ออยู่ในโหมด 3 แฟล็กโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 จะต่ออยู่กับ TH0) การใช้งานแบบนี้จะเหมือนกับมีไทเมอร์ขนาด 8 บิต ให้ใช้งานถึง 3 ชุด โดยจะใช้งานไท-เมอร์ 0 ในโหมด 3 ทำงานส่วนที่ต้องการ ส่วนไทเมอร์ 1 อาจใช้เป็นตัวกำเนิดอัตราบอด (Baud Rate Generator) ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมได้ หรือจะใช้งานอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอินเตอร์รัพต์ก็ได้

การควบคุมไทเมอร์

ไทเมอร์สามารถทำงานได้หลายแบบ แต่แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกานั้น ได้มาจาก 2 แหล่ง คือ สัญญาณจากออสซิลเลเตอร์หารด้วย 12 และ แหล่งที่สองได้จากการป้อนผ่านขา T0 และ T1 สำหรับการควบคุมให้ไทเมอร์ทำงานนั้นวิธีที่ง่ายที่สุด คือ การควบคุมที่บิต TRX ในรีจิสเตอร์ TCON ซึ่งบิต TRX จะถูกเคลียร์หลังจากรีเซ็ต นั่นคือไทเมอร์จะหยุดทำ-งานนั่นเอง ดังนั้นเมื่อเซ็ตบิต TRX ไทเมอร์จะเริ่มทำงาน ดังรูปที่ 6.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 การควบคุมให้ไทเมอร์ทำงานหรือหยุดทำงาน

การเซ็ตบิต TRX ในรีจิสเตอร์ TCON นั้น สามารถทำได้ง่าย เพราะสามารถอ้างถึงในระดับบิตได้ เช่น

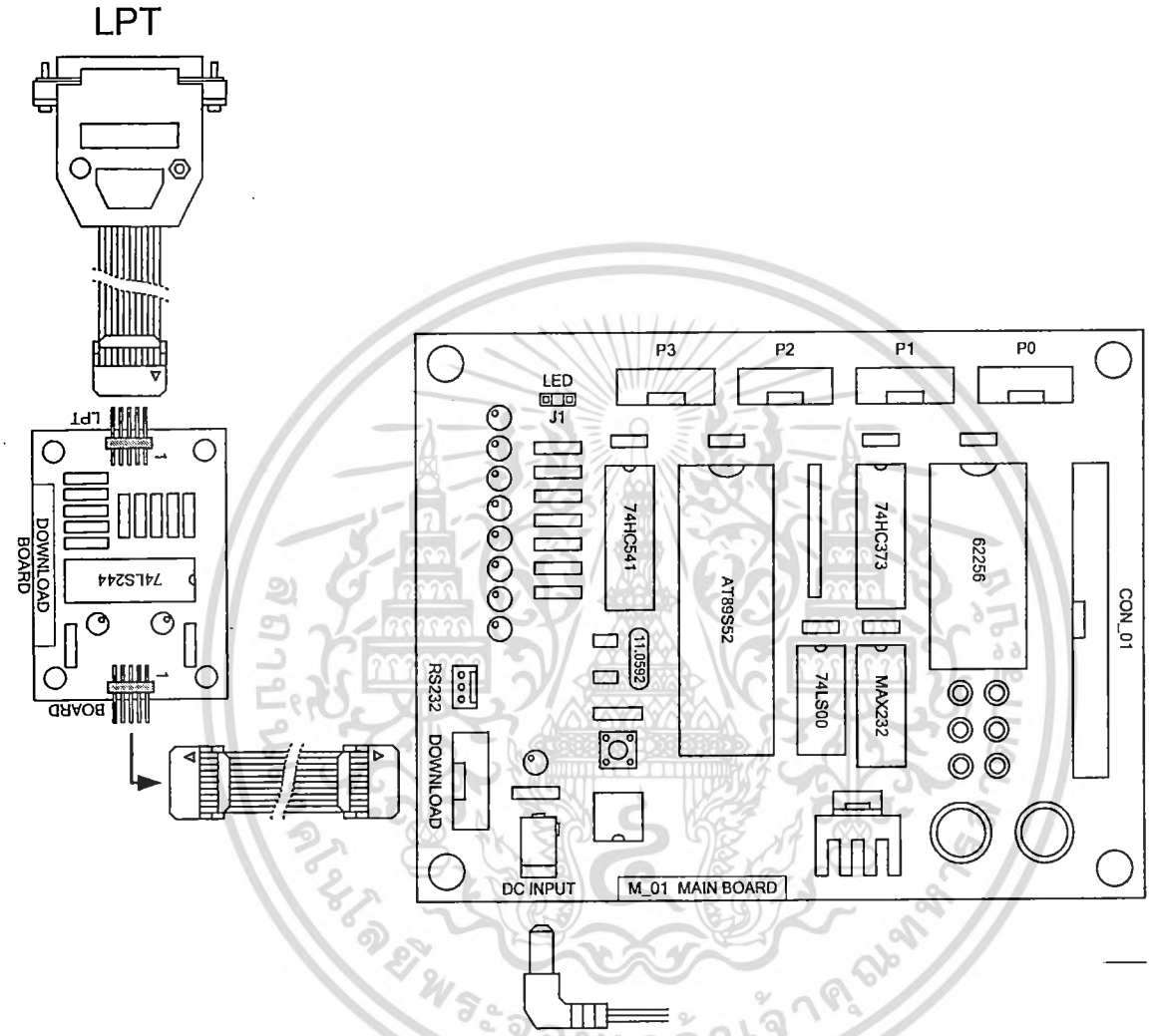
```
TR0=1;          // เมื่อต้องการให้ไทเมอร์ 0 ทำงาน
TR0=0;          // เมื่อต้องการให้ไทเมอร์ 0 หยุดทำงาน
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลอง การเขียนโปรแกรมใช้งานไทเมอร์

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 6.8 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void delay (unsigned int cnt)
{
   unsigned int i;
   i = 0;
   while (i <= cnt)
   {
    if (TF1==1)
    {
      TF1 = 0;
      i++;
      TH1 = 0x00;
      TL1 = 0x00;
    }
   }
}

void main (void)
{
 TMOD = 0x10;
 TH1 = 0x00;
 TL1 = 0x00;
 TR1 = 1;
 while (1)
 {
      P1 = ~P1;
      delay(2);
  }
}
```

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB06.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB06.hex ออกมา

5. โปรแกรม LAB06.hex ลงบน MCS-51

6. บันทึกผลการทดลองที่ปรากฏบน LED บนบอร์ด M_01 MAIN BOARD

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายขั้นตอนของการกำหนดรีจิสเตอร์เพื่อใช้ไทเมอร์
2. จงเขียนโปรแกรมไฟวิ่งทีละดวงจากบิตต่ำไปยังบิตสูงโดยใช้ไทเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7

การเขียนโปรแกรมควมคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการกำหนดค่ารีจิสเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกขั้นตอนของการใช้งานพอร์ตอนุกรมได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตอนุกรมด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

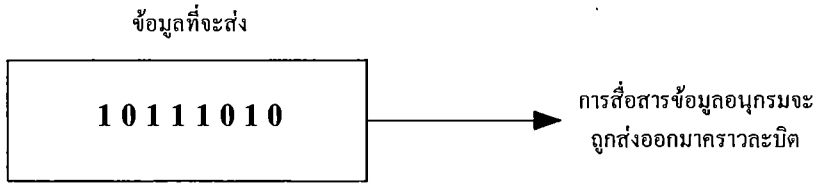
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. สายเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
4. สายแพร์
5. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
6. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a และ Hyper Terminal

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

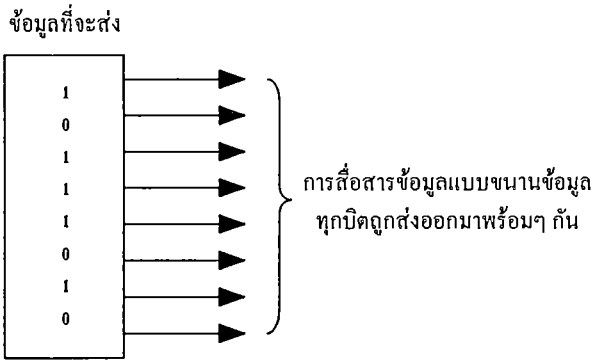
การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เป็นการรับและส่งข้อมูลคราวละ 1 บิต เป็นลำดับจนสิ้นสุดกลุ่มข้อมูล การสื่อสารแบบนี้แตกต่างจากการสื่อสารแบบขนาน เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบขนานจะโอน ย้ายข้อมูลพร้อมกัน จึงต้องใช้จำนวนเส้นของสัญญาณมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วย ในขณะที่การสื่อสารแบบอนุกรม ต้องการเส้นสัญญาณเพียง 2 หรือ 3 เส้นเท่านั้น ดังนั้นการสื่อสารแบบขนานจึงไม่เหมาะในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นระยะทางไกลๆ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 (ก) การส่งข้อมูลแบบอนุกรม จำนวน 8 บิต จะส่งทีละบิตจนครบ 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1 (ข) การส่งข้อมูลแบบขนาน จำนวน 8 บิต จะส่งทีละ 8 บิต หรือ 1 ไบต์

จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารแบบอนุกรม เป็นการรับส่งข้อมูลเป็นกลุ่มของบิตข้อมูล (Bit Steam) ทีละบิต ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงความเร็วในการรับส่งข้อมูลเป็นอันดับแรก โดยทั่วไปความเร็วจะระบุกันในหน่วยที่เรียกว่า ***อัตราบอด (Baud Rate)*** คือ เป็นหน่วยของจำนวนบิตข้อมูลภายในเวลาหนึ่งวินาที ตามค่ามาตรฐานเหล่านี้ เช่น 110,150,300,1200,2400,4800 และ 9600 เป็นต้น

รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม

วิธีการที่จะทำให้ข้อมูลในการสื่อสารอนุกรมถูกต้องมากยิ่งขึ้นนั้น จะใช้วิธีการเพิ่มบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริง คือ

บิตเริ่มต้น (Start Bit)

มีหน้าที่สำหรับบอกให้ฮาร์ดแวร์ทราบว่า ถึงตำแหน่งเริ่มต้นของบิตข้อมูลกลุ่มใหม่แล้ว เพื่อที่จะปรับจังหวะของสัญญาณรับข้อมูลให้ตรงกัน ดังนั้นบิตเริ่มต้นนี้ จึงถูกเพิ่มเข้าไปก่อนมีการส่งข้อมูลจริง โดยทั่วไปแล้วค่าของบิตเริ่มต้นมักจะมีระดับลอจิกตรงข้ามกับระดับลอจิกของสายส่งข้อมูลเมื่อไม่มีการส่งข้อมูล (Idle State) ตัวอย่างเช่น หากสภาวะของสายเมื่อไม่มีการส่งข้อมูลเป็นลอจิกสูง บิตเริ่มต้นก็จะเป็นลอจิกต่ำ เป็นต้น

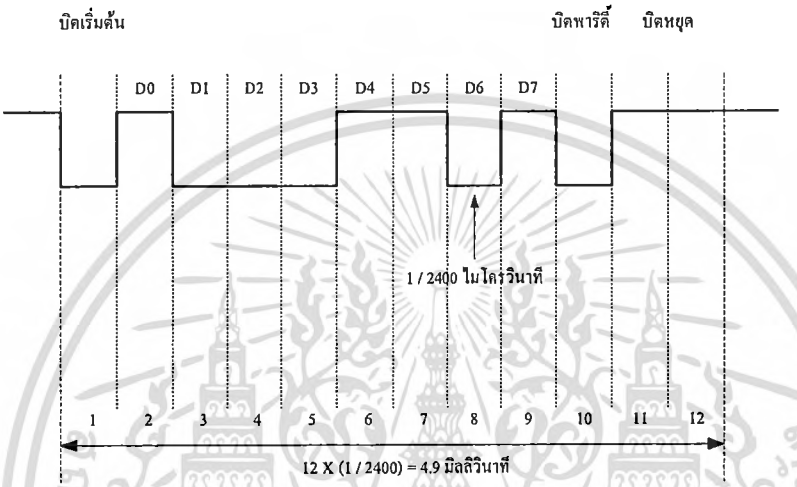
บิตพาริตี้ (Parity Bit)

มีหน้าที่เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล โดยจะนำไปต่อท้ายบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของบิตข้อมูลที่เป็น 1 ซึ่งพาริตี้นี้จะเป็นได้ 2 ลักษณะ คือ ***พาริตี้คู่ (Even Parity) และ พาริตี้คี่ (Odd Parity)*** ตัวอย่าง เช่น ระบบที่เป็นพาริตี้คู่ จะนำบิตข้อมูลที่เป็น 1 มาพิจารณาว่าเป็นคู่หรือไม่ ถ้าเป็นคู่บิตพาริตี้จะเป็น 0 และ ถ้าเป็นคี่พาริตี้จะเป็น 1 ส่วนทางด้านรับ จะตรวจสอบจำนวนบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ทั้งหมด รวมทั้งพาริตี้ด้วย ถ้ามีจำนวนเป็นคู่ แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง ถ้าหากเป็นคี่แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตหยุด (Stop Bit)

บิตหยุด เป็นบิตที่เพิ่มเข้าไปเพื่อบอกขอบเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล บิตหยุดนี้จะมีมากกว่า 1 บิตก็ได้ คือ 1 บิต, 1 บิต ครึ่ง และ 2 บิต ดังนั้นในกรณีของการส่งข้อมูล 8 บิต ที่เพิ่มเติมเข้าไปโดยสมบูรณ์ คือ บิตเริ่มต้น บิตพาริตี้ และ บิตหยุด รวมทั้งสิ้นจะเป็น 12 บิต ดังผังเวลาในรูปที่ 7.2 ตัวอย่างเช่น หากข้อมูลส่งออกไปด้วยอัตราบอด 2400 เวลารวมในการส่งข้อมูล 1 ไบต์ จะมีค่าเป็น 12 X 416 ไมโครวินาที เท่ากับ 4.99 มิลลิวินาที เป็นต้น



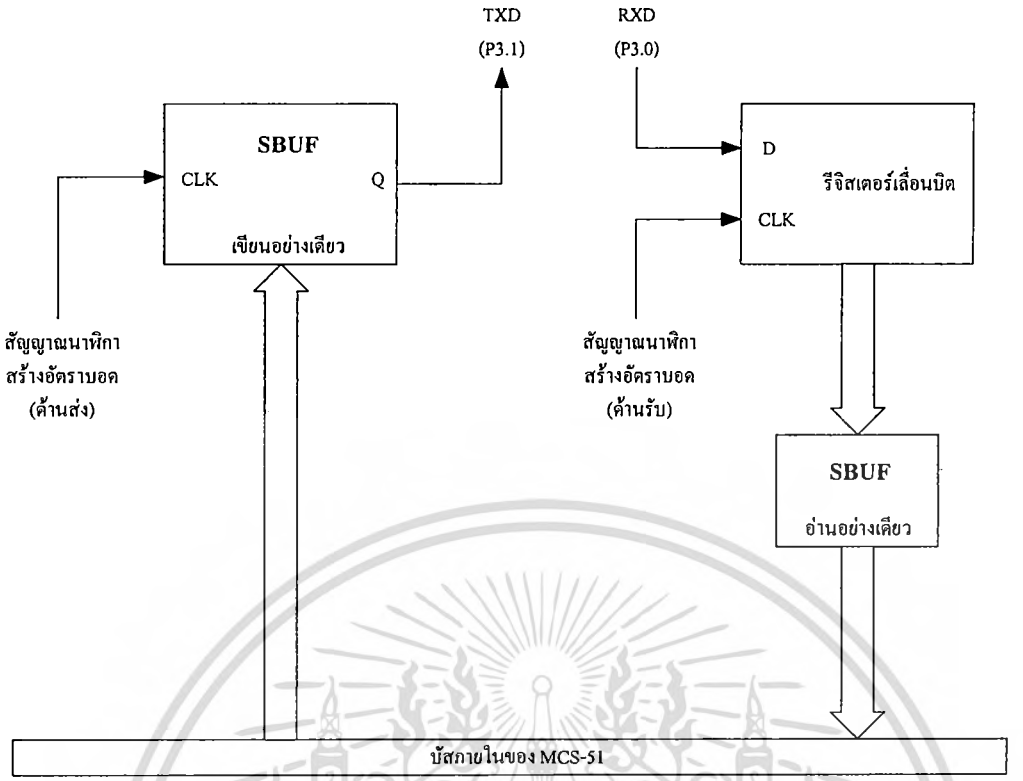
รูปที่ 7.2 ผังเวลาของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมจำนวน 8 บิต พร้อมกับบิตเริ่มต้น,บิตพาริตี้ และบิตหยุด

การรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51

MCS-51 มีพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ที่สามารถสั่งให้ทำงานได้หลายโหมด (Mode) อยู่ภายในชิป (Chip) ซึ่งการทำงานจะเป็น ***แบบฟูลดูเพลกซ์ (Full Duplex หมายถึงสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในช่วงเวลาเดียวกัน)*** ในการทำงานจะมีรีจิสเตอร์ (Register) ที่ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล ซึ่งจะนำตัวอักษรที่รับได้มาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ (Buffer) ในขณะที่กำลังรับตัวอักษรตัวที่สอง ด้วยเหตุนี้ถ้าให้ ซีพียู (Central Processing Unit) อ่านตัวอักษรตัวแรกออกไป ก่อนที่จะรับตัวอักษรตัวที่สองเสร็จ ข้อมูลก็จะไม่สูญหาย ส่วนบัฟเฟอร์อีกตัวหนึ่งจะใช้สำหรับเก็บข้อมูลก่อนที่จะส่งออกไป ***บัฟเฟอร์ทั้งทางด้านรับและด้านส่งนี้จะใช้ชื่อเดียวกัน คือ รีจิสเตอร์ SBUF (SBUF:Serial Port Buffer)*** ซึ่งจะอยู่ที่แอดเดรส (Address) 099H ในหน่วยความจำภายใน

รูปที่ 7.3 แสดงโครงสร้างทางกายภาพของรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งจะเห็นว่ารีจิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวจะอยู่ที่แอดเดรสเดียวกัน ซึ่งรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งจะสามารถเขียนได้อย่างเดียว ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จะส่งออกไปภายนอก ส่วนรีจิสเตอร์อีกตัวหนึ่งจะสามารถอ่านได้อย่างเดียว ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่รับได้ทางพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.3 บล็อกไดอะแกรมของพอร์ตอนุกรม

รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม

รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมพอร์ตอนุกรมมี 2 ตัวคือ รีจิสเตอร์ SCON และ PCON รีจิสเตอร์ SCON จะใช้สำหรับควบคุมรูปแบบของการรับส่งข้อมูล (Data formatted) ส่วนรีจิสเตอร์ PCON จะใช้สำหรับควบคุมอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูล (Data rate) ส่วนขา RXD (P3.0) และขา TXD (P3.1) จะเป็นขาที่ใช้ต่อกับวงจรภายนอกสำหรับรับหรือส่งข้อมูล ส่วนรายละเอียดของรีจิสเตอร์ SCON และ PCON มีรายละเอียดดังนี้ คือ

รีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) อยู่ในหน่วยความจำที่แอดเดรส 098H

	7	6	5	4	3	2	1	0	Bit
SCON	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	

รีจิสเตอร์ SCON มีรายละเอียดดังนี้ คือ

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
7	SM0	กำหนดโหมดของพอร์ตอนุกรม
6	SM1	กำหนดโหมดของพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 การกำหนดโหมดของพอร์ตอนุกรม

โหมด	SM0	SM1	รายละเอียด
0	0	0	รีจิสเตอร์เลื่อนบิต (Shift Register); มีอัตราส่ง = f / 12
1	0	1	UART ชนิด 8 บิต; มีอัตราส่ง = เปลี่ยนแปลงได้
2	1	0	UART ชนิด 9 บิต; มีอัตราส่ง = f / 32 หรือ f / 64
3	1	1	UART ชนิด 9 บิต; มีอัตราส่ง = เปลี่ยนแปลงได้

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
5	SM2	ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ ในกรณีที่ SM2 = 0 บิต RI จะเป็นไปตามที่ได้อธิบายในบิต RI แต่ถ้าบิต SM2 = 1 จะเป็นดังนี้ ***โหมด 2 และ 3*** บิต RI จะเป็น 1 เมื่อบิตที่ 9 ที่รับเข้ามามีค่าเป็น 1 แต่ถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น 0 บิต RI จะถูกเคลียร์ ***โหมด 1*** บิต RI จะเป็น 1 เมื่อ Stop bit ที่เข้ามายังพอร์ตอนุกรมถูกต้อง แต่ถ้า Stop bit ไม่เข้ามายังพอร์ตอนุกรม ซึ่งเกิดจากปัญหาในการส่งข้อมูล จะทำให้บิต RI มีค่าเป็น 0 ***โหมด 0*** บิตนี้จะถูกเคลียร์เป็น 0 เสมอ
4	REN	บิตที่กำหนดให้ทำการรับข้อมูลเข้ามาจากพอร์ตอนุกรม ถ้าบิตนี้เป็น 1 ก็จะรับข้อมูลเข้ามา แต่ถ้าบิตนี้เป็น 0 ก็จะไม่รับข้อมูลที่ขา RXD เข้ามา การทำให้บิตนี้เป็น 1 หรือ 0 ทำได้โดยใช้คำสั่ง SETB bit หรือ CLR bit (บิตนี้อยู่ที่แอดเดรส 9CH)
3	TB8	การส่งข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 2 และ 3 จะใช้บิตนี้เก็บข้อมูลบิตที่ 8 ส่วนโหมดอื่นจะไม่ใช้งานในบิตนี้การกำหนดค่าให้กับบิตนี้ทำได้โดยใช้คำสั่ง SETB bit หรือ CLR bit (บิตนี้อยู่ที่ตำแหน่ง 9BH)
2	RB8	การรับข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 2 และ 3 จะใช้บิตนี้เก็บข้อมูลบิตที่ 8 ส่วนในโหมด 1 นั้น บิตนี้จะเก็บ Stop Bit และจะไม่ใช้งานบิตนี้ในโหมด 0 (บิตนี้อยู่ที่ตำแหน่ง 9AH)
1	TI	แฟลกของการอินเตอร์รัพท์เมื่อส่งข้อมูล จะถูกกำหนดโดยฮาร์ดแวร์ ในโหมด 0 จะถูกเซ็ตให้เป็น 1 เมื่อส่งข้อมูลในรีจิสเตอร์ SBUF ออกไปครบทั้ง 8 บิตเรียบร้อยแล้ว ส่วนในโหมดอื่นจะถูกเซ็ตให้เป็น 1 เมื่อเริ่มส่ง Stop bit การเคลียร์บิตนี้ สามารถทำได้ โดยใช้คำสั่ง CLR bit (บิตนี้อยู่ที่แอดเดรส 99H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
0	RI	แฟล็กของการอินเตอร์รัพท์เมื่อรับข้อมูล จะถูกกำหนดโดยฮาร์ดแวร์ ในโหมด 0 จะถูกเซ็ตให้เป็น 1 หลังจากรับข้อมูลครบทั้ง 8 บิต เรียบร้อยแล้ว ส่วนในโหมดอื่นจะถูกเซ็ตให้เป็น 1 เมื่อรับ Stop bit เข้ามาครึ่งหนึ่ง การเคลียร์บิตนี้สามารถทำได้ โดยใช้คำสั่ง CLR bit (บิตนี้อยู่ที่แอดเดรส 98H)

หมายเหตุ *การอ้างตำแหน่งบิตของรีจิสเตอร์นี้สามารถอ้างได้โดยใช้ SCON.0 ถึง SCON.7*

รีจิสเตอร์ PCON (Power Control Register) อยู่ในหน่วยความจำที่แอดเดรส 087H

	7	6	5	4	3	2	1	0	Bit
PCON	SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL	

รายละเอียดของรีจิสเตอร์ PCON มีดังนี้ คือ

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
7	SMOD	เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดอัตราการรับ-ส่งข้อมูล (Baud Rate) ของพอร์ตอนุกรม ในโหมด 1 และ 3 จะสามารถกำหนดอัตราการส่งข้อมูลได้ ตามอัตราการเกิด Overflow ในไทเมอร์ 1 ซึ่งถ้าบิตนี้เป็น 1 จะทำให้อัตราการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น 2 เท่า
6-4	-	ไม่ใช้งาน
3-2	GF0, GF1	แฟลกใช้งานทั่วไป (General Purpose Flag Bit) ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมใดๆ ทั้งสิ้น สามารถกำหนดได้โดยผู้ใช้โปรแกรม
1	PD	ถ้าบิตนี้ถูกเซ็ทให้เป็น 1 จะเข้าสู่การทำงานใน Power Down Mode ทันที
0	IDL	ถ้าบิตนี้ถูกเซ็ทให้เป็น 1 แล้ว 8051 จะเข้าสู่การทำงานใน Idle Mode ทันที

หมายเหตุ *รีจิสเตอร์ PCON ไม่สามารถอ้างอิงแอดเดรสแบบบิตได้*

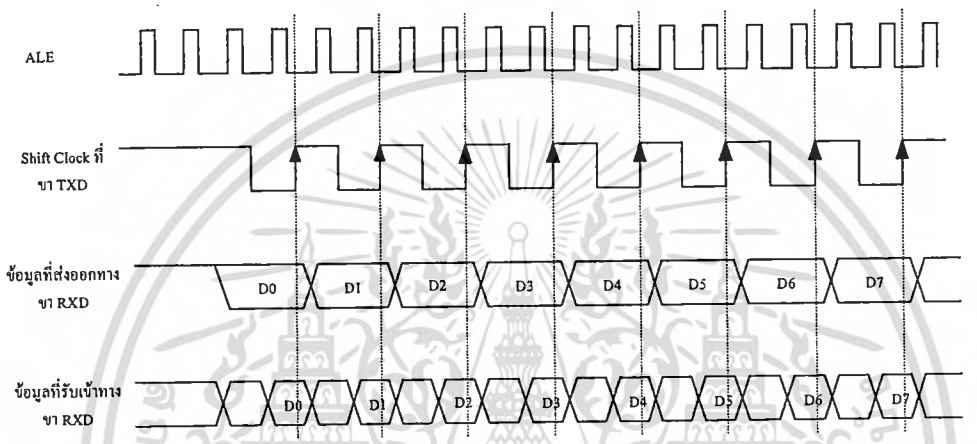
8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีแบบ CHMOS และ HMOS ซึ่งแบบ CHMOS จะมีข้อดีที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่าแบบ HMOS นอกจากนี้ 8051 ยังมีข้อดีอีกที่สามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าได้ โดยการทำงานใน Idle Mode และ Power Down Mode ใน Idle Mode นั้นสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์จะป้อนให้เฉพาะส่วน อินเตอร์รัพท์,พอร์ตอนุกรม และไทเมอร์ สำหรับส่วนอื่นจะไม่มีสัญญาณนาฬิกาไปเลี้ยง แต่มีไฟเลี้ยงให้กับทุกส่วนในวงจร ดังนั้นกำลังไฟฟ้าจึงลดลงมาก ส่วนใน Power Down Mode ออสซิลเลเตอร์จะหยุดทำงาน ทำให้ไม่มีสัญญาณนาฬิกาไปเลี้ยงส่วนใดๆ ของวงจรเลย แต่ข้อมูลภายในรีจิสเตอร์จะยังคงอยู่ไม่สูญหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม

การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมของ 8051 แบ่งออกเป็น 4 โหมด คือ

1. **การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมในโหมด 0** ในโหมดนี้จะต้องกำหนดให้บิต SM0 และ SM1 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON มีค่าเป็น 0 ทั้งคู่ ซึ่งจะทำให้รีจิสเตอร์ SBUF รับหรือส่งข้อมูลขนาด 8 บิต โดยจะใช้ขา RXD เพียงขาเดียวเท่านั้น ต่อกับสายสัญญาณที่จะใช้ส่งข้อมูลภายนอก ส่วนขา TXD จะถูกต่อกับส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่อยู่ภายใน 8051 โดยจะใช้ส่งสัญญาณนาฬิกา เพื่อกำหนดความถี่อ้างอิงในการส่งข้อมูลออกมาภายนอกดังแสดงด้วยผังเวลาในรูปที่ 7.4

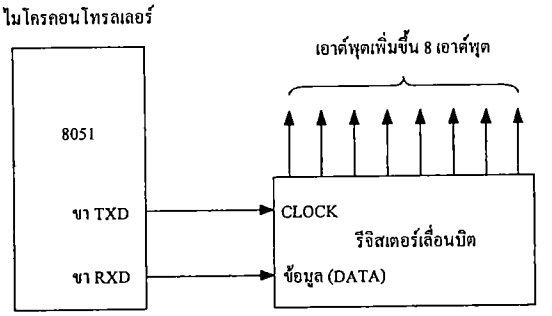


รูปที่ 7.4 ผังเวลาของการส่งและรับข้อมูลในโหมด 0

จากรูปที่ 7.4 จะเห็นว่าความถี่ของพัลซ์ที่ส่งออกมาที่ขา TXD จะมีค่าเท่ากับ 1/12 ของความถี่ออสซิสเลเตอร์ เมื่อทำการส่งข้อมูลออก ข้อมูลจะถูกเลื่อนออกมาทีละบิตผ่านทางขา RXD และในเวลาเดียวกัน สัญญาณพัลซ์อ้างอิงจะถูกส่งออกมาทางขา TXD ด้วย เมื่อรับข้อมูลเข้า จะรับผ่านทางขา RXD เช่นเดียวกัน การรับข้อมูลจะเกิดขึ้นเมื่อเซ็ตบิตให้ REN = 1 และให้บิต RI = 0 เมื่อบิต RI ถูกเคลียร์ สัญญาณพัลซ์จะถูกส่งออกที่ ขา TXD เพื่อทำการซิงโครไนซ์กับข้อมูลที่รับเข้ามาที่ขอบด้านบวกของพัลซ์ ดังรูปที่ 7.4

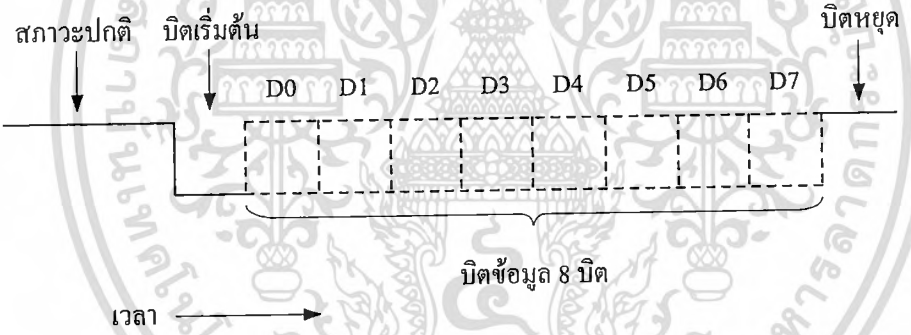
โดยทั่วไปแล้ว ในโหมดนี้มักจะใช้ในการขยายความสามารถทางด้านเอาต์พุตของ 8051 โดยใช้ชิปช่วยในการเปลี่ยนข้อมูลอนุกรมเป็นขนาน (Serial-to-Parallel shift register) จะช่วยให้ทำการขยายเอาต์พุตเพิ่มได้อีก 8 เส้น ดังรูปที่ 7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.5 การใช้งานพอร์ตอนุกรมในโหมด 0 เพื่อขยายเอาต์พุตของ 8051

2. การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมในโหมด 1 (Standard UART) ในโหมดนี้จะต้องกำหนดให้ SM0 และ SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON มีค่าเป็น 0 และ 1 ซึ่งจะเป็นการกำหนดให้รีจิสเตอร์ SBUF กลายเป็นตัวรับส่งข้อมูลขนาด 10 บิต แบบฟูลดูเพล็กซ์ ซึ่งจะสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (ต่างกับโหมด 0 คือจะสามารถรับหรือส่งในเวลาหนึ่งๆ ได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น) โดยจะใช้ขา RXD รับสัญญาณอนุกรมที่เข้ามาและ TXD ส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกไปภายนอก ดังรูปที่ 7.6



รูปที่ 7.6 รูปแบบการรับและส่งข้อมูลในโหมด 1

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นด้วยการส่งบิตเริ่มต้น (Start bit) ออกไปก่อน แล้วตามด้วยบิตข้อมูลอีก 8 บิต จากนั้นจึงส่งบิตหยุด (Stop bit) ส่วนแฟล็ก TI จะเซ็ตเมื่อส่งข้อมูลครบทั้ง 10 บิต

การรับข้อมูลจะเริ่มจากขอบขาขึ้นของบิตเริ่มต้น เมื่อรับครบทั้ง 8 บิต แล้วจะเกิดสภาวะดังต่อไปนี้

- บิตที่ 9 (Stop bit) จะถูกเก็บไว้ใน RB8 ของ SCON
- SBUF จะเก็บข้อมูลของทั้ง 8 บิตไว้
- แฟล็ก RI จะเซ็ต

ซึ่งสิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเป็นจริง เมื่อ

- RI = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SM2 = 1 และ Stop bit ที่รับเข้ามาเป็น 1 หรืออีกกรณีหนึ่งก็คือ SM2 = 0

การคำนวณอัตราบอด (Baud Rate) ในโหมด 1 เราจะใช้ไทเมอร์ 1 เป็นตัวสร้างอัตราบอด เมื่อเรากำหนดการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 1 แล้ว ไทเมอร์ 1 จะถูกใช้งานในโหมด 2 ซึ่งจะเป็นโหมดการโหลดค่าอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

$$f_{buad} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \frac{\text{Oscillator frequency}}{12\,X\,[256 - (TH1)]}$$

เมื่อ SMOD จะเป็นบิตควบคุมอยู่ในรีจิสเตอร์ PCON ถ้าเป็น 0 จะเป็นความถี่ปกติ และถ้าเป็น 1 จะเพิ่มความถี่เป็น 2 เท่า

ถ้าไม่ใช้ไทเมอร์ 1 ในโหมด 2 จะได้อัตราบอดเป็น

$$f_{buad} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times (\text{Timer 1 Overflow Rate})$$

ไทเมอร์ 1 จะทำงานโดยการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายใน หรือทำงานเป็นเคาน์เตอร์ก็ได้โดยการรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกผ่านทางขา T1

ถ้าเลือกใช้อัตราบอดมาตรฐาน ควรเลือกใช้ความถี่ของคริสตอลให้ถูกต้องคือ 11.0592 MHz

ตัวอย่าง 1 สมมติว่าถ้าต้องการอัตราบอดเป็น 9600 Hz แล้ว ค่าที่ต้องกำหนดให้กับ TH1 คือ

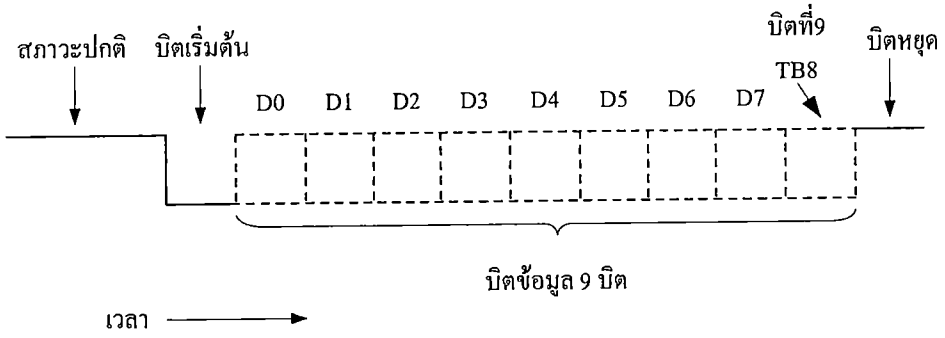
วิธีทำ

$$TH1 = 256 - \frac{2^0}{32} \times \frac{11.0592\,X\,10^6}{12\,X\,9600} = 235.000 = 0FDH$$

เมื่อกำหนดให้ SMOD = 0

3. การส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 2 (Multiprocessor mode) ในโหมด 2 จะคล้ายกับโหมด 1 ต่างกันที่โหมด 2 จะเป็นการรับส่งข้อมูลแบบ 11 บิต คือ Start bit 1 บิต, บิตข้อมูล 9 บิต และ Stop bit อีก 1 บิต ดังแสดงในรูปที่ 7.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.7 รูปแบบการรับส่งข้อมูลในโหมด 2

เมื่อทำการส่งข้อมูล บิตที่ 9 ข้อมูลจะได้จากบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON ส่วนเวลารับข้อมูลบิตที่ 9 จะถูกเก็บเข้าไว้ในบิต RB8

เราสามารถคำนวณอัตราบอดได้ดังนี้

$$f_{buad2} = \frac{2^{SMOD}}{64} \times \text{Oscilator frequency}$$

เมื่อ Oscilator frequency = ความถี่ออสซิลเลเตอร์

ข้อกำหนดในการเซ็ตบิต RI ในโหมด 2 จะเหมือนกับในโหมด 1 คือ RI จะต้องเป็น 0 ก่อนบิตที่สุดท้ายจะรับเข้ามาใน 8051 และ SM2 จะต้องเป็น 0 (หรือบิตที่ 9 ของข้อมูลจะต้องเป็น 1) การรับส่งข้อมูลในโหมดนี้มักจะใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์ด้วยกัน (ซึ่งจะต่อสายสัญญาณเข้าหากันโดยตรง) เนื่องจากอัตรารับส่งข้อมูลจะสูงมากกว่าโหมด 1

4. การส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 3 ในโหมดนี้จะเหมือนกับโหมด 2 ทุกประการ ยกเว้นอัตราบอดเท่านั้นจะหาได้แน่นอนกว่าในโหมด 2 โดยใช้การคำนวณเหมือนโหมด 1 และใช้ไทเมอร์ 1 มาทำการสร้างความถี่สำหรับการส่งสัญญาณแทน

การกำหนดค่าเริ่มต้นและการใช้งานรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม

REN เป็นบิตอีนาเบิลการรับข้อมูล อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON เราสามารถสั่งการเพื่อให้รับตัวอักษรได้ด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถโดยให้ *REN = 1;*

บิตที่ 9 ของข้อมูล ที่ถูกส่งออกไปในโหมด 2 และ 3 จะถูกโหลดเข้าไปยัง TB8 โดยใช้โปรแกรม ในกรณีของการรับข้อมูลจะเก็บใน RB8 โดยอัตโนมัติ (ในความเป็นจริง จะใช้บิตนี้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อสื่อสารด้วย ว่าใช้บิตที่ 9 หรือไม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง 2 ถ้าต้องการอัตราบอดเท่ากับ 1200

วิธีทำ ความถี่ของการเกิดโอเวอร์โฟลว์จะเป็น

1200 = ความถี่ของการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 / 32

ความถี่ของการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 = 38.4 KHz

สมมติว่า ความถี่ของคริสตอลเป็น 12 MHz จะได้ว่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1 จะมีค่าเป็น 1 MHz (12 MHz / 12 = 1 MHz)

ดังนั้น อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ = 1000 / 38.4 = 26.04 ≈ 26 ครั้ง

จะได้ค่าที่ใส่ในรีจิสเตอร์ TH1 = 256-26 = 230 หรือ 0E6H ดังนั้นคำสั่งต่อไปจะเป็นดังนี้ คือ

```
TH1 = 0xe6;
```

หรือ

```
TH1 = 26;
```

สำหรับค่าอื่นๆ จะสรุปไว้เป็นตารางการเลือกอัตราบอดและค่ากำหนดเริ่มต้น ดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 การเลือกใช้อัตราบอดและค่ากำหนดเริ่มต้น

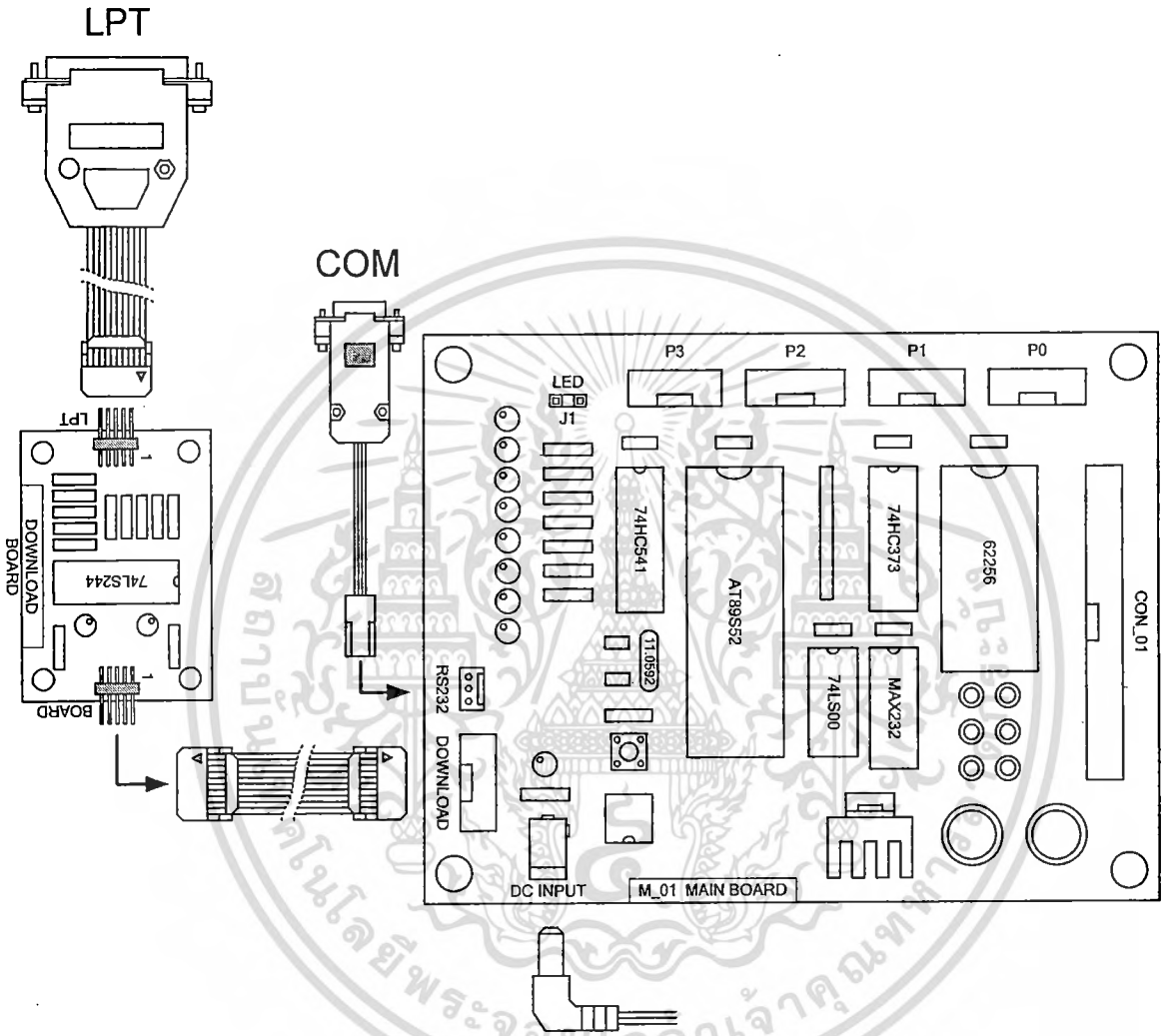
BAUD RATE	CRYSTAL FREQUENCY (MHz)	SMOD	TH1 RELOAD VALUE	ACTUAL BAUD RATE	ERROR (%)
9600	12.000	1	-7 (0F9H)	8923	7
2400	12.000	0	-13 (0F3H)	1202	0.16
1200	12.000	0	-26 (0E6H)	1202	0.16
19200	11.059	1	-3 (0FDH)	19200	0
9600	11.059	0	-3 (0FDH)	9600	0
2400	11.059	0	-12 (0F4H)	2400	0
1200	11.059	0	-24 (0E8H)	1200	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 การเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตอนุกรม

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 7.8 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

void init_serial(void);
void ssend(unsigned char ch);
void delay (int tm);

void ssend(unsigned char ch)
{
      while (TI==0);
      TI = 0;
      SBUF = ch;
}

void init_serial(void)
{
      PCON &= 0x7f;
      SCON = 0x52;
      TMOD = 0x20;
      TH1 = 0xfd;                    //9600
      TR1 = 1;
      TI = 0;
      RI = 0;
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}

void main (void)
{
 init_serial();
 while (1) {
      ssend('H');
      ssend('E');
      ssend('L');
      ssend('L');
      ssend('O');
      ssend(' ');
      delay(1000);
 }
}
```

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB07_01.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB07_01.hex ออกมา

5. เปิดโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมาแล้วเปิดพอร์ต Com ที่ได้เชื่อมต่อกับบอร์ด M_01 MAINBOARD ไว้ โดยกำหนดให้อัตราบอดเป็น 9600,8,n,1

6. โปรแกรม LAB07_01.hex ลงบน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. บันทึกผลการทดลองที่ปรากฏบนหน้าจอของ Hyper Terminal

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 2 การเขียนโปรแกรมใช้งานพอร์ตอนุกรมรับส่งข้อมูล

1. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

unsigned char reciv(void);
void print_enter();
void print_serial(unsigned char *s);
void init_serial(void);
void ssend(unsigned char ch);
void delay (int tm);

unsigned char reciv(void)
{
      if (RI==1) {
            RI = 0;
            return (SBUF);
      } else {
            return (0xff);
      }
}

void print_enter()
{
      ssend(0x0d);
      ssend(0x0a);
}

void print_serial(unsigned char *s)
{
      unsigned char i;
      i = 0;
      while (((*s)!=0)&&(i<80)) {
            ssend((*s));
            s++;
            i++;
      }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void ssend(unsigned char ch)
{
      while (TI==0);
      TI = 0;
      SBUF = ch;
}

void init_serial(void)
{
      PCON &= 0x7f;
      SCON = 0x52;
      TMOD = 0x20;
      TH1 = 0xfd;                    //9600
      TR1 = 1;
      TI = 0;
      RI = 0;
}

void delay (int tm)
{
      int i,j;
      for (i=0;i<tm;i++)
            for (j=0;j<100;j++);
}

void main (void)
{
 unsigned char ch;
 init_serial();
 print_enter ();
 print_serial ("Welcome to PaPong Monitor");
 while (1) {
      ch = reciv ();
      if (ch!=0xff) {
            switch (ch) {
                  case 13:
                        print_enter();
                        print_serial ("Enter Key");
                        break;
                  case 27 :
                        print_enter();
                        print_serial ("ESC Key");
                        break;
                  case 'A' :
                        print_enter();
                        print_serial ("A Key");
                        break;
                  default :
                        ssend(ch);
                        break;
            }
      }
 }
}
```

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB07_02.C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB07_02.hex ออกมา

5. เปิดโปรแกรม Hyper Terminal ขึ้นมาแล้วเปิดพอร์ต Com ที่ได้เชื่อมต่อกับบอร์ด M_01 MAINBOARD ไว้ โดยกำหนดให้อัตราบอดเป็น 9600,8,n,1

6. โปรแกรม LAB07_02.hex ลงบน MCS-51

7. คลิกที่ Hyper Terminal แล้วกดคีย์ ESC, Enter ,A และอื่นๆ สังเกตุผลที่ปรากฏบนหน้าจอของ Hyper Terminal แล้วบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายขั้นตอนของการกำหนดรีจิสเตอร์เพื่อใช้พอร์ตอนุกรมของ MCS-51

2. จงเขียนโปรแกรมไฟวิ่ง 3 รูปแบบ ร่วมกับการสื่อสารอนุกรมโดย

เมื่อกดปุ่ม 1 บนคีย์บอร์ดให้วิ่งรูปแบบที่ 1

เมื่อกดปุ่ม 2 บนคีย์บอร์ดให้วิ่งรูปแบบที่ 2

เมื่อกดปุ่ม 3 บนคีย์บอร์ดให้วิ่งรูปแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8

การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC

วัตถุประสงค์การทดลอง

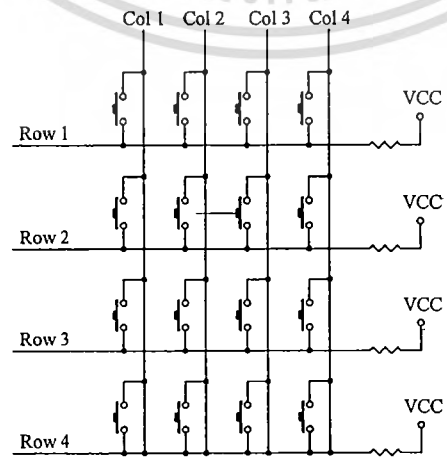
1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีการทำงานเบื้องต้นของสวิตช์เมตริกซ์ได้
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ด้วยภาษาซีของ SDCC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2. บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อเพื่อดาวน์โหลด
3. บอร์ด A12 SWITCH MATRIX
3. สายแพร์
4. อะแดปเตอร์จ่ายไฟ
5. คอมพิวเตอร์พีซี ที่ติดตั้งโปรแกรม SDCC, ISP – Flash Programmer 3.0a

ทฤษฎี และหลักการเบื้องต้น

สวิตช์เมตริกซ์ (Switch Matrix) หรือคีย์แพด (Keypad) คือสวิตช์ที่ใช้งานซับซ้อนกว่าสวิตช์ทั่วไป ซึ่งสวิตช์จะต่อกันในแกนแนวตั้งและแกนแนวนอน โดยเราจะเรียกแกนแนวตั้งว่า “หลัก” หรือ “คอลัมน์” (Column) และเรียกแกนแนวนอนว่า “แถว” หรือ “โรว์” (Row) ซึ่งการต่อสวิตช์ในลักษณะเมตริกซ์นี้มีข้อดี คือ สามารถรองรับการเพิ่มของสวิตช์ได้อย่างสะดวก เพียงแต่เพิ่มเติมจำนวนสวิตช์และแก้ไขซอฟแวร์เพียงเล็กน้อย โดยสวิตช์แบบเมตริกซ์นี้สามารถซื้อหาได้สะดวก และมีหลายขนาดให้เลือกใช้ หรือผู้ใช้งานจะทำขึ้นเองก็ได้ ลักษณะการต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์แสดงดังภาพข้างล่าง



รูปที่ 8.1 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 X 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งานจะนำสายสัญญาณในแนวคอลัมน์ของคีย์แพด ไปต่อเข้ากับพอร์ตเอาต์พุต ส่วนสายสัญญาณในแนวแถว จะต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของ MCS-51 และจะส่งสัญญาณ "0" ออกมาทางพอร์ตเอาต์พุตทีละเส้น และถ้ากดสวิตช์ จะทำให้พอร์ตอินพุตเส้นที่ต่อกับสวิตช์ตัวที่ถูกกด อ่านค่าได้เป็น "0" เข้าสู่ MCS-51

จากหลักการข้างต้น ถ้าหากคีย์แพดมีจำนวนแถวและหลักมากกว่า 1 เส้น ดังภาพข้างต้น เราจะเริ่มต้นในการอ่านค่าจากสวิตช์ที่ถูกกด โดยการให้ MCS-51 ส่งสัญญาณออกไปทางพอร์ตเอาต์พุตเข้าไปในแต่ละคอลัมน์ของคีย์แพด เรียงกันไปที่ละคอลัมน์ตามลำดับ แล้วอ่านค่าจากสายสัญญาณแต่ละหลักของพอร์ตอินพุต ถ้าหากค่าของอินพุตที่อ่านเข้ามามีค่าไม่เท่ากับค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไป หรือยังเป็นค่าเดิมแสดงว่า ยังไม่มีการกดสวิตช์ และเมื่อใดที่ค่าของอินพุตที่อ่านเข้ามา มีค่าเท่ากับค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไป แสดงว่า มีการกดสวิตช์เกิดขึ้น

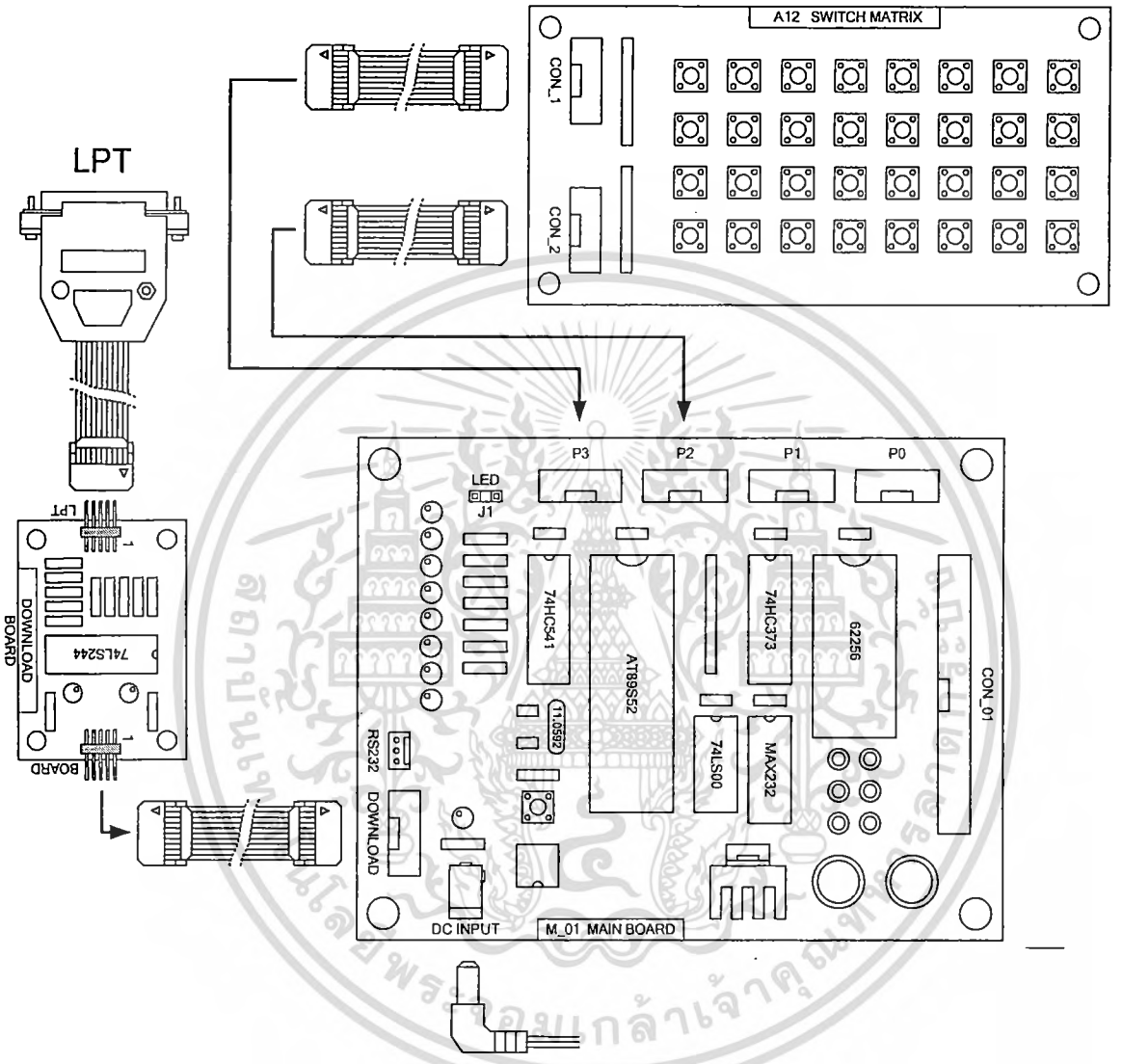
ขั้นตอนการค้นหาตำแหน่งของสวิตช์ที่ถูกกด คือ ถ้าไม่มีการกดคีย์ค่าที่อ่านจากแนวแถวจะมีค่าเป็นลอจิก "1" ทุกบิต และถ้ามีการกดคีย์ แล้วสายสัญญาณของแถวที่ต่ออยู่กับสวิตช์ที่ถูกกดนั้นเป็นลอจิก "0" MCS-51 จะนำค่าของเอาต์พุตที่ส่งออกไป มารวมกับค่าที่อ่านได้ทางพอร์ตอินพุต แล้วนำไปตรวจสอบว่า เป็นค่าประจำหลักของคีย์ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลอง การเขียนโปรแกรมอ่านค่าจากสวิตช์เมตริกซ์

1. เชื่อมต่อบอร์ดดังรูป



รูปที่ 8.2 การเชื่อมต่อบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

```
#include <8051.h>

#define PROW P3
#define PDATA P2

unsigned char scankey(void);
void delay(int tm);

void main(void)
{
 unsigned char key;
 P3 = 0xee;
 P2 = 0xff;
 while (1) {
       key = scankey();
       if (key != 0xff) P1 = key;
 }
}

unsigned char scankey(void)
{
      int i;
      unsigned char keytemp;
      unsigned char result;
      unsigned char outdata;
      PDATA = 0xff;                    //1
      outdata = 0xee;
      result = 0;
      for (i=0;i<4;i++) {
            PROW = outdata;
            keytemp = ~PDATA;
            if (keytemp != 0x00) {
                  if (keytemp == 0x01) result = 1;
                  if (keytemp == 0x02) result = 2;
                  if (keytemp == 0x04) result = 3;
                  if (keytemp == 0x08) result = 4;
                  if (keytemp == 0x10) result = 5;
                  if (keytemp == 0x20) result = 6;
                  if (keytemp == 0x40) result = 7;
                  if (keytemp == 0x80) result = 8;
                  outdata &= 0xf0;
                  result |= outdata;
                  return result;
            }
            outdata = (outdata << 1) | (outdata >> 7);
      }
      return 0xff;
}

void delay(int tm)
{
 int i,j;
 for (i=0;i<tm;i++)
     for (j=0;j<100;j++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกเป็นไฟล์ชื่อ LAB08.C

4. คอมไพล์โปรแกรมโดยใช้คำสั่ง SDCC และ packihx จะได้ไฟล์ชื่อ LAB08.hex ออกมา

5. โปรแกรม LAB08.hex ลงบน MCS-51

6. กดสวิตช์เมตริกซ์ที่บอร์ด A12 SWITCH MATRIX ทีละตัว สังเกตที่ LED บนบอร์ด M_01 MAINBOARD บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากโปรแกรมที่ได้ทดลองไป ถ้าไม่ใส่บรรทัด //1 จะมีผลอย่างไร

2. จงเขียนโปรแกรมให้แสดงค่าคีย์ที่ LED ตามคีย์ที่กด เช่น ถ้ากดคีย์ตัวที่ 1 (ให้สมมติเอง) จะแสดงค่าเป็น 0x01 ที่พอร์ต P1 เป็นต้น

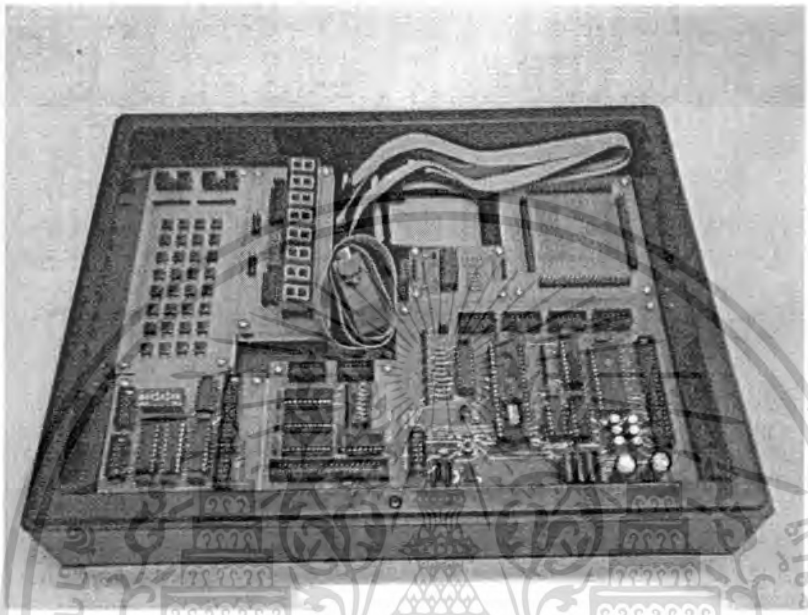
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
(C Programming with SDCC on MCS-51 Laboratory Set)



ภาพที่ ค.1 ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

1. บทนำ

ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ออกแบบมา เพื่อใช้ประกอบการทดลองเพื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 เท่านั้น โดยในการใช้งานจะต้องใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้

1. หน่วยประมวลผล (CPU) ความเร็ว 200 เมกกะเฮิรตซ์ ขึ้นไป
2. ระบบปฏิบัติการ Windows98/ME/XP/2000
3. หน่วยความจำ (RAM) ตั้งแต่ 128 เมกกะไบท์ ขึ้นไป
4. ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ติดตั้งอย่างน้อย 40 เมกกะไบท์
5. ติดตั้ง ซีดีรอม (CD-ROM) ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 8 เท่า ขึ้นไป
6. ความละเอียดในการแสดงผล 800 x 600 pixel
7. ต้องมี *Parallel Port (LPT)* และ *Serial Port (COM)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

1) บอร์ด M_01 MAIN BOARD
2) บอร์ด DOWNLOAD BOARD และสายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อดาวน์โหลด
3) บอร์ด A12 SWITCH MATRIX
4) บอร์ด A_02 7-SEGMENT
5) บอร์ด M_03 OUTPUT
6) บอร์ด M_04 INPUT & OUTPUT
7) บอร์ด M_02
8) สายแพร์
9) อะแดปเตอร์จ่ายไฟ

2.2 ซอฟต์แวร์ที่ต้องใช้ประกอบด้วย

1) โปรแกรม SDCC
2) ISP – Flash Programmer 3.0a
3) Hyper Terminal
4) โปรแกรม Editor บน DOS

2.3 ใบงานประกอบการทดลอง

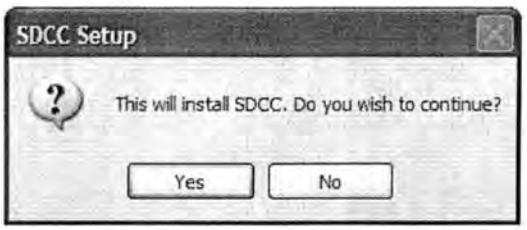
3. การติดตั้งโปรแกรม SDCC

3.1 ใส่แผ่นโปรแกรมในซีดีรอมไดรฟ์ ดับเบิลคลิ๊กที่ไฟล์ *SETUP.EXE*

ภาพที่ ค.2 ดับเบิลคลิ๊กที่ไฟล์ sdcc-2.7.0.EXE

3.2 จะปรากฏหน้าต่าง เพื่อสอบถามว่าจะติดตั้งโปรแกรมหรือไม่ คลิกที่ปุ่ม Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



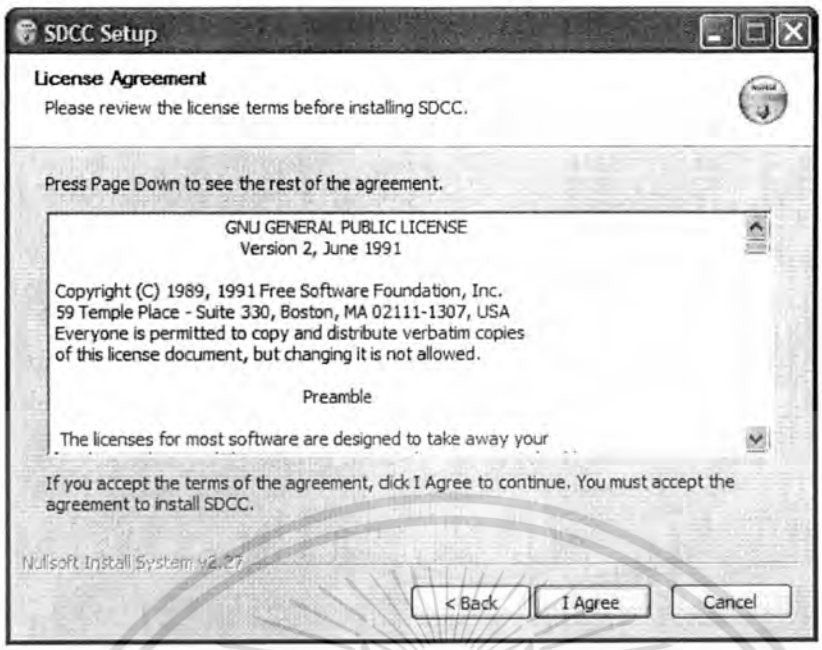
ภาพที่ ค.3 คลิกที่ปุ่ม Yes

3.3 คลิกที่ปุ่ม Next

ภาพที่ ค.4 คลิกที่ปุ่ม Next

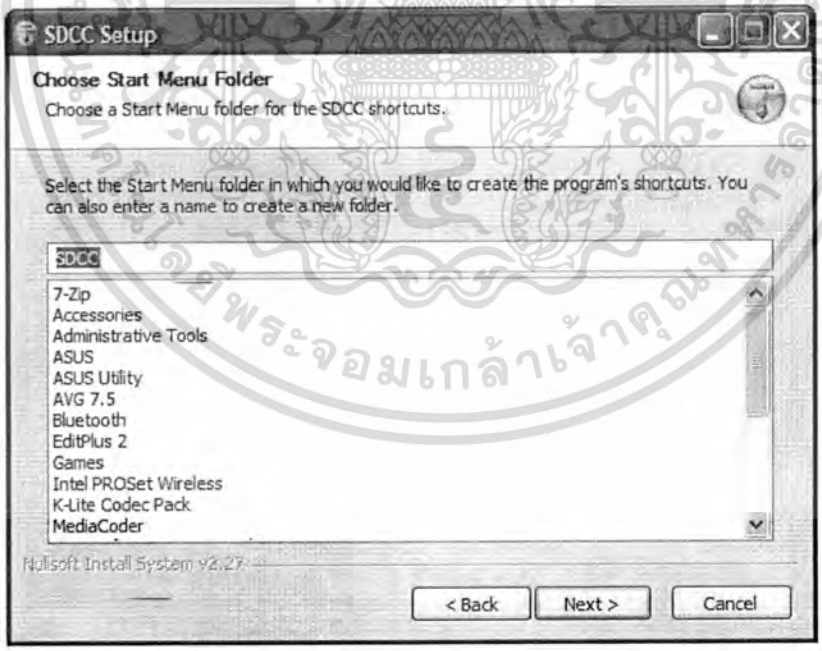
3.4 คลิกที่ปุ่ม I Agree เพื่อเห็นด้วยกับข้อตกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.5 คลิกปุ่ม I Agree เพื่อเห็นด้วยกับข้อตกลง

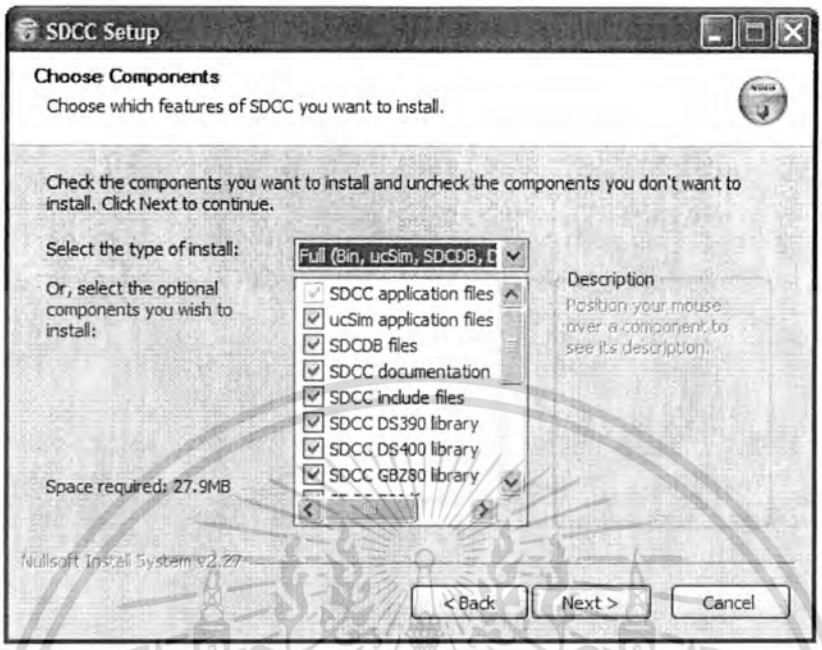
3.5 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ ที่จะให้อยู่ใน Start Menu แล้วคลิกปุ่ม Next



ภาพที่ ค.6 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ ที่จะให้อยู่ใน Start Menu

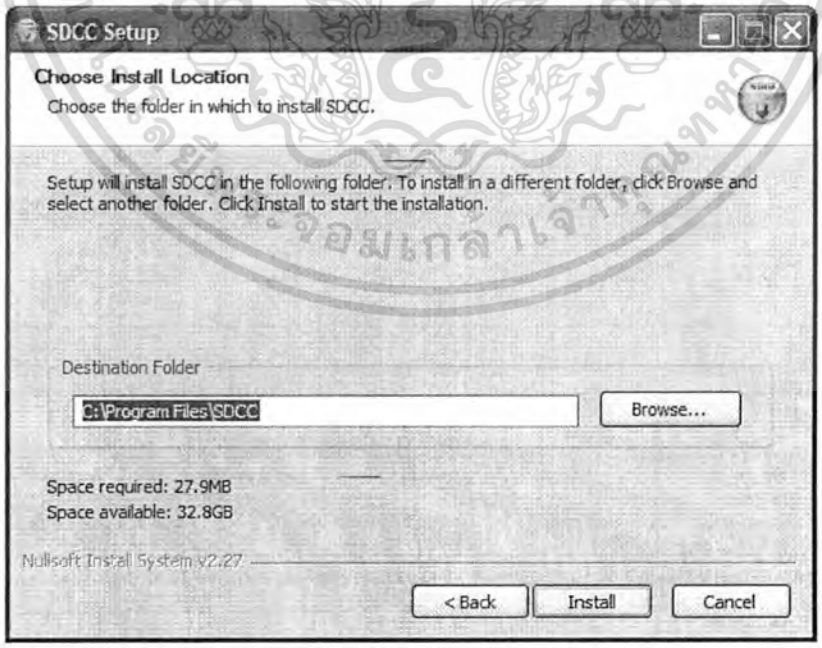
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เลือกองค์ประกอบที่จะติดตั้ง แล้วคลิกปุ่ม Next



ภาพที่ ค.7 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ ที่จะให้อยู่ใน Start Menu

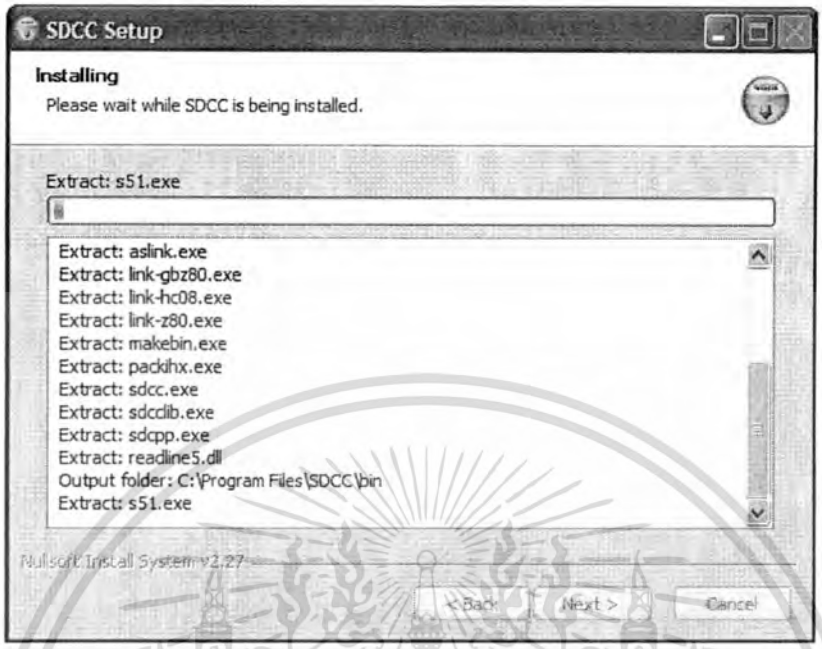
3.7 เลือกตำแหน่งที่จะติดตั้ง แล้วคลิกปุ่ม Next



ภาพที่ ค.8 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ ที่จะให้อยู่ใน Start Menu

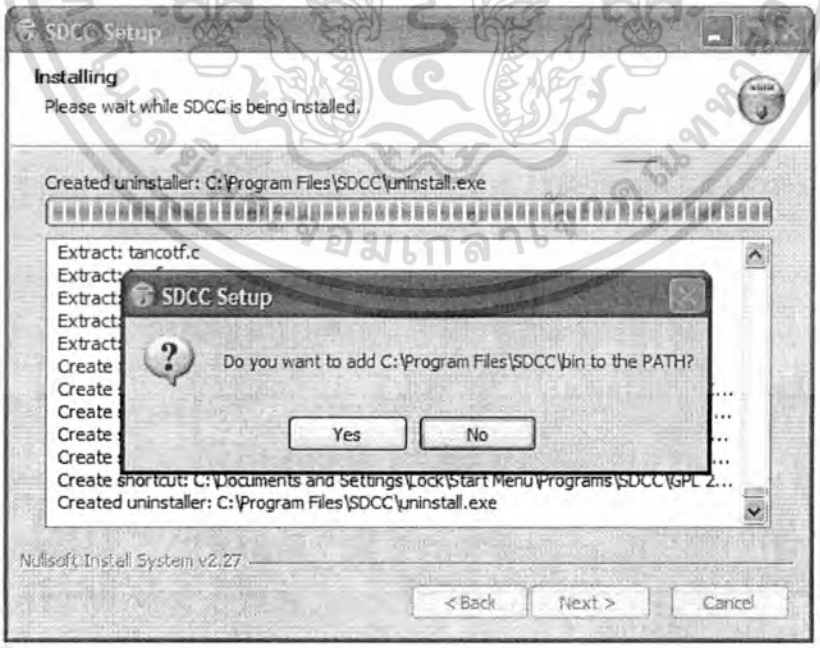
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 โปรแกรมจะเริ่มการติดตั้ง



ภาพที่ ค.9 โปรแกรมเริ่มการติดตั้ง

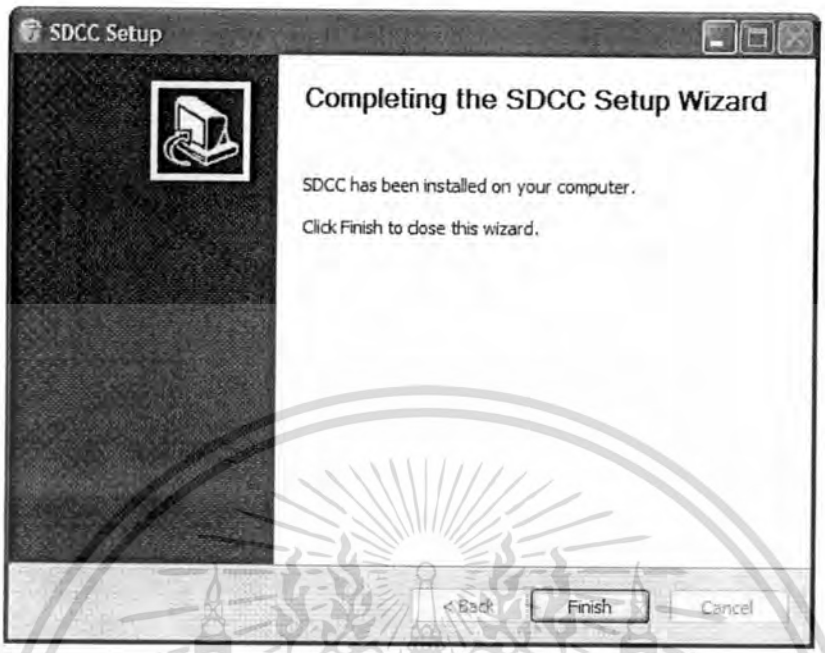
3.9 คลิกปุ่ม Yes เพื่อเพิ่ม PATH ให้กับวินโดว์



ภาพที่ ค.10 เพิ่ม PATH ให้กับวินโดว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

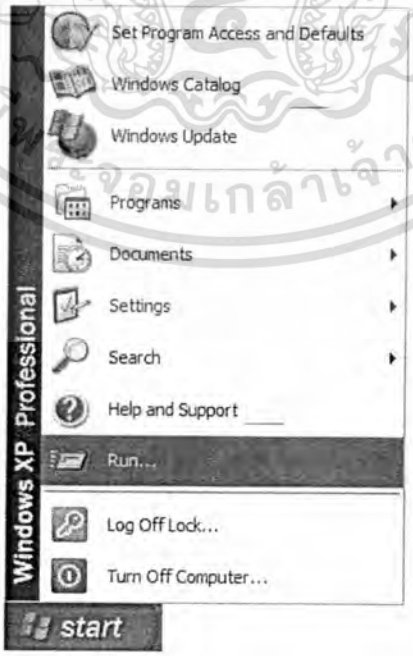
3.10 คลิกปุ่ม Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้ง



ภาพที่ ค.11 สิ้นสุดการติดตั้ง

4. การทดสอบโปรแกรม SDCC

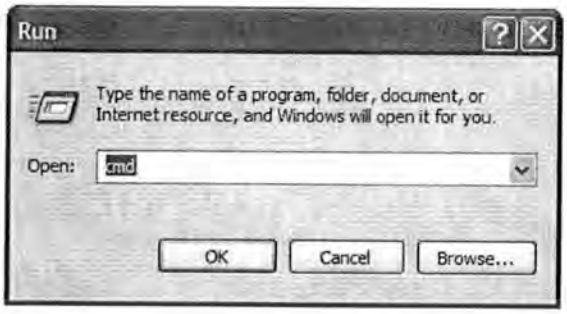
4.1 คลิกปุ่ม Start แล้วเลือกที่เมนู Run...



ภาพที่ ค.12 เลือกที่เมนู Run...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 พิมพ์ cmd แล้วคลิกปุ่ม OK



ภาพที่ ค.13 พิมพ์ cmd แล้วคลิกปุ่ม OK

4.3 จะปรากฏหน้าต่าง Command แล้วพิมพ์ sdcc –version จะปรากฏรุ่นของ sdcc ออกมา

ภาพที่ ค.14 พิมพ์ sdcc –version จะปรากฏรุ่นของ sdcc ออกมา

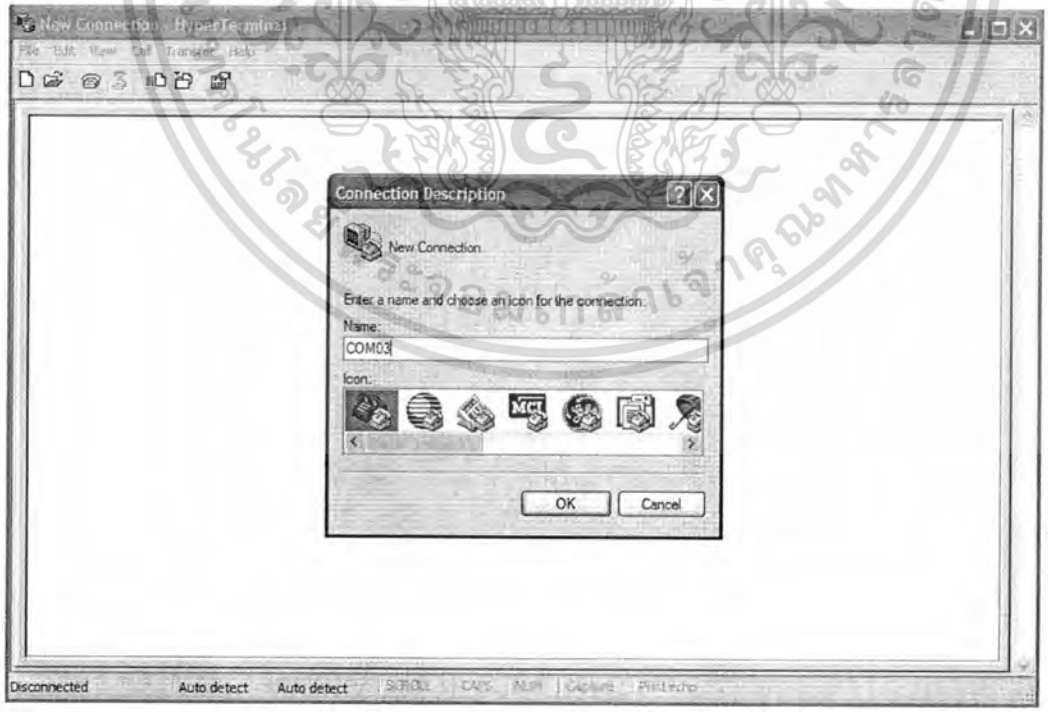
5. การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรม Hyper Terminal

5.1 คลิกเลือก start>All Programs>Accessories>Communications>Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค.15 การเรียกใช้ Hyper Terminal

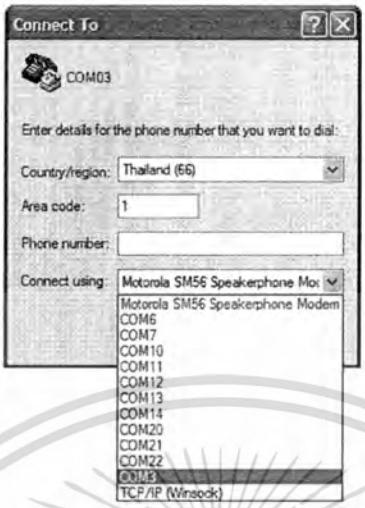
5.2 ตั้งชื่อที่จะใช้อ้างอิงแทน Com Port ที่จะกำหนดต่อไป



ภาพที่ ค.16 การตั้งชื่ออ้างอิง

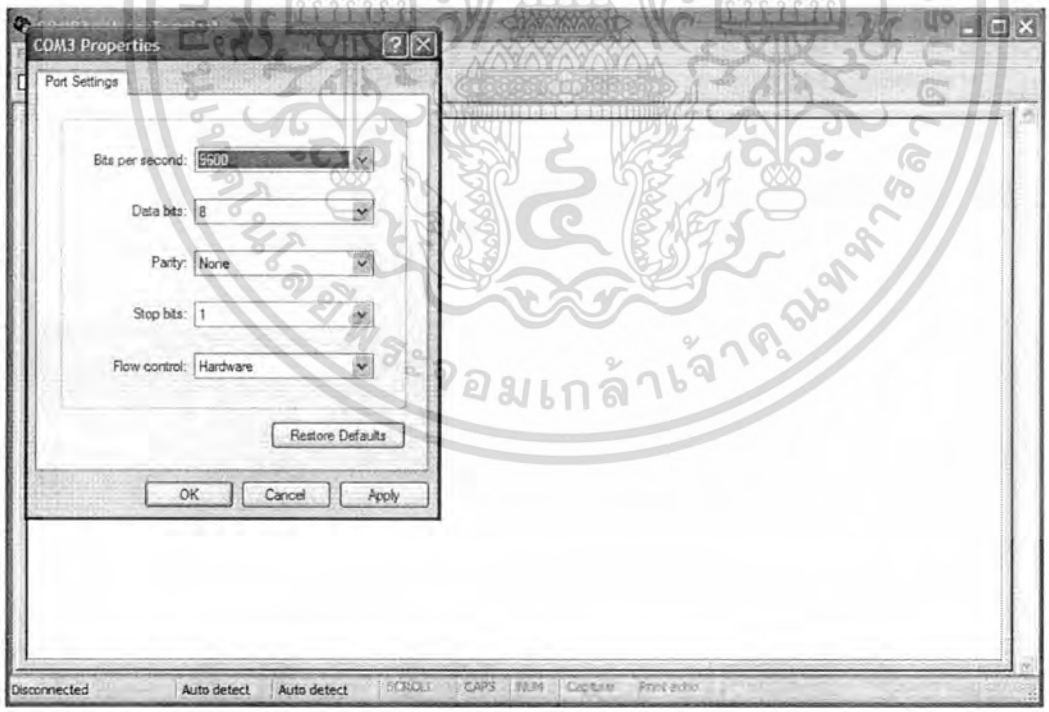
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 เลือกหมายเลขของ Com Port ที่จะเรียกใช้ แล้วคลิกปุ่ม OK



ภาพที่ ค.17 เลือกหมายเลขของ Com Port ที่จะเรียกใช้

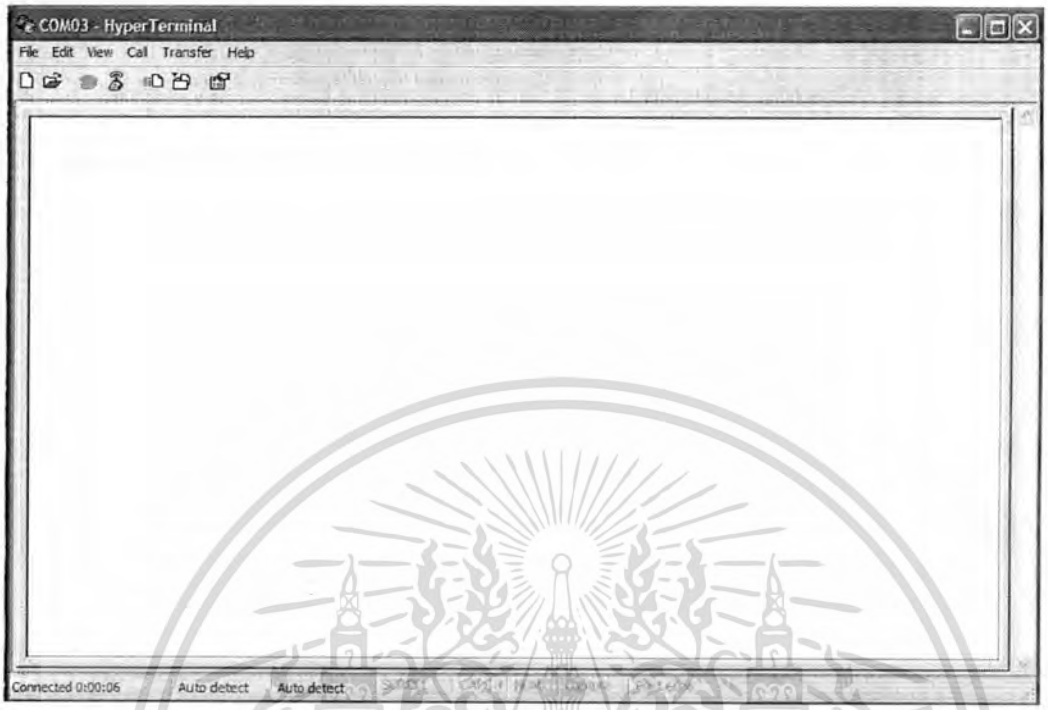
5.4 กำหนดอัตราบอดเป็น 9600,8,n,1 แล้วคลิกปุ่ม OK



ภาพที่ ค.18 กำหนดอัตราบอดเป็น 9600,8,n,1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 โปรแกรม Hyper Terminal พร้อมใช้งาน



ภาพที่ ค.19 Hyper Terminal พร้อมใช้งาน

6. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

ตารางที่ ค.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
-ดาวน์โหลดโปรแกรมไม่ได้	- ถอดสายแพร์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต P1 ออก - ตรวจสอบหน้าสัมผัสของคอนเน็กเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อกับสายแพร์ ถ้าสกปรกให้ใช้น้ำยา หรือสเปรย์ล้างคอนแท็กทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

7.1 ควรเก็บแผ่นวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองไว้ในกล่อง การเก็บไว้นอกกล่องอาจทำให้เกิดออกไซน์ที่หน้าสัมผัสต่างๆ ได้

7.2 ถ้ามีออกไซน์เกิดขึ้นที่หน้าสัมผัส หรือคอนเน็กเตอร์ ให้ใช้น้ำยา หรือสเปรย์ฉีดที่หน้าสัมผัส

7.3 การเสียบสายแพร์จะต้องเสียบหรือต่อให้ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจจะทำให้ชุดทดลองเสียหายได้

7.4 ในขณะทดลองผู้ทดลองควรยืนอยู่ฉนวน หรือใส่รองเท้ายาง เพื่อป้องกันไฟรั่วหรือไฟดูด

7.5 ควรเก็บอุปกรณ์ต่างๆ ให้ปลอดภัยจากน้ำ, ความชื้น และแสงแดด

8. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
อะแดปเตอร์จ่ายไฟ	12 โวลต์
สายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	ความยาว 1 ฟุต

9. ข้อสังเกต

การใช้งานชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 มีข้อที่ควรระวังดังต่อไปนี้

9.1 ก่อนโปรแกรมด้วย ISP – Flash Programmer 3.0a เพื่อโปรแกรมไฟล์ .hex ให้กับ MCS-51 ควรถอดสายแพร์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต P1 ออกก่อนทำการโปรแกรม

9.2 สายที่ใช้เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ไม่ควรยาวเกิน 1 ฟุต เพราะจะทำให้อาจเกิดปัญหาในการโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

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 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	รูปร่างและขนาดของชุดทดลองการมีความเหมาะสม					
2.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
5.	มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง					
6.	รูปแบบของชุดทดลองกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง					
7.	มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง					
8.	สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
9.	ชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน					
10.	มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง					
11.	สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ					
12.	ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับใบงานการทดลองประกอบชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้อง ของใบงานการทดลอง

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 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของใบงานการทดลอง

ใบงานที่ ..... **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

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตสื่อ

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ในด้านการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของ ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51ในด้านการผลิตสื่อ

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 แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 ในด้านการผลิตสื่อ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
1.	การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม					
2.	รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม					
3.	สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง					
4.	ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดลอง					
5.	ความแข็งแรงทนทานของชุดทดลอง					
6.	การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย					
7.	โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย					
8.	โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51

****

คำชี้แจง

1. เพื่อทดสอบความรู้ของผู้เรียน หลังจากทำการทดลองด้วยชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51
2. ข้อสอบมีจำนวน 30 ข้อ กำหนดเวลา 45 นาที
3. เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดยใช้ดินสอ **2B** ฝนลงในกระดาษคำตอบ

****

1. คำสั่งที่ใดใช้ในการตรวจสอบรุ่นของ SDCC

ก. sdcc --version
ข. sdcc --showversion
ค. sdcc --ver
ง. sdcc –v

2. คำสั่งใดใช้สำหรับการคอมไพล์ไฟล์ชื่อ Test.c ของ SDCC แล้วให้ไฟล์ Test.ihx ออกมา

ก. sdcc --compile Test.c
ข. sdcc –c Test.c
ค. sdcc --compile-only Test.c
ง. sdcc Test.c

3. คำสั่งใดใช้ในการแปลงไฟล์ Test.ihx เป็น Test.hex

ก. packihx Test.ihx to Test.hex
ข. packihx Test.ihx > Test.hex
ค. packihx Test.ihx 2 Test.hex
ง. packihx Test.ihx Test.hex

4. การโปรแกรมด้วยโปรแกรม ISP — Flash Programmer 3.0a จะต้องต่อฮาร์ดแวร์เข้าที่ส่วนใดของคอมพิวเตอร์

ก. USB Port
ข. Serial Port
ค. Parallel Port
ง. Infrared Port

5. ไฟล์ใดต่อไปนี้สามารถนำมาโปรแกรมด้วยโปรแกรม ISP — Flash Programmer 3.0a ได้

ก. Run.c
ข. Mcs51.asm
ค. Test.ihx
ง. Bcc.hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ฟังก์ชันใดที่จำเป็นต้องมีในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีของ SDCC

ก. void delay (int tm);
ข. void main (void)
ค. void run (void)
ง. ไม่มีข้อใดถูก

7. ส่วน Prototype ของภาษาซีของ SDCC ทำหน้าที่อะไร

ก. ใช้บอกว่า โปรแกรมที่เขียนมีฟังก์ชันชื่ออะไรบ้าง
ข. ใช้ประกาศตัวแปร
ค. ใช้เขียนฟังก์ชันต่างๆ
ง. ใช้บอกว่า โปรแกรมจะใช้โปรแกรมภายนอกชื่ออะไรบ้าง

8. ชนิดของตัวแปรใดมีขนาดเท่ากับ 8 บิต ของภาษาซีของ SDCC

ก. long
ข. float
ค. char
ง. short

9. ข้อใดตั้งชื่อตัวแปร<u>ไม่ถูกต้อง</u> ของภาษาซีของ SDCC

ก. ant9
ข. mVar
ค. _man
ง. for

10. ถ้าต้องการแปลงข้อมูล 0x01 ให้มีค่าเป็น 0xfe ของภาษาซีของ SDCC จะต้องใช้โอเปอเรเตอร์ใด

ก. !
ข. &
ค. ~
ง. ||

11. คำสั่งใดที่ใช้สำหรับทดสอบว่าไม่เท่ากันของภาษาซีของ SDCC

ก. !=
ข. <>
ค. ~=
ง. <>=

12. ถ้า a มีค่าเท่ากับ 23 เมื่อใช้คำสั่ง a += 1; แล้ว a จะมีค่าเท่าใด

ก. 23
ข. 24
ค. 46
ง. 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ถ้า a = 2 ถ้าใช้คำสั่ง for (i=0; i<3; i++) a = a*2; แล้ว a จะมีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 8 ข. 16

ค. 32 ง. 64

14. ถ้าบิต D7, D6, D5, D6, D3, D2, D1, D0 ต่ออยู่กับ dp, g, f, e, d, c, b, a ของส่วนแสดงผล 7 ส่วน ชนิดคาโทดร่วมตามลำดับ และถ้าต้องการให้ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแสดงเป็นเลข 9 จะต้องกำหนดค่าเป็นเท่าใด

ก. 0x6f ข. 0x7c

ค. 0x39 ง. 0x5e

15. ข้อใดกล่าว<u>**ไม่ถูกต้อง**</u>ถึงการแสดงผลแบบสแกนด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วน

ก. ประหยัดพลังงาน

ข. ความสว่างลดลง

ค. เขียนโปรแกรมง่าย

ง. ไม่มีข้อใดถูก

16. In-line Assembler ใช้ทำอะไร

ก. เขียนภาษาแอสเซมบลีร่วมกับภาษาซี

ข. แปลงภาษาซีให้เป็นภาษาแอสเซมบลี

ค. แทรกภาษาแอสเซมบลีลงในชุดคำสั่งภาษาซี

ง. คอมไพล์ภาษาแอสเซมบลีเป็นภาษาซี

17. ข้อใดเป็นบล็อกคำสั่งของภาษาซี

ก. ( ) ข. [ ]

ค. < > ง. { }

18. ข้อใดกำหนดลาเบลใน In-line Assembler ได้ถูกต้อง

ก. L0001$ ข. 00099$

ค. L0999$ ง. 09999$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. รีจิสเตอร์ใดใช้ในการผ่านค่าพารามิเตอร์ขนาด 8 บิต ด้านอินพุตของ In-line Assembler

ก. A ข. B

ค. DPL ง. DPH

20. หน่วยความจำส่วนใดที่ใช้ในการขยายพอร์ตเพิ่มเติมของ MCS-51

ก. หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ข. หน่วยความจำควบคุมภายนอก

ค. หน่วยความจำสำหรับขยายพอร์ต ง. หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

21. สัญญาณ $\overline{EA}$ ทำหน้าที่ใด

ก. ใช้กำหนดว่าจะอ่านข้อมูลจากภายนอก

ข. ใช้กำหนดว่าจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายใน

ค. ใช้เขียนข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำภายนอก

ง. ใช้อ่านข้อมูลจากภายนอก

22. เมื่อรีเซต MCS-51 พอร์ต P1 จะมีค่าเท่าใด

ก. 0x00 ข. 0x0f

ค. 0xf0 ง. 0xff

23. บิตใดใช้บอกว่า Timer 1 นับครบ หรือเกิดโอเวอร์โฟลว์ขึ้น

ก. TF1 ข. TR1

ค. IE1 ง. IT1

24. ถ้าต้องการให้ Timer 1 เริ่มนับ ต้องกำหนดค่าให้บิตใดเป็น 1

ก. TF1 ข. TR1

ค. IE1 ง. IT1

25. ถ้าต้องการให้ Timer 1 ทำงานในโหมด 1 ต้องกำหนดให้รีจิสเตอร์ TMOD มีค่าเป็นเท่าใด

ก. 0x00 ข. 0x01

ค. 0x10 ง. 0x61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. ไทเมอร์โหมดใดนับค่าได้สูงสุด

ก. 0 ข. 1

ค. 2 ง. 3

27. ถ้าต้องการใช้ไทเมอร์ 0 นับ 5 ในโหมด 2 ต้องกำหนดให้รีจิสเตอร์ TL0 มีค่าเป็นเท่าใด

ก. 5 ข. 10

ค. 251 ง. 255

28. ถ้าต้องการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมต้องเก็บค่าที่ต้องการส่งไว้ในรีจิสเตอร์ใด

ก. A ข. B

ค. DPHL ง. SBUF

29. ถ้าต้องการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมด้วยอัตราบอด 9600 โดยให้ SMOD เท่ากับ 0 และใช้ความถี่ของคริสตอลเท่ากับ 11.0592 MHz ต้องกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ TH1 เป็นเท่าใด

ก. 0xf4 ข. 0xf9

ค. 0xfd ง. 0xff

30. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของสวิตช์แบบเมตริกซ์ได้ถูกต้องที่สุด

ก. อ่านข้อมูลจากสวิตช์มาใช้งาน

ข. ส่งข้อมูลออกทางคอลัมน์ และส่งข้อมูลออกไปทางแถว

ค. ส่งข้อมูลออกไปทางแถว แล้วอ่านข้อมูลทางคอลัมน์

ง. อ่านข้อมูลจากแถว และอ่านข้อมูลทางคอลัมน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยข้อสอบ

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1.	ก	21.	ข
2.	ง	22.	ง
3.	ข	23.	ก
4.	ค	24.	ข
5.	ง	25.	ค
6.	ข	26.	ข
7.	ก	27.	ค
8.	ค	28.	ง
9.	ง	29.	ค
10.	ค	30.	ค
11.	ก		
12.	ข		
13.	ข		
14.	ก		
15.	ค		
16.	ค		
17.	ง		
18.	ข		
19.	ก		
20.	ง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดทดลอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58
2. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	5	5	5.00	0.00
4. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5	5	5	5.00	0.00
5. มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	5	5	5.00	0.00
6. รูปแบบของชุดทดลองกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลอง	4	5	5	4.67	0.58
7. มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง	5	5	5	5.00	0.00
8. สามารถทำให้ผู้ทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	5	5	4	4.67	0.58
9. ชุดทดลองใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน	5	5	5	5.00	0.00
10. มีลำดับขั้นตอนการทดลองสัมพันธ์กับใบงานการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58
11. สร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึกทักษะความรู้ใหม่ๆ	5	5	5	5.00	0.00
12. ผู้ทดลองสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ยรวม				4.83	0.24

ตารางที่ ฉ.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	S.D.
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
2. รูปร่างและขนาดของชุดทดลองมีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58
3. สะดวกต่อการต่อสายและอุปกรณ์ข้างเคียง	5	5	5	5.00	0.00
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดทดลอง	5	5	5	5.00	0.00
5. ความแข็งแรงทนทานของชุดทดลอง	5	5	5	5.00	0.00
6. การบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่าย	5	5	5	5.00	0.00
7. โปรแกรมการทดลองติดตั้งและใช้งานง่าย	5	4	5	4.67	0.58
8. โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจ และน่าสนใจในการเรียน	5	5	4	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.83	0.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 1 - 3 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 1					ใบงานที่ 2					ใบงานที่ 3				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	4	4	5	4.3	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	4	5	5	4.7	0.58	5	5	5	5	0
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58	5	4	5	4.7	0.58	4	4	5	4.3	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5	5	5	5	0	5	4	5	4.7	0.58	4	5	5	4.7	0.58
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	5	4.67	0.58	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	5	4	5	4.67	0.58	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
เฉลี่ยรวม				4.92	0.14				4.9	0.14				4.9	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.4 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 4 - 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 4					ใบงานที่ 5					ใบงานที่ 6				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	4	5	5	4.7	0.58	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	5	5	5	5	0	4	4	5	4.3	0.58	4	4	5	4.3	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	4	4.3	0.58	4	4	5	4.3	0.58	5	4	4	4.3	0.58
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	4	4.7	0.58
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
เฉลี่ยรวม				4.9	0.1		-		4.9	0.1		-		4.9	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของใบงานที่ 7 - 8 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ใบงานที่ 7					ใบงานที่ 8				
	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$	*S.D.*
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. บอกวัตถุประสงค์ของการทดลองในใบงาน	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
3. การทดลองมีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
4. ความเหมาะสมของลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
5. ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
6. ความเหมาะสมของคำถามท้ายการทดลอง	4	4	4	4	0	4	5	5	4.7	0.58
7. ความถูกต้องของรูปและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
8. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดตัวอักษร รูปภาพและตาราง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
9. ความเหมาะสมของรูปแบบใบงาน	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10. ความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4	5	4	4.3	0.58	4	4	4	4	0
11. การทดลองในใบงานดึงดูดความสนใจในการทดลอง	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0
12. สามารถนำความรู้ไปใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นได้	4	5	5	4.7	0.58	5	4	5	4.7	0.58
เฉลี่ยรวม				4.8	0.1		-		4.9	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.6 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 1	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	0	1	1	2	0.7	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	1	1	0	2	0.7	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	1	1	0	2	0.7	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	1	0	1	2	0.7	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	1	0	1	2	0.7	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.6 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 26	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 28	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	1	1	0	2	0.7	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	1	1	1	3	1.0	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.7 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=20

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 1	9	3	0.60	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
ข้อที่ 2	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 3	9	4	0.65	0.50	0.35	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 4	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 5	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 6	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25	ยอมรับได้
ข้อที่ 7	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 8	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 9	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 10	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 11	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 12	11	5	0.80	0.60	0.20	0.16	ยอมรับได้
ข้อที่ 13	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 14	9	4	0.65	0.50	0.35	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 15	11	5	0.80	0.60	0.20	0.16	ยอมรับได้
ข้อที่ 16	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16	ยอมรับได้
ข้อที่ 17	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 18	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 19	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23	ยอมรับได้
ข้อที่ 20	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 21	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16	ยอมรับได้
ข้อที่ 22	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 23	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 24	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21	ยอมรับได้
ข้อที่ 25	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16	ยอมรับได้
ข้อที่ 26	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 27	10	4	0.70	0.60	0.30	0.21	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.7 (ต่อ)

แบบทดสอบ	กลุ่มเก่ง (f_H)	กลุ่มอ่อน (f_L)	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่า (q)	ค่า (pq)	ผลการประเมิน
ข้อที่ 28	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 29	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19	ยอมรับได้
ข้อที่ 30	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19	ยอมรับได้
รวม	272	151	21.15	12.1	-	$\sum pq = 6.08$	
เฉลี่ย	9.07	5.03	0.705	0.403	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.8 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	30	900
กลุ่มสูงคนที่ 2	29	841
กลุ่มสูงคนที่ 3	28	784
กลุ่มสูงคนที่ 4	27	729
กลุ่มสูงคนที่ 5	25	625
กลุ่มสูงคนที่ 6	24	576
กลุ่มสูงคนที่ 7	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 8	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 9	22	484
กลุ่มสูงคนที่ 10	21	441
กลุ่มต่ำคนที่ 1	20	400
กลุ่มต่ำคนที่ 2	19	361
กลุ่มต่ำคนที่ 3	19	361
กลุ่มต่ำคนที่ 4	18	324
กลุ่มต่ำคนที่ 5	17	289
กลุ่มต่ำคนที่ 6	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 7	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 8	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 9	15	225
กลุ่มต่ำคนที่ 10	15	225
รวม	$\Sigma x = 423$	$\Sigma x^2 = 9391$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$S_t^2 = \frac{20 \times 9391 - (423)^2}{20 \times 19}$$

$$S_t^2 = \frac{187820 - 178929}{380}$$

$$S_t^2 = 23.397$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{6.08}{23.397}\right]$$

$$r_{tt} = 1.034483[1 - 0.259862]$$

$$r_{tt} = 0.766$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วย SDCC บน MCS-51

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	ผลต่าง (D)	ผลต่าง^2 (D^2)
1	12	25	13	169
2	8	20	12	144
3	5	19	14	196
4	6	19	13	169
5	6	18	12	144
6	8	25	17	289
7	11	27	16	256
8	7	24	17	289
9	13	29	16	256
10	15	30	15	225
11	10	28	18	324
12	10	27	17	289
13	8	22	14	196
14	6	19	13	169
15	9	25	16	256
16	7	23	16	256
17	10	26	16	256
18	10	24	14	196
19	11	25	14	196
20	14	29	15	225
รวม	186	484	298	4500
เฉลี่ย	9.3	24.2	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$t = \frac{298}{\sqrt{\frac{20 * 4{,}500 - (298)^2}{20-1}}}$$

$$t = \frac{298}{7.934}$$

$$t = 37.56$$

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 ซ

รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

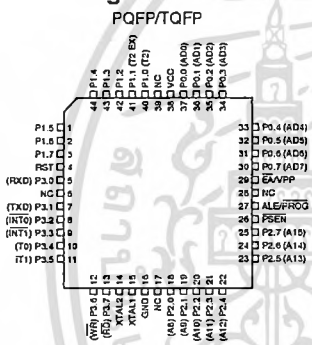
Description

The AT89C52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 and 80C52 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C52 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

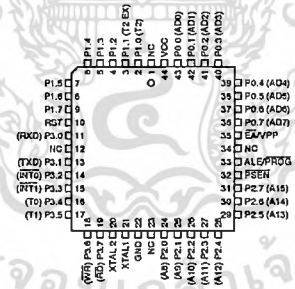
Pin Configurations

PDIP

PQFP/TQFP



PLCC



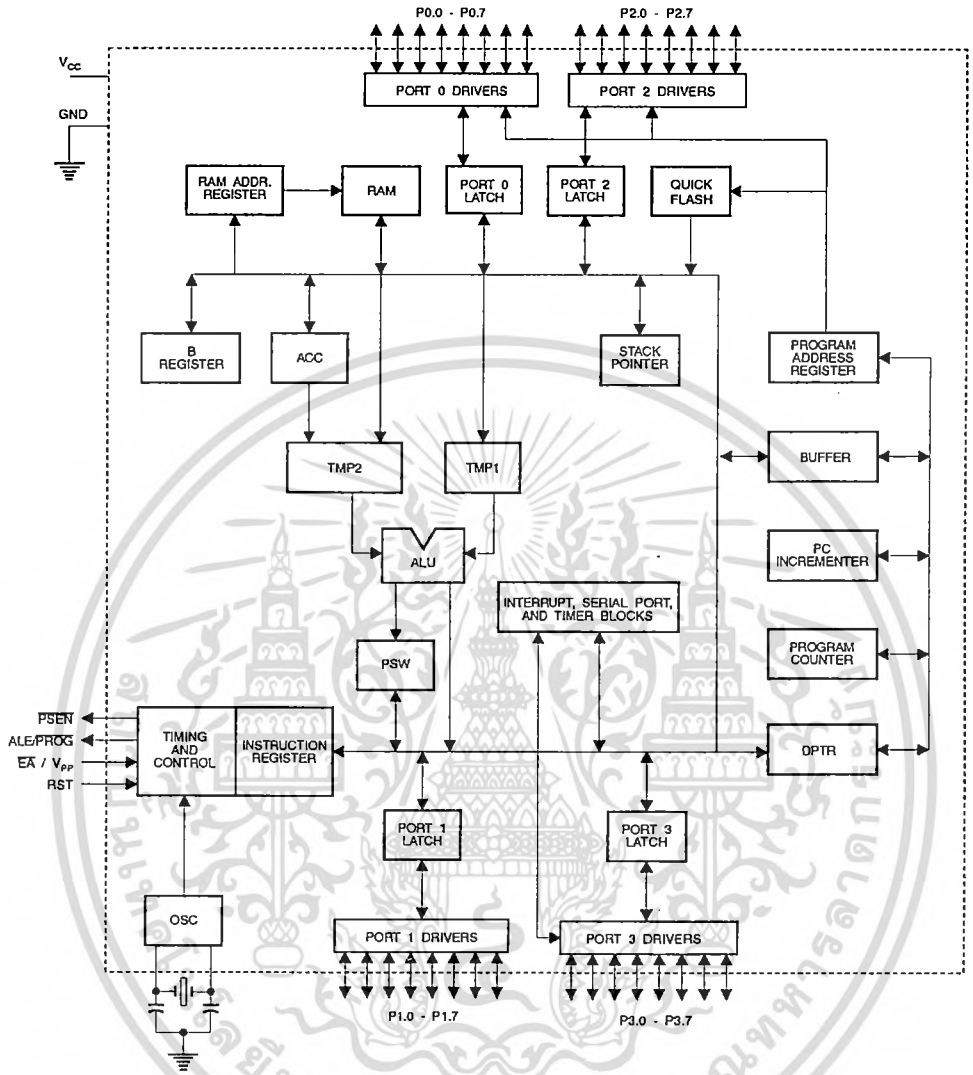
8-bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

AT89C52

Rev. 0313H–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full-duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89C52 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.
Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51, as shown in the following table.

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

RST
Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$
Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C52 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89C52 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 4) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Interrupt Registers The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.r

Table 2. T2CON – Timer/Counter 2 Control Registe

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflow to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/$\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/$\overline{T2}$ = 0 for timer function. C/$\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/$\overline{RL2}$	Capture/Reload select. CP/$\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/$\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

Data Memory

The AT89C52 implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89C52 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51.

Timer 2

Timer 2 is a 16-bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/$\overline{T2}$ in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 3.

Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

Table 3. Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/$\overline{RL2}$	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least one full machine cycle.

Capture Mode

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16-bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 1.

Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16-bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 4). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1. Timer in Capture Mode

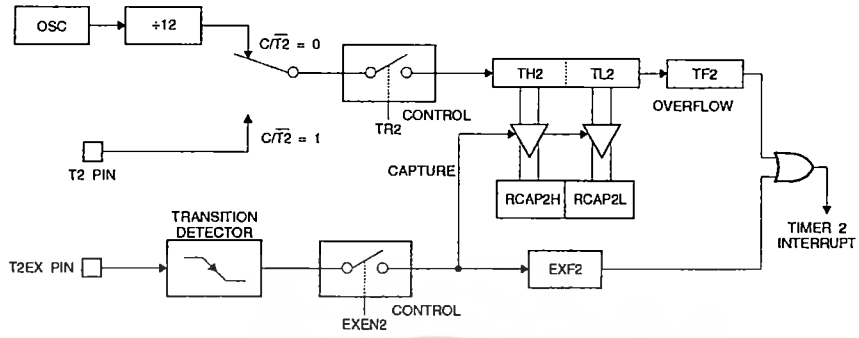


Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture ModeRCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 3. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)

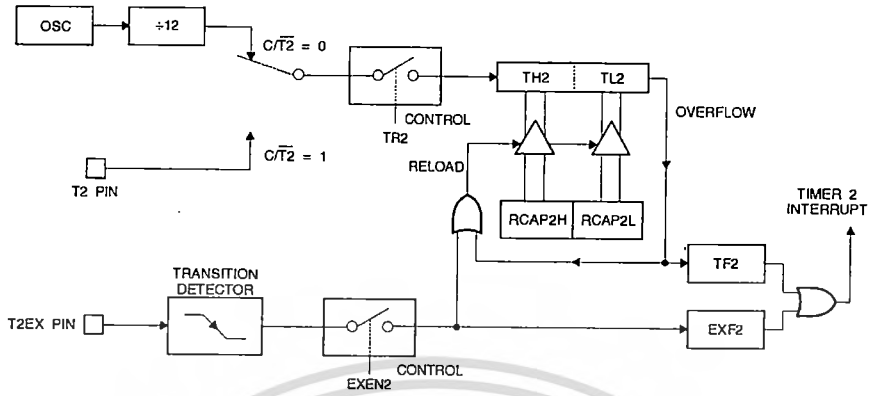


Table 4. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H — Reset Value = XXXX XX00B

Not Bit Addressable

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	–	–	–	–	–	–	T2OE	DCEN

Symbol	Function
–	Not implemented, reserved for future
T2OE	Timer 2 Output Enable bit.
DCEN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

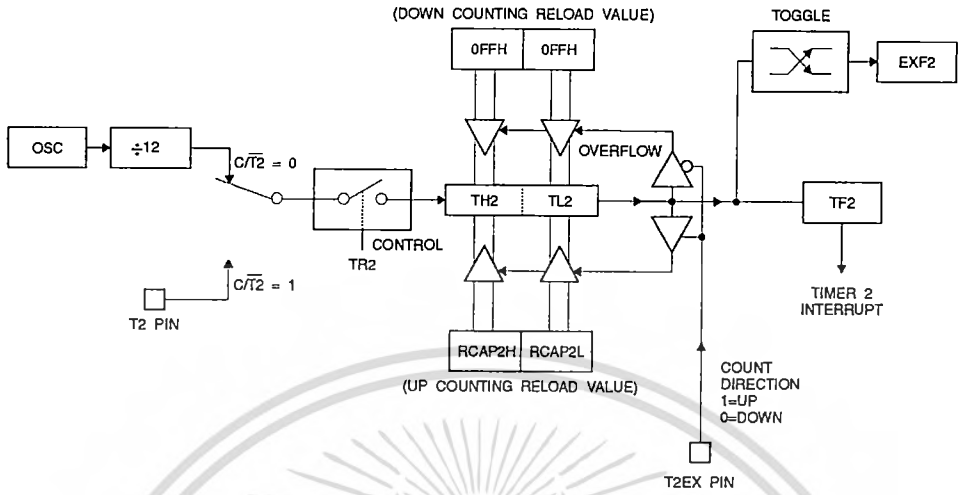
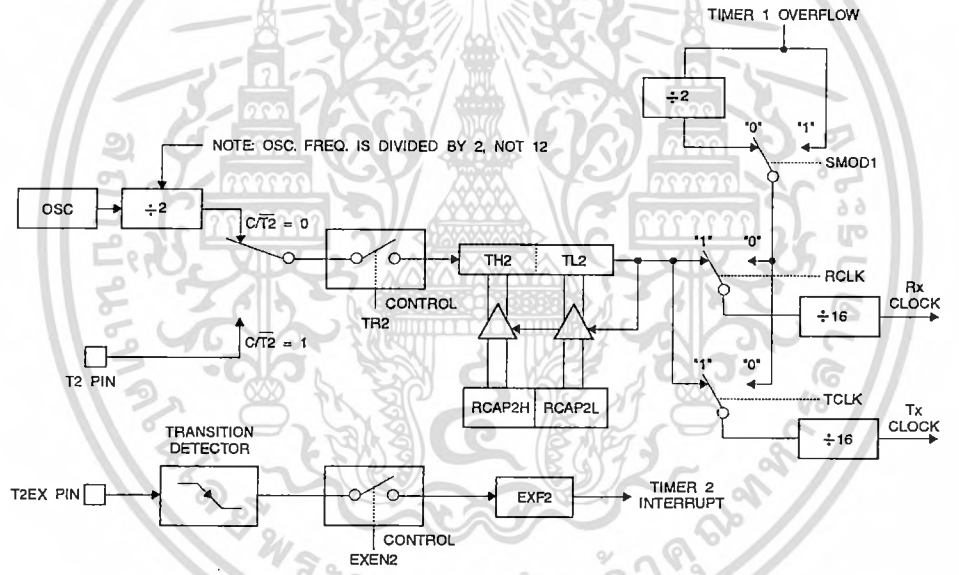


Figure 4. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 4.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ($C/\overline{T2} = 0$). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

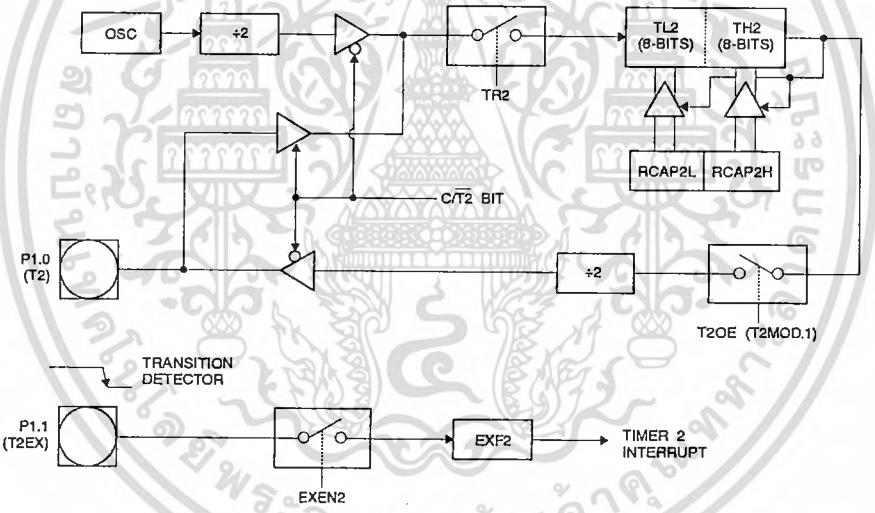
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H,RCAP2L})]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 4. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Figure 5. Timer 2 in Clock-out Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 5. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz at a 16 MHz operating frequency.

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit C/$\overline{T2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock-Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Fequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H,RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 roll-overs will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

UART

The UART in the AT89C52 operates the same way as the UART in the AT89C51.

Interrupts

The AT89C52 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 6.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89C51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.

Table 5. Interrupt Enable (IE) Register

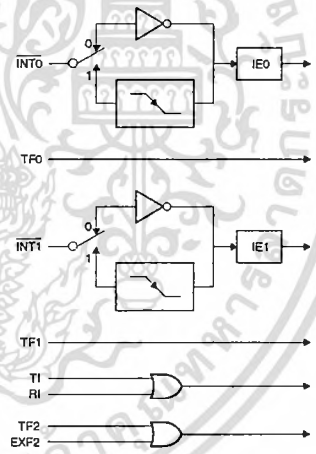
(MSB)							(LSB)
EA	–	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE.6	Reserved.
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit.
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit.
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit.
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit.
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit.
User software should never write 1s to unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.		

Figure 6. Interrupt Sources



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 7. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 8. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

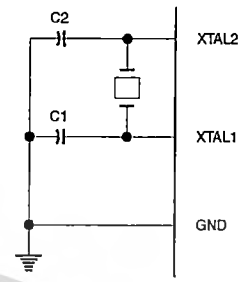
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

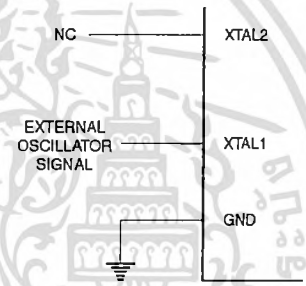
In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Figure 7. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 8. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Powe-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program Memory Lock Bits

The AT89C52 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled.
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of $\overline{EA}$ must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming the Flash

The AT89C52 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The Low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C52 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C52 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-side Mark	AT89C52 xxxx yyww	AT89C52 $\overline{xxxx}$ - 5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 52H (032H) = FFH	(030H) = 1EH (031H) = 52H (032H) = 05H

The AT89C52 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm Before programming the AT89C52, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 9 and Figure 10. To program the AT89C52, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling The AT89C52 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$ The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{BUSY}$. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all 1s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be reprogrammed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reading the Signature Bytes The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 52H indicates 89C52
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written, and the entire array can be erased, by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode		RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9. Programming the Flash Memory

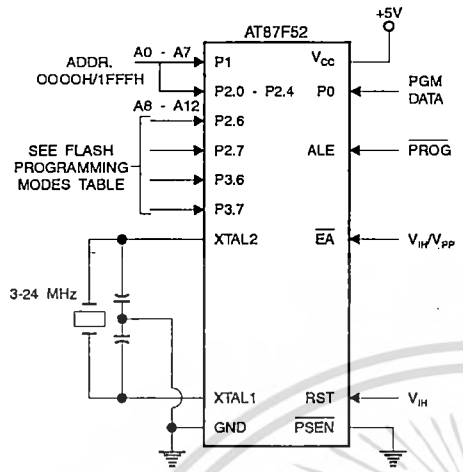
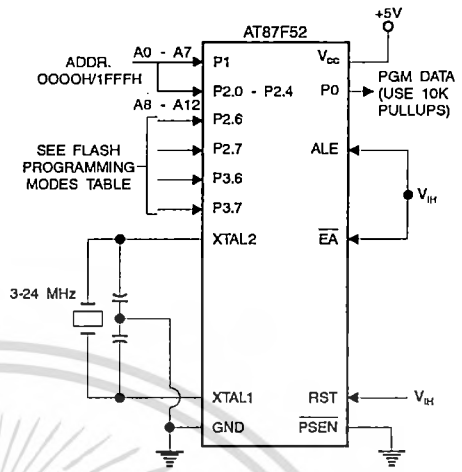


Figure 10. Verifying the Flash Memory



Flash Programming and Verification Characteristics

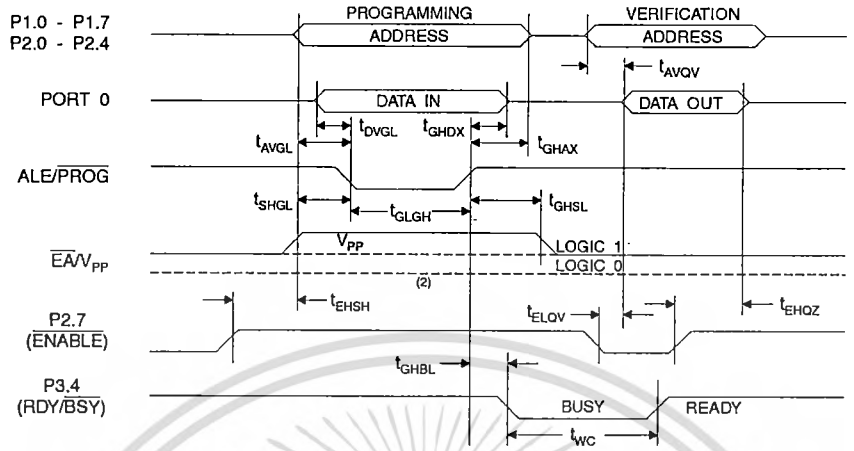
T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold after $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold after $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

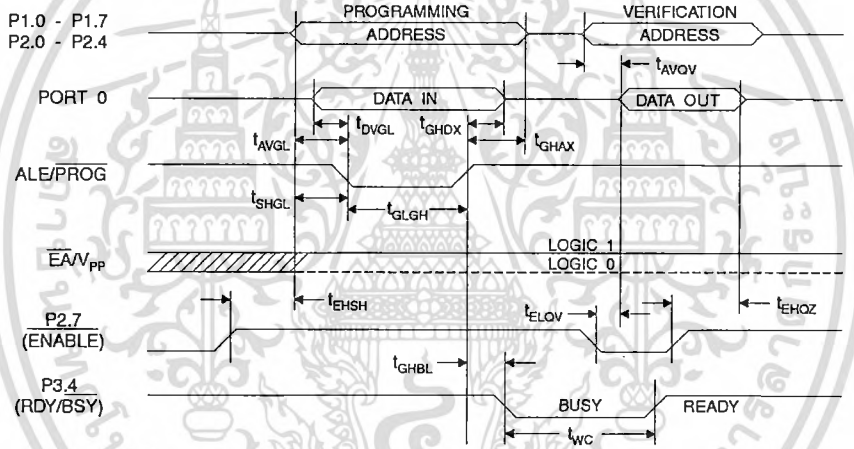
Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode (V_{PP}=12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode (V_{PP}=5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 5.0V ± 20%, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode[1]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

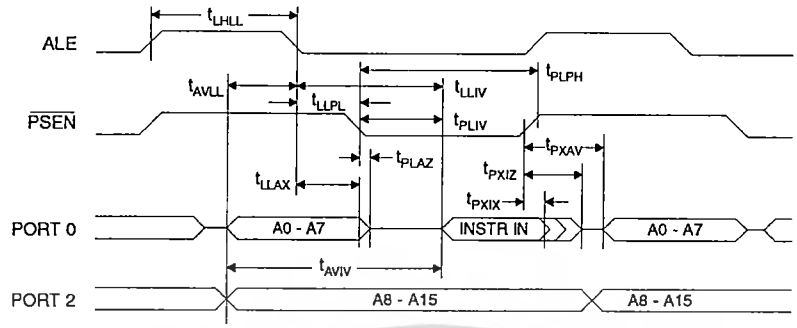
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

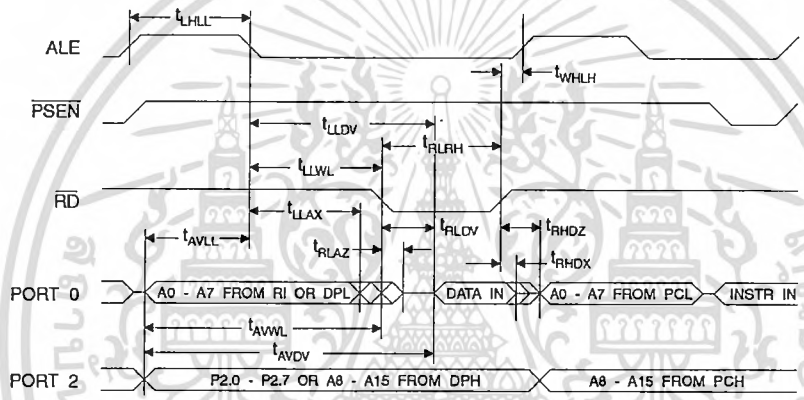
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

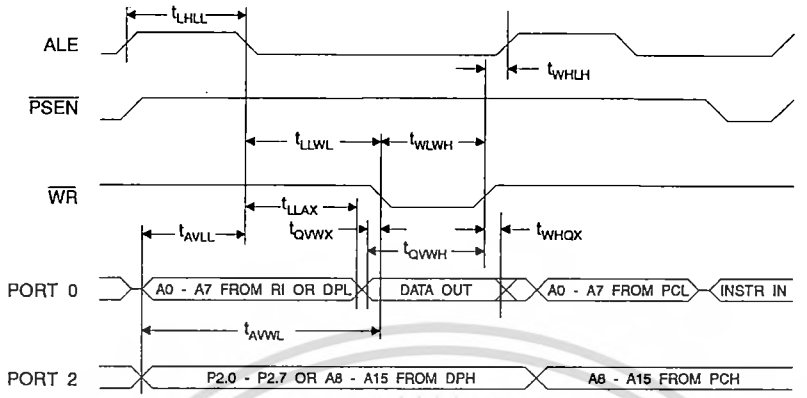


External Data Memory Read Cycle

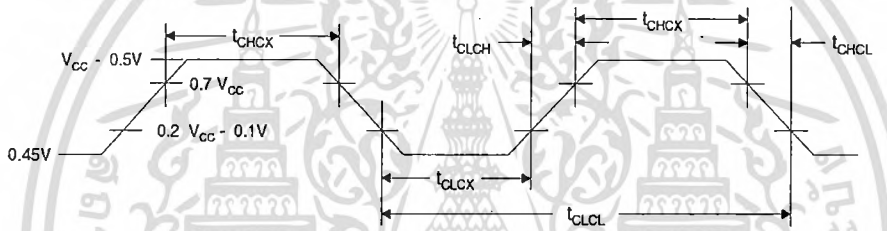


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

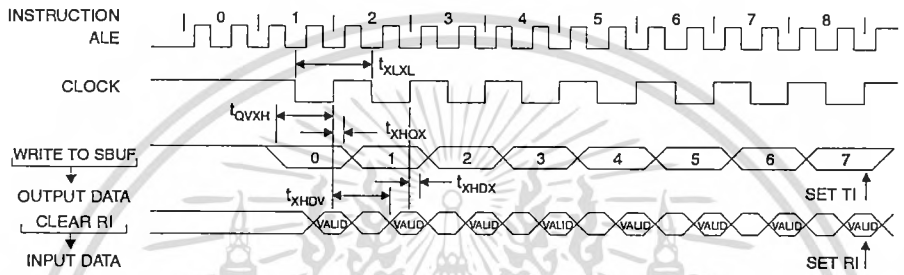
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

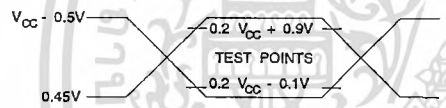
The values in this table are valid for V_{CC} = 5.0V ± 20% and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

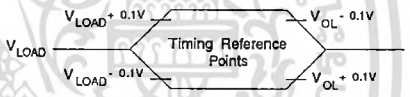


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

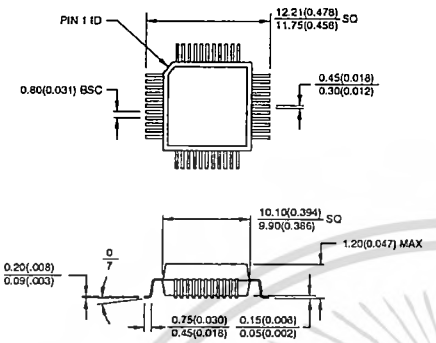
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C52-12AC AT89C52-12JC AT89C52-12PC AT89C52-12QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-12AI AT89C52-12JI AT89C52-12PI AT89C52-12QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
16	5V ± 20%	AT89C52-16AC AT89C52-16JC AT89C52-16PC AT89C52-16QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-16AI AT89C52-16JI AT89C52-16PI AT89C52-16QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
20	5V ± 20%	AT89C52-20AC AT89C52-20JC AT89C52-20PC AT89C52-20QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-20AI AT89C52-20JI AT89C52-20PI AT89C52-20QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
24	5V ± 20%	AT89C52-24AC AT89C52-24JC AT89C52-24PC AT89C52-24QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C52-24AI AT89C52-24JI AT89C52-24PI AT89C52-24QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

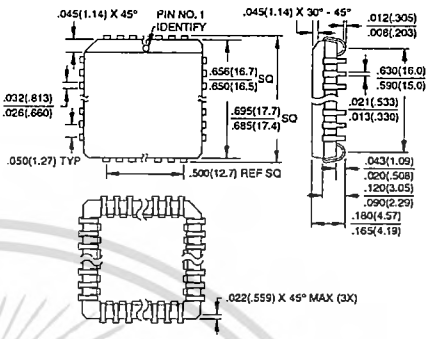
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB

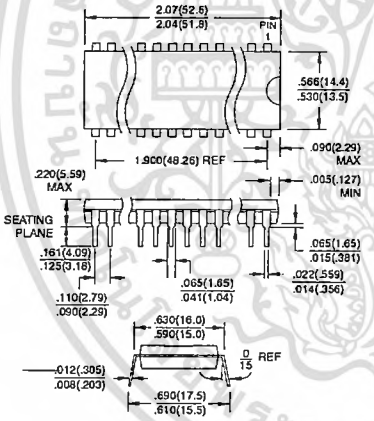


Controlling dimension: millimeters

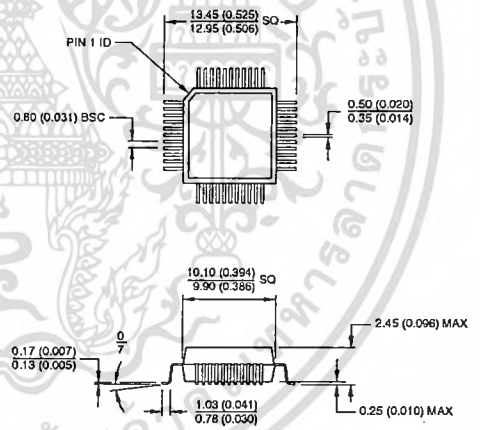
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC



40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 1999.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

0313H–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้