ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

Digital Weight Measurement

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวปวีณอร	ใกล้สุข	รหัสประจำตัว	43035339
2. นายวรเชษฐ์	คำผาย	รหัสประจำตัว	43035345
3. นายธีระ	ตระกูลปริรักษ์	รหัสประจำตัว	43035609
4. นายพิเชษฐ์	บุญส่ง	รหัสประจำตัว	43035610

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	.....
2. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
3. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	.....
4. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	.....
5. อาจารย์โกศล ตราชู	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2545 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.312 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 4 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2545

<BT4402132>

เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

DIGITAL WEIGHT MEASUREMENT

นางสาวปวีณอร ใกล้สุข
นายวรเชษฐ์ คำผาย
นายธีระ ตระกูลปริรักษ์
นายพิเชษฐ์ บุญส่ง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 44209
วัน, เดือน, ปี 4 พ.ย. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

DIGITAL WEIGHT MEASUREMENT

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล
2. เพื่อออกแบบวงจร Instrument Amplifier วงจร A/D อินเตอร์เฟส MCU และ อินเตอร์เฟสฮาร์ดแวร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์
3. เพื่อสร้างและประกอบเครื่องชั่งน้ำหนักและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
4. เพื่อทดลองและปรับปรุงเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล
5. เพื่อสามารถนำเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจหลักการการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล
2. ได้แบบวงจร Instrument Amplifier วงจร A/D อินเตอร์เฟส MCU และ อินเตอร์เฟสฮาร์ดแวร์กับคอมพิวเตอร์ได้
3. ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลได้
4. ได้ผลการทดลองและปรับปรุงเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล
5. นำเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล
นักศึกษา	นางสาวปวีณอร ใกล้สุข
	นายวรเชษฐ์ คำผาย
	นายธีระ ตระกูลปริรักษ์
	นายพิเชษฐ์ บุญส่ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล ที่สามารถ เก็บ ลบ และแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของสินค้าด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องชั่งน้ำหนักสามารถคำนวณราคาสินค้าจากน้ำหนัก แสดงรหัสสินค้า ชื่อสินค้าภาษาไทย ราคาสินค้าต่อหน่วย ทางหน้าจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก และแสดงเฉพาะค่าน้ำหนักทางจอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งช่วยให้สามารถเข้าใจหลักการทำงาน ของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล และยังสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Digital Weight Measurement
Students	Miss Paweenon Klaisuk
	Mr.Vorachet Kamphay
	Mr.Teera Trakulparirak
	Mr.Pichet Boonsong
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mr.Suchin Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Electronics and Computer
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis presents a design and implementation of Digital Weight Measurement. The project can save, delete and update data of goods by microcomputer .It can calculate the price of goods by weight and display the goods's code, name in Thai, price of goods per unit on graphic LCD.The weight of goods will show on the 7-Segment.That helps the user to understand the principle of Digital Weight Measurement and can be used in the daily life.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์สุชิน อาจหาญ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา และมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจ และทุนการศึกษาด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์	3
2.1.1 เกจความเครียด	3
2.1.2 บริดจ์ของเกจความเครียด	6
2.1.3 การชดเชยอุณหภูมิ	11
2.1.4 การจัดวางเกจความเครียด	12
2.1.5 การสมดุลย์ของบริดจ์	14
2.1.6 การสอบเทียบ	14
2.1.7 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง	18
2.1.8 เทคโนโลยีโหลดเซล	18
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	19
2.2.1 โครงสร้างของ MCS-51	20
2.3 จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก	22
2.3.1 โครงสร้างและการทำงานของจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก	22
2.4 ระบบฐานข้อมูล	23
2.4.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล	23
2.4.2 การออกแบบฐานข้อมูล	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.3 Data Access object กับการเชื่อมต่อฐานข้อมูล	27
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	29
3.1 กล่าวนำ	29
3.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์	29
3.2.1 บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก	29
3.2.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	30
3.2.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล	31
3.2.4 บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	32
3.2.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	32
3.2.6 วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก	35
3.2.7 วงจรเชื่อมต่อพอร์ต	36
3.2.8 การออกแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก	39
3.2.9 การสร้างต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	41
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์	42
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก	42
3.3.2 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า	49
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	58
4.1 กล่าวนำ	58
4.2 การทดลองและผลการทดลอง	58
4.2.1 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	58
4.2.2 การทดลองและผลการทดลองบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	61
4.2.3 การทดลองและผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์	65
4.2.4 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก	68
4.2.5 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232	70
4.2.6 การทดลองและผลการทดลองใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.7 การทดลองและผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	85
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	91
5.1 บทสรุป	91
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	91
5.2.1 ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์	91
5.2.2 ปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์	93
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	94
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	95
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	97
ภาคผนวก ค ผังงานและโปรแกรมควบคุม	102
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	126
ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	139
บรรณานุกรม	146
ประวัติผู้แต่ง	147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ชนิดเส้นลวดและสารยึดติด	5
ตารางที่ 2.2 เทคโนโลยีโหลดเซล	19
ตารางที่ 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51	20
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการใช้เมตริกซ์สวิตช์	33
ตารางที่ 3.2 เขตข้อมูลของฐานข้อมูลสินค้า	56
ตารางที่ 3.3 การออกแบบแบบสอบถาม	57
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	60
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองโหลดเซลที่ชั่งน้ำหนัก 0-100 กรัม	63
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองค่าแรงดันเอาต์พุตจากวงจร Instrument Amplifier และค่ารหัสสัญญาณดิจิตอลจากวงจร A/D	64
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการกดคีย์สวิตช์	66
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลอนุกรมผ่าน RS-232	73
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด	4
รูปที่ 2.2 เกจความเครียดชนิดยึดติด	5
รูปที่ 2.3 บริดจ์ของเกจความเครียด	6
รูปที่ 2.4 อัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตที่เปิดวงจรเทียบกับ $\frac{R_G}{R_I}$	8
รูปที่ 2.5 ดีซีบริดจ์	10
รูปที่ 2.6 เอซีบริดจ์	10
รูปที่ 2.7 การชดเชยด้วยดัมมี่เกจ	11
รูปที่ 2.8 การจัดวางเกจความเครียดโดยใช้เกจ 4 ตัว	11
รูปที่ 2.9 รูปแบบการจัดวางที่เป็นไปได้สำหรับการวัดแรงดัน P	12
รูปที่ 2.10 การจัดวางเกจความเครียดเพื่อการวัดแรงดัน P	13
รูปที่ 2.11 การจัดวางในอีกลักษณะหนึ่ง	14
รูปที่ 2.12 การสอบเทียบสำหรับการจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุลย์	15
รูปที่ 2.13 การสอบเทียบโดยการขนานความต้านทาน	16
รูปที่ 2.14 การสอบเทียบเกจความเครียดทางพลวัตโดยใช้ลูกเบี้ยว	17
รูปที่ 2.15 การสอบเทียบทางพลวัตโดยใช้ตัวสั่นสะเทือน	17
รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในของ MCS-51	21
รูปที่ 2.17 โครงสร้างและขาควบคุมของ LCD Graphic DV-12864	29
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก	30
รูปที่ 3.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	31
รูปที่ 3.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล	31
รูปที่ 3.4 การออกแบบการใช้งานของเมตริกซ์สวิตช์	34
รูปที่ 3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	34
รูปที่ 3.6 โครงสร้างและขาควบคุมจอแสดงผลผลึกเหลว DV-12864	35
รูปที่ 3.7 การออกแบบการใช้งานจอแสดงผลผลึกเหลว	36
รูปที่ 3.8 วงจรเชื่อมต่อพอร์ต	38
รูปที่ 3.9 โครงสร้างภายในของเครื่องชั่งน้ำหนัก	39
รูปที่ 3.10 โครงสร้างภายนอกของเครื่องชั่งน้ำหนัก	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.11 โครงสร้างและขนาดของเครื่องชั่งน้ำหนักในมุมต่างๆ	41
รูปที่ 3.12 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก	42
รูปที่ 3.13 ผังงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์	43
รูปที่ 3.14 ผังงานโปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูล	44
รูปที่ 3.15 ผังงานโปรแกรมย่อยปรับค่าน้ำหนักปัจจุบันให้เป็นศูนย์	44
รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	45
รูปที่ 3.17 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	45
รูปที่ 3.18 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบผลึกเหลว	46
รูปที่ 3.19 ผังงานของโปรแกรมคีย์บอร์ด	47
รูปที่ 3.20 ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์	48
รูปที่ 3.21 เมนูค้นหาสินค้าตามชื่อและรหัสของสินค้า	49
รูปที่ 3.22เมนูค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า	49
รูปที่ 3.23 เมนูการส่งข้อมูลสินค้าไปเก็บในหน่วยความจำภายในเครื่องชั่งน้ำหนัก	50
รูปที่ 3.24 ผังงานหลักของโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า	50
รูปที่ 3.25 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า	51
รูปที่ 3.26 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า	52
รูปที่ 3.27 ผังงานของโปรแกรมย่อยการส่งข้อมูลสินค้า	53
รูปที่ 3.28 ผังงานของเมนูเพิ่มสินค้า	54
รูปที่ 3.29 ผังงานของเมนูแก้ไขสินค้า	55
รูปที่ 3.30 ผังงานของเมนูลบสินค้า	55
รูปที่ 3.31 ผังงานของเมนูพิมพ์ข้อมูลสินค้า	56
รูปที่ 4.1 การทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	59
รูปที่ 4.2 การแสดงผลของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	61
รูปที่ 4.3 การทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	63
รูปที่ 4.4 การทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์	68
รูปที่ 4.5 การทดลองวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.6 การทดลองการใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232	72
รูปที่ 4.7 เมนูการป้อนรหัสผู้ใช้งาน	74
รูปที่ 4.8 เมนูหลัก	74
รูปที่ 4.9 การค้นหาสินค้าตามชื่อ	75
รูปที่ 4.10 ผลการค้นหาตามชื่อสินค้า	76
รูปที่ 4.11 ผลการค้นหาสินค้าตามรหัสสินค้า	77
รูปที่ 4.12 ผลการค้นหาสินค้าประเภทผัก	78
รูปที่ 4.13 ผลการค้นหาสินค้าประเภทผลไม้	79
รูปที่ 4.14 ผลการค้นหาสินค้าประเภทขนม	79
รูปที่ 4.15 ผลการค้นหาสินค้าประเภทเนื้อสัตว์	79
รูปที่ 4.16 ผลการค้นหาสินค้าประเภทอื่นๆ	80
รูปที่ 4.17 ผลการค้นหาสินค้าทุกประเภท	80
รูปที่ 4.18 เมนูเพิ่มสินค้า	81
รูปที่ 4.19 ข้อมูลของสินค้าที่ต้องการแก้ไข	82
รูปที่ 4.20 เมนูการแก้ไขสินค้า	82
รูปที่ 4.21 ผลการแก้ไขข้อมูลสินค้า	83
รูปที่ 4.22 ข้อมูลของสินค้าที่ต้องการลบ	83
รูปที่ 4.23 การถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูล	84
รูปที่ 4.24 การค้นหาข้อมูลเพื่อพิมพ์ข้อมูลสินค้า	84
รูปที่ 4.25 การยืนยันการพิมพ์ข้อมูล	85
รูปที่ 4.26 เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	86
รูปที่ 4.27 โปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า	87
รูปที่ 4.28 รูปแบบการส่งข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนัก	88
รูปที่ 4.29 การทดลองชั่งตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน	89
รูปที่ 4.30 การทดลองชั่งสินค้า	90
รูปที่ ก.1 ต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	96
รูปที่ ข.1 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.2 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	99
รูปที่ ข.3 วงจรการเชื่อมต่อพอร์ต	100
รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรการเชื่อมต่อพอร์ต	101
รูปที่ ค.1 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก	103
รูปที่ ค.2 ผังงาน โปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์	104
รูปที่ ค.3 ผังงาน โปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูล	105
รูปที่ ค.4 ผังงาน โปรแกรมย่อยปรับค่าน้ำหนักปัจจุบันให้เป็นศูนย์	105
รูปที่ ค.5 ผังงานของโปรแกรมการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	106
รูปที่ ค.6 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	106
รูปที่ ค.7 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบผลึกเหลว	107
รูปที่ ค.8 ผังงานของโปรแกรมคีย์บอร์ด	108
รูปที่ ค.9 ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์	109
รูปที่ ค.10 ผังงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพต์คีย์บอร์ด	110
รูปที่ ค.11 ผังงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ปรับค่าศูนย์	110
รูปที่ ค.12 โปรแกรมควบคุมการทำงาน	125
รูปที่ ง.1 หน้าต่างเมนูการป้อนรหัสการใช้งาน	127
รูปที่ ง.2 เมนูหลักของโปรแกรม DWMD	128
รูปที่ ง.3 หน้าต่างของการค้นหาสินค้าตามชื่อและรหัสสินค้า	128
รูปที่ ง.4 การค้นหาตามรายชื่อสินค้า	129
รูปที่ ง.5 การค้นหาสินค้าตามรหัสของสินค้า	129
รูปที่ ง.6 การค้นหาสินค้าตามประเภทของสินค้า	130
รูปที่ ง.7 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลสินค้า	130
รูปที่ ง.8 การแก้ไขข้อมูลของสินค้า	131
รูปที่ ง.9 การลบข้อมูลของสินค้า	131
รูปที่ ง.10 การพิมพ์ข้อมูลตามชื่อของสินค้าหรือรหัสของสินค้า	132
รูปที่ ง.11 การพิมพ์ข้อมูลตามประเภทสินค้า	132
รูปที่ ง.12 การส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลไปเก็บที่เครื่องชั่งน้ำหนัก	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ง.13 โปรแกรม DWMD	134
รูปที่ ง.14 การส่งข้อมูลสินค้า	134
รูปที่ ง.15 คีย์การใช้งานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล	136
รูปที่ ง.16 การแสดงผลในโหมด 1	136
รูปที่ ง.17 การแสดงผลในโหมด 2	137
รูปที่ ง.18 หน้าจอสภาวะรอการทำงานในภาษาอังกฤษ	137
รูปที่ ง.19 หน้าจอสภาวะรอการทำงานในภาษาไทย	138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น ห้างสรรพสินค้า หรือ ซุปเปอร์มาเก็ตจะมีราคาแพง จึงมีแนวคิดสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลเพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาขีดความสามารถของเครื่องต่อไปโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณดิจิตอลซึ่งเครื่องสามารถ เก็บ แก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลของราคาสินค้าพร้อมทั้งคำนวณราคาสินค้าจากน้ำหนัก แล้วแสดงผลผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว และจอแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งผลที่ได้จะให้ความละเอียด ความเที่ยงตรงและสะดวกรวดเร็วในการใช้งานมากกว่า

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 0-35 กิโลกรัม
2) สามารถ เก็บ แก้ไข และเพิ่มข้อมูลของราคาสินค้าโดยใช้ ไมโครคอมพิวเตอร์ ในการดึงข้อมูล (Upload) ได้
3) สามารถคำนวณราคาสินค้าจากน้ำหนักได้
4) สามารถแสดงชื่อ น้ำหนัก ราคา และรหัสสินค้าภาษาไทยผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว และค่าน้ำหนักผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ได้
5) ความละเอียดในการชั่งเริ่มต้นที่ 10 กรัม และหน่วยกิโลกรัม จุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6) ความผิดพลาดในการชั่ง ± 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึงเนื้อหาในส่วนใช้งาน โปรแกรมภาษาต่างๆ การออกแบบโครงงานทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ การทดสอบโครงงาน และทำการสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน และกล่าวถึงแนวทางแก้ไขรวมถึงการพัฒนาโปรแกรม สามารถแบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขปของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้คือ อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์ เทคโนโลยีโหลดเซล ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก และระบบฐานข้อมูล

บทที่ 3 การออกแบบการสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ได้แก่ วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 การออกแบบโครงสร้างเครื่องชั่งน้ำหนัก และการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลอง และผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก วงจรเมตริกซ์สวิตช์ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 และการทดลองใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา ขั้นการสรุปผล ในการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรมควบคุม

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก จ รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

2.1.1 เกจความเครียด (Strain Gages)

ทรานส์ดิวเซอร์ (Transducer) ชนิดนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่าถ้าตัวนำไฟฟ้าอันหนึ่งถูกขึงให้ตึงหรือถูกอัดตัวค่าความต้านทานของมันจะเปลี่ยนแปลง อันเนื่องจากมีการเปลี่ยนในความยาวพื้นที่หรือพิกัดความต้านทาน (Resistivity) ของมันค่าความต้านทาน R ของตัวนำไฟฟ้าอันหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A และความยาว L มีพิกัดความต้านทานของวัสดุคือ ρ

$$R = \frac{\rho l}{\mu A} \tag{2.1}$$

เกจแฟคเตอร์ F ของตัวนำไฟฟ้าถูกนิยามเหมือนกับ

$$F = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\varsigma} \tag{2.2}$$

เมื่อ R เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน R เนื่องจากเกจความเครียด ς ซึ่ง

$$\varsigma = \frac{\Delta L}{L}$$

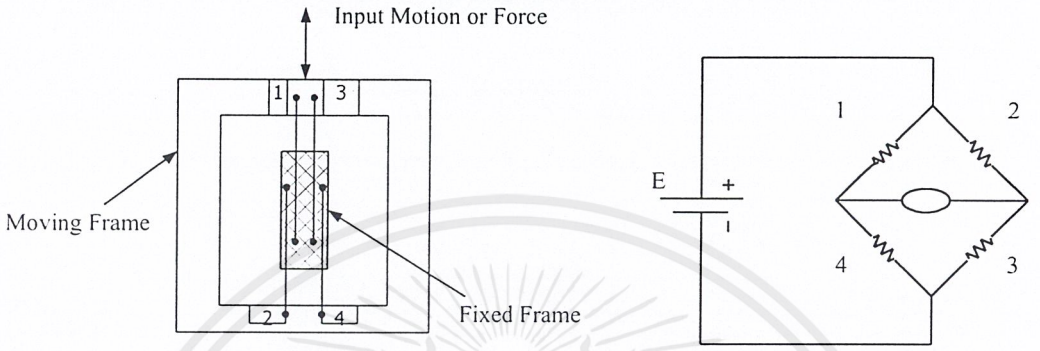
ในทางปฏิบัติ ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้มักอยู่ในรูปของเส้นลวดขนาดเล็กๆ หรือโลหะแผ่นบาง ทรานส์ดิวเซอร์เกจความเครียดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1) เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด

เกจความเครียดชนิดนี้ ลวดค่าความต้านทานเส้นหนึ่งจะถูกขึงให้ตึงระหว่าง 2 เฟรม (Frame) เฟรมหนึ่งเป็นเฟรมเคลื่อนที่ขณะที่อีกเฟรมหนึ่งอยู่กับที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1(ก) ขนาดของเส้นลวดตามปกติแล้วมีความยาว 25 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ไมโครเมตร เพลท (Plate) ที่บิดงอได้จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับสปริงระหว่างเฟรมทั้งสองเส้นลวดจะอยู่ภายใต้การป้อนโหลดตัวใหม่ ซึ่งมากกว่าโหลดที่มีการอัดตัวที่ตั้งเอาไว้ในครั้งแรก การเคลื่อนที่ของอินพุตที่แสดงในรูปที่ 2.1 จะขึงเส้นลวดที่ 1 และ 3 ให้ตึง ขณะเดียวกันก็จะลดความตึงในลวดเส้นที่ 2 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามกันก็จะให้ผลที่ตรงกันข้าม เส้นลวดจะถูกนำมาต่อเข้ากับวงจรวีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) แสดงดังในรูปที่ 2.1



(ก) ลักษณะการจัดวาง (ข) วงจร

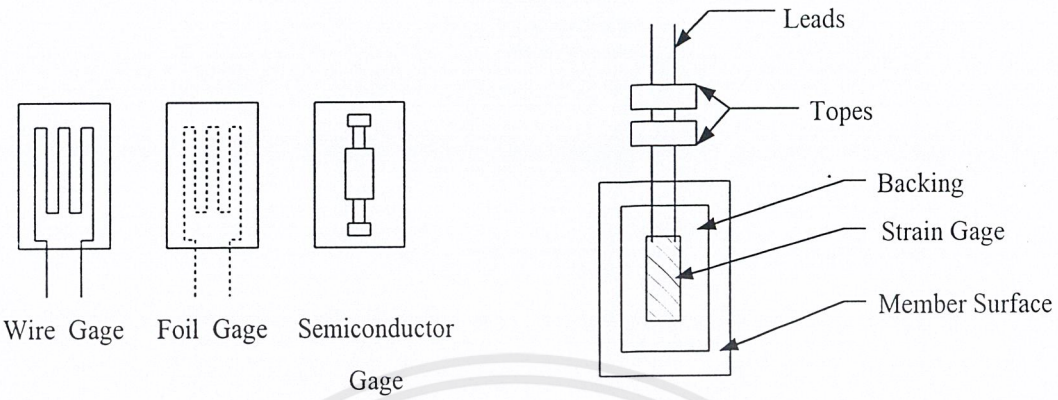
รูปที่ 2.1 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด

โดยทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้สามารถวัดการเคลื่อนที่ที่มีขนาดเล็กมากๆ ถึง 5 ไมโครเมตร และแรงที่ขนาดเล็กมากๆ อีกด้วย ทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้อาจนำไปใช้เพื่อการวัด แรง ความดัน และความเร่งได้

2) เกจความเครียดชนิดยึดติด

ทรานส์ดิวเซอร์เกจความเครียดชนิดยึดติด ถูกใช้อย่างกว้างขวางเพื่อวัดสิ่งที่แปรเปลี่ยนไปทางกายภาพหลายๆ อย่าง เช่น ความเครียด แรง แรงบด ความดัน และการสั่นสะเทือนเป็นต้น เกจเหล่านี้อาจจะทำด้วยวัสดุจำพวกโลหะหรือสารกึ่งตัวนำและอยู่ในรูปของเกจเส้นลวด (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิเมตร) หรือโลหะแผ่นบางๆ หรือแท่งเล็กๆ (ในกรณีของสารกึ่งตัวนำ) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เกจเหล่านี้มีกระดาษหรือวัสดุชนิดอื่นห่อหุ้ม เพื่อใช้ยึดติดกับพื้นผิวที่ต้องการวัดความเครียด ดังแสดงในรูปที่ 2.3 เมื่อยึดติดแล้วเกจจะได้รับความเครียดเหมือนกับความเครียดที่มีอยู่ในพื้นผิวนั้นเกจเหล่านี้มีความไวสูงมากและเมื่อนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความเครียดที่ต่ำประมาณ 10^{-7} อาจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ชนิดของเกจความเครียด (ข) การติดเกจความเครียด

รูปที่ 2.2 เกจความเครียดชนิดยึดติด

เกจที่ทำจากโลหะผสมทองแดงและนิเกิ้ล มีเกจแฟคเตอร์ (Factor Gage) 2 ถึง 3 ขณะที่เซมิคอนดัคเตอร์เกจ (Semiconductor Gage) มีเกจแฟคเตอร์ 100 ถึง 200 ตารางที่ 1 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุห่อหุ้มเกจ ชนิดเส้นลวด (Wire Gage) และ สารยึดติด (Foil Gage)

ตารางที่ 2.1 ชนิดเส้นลวดและสารยึดติด

วัสดุห่อหุ้มเกจ	สารยึดติด	ชนิดเส้นลวด	หมายเหตุ
กระดาษหรือไหม	Nitrocellulose	โลหะผสม Cu , Ni	ใช้ได้สูงถึง 60 องศา
เบคาไลท์	Epoxy	โลหะผสม Cu ,Ni	ใช้ได้สูงถึง 200 องศา
Glass Weave	Ceramic cement	โลหะผสม Cr , Ni	ใช้ได้สูงถึง 400 องศา

กระแสที่ไหลผ่านเกจปกติถูกจำกัดอยู่ที่ 10 ถึง 30 มิลลิแอมป์ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทดสอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเส้นลวด เกจที่ห่อหุ้มด้วยเบคาไลท์สามารถต้านทานกระแสที่มีค่าค่อนข้างสูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจะต้องให้ความระมัดระวังขณะทำการติดเกจพื้นผิวที่ต้องการติดเกจจะต้องทำให้สะอาดตลอดเวลาหลังจากนั้นใส่สารยึดติดตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตแล้วทำการเชื่อมต่อขาของเกจและยึดติดอย่างหนาแน่นเข้ากับส่วนที่ต้องการทดสอบ จากนั้นตรวจสอบการเชื่อมต่อเกจและฉนวนเป็นลำดับสุดท้าย

2.1.2 บริดจ์ของเกจความเครียด

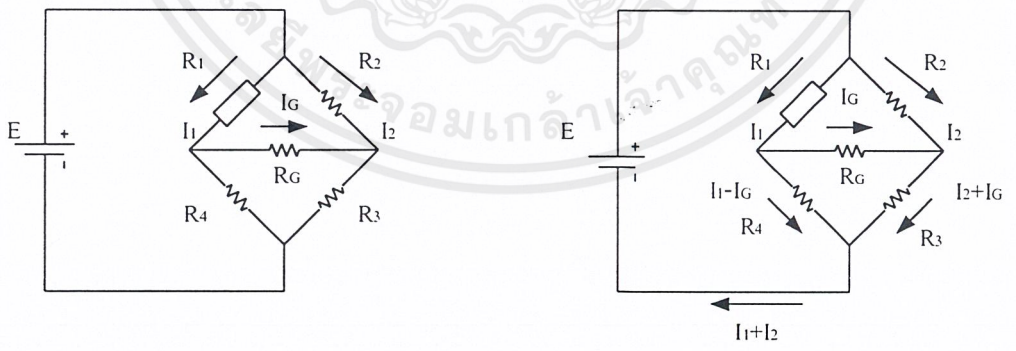
เกจความเครียดโดยปกติแล้วจะถูกต่อเป็นส่วนหนึ่งของวงจรวีทสโตนบริดจ์เพื่อว่าการเปลี่ยนแปลงในค่าความต้านทานของมัน อันเนื่องจากความเครียดจะได้วัดได้หรือให้เอาต์พุตที่สามารถนำไปแสดงผลหรือบันทึกผลได้ มีการจัดวางบริดจ์อยู่สองรูปแบบนั่นคือ

1) บริดจ์แบบสมดุลย์ (Balanced Bridge)

2) บริดจ์แบบไม่สมดุลย์ (Unbalanced Bridge)

ในการจัดวางแบบสมดุลย์บริดจ์ รูปที่ 2.4 ค่าความต้านของเกจความเครียด R_1 เป็นแขนข้างหนึ่งของวีทสโตนบริดจ์ ขณะที่แขนที่เหลือมีค่าความต้านทาน R_2, R_3 และ R_4 บริดจ์จะถูกกระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้า E และ R_G เป็นค่าความต้านทานของกัลวาโนมิเตอร์ (Galvanometer) กล่าวได้ว่าสมดุลย์ เมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวาโนมิเตอร์ เงื่อนไขของการสมดุลย์ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือ

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$$



(ก) บริดจ์แบบสมดุลย์ของเกจความเครียด (ข) บริดจ์แบบไม่สมดุลย์ของเกจความเครียด

รูปที่ 2.3 บริดจ์ของเกจความเครียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า R_1 มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียด บริดจ์ซึ่งสมดุลย์ในตอนต้นก็จะไม่สมดุลย์ อันนี้อาจจะทำให้สมดุลย์ได้อีกครั้งโดยการเปลี่ยนแปลงค่า R_4 หรือ R_2 การเปลี่ยนแปลงอันนี้สามารถวัดได้และถูกใช้เพื่อการแสดงการเปลี่ยนแปลงของ R_1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเครียด ซึ่งเทคนิคนี้สามารถนำมาใช้เพื่อวัดความเครียดทางสถิติได้เพียงด้านเดียว

การจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุล ที่แสดงในรูปที่ 2.3 กระแสที่ไหลผ่านกัลวาโนมิเตอร์หรือแรงคลื่นไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวาโนมิเตอร์ถูกใช้ เพื่อแสดงความเครียดในเกจความเครียด วิธีนี้สามารถใช้เพื่อวัดความเครียดทางพลวัตได้ดีเช่นเดียวกับการวัดความเครียดทางสถิติเพื่อแสดงถึงการได้มาของความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเอาต์พุต ที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในค่าความต้านทานของเกจ R_1 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$I_1R_1 + R_4(I_1 - I_G) = E \tag{2.3}$$

$$I_1R_1 + I_GR_G - I_2R = 0 \tag{2.4}$$

$$I_GR_G + (I_2 + I_G)R_3 - (R_1 - I_G)R = 0 \tag{2.5}$$

แก้สมการที่ (2.3), (2.4) และ (2.5) เพื่อหาค่า I_G เราจะได้

$$I_G = \frac{E(R_2R_4 - R_1R_3)}{[R_2(R_1 + R_4)(R_G + R_4 + R_3) + R_1R_3R_4 - R_2R_4 - R_2R_4 + R_GR_3(R_1 + R_4)]} \tag{2.6}$$

จากสมการที่ (2.6) จะพบว่า $I_G = 0$ เมื่อ $2R_4 = R_1R_3$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการที่ (2.3) จากสมการที่ (2.6) ค่ากระแสที่ไม่สมดุลย์ I_G สามารถคำนวณได้สำหรับการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในค่าความต้านทานของเกจความเครียด R_1 สิ่งที่ได้เมื่อ $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ เปลี่ยนแปลงเป็นค่าในสมการ $R_1 + \Delta R_1$ เราจะพบว่าสมการที่ (2.6) คือ

$$I_G = \frac{-E\Delta R_1}{4R_1(R_1 + R_G)} \tag{2.7}$$

$$= \frac{EFS_1}{(R_1 + I_G)} \tag{2.8}$$

เมื่อเป็นความเครียดที่เกิดจาก R_1 และ

$$S_1 = \frac{\Delta R_1}{R_1F}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F เป็นเกจแฟคเตอร์ของเกจความเครียด

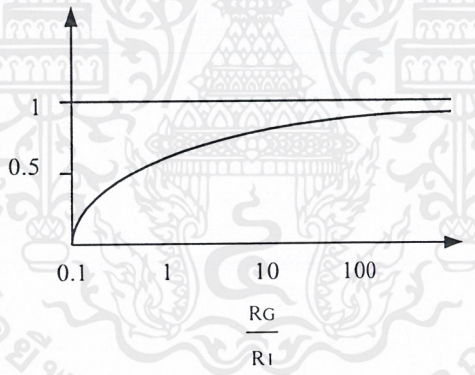
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตตกคร่อม $R_G(E_0) = I_G R_G$

$$= \frac{-ES_1 R_{GF}}{4(R_1 + R_G)} \tag{2.9}$$

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตที่เปิดวงจร $(E'_0) = \frac{-EF_1}{4}$ (2.10)

สมการนี้เกิดขึ้นจากการกำหนดให้ $R_G \rightarrow \infty$ ในสมการที่ (2.9)

อัตราส่วนของ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เปิดวงจรถูกพล็อท (Plot) เทียบกับ $\frac{R_G}{R_1}$ ในรูปที่ 2.6 เราจะพบว่า R_G จะต้องมีค่าอย่างน้อยร้อยเท่าของค่าความต้านทานของเกจความเครียด R_1 เพื่อที่จะให้ได้เอาต์พุต E_0 มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



รูปที่ 2.4 พล็อทของอัตราส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตที่เปิดวงจร เทียบกับ $\frac{R_G}{R_1}$

เมื่อแขนของวีทสโตนบริดจ์มากกว่าหนึ่งแขน บรรจุด้วยเกจความเครียดและค่าความต้านทานของมันเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียดเอาต์พุตที่ได้รับก็คือผลรวมของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้นั่นคือรูปที่ 2.7 ถ้า R_2 เปลี่ยนแปลงเป็น $R_2 + \Delta R_2$ และในตอนเริ่มต้นกำหนดให้ค่าสมการ $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ สมการที่ (2.7) จะกลายเป็น

$$I_G = \frac{-E\Delta R_2}{4R_2(R_1 + R_G)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นถ้า R_1 เปลี่ยนแปลงเป็น $R_1 + \Delta R_1$ และ R_2 เปลี่ยนเป็น $R_2 + \Delta R_2$ ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงคือ

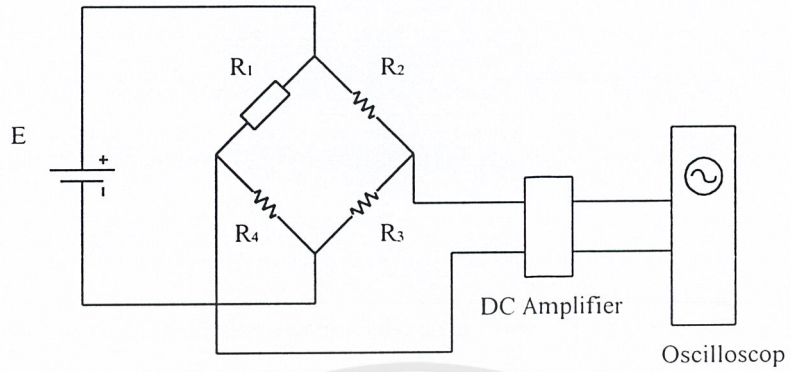
$$I_G = -\left[\frac{E}{4(R_1 + R_G)}\right]\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2}\right] \qquad (2.11$$

ในทำนองเดียวกัน ถ้าแขนของทั้ง 4 บริดจ์มีเกจความเครียดต่ออยู่ ซึ่งค่าความต้านทานของมันจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียดซึ่งจะพบว่า

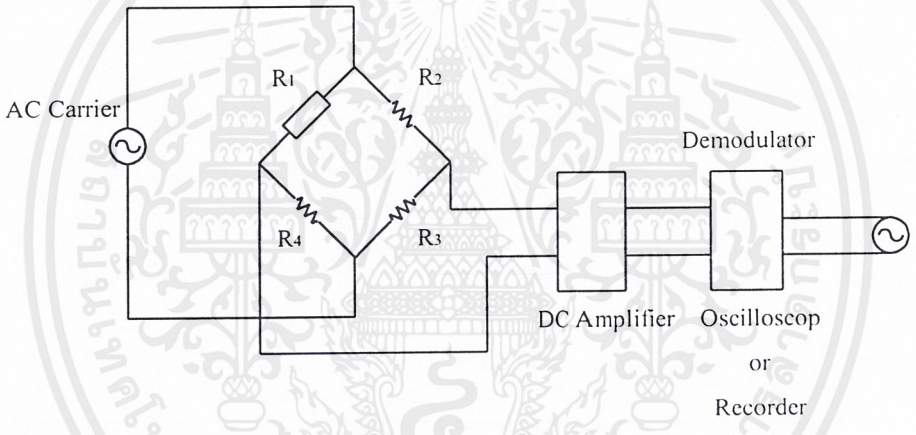
$$I_G = -\left[\frac{E}{4(R_2 + R_G)}\right]\left[\frac{-\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4}\right] \qquad (2.12)$$

ด้วยเหตุนี้เราจะพบว่ากระแสเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้นถ้าการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานได้ ΔR_2 และ ΔR_4 และมีธรรมชาติที่เหมือนกับ ΔR_3 ดังนั้นแขนที่อยู่ใกล้ชิดกันของบริดจ์จะต้องมีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้ามกันเพื่อให้เอาต์พุตมีขนาดใหญ่หรือเพิ่มความไวของบริดจ์ ซึ่งจะต้องให้ความสำคัญขณะจัดวางเกจความเครียดบนพื้นที่ที่ต้องการวัดในลักษณะที่ว่าถ้า R_1 เป็นความตึงเครียด R_2 ควรจะเป็นความอัดเครียด R_3 เป็นความตึงเครียด และ R_4 ควรจะเป็นความอัดเครียด ดังนั้นเป็นไปได้ว่าที่จะให้คำนิยามของคำว่า "แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณของบริดจ์" เหมือนกับค่าอัตราส่วนของเอาต์พุตสูงสุด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในเกจความเครียดหลายๆ ตัวต่อเอาต์พุตสูงสุดที่ได้รับจากการใช้เกจความเครียดเพียงตัวเดียวบนพื้นที่ที่ต้องการวัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง เกจที่มีมากกว่าหนึ่งตัว (ภายใต้ความเครียด) ถูกจัดวางไว้อย่างเหมาะสมสามารถทำให้ความไวเพิ่มมากขึ้นหรือทำให้สัญญาณเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ดีซีบริดจ์



รูปที่ 2.6 เอซีบริดจ์

การกระตุ้นบริดจ์อาจจะทำด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับดังวงจรที่ให้ไว้ในรูปที่ 2.5 และ 2.6 ในทั้งสองกรณี ตัวขยายเป็นสิ่งที่ต้องการในกรณีของเอซีบริดจ์สัญญาณเป็นแอมปริจูดมอดูเลตหมือนแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นดีมอดูเลเตอร์จึงเป็นสิ่งที่ต้องการเพื่อการกรองความถี่พาหะเอาต์พุตที่ได้จะเหมือนกับความเครียดที่กำลังถูกวัด ในจำพวกของบริดจ์ทั้งสองชนิด เอซีบริดจ์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต เนื่องจากอุณหภูมิและไม่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งตามปกติแล้วมักจะพบในดีซีบริดจ์ อย่างไรก็ตาม เอซีบริดจ์มีราคาแพงและการตอบสนองต่อความถี่สูงของมันถูกจำกัดที่ประมาณ 1 ใน 5 ของความถี่พาหะที่ใช้

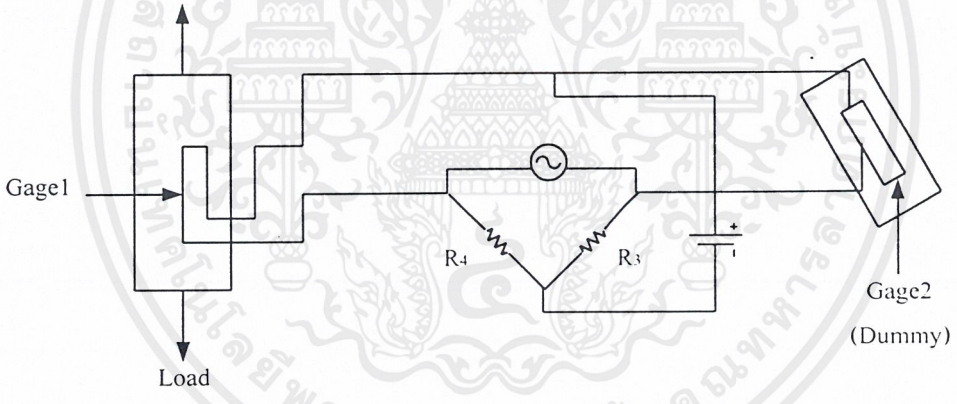
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การชดเชยอุณหภูมิ

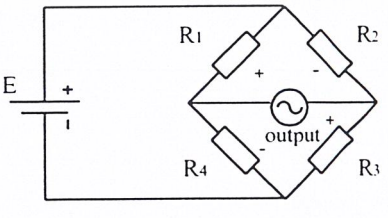
นอกจากความเครียดแล้วการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานในเกจความเครียดด้วย แต่มันไม่สะดวกที่จะใช้การคำนวณเพื่อการแก้ไขอุณหภูมิ การแก้ไขและการชดเชยอุณหภูมิที่ทำขึ้นโดยตัวของมันเองจะสะดวกกว่าซึ่งทำได้ดังนี้

1) ดัมมี่เกจ (Dummy Gage)

แสดงดังรูปที่ 2.7 เกจค่าความต้านทาน R_2 เท่ากับ R_1 ถูกยึดติดบนแท่งของวัสดุชนิดเดียวกับแท่งวัสดุทดสอบ (Test Specimen) ซึ่งกำลังได้รับโหลด อย่างไรก็ตาม แท่งของวัสดุที่มี R_2 ไม่ได้รับความเครียด แต่อยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อมๆ กัน ขณะที่ R_2 คือดัมมี่เกจภายใต้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอันเดียวกันด้วยเหตุที่ R_1 และ R_2 เป็นแขนที่ใกล้ชิดกันของบริดจ์เอาต์พุตเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจึงเป็นศูนย์ เพราะว่า R_1 และ R_2 มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิเป็นจำนวนเท่ากัน



รูปที่ 2.7 การชดเชยด้วยดัมมี่เกจ



รูปที่ 2.8 การจัดวางเกจความเครียดโดยใช้เกจ 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เกจมากกว่าหนึ่งตัวที่มีการจัดวางไว้อย่างเหมาะสม เกจ R_2ไม่ได้เป็นดัมมี่เกจแต่ถูกวางไว้อย่างเหมาะสมบนแท่งวัสดุทดสอบเพื่อว่าเกจจะได้มีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้ามกับความเครียดใน R_1 ในกรณีเช่นนี้จะทำให้ระบบมีความไวและมีการชดเชยอุณหภูมิไปพร้อมๆ กัน แท้จริงแล้วถ้าแขนทั้ง 4 ของบริดจ์เป็นเกจใช้งานเหมือนแสดงในรูปที่ 2.8 โดยแขนที่ใกล้ชิดของบริดจ์มีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้าม สัญญาณเอาต์พุตจะมีค่าสูงสุดและมีการชดเชยอุณหภูมิด้วย และเป็นเรื่องปกติที่ค่าความต้านทานเริ่มต้นของทุกๆ แขนของบริดจ์จะต้องมีค่าเท่ากัน

การชดเชยอุณหภูมิเป็นสิ่งจำเป็นเมื่อต้องการวัดความเครียดทางสถิติ เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สัญญาณเอาต์พุต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะน้อยมากสำหรับการวัดความเครียดของเกจทางพลวัต ซึ่งการวัดความเครียดทางพลวัตจึงไม่จำเป็นต้องมีการชดเชยอุณหภูมิ

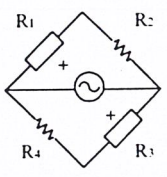
2.1.4 การจัดวางเกจความเครียด (Strain Gage Arrangement)

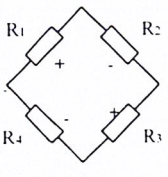
มีปัจจัย 2 อย่าง ต่อไปนี้ที่ต้องคำนึงถึงขณะวางเกจความเครียดบนชิ้นส่วนยืดหยุ่นเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพคือ

1) ความไวสูง

2) การชดเชยอุณหภูมิ

(ก) (ข)





(ค) (ง)

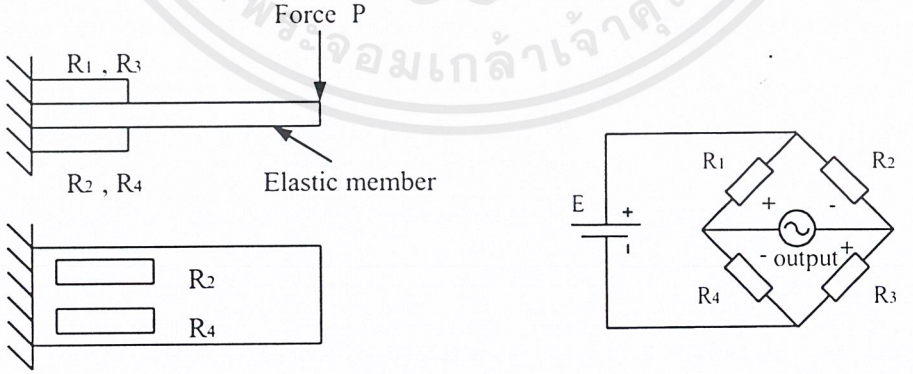
รูปที่ 2.9 รูปแบบการจัดวางที่เป็นไปได้สำหรับการวัดแรงดัน P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการจัดวางเกจที่เป็นไปได้ของการวัดแรงดัน P ที่ป้อนเข้าไปที่ชิ้นส่วนยืดหยุ่น แสดงดังรูปที่ 2.9 (ก) (ข) (ค) และ (ง) โดยเกจความเครียดแสดงด้วยรูปสีเหลี่ยมผืนผ้า ในรูปที่ เกจ R_1 ถูกยึดติดอยู่บนชิ้นส่วนยืดหยุ่น เพื่อวัดความเครียดตามแนวแกนในชิ้นส่วนยืดหยุ่นแต่ระบบไม่มีการชดเชยอุณหภูมิและเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของ R_1 เพียงอย่างเดียว

ในการจัดวางตามรูปที่ 2.9 (ข) เกจสองตัว R_1 และ R_2 ถูกวางไว้เป็นมุมฉาก หรือเรียกว่า "การจัดวางแบบพอยสัน (Poisson's Arraghement)" ดังนั้น R_1 จะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความตึงเครียดตามแนวแกน ขณะที่ R_2 เปลี่ยนเนื่องจากความอัดเครียดตามแนวขวางในชิ้นส่วนยืดหยุ่น โดยความเครียดอันหลังจะเป็น v เท่าของความเครียดอันแรก เมื่อ v หมายถึงอัตราส่วนของพอยสัน (Poisson's Ratio) แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณจะเป็น (1 + v) เพราะว่าค่าความต้านทานของ R_1 และ R_2 มีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้าม และระบบมีการชดเชยด้วยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อ R_1 และ R_2 เท่าๆ กัน จึงไม่มีผลต่อเอาต์พุต การจัดวางของรูปที่ 2.9 (ก) ซึ่งทั้ง R_1 และ R_3 อยู่ภายใต้ความตึงเครียดตามแนวแกนด้วยจำนวนที่เท่ากันและ R_1 และ R_3 ซึ่งถูกติดไว้บนแขนของบริดจ์ด้านตรงข้ามกัน จึงให้แฟคเตอร์สนันสนุนสัญญาณเป็น 2 เท่า แต่จะไม่มีการชดเชยอุณหภูมิ ดังนั้นการจัดวางแบบนี้จึงต้องการสองดัมมี่เกจเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจในเรื่องการชดเชยอุณหภูมิ

การจัดวางของรูปที่ 2.9 (ง) ซึ่งใช้เกจ 4 ตัวโดย R_2 และ R_4 ถูกจัดวางไว้เป็นมุมฉากกับ R_1 และ R_3 จะให้แฟคเตอร์สนันสนุนสัญญาณเป็น 2(1 + v) และมีการชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

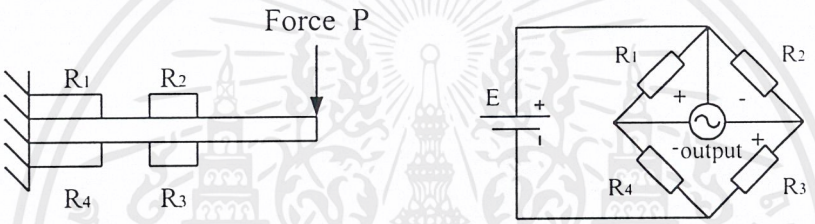


(ก) ลักษณะการจัดวางเกจความเครียด (ข) วงจรที่ใช้วัดแรงดัน P

รูปที่ 2.10 การจัดวางเกจความเครียดเพื่อการวัดแรงดัน P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกตัวอย่างหนึ่งแรงดัน P สามารถวัดได้โดยใช้คานยืดหยุ่น (Elastic Cantilever) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ก) เกจความเครียดถูกยึดติดที่โคนของคาน ตรงที่ความเครียดของการโค้งมากที่สุด R_1 และ R_3 มีความตึงเครียด ขณะที่ R_2 และ R_4 มีความอัดเครียด การจัดวางบริดจ์ของรูปที่ 2.10 (ข) จะให้แฟคเตอร์สนันสนุนสัญาณเป็น 4 และมีการชดเชยอุณหภูมิด้วย การจัดวางในลักษณะอื่นดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ก) ซึ่ง R_1 และ R_2 ถูกยึดติดตามการจัดวางของพอยสันและตัวนี้ก็ใช้กับ R_1 และ R_2 ด้วย การจัดวางของบริดจ์ดังรูปที่ 2.11 (ข) แขนที่ติดกันจะมีความเครียดในธรรมชาติที่อยู่ด้านที่ตรงกันข้าม แม้ว่าจะมีขนาดไม่เท่ากันก็ตาม การจัดวางของรูปที่ 2.11 (ข) จะให้แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณเป็น 2(1+ v) เมื่อเป็นอัตราส่วนของพอยสันและอุณหภูมิก็จะถูกชดเชยด้วย



(ก) ลักษณะการจัดวาง (ข) วงจรที่ใช้ทดสอบ

รูปที่ 2.11 การจัดวางในอีกลักษณะหนึ่ง

2.1.5 การสมดุลย์ของบริดจ์ (Balancing of Bridges)

บริดจ์ต้องทำให้สมบูรณ์ในตอนเริ่มต้น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ ค่าความต้านทานที่แขนทั้ง 4 อาจจะไม่เท่ากัน วิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้จะถูกนำมาเพื่อใช้ในการสมดุลย์บริดจ์

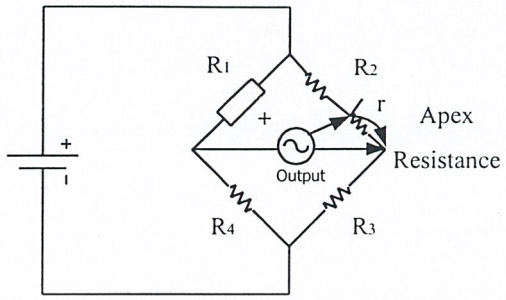
1) วิธีการสมดุลย์แบบอนุกรม (Series Balancing Method) โดยใช้ความต้านทานเอเป็ค (Apex Resistor) แสดงในรูปที่ 2.14 เนื่องจากการเคลื่อนที่ที่จุดสัมผัสของความต้านทานเอเป็ค ถ้าที่ R_2 เพิ่มขึ้นเป็น rR_2 ก็จะลดลงเป็น r ด้วย

2) วิธีการสมดุลย์แบบขนาน (Parallel Balancing Method) บริดจ์สามารถทำให้สมดุลย์ได้โดยการเคลื่อนที่ที่จุดสัมผัส

2.1.6 การสอบเทียบ

การสอบเทียบกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการจัดวางวงจรบริดจ์แบบไม่สมดุลย์ซึ่งเอาต์พุตของบริดจ์ได้จากความเครียดของเกจความเครียด การสอบเทียบอาจทำได้ทั้งทางไฟฟ้าและทางกล วิธีการทางไฟฟ้าโดยปกติจะสร้างขึ้นในวงจรของบริดจ์ความเครียด สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การใช้ ความต้านทานเพื่อการสมดุลย์และการสอบเทียบ

(ข) การจัดวางสมดุลย์แบบขนาน

รูปที่ 2.12 การสอบเทียบสำหรับการจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุลย์

1) วิธีการทางไฟฟ้า

วิธีแรกการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานที่แขนอาจเลียนแบบโดยการใช้ความต้านทานเอเป็คของรูปที่ 2.14 มีความเป็นไปได้ที่จะสอบเทียบความต้านทานเอเป็คในเทอมของความเครียด ในเกจตัวเดียว (สมมุติว่าเป็น R_1) ความสามารถอันนี้แสดงดังนี้

จากรูปที่ 2.12 ถ้าบริดจ์ถูกทำให้สมดุลย์ในตอนแรกนั้นคือ

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3} = 1 \tag{2.13}$$

จากนั้นค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือ R_2 เพิ่มขึ้นเป็น $R_2 + r$ และ R_3 ลดลงเป็น $R_3 + r$ บริดจ์เปลี่ยนเป็นไม่สมดุลย์ แต่ค่าของ R_1 สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงข้างต้น

$$\frac{R_1 + \Delta R_1}{R_4} = \frac{R_2 + r}{R_3 - r} \tag{2.14}$$

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{2x}{1 - x} \tag{2.15}$$

จากนั้นความต้านทานเอเป็กสามารถสอบเทียบได้ในเทอมของ $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ หรือความเครียด (ξ) ถ้ารู้ค่าเกจแฟคเตอร์

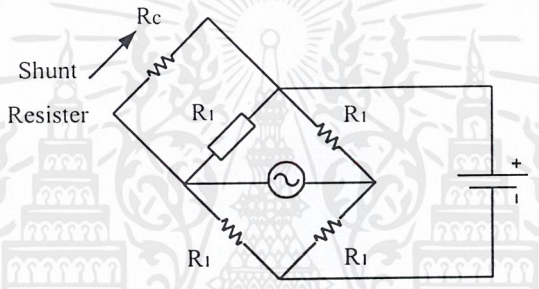
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอบเทียบทางวงจรไฟฟ้าวิธีที่สองโดยการใช้ค่าความต้านทานขนาน ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ถ้าตัวต้านทานขนาน R_c ถูกต่อขนานกับเกจความเครียด R_1 การเปลี่ยนแปลง

$$\Delta R_1 = R_1 - R_3 // Rc \tag{2.16}$$

หรือเราอาจเขียนสมการใหม่เป็น

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta R_1}{R_1 + R_2} \approx \frac{R_1}{Rc} \quad \text{ถ้า} \quad R_C >> R_1 \tag{2.17}$$



รูปที่ 2.13 การสอบเทียบโดยการขนานตัวต้านทาน

ซึ่งโดยทั่วๆ ไปสำหรับ $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ มีค่าน้อยมากๆ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตซึ่งเป็นผลมาจากการต่อ R_c ขนานกับค่าความต้านทาน R_1 สามารถวัดได้ หรือ มีความสัมพันธ์กับค่าของ $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ หรือความเครียดในการทดสอบทางกล สำหรับการสอบเทียบแบบคงที่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงและความเครียดสามารถคำนวณได้และมีความสัมพันธ์กับเอาต์พุต

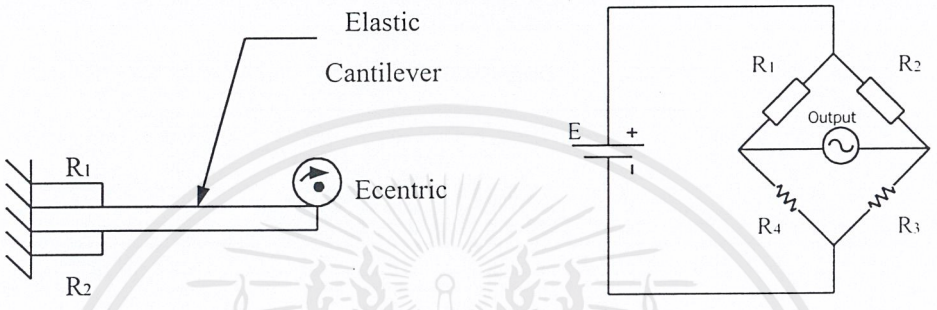
2) วิธีทางพลวัต

การสอบเทียบทางพลวัตมีสองวิธี ซึ่งวิธีแรกจะใช้การหมุนของลูกเบี้ยวในรูปที่ 2.14 และวิธีหลังจะใช้ตัวสั่นสะเทือนในรูปที่ 2.15 คานยืดหยุ่นถูกใช้เหมือนกับอุปกรณ์ยืดหยุ่น ความเครียดที่แท้จริงสามารถคำนวณได้และแฟคเตอร์ของการสอบเทียบซึ่งมีความสัมพันธ์กับ เอาต์พุตและความเครียดสามารถคำนวณได้ดังรูปที่ 2.15 ความถี่แอมปลิจูดของตัวสั่นสะเทือนสามารถคำนวณได้ เพราะว่าแรงอย่างไซนูซอยด์ (Sinusoidal) โดยมวล m ถูกป้อนไปที่แท่งยืดหยุ่น (Elastic strip) เป็น $m\omega^2 \times 0$ เมื่อ ω เป็น Circular Frequency ของการสั่น และ 0 เป็นแอมปลิจูดของมวลที่เคลื่อนที่ซึ่งจำเป็นที่จะต้องถูกวัดโดยทรานส์ดิวเซอร์เคลื่อนที่ใดๆ ที่อธิบายไปแล้ว ตรงข้ามกับวิธีนี้เอาต์พุตของบริดจ์สามารถวัดได้ ในรูปที่ 2.18 ทั้ง R_{1A} และ R_{1B} ถูกจัดวางเป็นแขนข้างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

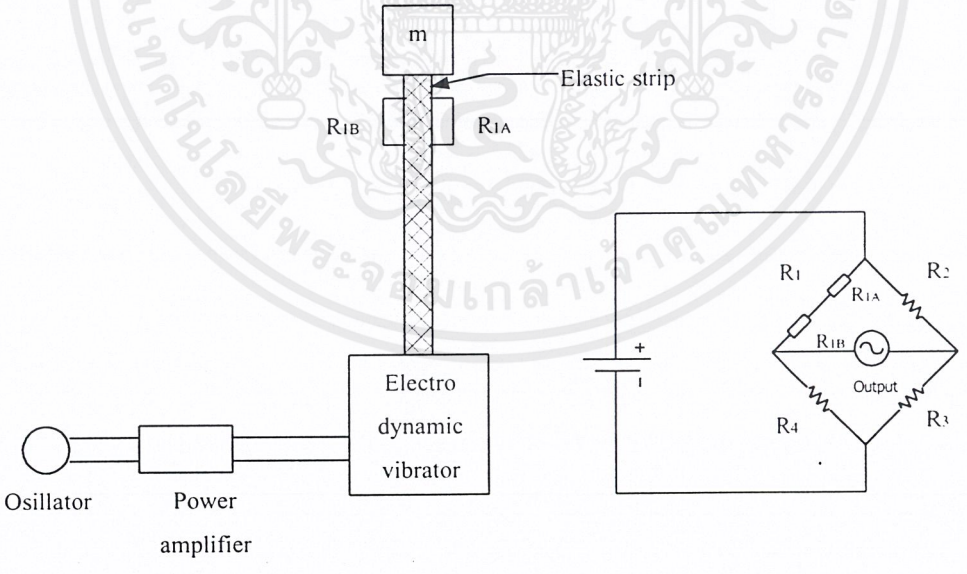
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ของวีทสโตนบริดจ์การกระทำเช่นนี้เพื่อการขจัดผลของการโค้งงอใดๆ ของแท่งยืดหยุ่นการโค้งงอในแท่งยืดหยุ่นการโค้งงอจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันแต่ในธรรมชาติที่ตรงกันข้ามของ R_{1A} และ R_{1B} ทำให้ค่าความต้านทานรวมของแขนไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเกจจะตอบสนองความเครียดอันเนื่องจากแรงทางพลวัตที่ได้จากการเคลื่อนที่ของมวล m เพียงอย่างเดียวดังรูปที่ 2.14



(ก) ลักษณะการสอบเทียบ (ข) วงจรที่ใช้ในการสอบเทียบ

รูปที่ 2.14 การสอบเทียบเกจความเครียดทางพลวัตโดยใช้ลูกเบี้ยว



(ก) ลักษณะการสอบเทียบ (ข) วงจรที่ใช้ในการสอบเทียบ

รูปที่ 2.15 การสอบเทียบทางพลวัตโดยใช้ตัวสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
44209

2.1.7 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง (Force Transducers)

ทรานส์ดิวเซอร์นี้ใช้สำหรับเปลี่ยนแรงทางกายภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแรงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1) แรงจลน์ เป็นแรงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ เช่น แรงที่กระทำบนข้อมือหุ่นยนต์เนื่องจากความเร่งของมวลของวัตถุในระหว่างการบังคับให้เคลื่อนที่

2) แรงสถิต เป็นแรงที่กระทำบนวัตถุโดยไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เช่น แรงที่กระทำโดยคริปเปอร์ ของหุ่นยนต์บนผิวของวัตถุในระหว่างการจัดการกับวัตถุ

การวัดแรงทั่วๆ ไป ทรานส์ดิวเซอร์จะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางกายภาพของทรานส์ดิวเซอร์ ซึ่งแรงเป็นตัวการทำให้เกิดขึ้น

2.1.8 เทคโนโลยีโหลดเซล (Load Cell Technology)

1) แบบเส้นลวด (Strain Gage)

สเตรนเกจเป็นเส้นลวดเล็กๆ ที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายในเมื่อมีการดึงหรือกด เส้นลวดดังกล่าวถูกนำมายึดติดกับแผ่นรอง โดยทั่วไปเส้นลวดสเตรนเกจ 4 ตัวจะติดกับแกนรับน้ำหนักที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงสูง เมื่อมีน้ำหนักมากดแกนรับน้ำหนักและสเตรนเกจจะเปลี่ยนรูปไป เมื่อมีน้ำหนักมากด สเตรนเกจจะเปลี่ยนรูปไปบางส่วนถูกกด บางส่วนถูกดึงซึ่งทำให้ความต้านทานภายในวงจรเปลี่ยนแปลง จะเกิดโวลต์เตจขึ้นที่เอาต์พุตปัญหาค่าคลาดเคลื่อนในการกลับคืนศูนย์ (Zero Compensation) ค่าคลาดเคลื่อนในการกลับคืนศูนย์จะเกิดขึ้นเนื่องจากไม่สามารถหาสเตรนเกจที่มีค่าความต้านทานเท่ากันมาต่อในวงจรวีทสโตนบริดจ์ได้ ดังนั้นจึงใช้ความต้านทานขนานมาช่วยชดเชย ปัญหาค่าคลาดเคลื่อนเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเส้นลวดเสตรนเกจทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ จึงมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังนั้นจึงเพิ่มตัวต้านทานแบบนิกเกิล แบบทองแดง

โหลดเซลแบบแอนะลอก (Analog Load Cell Signal Transfer) โหลดแซลแบบแอนะลอกจะส่งสัญญาณแบบแอนะลอกไปยังจอแสดงผลจากนั้นใช้วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลเพื่อแสดงค่าน้ำหนัก

โหลดเซลแบบดิจิตอล (Digital Load Cell Signal Transfer) โหลดเซลสเตรนเกจแบบดิจิตอลจะมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลอยู่ภายในโหลดเซล ซึ่งจะสามารถชดเชยค่าผิดพลาดต่างๆ ได้ดีกว่า และมีสัญญาณแรงกว่า

2) แบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ขดลวดที่มีกระแสไหลผ่านวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงยกให้แท่นของเครื่องชั่งอยู่ในภาวะสมดุลย์ที่ตำแหน่งศูนย์ เมื่อมีน้ำหนักมาวางบนแท่นชั่ง จะเกิดแรงกระทำต่อภาวะสมดุลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวดเพิ่มขึ้นเพื่อดันให้แท่นชั่งกลับไปยังตำแหน่งศูนย์ กระแสที่เกิดขึ้นแปรผันตามแรงที่กระทำกระแสที่เปลี่ยนแปลงไปจะถูกวัดค่าและเปลี่ยนเป็นสัญญาณแสดงเป็นค่าน้ำหนัก

ตารางที่ 2.2 เทคโนโลยีโหลดเซล

เทคโนโลยีการชั่ง	จำนวนช่องการวัด Resolution (d)
แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (EMFC)	มากกว่า 300,000
แบบสายลวด (Oscillating String)	3 × 3,000
แบบเส้นลวด (Strain Gage)	6,000
แบบผสม (Electromechanical)	3,000
แบบสปริง (Spring)	100

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยวคือไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกก็สามารถทำงานได้ มีความสะดวกในการใช้งาน และเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือ มีสายอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวพอร์ตของอินพุตและเอาต์พุตบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรสและยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีอุปกรณ์ สนันสนุนประกอบอยู่ภายในหลากหลายได้แก่ หน่วยความจำ สำหรับความจำ สำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์ส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจาก โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนันสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เอง ทำให้การใช้งานง่ายขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากเหมือนกับตัวไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ทั่วไปนอกจากนี้หากผู้ใช้ต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไอซี 8255 หรือหน่วยความจำภายนอกก็ยังสามารถนำมาเชื่อมต่อเพิ่มเติมเข้ากับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โครงสร้างของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบรอม (ROM) บางเบอร์เป็นแบบอีพรอม (EPROM) บางเบอร์มีแรม (RAM) ภายใน 128 ไบต์ (Byte) บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะศึกษาได้จากคู่มือโดยตรง และลักษณะของขาต่างๆ จะเหมือนกัน คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

1) มีหน่วยความจำรอม 4 กิโลไบต์
2) มีหน่วยความจำแรม 12 ไบต์
3) มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
4) มีไทเมอร์ (Timer) 16 บิต 2 ตัว
5) สามารถอินเตอร์รัพต์ (Interrupt) ได้ 5 แหล่ง
6) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) และวงจรนาฬิกาบนชิพ
7) มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบการสื่อสารอนุกรม
8) อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
9) อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10) สามารถประมวลผลทีละบิตได้
11) สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
12) 1 ไซเคิล คำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย สัญญาณนาฬิกา 12 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีให้เลือกใช้หลายเบอร์ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS–51

Device Name	EPROM	ROM Bytes	RAM Bytes	16 BIT TIMER/COUNTER	INTERRUPT
8031	-	-	128 × 8	2	5
8031AH	-	-	128 × 8	2	5
8031BH	-	-	128 × 8	2	5
8032AH	-	-	256 × 8	3	-
8051	-	4K × 8	128 × 8	2	-
8051AH	-	4K × 8	128 × 8	2	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS–51

Device Name	EPROM	ROM Bytes	RAM Bytes	16 BIT TIMER/COUNTER	INTERRUPT
8051BH	-	4K × 8	128 × 8	2	5
8052AH	-	8K × 8	256 × 8	3	6
8751H	4K × 8	-	128 × 8	2	5
8752H	8K × 8	-	256 × 8	3	6

1) โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) หน่วยความจำภายในเก็บข้อมูลขนาด 128 ไบต์ (Internal Data Memory 128 Byte)

2) หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์

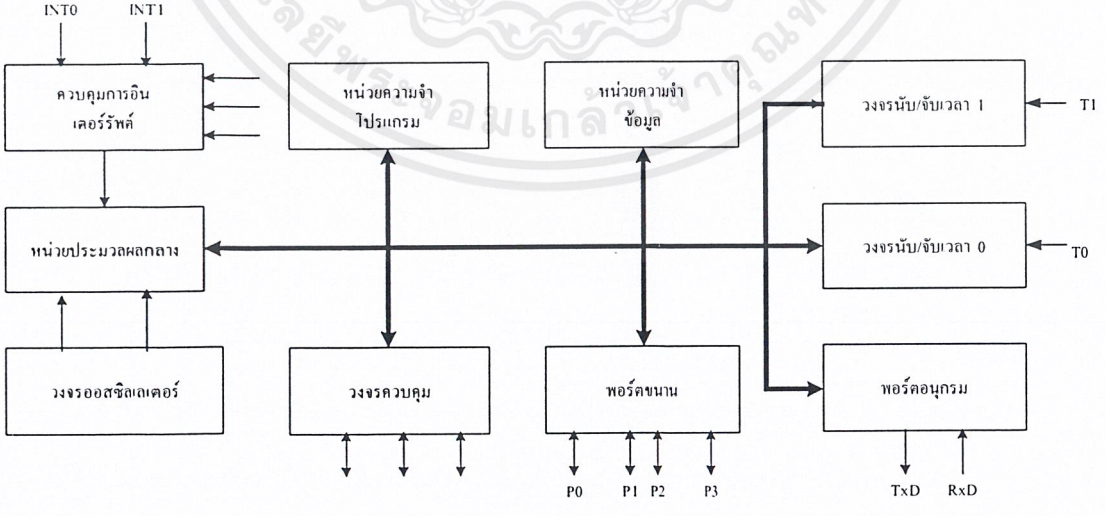
3) อุปกรณ์ควบคุมการอินเตอร์รัพต์ (Interrupt Control Unit)

4) ตัวตั้งเวลาและตัวนับขนาด 16 บิต 2 ชุด (Timer/Counter and Timer/Counter1)

5) พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมแบบสองทิศทางซึ่งสามารถรับและส่งข้อมูลพร้อมกัน

6) พอร์ตขนานสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต

7) วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในโครงสร้างภายในของ MCS-51



รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

2.3.1 โครงสร้างและการทำงานของจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกขนาด 128 × 64 จุด โดยส่วนประกอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยสามารถอธิบายแต่ละส่วนดังนี้

1) ส่วนของตัวจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก DV-12864 ขนาด 128 × 64 จุด ซึ่งมีส่วนควบคุมการทำงานคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายในคือ HD61202 และ HD61203 โครงสร้างของจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกประกอบด้วย ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย HD61203 จะควบคุมการอ้างถึงหน้าจอของข้อมูล และ HD61202 จะควบคุมในการอ้างของ Segment ซึ่งในการใช้งานจะต้องควบคุมส่วนต่างๆ เหล่านี้ โดยการส่งรหัสควบคุมไปที่ขาของ จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก ดังนี้

ขา RST เป็นขาที่ใช้กำหนดการรีเซตการทำงานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ขา E เป็นขา Enable การรับส่งของมูลจะทำงานที่ Logic High และขอบขาลง

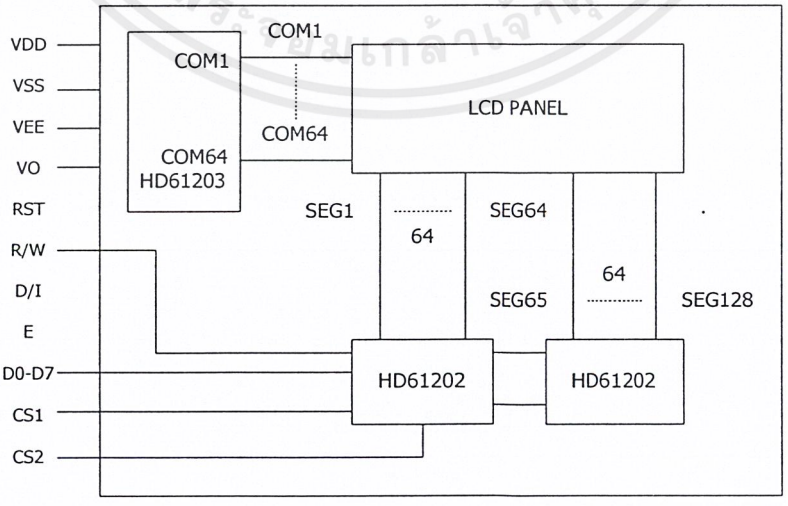
ขา R/W เป็นขาที่ใช้กำหนด การอ่าน หรือ เขียนข้อมูล

ขา D/I ใช้บอกถึงข้อมูลใน Data Bus ว่าเป็นรหัสควบคุมหรือเป็นส่วนของข้อมูล

ขา CS1 เลือกไอซี ของ HD61201 ตัวแรก

ขา CS2 เลือกไอซี ของ HD61201 ตัวที่สอง

ขา Data Bus เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลหรือรหัสควบคุม



รูปที่ 2.17 โครงสร้างและขาควบคุม ของ LCD Graphic DV-12864

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บอร์ดควบคุมจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

บอร์ดควบคุมจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก คือแผงแสดงผลแบบผลึกเหลว ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในตัว โดยจะช่วยให้การควบคุมการทำงานทำได้ง่ายและประหยัดจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้ในการควบคุม ทำให้สามารถช่วยลดภาระของโปรแกรมในบอร์ดหลักได้ บอร์ดควบคุมนี้สามารถแสดงภาษาไทยได้ โดยจะทำการจัดบรรทัดและสร้างรหัสอักษรภาษาไทยไว้ภายในตัวบอร์ดอยู่แล้ว ลักษณะการต่อใช้งานมีดังนี้

มีส่วนต่อกับ จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก ทำงานร่วมกับไมโครคอลโทรลเลอร์เบอร์ 89C52 ส่วนดิพสวิตช์ (DIP Switch) 4 ตัว สำหรับการเลือกโหมดการทำงาน คือ (STEST, 3BIT, RS-232, DEMO) และความเร็วของการสื่อสาร (BAUDRATE 1200, 2400, 4800, 9600) มีดิพสวิตช์ อีก 4 ตัวสำหรับเลือกใช้งานแบบเครือข่าย โดยสามารถกำหนด ตำแหน่งได้ถึง 8 ตำแหน่ง (0-7) มีส่วนเลือกสัญญาณควบคุมได้ 4 แบบคือ RS-232 มาตรฐาน, RS-232 แบบลอจิก, RS-485 และ 3 บิต อนุกรม

การกำหนดการทำงานของบอร์ดควบคุม จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก คือจะต้องส่งรหัสการควบคุมไปยังบอร์ด 11 คำสั่ง โดยจะต้องใช้การเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 3 บิต อนุกรม โดยมีการรูปแบบของคำสั่งดังนี้

:CXXX…XXX

<CR> : คือรหัสนำของคำสั่ง (3AH) เมื่อ C คือรหัสคำสั่งตั้งแต่ 1-B

XX…X คือ ข้อมูลติดตามของแต่ละคำสั่งซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ รวมทั้งมีความยาวตามกำหนดในแต่ละคำสั่งด้วย <CR> คือ รหัสลงท้ายของคำสั่ง (0DH)

บอร์ดควบคุมนี้ เมื่อรับคำสั่งแล้วก็จะทำงานตามคำสั่งนั้นๆ ทันทีและจำเป็นต้องใช้เวลาในการทำงานด้วย ซึ่งเรียกว่า Busy time เพราะฉะนั้นเมื่อส่งสัญญาณควบคุมมาแล้วจะต้องหน่วงเวลาตามที่กำหนดเป็นอย่างน้อยจึงจะสามารถส่งคำสั่งต่อไปได้

2.4 ระบบฐานข้อมูล

2.4.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานที่ควรทราบ และแนะนำให้รู้จักคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล ซึ่งมีดังนี้

1) คำศัพท์พื้นฐาน

1.1) ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงขั้นต้น ซึ่งอาจจะเรียกว่าเป็นวัตถุดิบ ของระบบสารสนเทศ (Information System) เมื่อข้อมูลถูกนำมาประมวลผล (เรียงลำดับ แยกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมโยง คำนวณหรือสรุปผล) และจัดให้อยู่ในรูปแบบที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ เราจึงเรียกว่าเป็นสารสนเทศ

1.2) บิต (Bit) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่สุด

1.3) ไบต์ (Byte) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำบิตหลายๆ บิตมารวมกันเป็นตัวอักษร

1.4) ฟิลด์ (Field) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวอักษรหลายๆ ตัวอักษรเพื่อแทนความหมายของสิ่งๆ หนึ่ง

1.5) เรคคอร์ต (Record) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจาก การนำเอาฟิลด์หลายๆ ฟิลด์มารวมกัน เพื่อแสดงรายละเอียดของข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

1.6) แฟ้มข้อมูล (File) หมายถึง หน่วยของข้อมูลที่เกิดจากการนำเอาเรคคอร์ดหลายๆ เรคคอร์ดมารวมกันสำหรับในระบบฐานข้อมูล

1.7) ฐานข้อมูล (Database) คือ โครงสร้างของสารสนเทศ ที่จะต้องประกอบด้วยเอ็นติตี้ (Entity) หลายๆ ตัว ซึ่งเอ็นติตี้ เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน

1.8) คีย์หลัก (Primary Key) คือ ฟิลด์ใดๆ ในตารางข้อมูลที่มีข้อมูลในฟิลด์ไม่ซ้ำกันเลย

2.4.2 การออกแบบฐานข้อมูล

สิ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่งในการประมวลสารสนเทศด้วยระบบฐานข้อมูลคือ การออกแบบฐานข้อมูล ความหมายของการออกแบบฐานข้อมูล คือการที่ผู้พัฒนาระบบจะต้องพิจารณาว่าเรคอร์ดแต่ละตัวควรจะประกอบด้วยฟิลด์อะไรบ้าง แต่ละฟิลด์ควรจะมีชนิดอะไร ขนาดเท่าไร เรคคอร์ดแต่ละชนิดควรจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

โดยทั่วๆ ไปแล้ว การออกแบบระบบฐานข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ ในระดับแรกเรียกว่า การออกแบบระดับสารสนเทศ (Information-Level Design) คือ ส่วนของการศึกษาวิเคราะห์รวบรวมความต้องการของผู้ใช้เอาไว้ โดยที่การออกแบบในระดับนี้มีเป้าหมายเพื่อให้การใช้งานเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด ในจุดนี้จะยังไม่ให้ความสำคัญกับชนิด และประเภท ของ DBMS ที่จะใช้ โดยเราจะเริ่มศึกษาเกี่ยวกับ DBMS ที่จะใช้ในระดับที่ 2 ซึ่งเรียกว่าระดับ กายภาพ (Physical-Level Design) อันเป็นระดับที่เราเริ่มให้ความสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบ

การออกแบบใน 2 ระดับนี้มีความสำคัญเท่าเทียมกัน เพราะว่าการออกแบบในระดับข่าวสารที่ไม่ดีย่อมจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบด้วย และในขณะเดียวกัน ถึงแม้จะออกแบบในระดับข่าวสารไว้อย่างดีเพียงใด แต่ถ้าการออกแบบในระดับกายภาพไม่ดีพอ ก็จะทำให้การใช้งานของระบบล้มเหลวไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เป้าหมายของการออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลมีเป้าหมายอยู่ที่การสร้างประสิทธิภาพของการใช้งานให้แก่ผู้ใช้ ดังนั้นจึงพอที่จะคาดการณ์กันได้ว่าขั้นตอนแรกของการออกแบบข้อมูลก็คือการศึกษา วิเคราะห์ และรวบรวมเอาความต้องการของผู้ใช้ให้สมบูรณ์ที่สุด ทั้งนี้นอกจากความต้องการแล้วผู้ออกแบบก็จะต้องรวบรวมกฎเกณฑ์และข้อบังคับต่างๆ เอาไว้ด้วย ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต้องทราบในส่วนนี้ได้ดังนี้

1) ลักษณะของรายงานทั้งหมด

2) การค้นหาข้อมูลในทุกลักษณะ

3) เอาต์พุตที่ต้องส่งให้แผนกอื่น หรือ ระบบอื่น

4) การประมวลและแก้ไขข้อมูลทั้งหมด

5) การคำนวณทุกอย่าง

6) กฎเกณฑ์ข้อบังคับต่างๆ เช่น การห้ามไม่ให้ลูกค้าคนใดใช้บริการของพนักงานขายที่ไม่มีหมายเลขปรากฏอยู่ในตารางของพนักงานขาย

7) การตั้งชื่อพ้อง (Symnonym) ต่างๆ เช่น ในแต่ละแผนกหรือผู้ใช้แต่ละคนอาจจะเรียกชื่อของแอ็ททริบิว (Attribute) ตัวเดียวกันแตกต่างกัน

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลในการออกแบบฐานข้อมูลในระดับสารสนเทศ และเมื่อถึงเวลาของการออกแบบในระดับกายภาพแล้ว เรายังต้องอาศัยข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบในระดับกายภาพอีก เช่น

1) จำนวนของแต่ละเอ็นติตี้

2) ความถี่ในการพิมพ์รายงาน

3) กฎเกณฑ์ในการควบคุมความปลอดภัยในการใช้ข้อมูล

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์พร้อมกับระบบฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบในระดับสารสนเทศไว้แล้ว เพื่อการออกแบบในระดับกายภาพโดยในระดับนี้เราจะเริ่มคำนึงถึงความสามารถ DBMS ที่กำลังใช้อยู่ด้วยแล้ว เพื่อให้ผลการทำงานของระบบที่ออกแบบมานี้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) ความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน

ไม่ว่าผู้ออกแบบจะใช้เทคนิคในการออกแบบฐานข้อมูล การออกแบบเพียงครั้งเดียวให้ได้มาซึ่งระบบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ใช้แต่ละคนนั้นนับว่าเป็นเรื่องยาก ยกเว้นในกรณีของฐานข้อมูลขนาดเล็ก หลักการของการออกแบบฐานข้อมูลก็เหมือนกับการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์อื่นๆ คือจะแบ่งงานใหญ่ออกเป็นงานย่อยๆ หลายๆ ชิ้น และค่อยๆ เริ่มออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจุดเล็กๆ นี้ไปก่อน ก็คือเริ่มจากการออกแบบสำหรับความต้องการของผู้ใช้ทีละคนหรือกลุ่มย่อยๆ ก่อน ซึ่งจะมีความยุ่งยากน้อยกว่า แล้วจึงเพิ่มขอบเขตของผู้ใช้ออกไป

3) หลักการพื้นฐานของการออกแบบฐานข้อมูล

ในกรณีที่ได้รวบรวมความต้องการของกฎข้อบังคับต่างๆ ไว้จากผู้ใช้ระบบเรียบร้อยแล้ว กระบวนการในการออกแบบมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) เปลี่ยนรูปแบบของความต้องการให้อยู่ในลักษณะของรีเลชั่น (Relation)

2) นอร์มัลไลซ์รีเลชั่น (Normalize Relation)

3) กำหนดฟิลด์ที่จะเป็นคีย์ต่างๆ และคุณสมบัติของคีย์แต่ละตัว

4) พิจารณาข้อจำกัดต่างๆ และกฎเกณฑ์อื่นๆ

5) นำผลที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอนแรกมาผนวกกัน

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเปลี่ยนรูปแบบของความต้องการให้อยู่ลักษณะของรีเลชั่น

การสร้างรีเลชั่นก็คือการวิเคราะห์ว่าฐานข้อมูลควรมีรีเลชั่นอะไรบ้าง และในรีเลชั่นแต่ละตัวควรจะมีฟิลด์ใดเป็นคีย์ (Key) บางครั้งการออกแบบในส่วนนี้ออกจะตรงไปตรงมา และง่าย เช่น ถ้าเราต้องการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพนักงาน และแผนกที่พนักงานนั้นสังกัดอยู่ก็จะเห็นว่าฐานข้อมูลควรจะประกอบด้วยรีเลชั่น 2 ตัวคือ แผนก และ พนักงาน ดังนี้คือ

แผนก (<u>รหัสแผนก</u> ชื่อแผนก)

พนักงาน (<u>รหัสพนักงาน</u> ชื่อ ที่อยู่ เงินเดือน รหัสแผนก)

โดยมีฟิลด์ที่ขีดเส้นใต้เป็นคีย์ของรีเลชั่นนั้นๆ

1) สร้างรีเลชั่นขึ้นมาสำหรับ เอ็นติตี้แต่ละตัวที่ต้องพิจารณาว่า ฐานข้อมูลที่จะสร้างนั้นใช้รีเลชั่นจำนวนเท่าใด

2) พิจารณาว่ารีเลชั่นแต่ละตัวควรจะใช้ฟิลด์ใดเป็นคีย์หลัก

3) พิจารณาคุณสมบัติของเอ็นติตี้แต่ละตัว โดยศึกษาจากความต้องการของผู้ใช้ว่าเอ็นติตี้ ว่าแต่ละตัวควรจะประกอบด้วยฟิลด์อะไรบ้าง

4) พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละ เอ็นติตี้ ในส่วนนี้ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาว่าในเอ็นติตี้ แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 นอร์มัลไลซ์รีเลชั่น

ในขั้นตอนนี้เราจะนอร์มัลไลซ์รีเลชั่นแต่ละตัว โดยมีเป้าหมายให้เป็น 3NF

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดฟิลด์ที่จะเป็นคีย์ต่างๆ และคุณสมบัติของคีย์แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดคีย์ทั้งหมดอันได้แก่ คีย์หลัก คีย์คู่แข่ง คีย์รอง และคีย์นอก ซึ่งการกำหนดว่าจะให้ข้อมูลนั้น รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นติตี้แต่ละตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคีย์นอก เพราะผู้ออกแบบจะต้องใช้วิจารณญาณ และเหตุผลในการตัดสินใจถึงการออกแบบจุดต่างๆ ซึ่งจะเป็นตัวตัดสินถึงความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้นระหว่าง เอ็นติตี้ในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาข้อจำกัดและกฎเกณฑ์อื่นๆ

ในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจะต้องรวบรวมความต้องการจากผู้ใช้ว่ามีข้อจำกัดอะไรบ้าง เช่น ไม่อนุญาตให้ลูกค้าคนใดมียอดเงินค้างชำระสูงกว่าวงเงินในเครดิต เป็นต้น ในลักษณะเช่นนี้ DBMS บางตัวจะอนุญาตให้เราระบุข้อจำกัดนี้ในส่วนของการสร้างซคีม (Schema) ได้เลย แต่สำหรับ DBMS บางตัวที่ไม่มีขีดความสามารถนี้ ผู้ออกแบบก็จำเป็นที่จะต้องรายงานข้อกำหนดนี้ไว้ในโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 5 นำผลที่ได้จากการออกแบบใน 4 ขั้นตอนแรกมาผนวกกัน

หลังจากที่เราได้ผลของการออกแบบทั้ง 4 ขั้นตอนสำหรับผู้ใช้คนหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งแล้ว เราจะนำการออกแบบนี้ไปผนวกกับการออกแบบที่สร้างขึ้นสำหรับผู้ใช้คนอื่นๆ หรือกลุ่มอื่นๆ

2.4.3 Data Access Object กับการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

เริ่มแรกทำการสร้างฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft Access ซึ่งจะเป็น Access97 หรือ Access2000 ก็ได้ ในการเริ่มต้นสร้างฐานข้อมูลโดยให้เราเปิดโปรแกรม Access และทำตามขั้นตอนของการสร้างฐานข้อมูล

1) ส่วนประกอบในฐานข้อมูล Access

ในฐานข้อมูลของ Access จะมีส่วนประกอบย่อยๆ ตามแต่ละแท็บที่ปรากฏในวินโดว์ฐานข้อมูลดังนี้

1.1) Table คือ "ตาราง" ที่ใช้เก็บข้อมูลจริงแต่ละอย่าง เช่น ในฐานข้อมูลของบริษัทรายชื่อและที่อยู่ของลูกค้าก็จะเป็นตารางหนึ่ง รายชื่อพนักงานก็เป็นอีกตารางหนึ่ง

1.2) Query คือ "ตารางเสมือน" ที่เกิดจากการดึงข้อมูลตารางเดิมออกมาเป็นเสมือนกับตารางใหม่อีกตารางหนึ่ง โดยการดึงข้อมูลนี้อาจดึงมาตรงๆ เหมือนตารางเดิมเลยก็ได้ (ซึ่งก็ไม่ควรทำเพราะไม่มีประโยชน์อะไร) หรือดึงโดยมีการกำหนดเชื่อมโยงเพิ่มเติมเข้าไปว่าให้ดึงข้อมูลประเภทไหน หรือ มีการหาผลรวม ค่าเฉลี่ย ค่ามากสุด น้อยสุด ฯลฯ ของแต่ละพวกแล้วนำมาแสดงเหมือนกับเป็นตารางใหม่อีกอันหนึ่ง แต่ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลใดๆ ในคิวรี่ (Query) ก็จะเท่ากับไปแก้ข้อมูลจริงในตารางนั่นเอง ที่เขียนว่า Query นี้อาจอ่านได้หลายแบบ เช่น "คิว-รี่" หรือ "เควอ-รี่"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) Form คือ "แบบฟอร์ม" ที่ใช้สำหรับแสดงและให้กรอกหรือแก้ไขข้อมูลบนจอภาพโดยตรงนั่นเอง แบบฟอร์มนี้อาจประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆเป็นจำนวนมาก บ้างก็เป็นชิ้นส่วนที่ใช้เพื่อประดับหรือบอกกล่าวถึงการใช้งาน ฟอร์ม (Form) นั้นๆ เช่น ชื่อของฟอร์มหรือลวดลายเส้นกรอบ ที่ใช้แบ่งข้อมูลออกจากกัน บ้างก็เป็นพื้นที่สำหรับแสดงและให้แก้ไขข้อมูลจริงในตารางหรือ คิวรี่ ที่เกี่ยวข้องกัน หรือบ้างก็เป็นตัวรับคำสั่งหรือการกระทำเพื่อเชื่อมโยงกับการทำงานอื่นๆ เช่น ปุ่มกด หรือข้อความที่เป็นไฮเปอร์ลิงค์ (Hyper Link) ซึ่งเมื่อคลิกตรงนั้นๆ ก็จะมีการทำงานเกิดขึ้นตามที่ตั้งไว้ เป็นต้น

1.4) Report คือ "รายงาน" ที่ใช้แสดงข้อมูลต่างออกมาให้ดูได้ทั้งบนจอภาพ และพิมพ์ออกบนกระดาษ แต่ไม่มีที่ใช้แก้ไขใดๆ (ถ้าจะให้แก้ไขได้ต้องใช้ ฟอร์มแทน) เพียงแต่นำเสนอผลลัพธ์เท่านั้น แต่รายงานจะมีข้อความสามารถในการรวบรวมผลและนำเสนอข้อมูลสรุปแยกเป็นกลุ่มๆ ได้ดีกว่าฟอร์ม

1.5) Macro คือ "ชุดคำสั่ง" ย่อยๆ ที่ใช้เสริมการทำงานต่างๆ ภายใน Access 97 โดยใช้คำสั่งต่างๆ ภายใน Access 97 เองมาเก็บเป็นชุดและสั่งการโดยอัตโนมัติคล้ายๆ กับชุดคำสั่งของ Excel หรือ Word นั่นเอง เพียงแต่เป็นการนำชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นมาแสดงไว้ให้เรียกใช้ได้ในวินโดว์ฐานข้อมูลโดยตรง

1.6) Module คือ "โปรแกรมย่อย" ที่เขียนขึ้นเป็นภาษา Access Basic หรือ Visual Basic For Application (VBA) ซึ่งจะใช้สำหรับการทำงานอัตโนมัติต่างๆ ที่ซับซ้อนเกินกว่าชุดคำสั่งจะสามารถทำได้

2) การติดต่อฐานข้อมูลโดยใช้ ODBC Data Sources

ODBC (Open Database Connectivity) เป็นมาตราฐานหลักที่ให้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลชนิดต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่จะสร้างโปรแกรมที่สามารถรองรับฐานข้อมูลชนิดต่างๆ ได้โดยการเขียนโปรแกรมเพียงครั้งเดียว

หลักการทำงานกับ ODBC นั้น ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ ODBC ให้ได้เสียก่อนจากนั้นส่วนของการจัดการฐานข้อมูลจะเป็นหน้าที่ของ ODBC

จากนั้นการทำงานในลักษณะนี้จะเห็นได้ว่าทำการเปลี่ยนชนิดของฐานข้อมูล ก็จะไม่มีผลต่อการแก้ไขโปรแกรมเพราะว่าโปรแกรมที่เราเขียนนั้นติดต่อผ่าน ODBC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

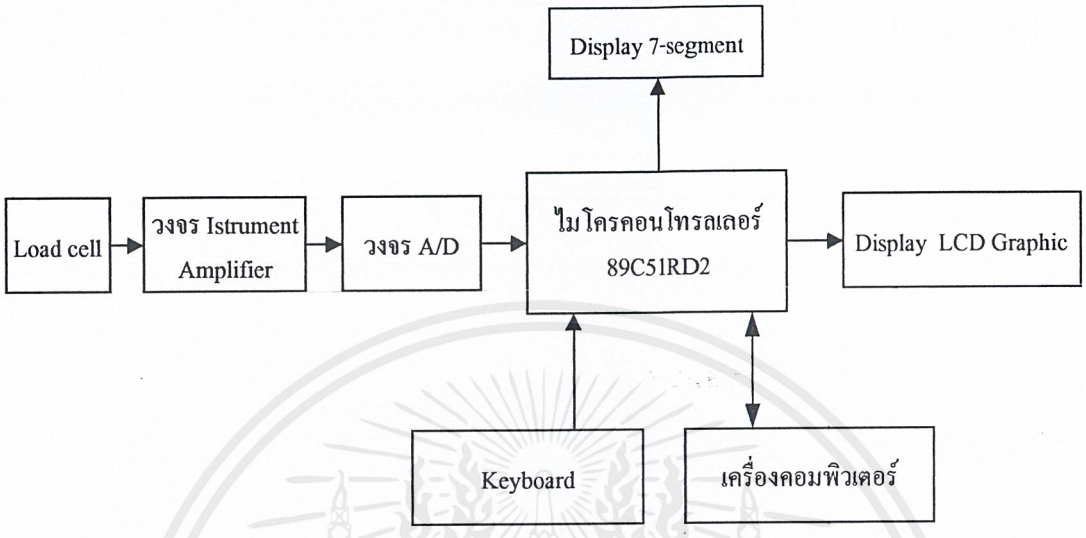
เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก และส่วนการออกแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก และส่วนซอฟต์แวร์นั้น คือโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ของสินค้าเพื่อดาวน์โหลด (Download) ข้อมูลสินค้าลงหน่วยความจำของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

3.2.1 บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

บอร์ดควบคุมการทำงานหลักใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักโดยมีการเชื่อมต่อกับส่วนต่างๆ ดังนี้ นำคีย์บอร์ด (Keyboard) วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรA/D CS5526 วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก และ RS-232 มาต่อใช้งานกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยนำคีย์บอร์ดต่อกับคีย์พอร์ต (Key Port) ขนาด 4 $\times$ 8 ซึ่งการเชื่อมต่อเป็นแบบเอาต์พุตพอร์ต (Output Port) ในด้านคอลัมน์เป็นแบบ TTL ส่วนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน นั้นเชื่อมต่อกับพอร์ตส่วนแสดงผล (Display Port) ขนาด 8×8 ซึ่งพอร์ตที่ใช้เป็นเอาต์พุต TTL วงจร A/D CS5526 ใช้การติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรงผ่านพอร์ตขนาด 4 บิต ส่วนวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกเชื่อมต่อโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่นเดียวกันกับส่วนของวงจร A/D CS5526 แต่จะใช้พอร์ต 3 บิต ในการเชื่อมต่อ และใช้พอร์ต RS-232 ในการติดระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลในการโหลดข้อมูลของสินค้าลงหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

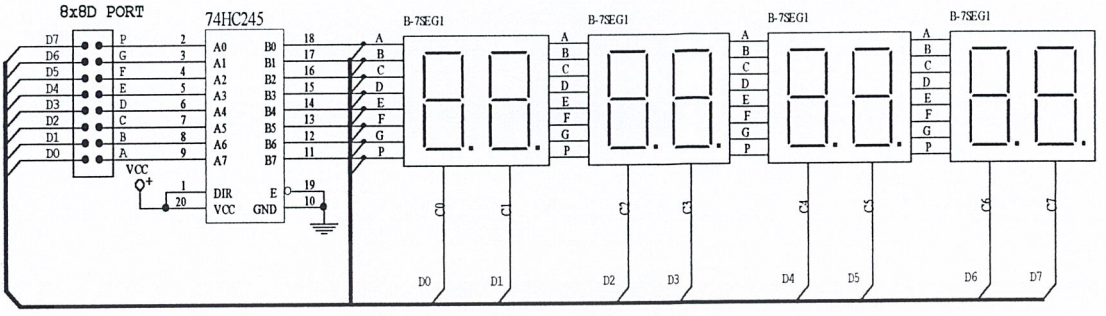


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.2.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ใช้ในการแสดงผลค่าน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งบนแท่นชั่งน้ำหนักโดยแสดงผลค่าน้ำหนักเป็นตัวเลขตั้งแต่น้ำหนัก 00.00 กิโลกรัม ไปจนถึงน้ำหนัก 35.00 กิโลกรัม ซึ่งการแสดงผลใช้ LED ตัวเลข 7 ส่วนขนาด 8 หลัก ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC245 เป็นบัฟเฟอร์เพื่อใช้ในการปรับระดับสัญญาณให้กับ LED ในส่วนของข้อมูลโดยใช้การติดต่อกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ที่พอร์ตแสดงผลขนาด 8 × 8 ซึ่งสามารถใช้กับ วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ได้โดยไม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนวงจรแต่อย่างใด วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.2

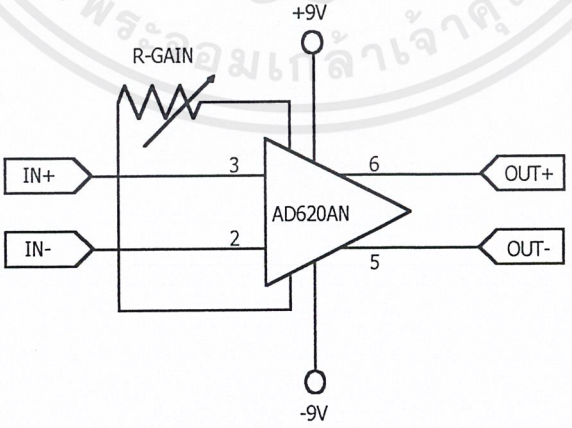
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

3.2.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล

เนื่องจากแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากโหลดเซลมีแรงดันต่ำมากจนเป็นมิลลิโวลต์ จึงต้องมีการขยายแรงดันให้ได้ถึงระดับที่ต้องการ เพื่อจะเอาสัญญาณ 0 โวลต์ ไปจนถึงระดับที่ต้องการนี้ไปป้อนเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนี้จะต้องมีแรงดันสูงสุดที่จะทำการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อจะทำให้การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล หรือค่าของข้อมูลวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลมีค่าสูงสุด ฟูลสเกล (Full scale) เพื่อที่จะสามารถใช้อัตราการแปลงของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้เต็มที่



รูปที่ 3.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 รายละเอียดของวงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล ประกอบด้วยไอซี Instrument Amplifier เบอร์ AD620AN ทำหน้าที่ขยายแรงดัน โดยสามารถที่จะปรับอัตราการขยายของสัญญาณได้ด้วยการใช้ R-GAIN จะใช้เป็นความต้านทานแบบปรับค่าได้ ซึ่งทำให้การปรับอัตราการขยายของไอซีสามารถปรับได้อย่างละเอียด โดยวงจรขยายแรงดันใช้หลักการขยายแรงดันอินพุตจากโหลดเซลให้เข้ามาแล้วปรับระดับแรงดันเอาต์พุตให้อยู่ในช่วงแรงดัน 0-5 โวลต์ จากนั้นส่งต่อให้วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล Instrument Amplifier ที่สามารถโปรแกรมเกณฑ์ขยายได้ (PGA) จึงเหมาะที่นำไปใช้ในงานเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.2.4 บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลใช้งานในการแปลงสัญญาณแอนะลอกที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณจากโหลดเซล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51RD2 ควบคุมการทำงาน ซึ่งในบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจะใช้ไอซีเบอร์ CS5526 (20-Bit Multi-Range ADC with 4-Bit Latch) ของคริสตอลที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดี สัญญาณรบกวนต่ำ ขนาด 20 บิต สามารถเลือกต่อได้ทั้งคอมมอนโหมด (Common Mode) คือการวัดสัญญาณเทียบกราวนด์ (Ground) หรือดิฟเฟอร์เรนเชียลโหมด (Differential Mode) โดยการวัดระดับแรงดันที่ขั้ว AIN+ กับ AIN- อีกทั้งยังสามารถแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งไอซี A/D ขนาด 20 บิต มีความเที่ยงตรงสูง ความละเอียดระดับ 1,048,575 ระดับ ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้การติดต่อโดยตรงใช้ พอร์ตขนาด 4 บิต ของบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เป็นพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ

3.2.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เมตริกซ์สวิตช์ (Matrix Switch) ใช้ในการป้อนรหัสของสินค้าที่นำมาชั่ง ซึ่งเมตริกซ์สวิตช์ที่ใช้จะมีขนาด 4 แถวคูณ 6 จึงมีสวิตช์จำนวน 24 ตัว โดยเชื่อมต่อกับคีย์พอร์ตของบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก การเชื่อมต่อแบบพอร์ตเอาต์พุตขนาด 8 บิต เพื่อส่งข้อมูลเลือกหลักเรียกว่าคอลัมน์ของเมตริกซ์สวิตช์ที่จะอ่านค่าและใช้เป็นพอร์ตอินพุตขนาด 4 บิต เพื่ออ่านระดับลอจิกจากเมตริกซ์สวิตช์ในแต่ละหลัก จำนวน 4 ตัว เรียกว่า 4 แถว การใช้งานจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC145 ในการถอดรหัสการส่งข้อมูลออกไปเลือกหลักใดก็ส่งรหัสให้กับไอซีเบอร์ 74HC145 ให้เลือกหลักนั้น โดยมีตารางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3. 1 ข้อมูลในการใช้เมตริกสวิตช์

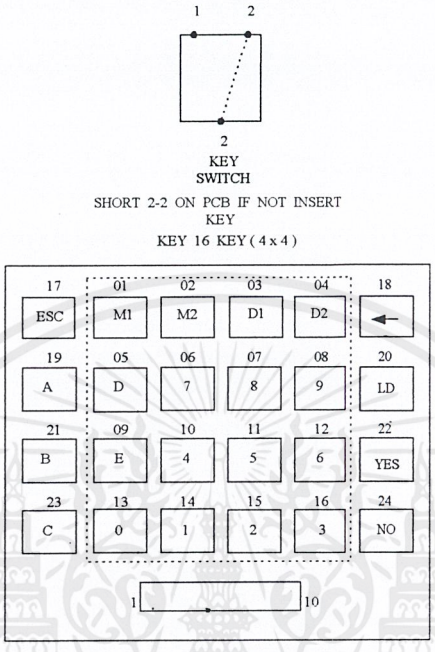
ข้อมูลที่ส่งไปเลือกคอลัมน์	คอลัมน์ที่ถูกเลือก
00	1
01	2
02	3
03	4
04	5
05	6

จะเห็นว่าถ้าต้องการให้คอลัมน์ใดเป็น 0 ก็ให้ส่งข้อมูลไปเลือกคอลัมน์นั้น เช่น ถ้าต้องการให้คอลัมน์ที่ 6 ถูกเลือกให้เป็น 0 ก็ส่งข้อมูล 05 ไปยังเอาต์พุตพอร์ตจึงจะทำให้คอลัมน์ที่ 6 เป็น 0 และจากนั้นอ่านค่าข้อมูลเข้ามายังพอร์ตอินพุตเพื่อตรวจสอบบิตอินพุตว่าบิตใดมีค่าเป็น 0 บ้าง ถ้าบิตใดที่อ่านได้ค่าเป็น 0 แสดงว่ามีสวิตช์ในแถวนั้นถูกกดอยู่

การตรวจสอบการกดสวิตช์ทำได้ดังนี้คือ เช่น ถ้าส่งข้อมูล 00 ไปยังเอาต์พุตพอร์ต จะทำให้คอลัมน์ 1 มีลอจิกเป็น 0 ทั้งคอลัมน์ จากนั้นก็อ่านค่าข้อมูลอินพุตเข้ามาว่ามีบิตใดทางอินพุตที่เป็น ลอจิก 0 บ้าง ตัวอย่าง เช่น ถ้ากำหนดให้อินพุตบิต 0 เป็นลอจิก 0 นั่นแสดงว่าสวิตช์ C ถูกกดแล้วเป็นต้น

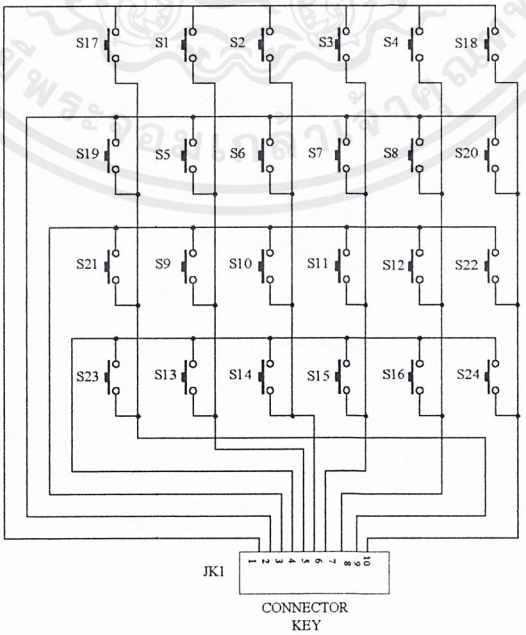
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การออกแบบการใช้งานคีย์ของเมตริกซ์สวิตช์



รูปที่ 3.4 การออกแบบการใช้งานคีย์ของเมตริกซ์สวิตช์

2) วงจรเมตริกซ์สวิตช์

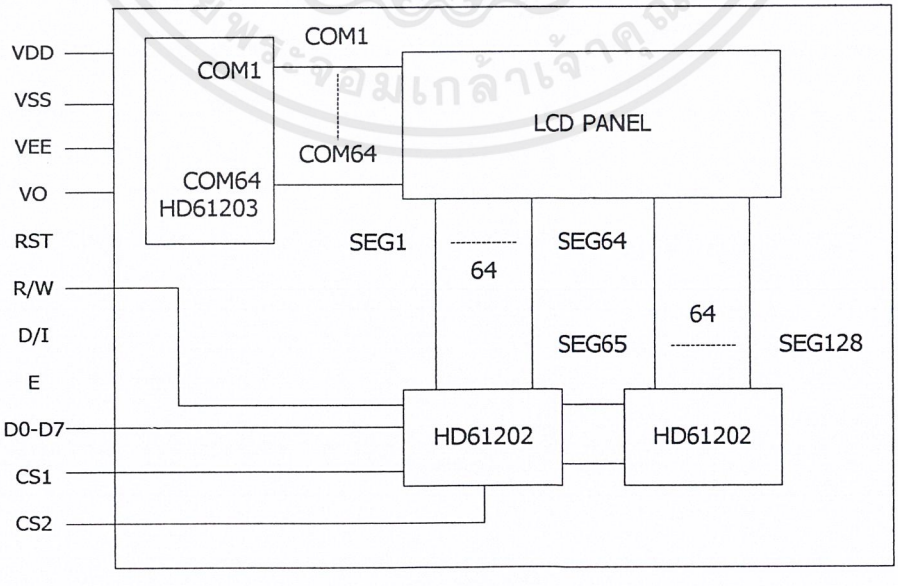


รูปที่ 3.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

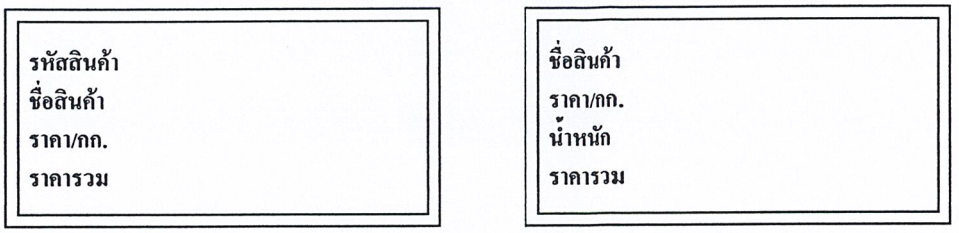
3.2.6 วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกใช้ในการแสดง รหัสสินค้า ชื่อสินค้าเป็นภาษาไทย ราคาสินค้าต่อหน่วย และราคารวม ซึ่งใช้จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกขนาด 128 × 64 จุด บอร์ดควบคุมวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกมีไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในตัว โดยจะช่วยให้การควบคุมการทำงานทำได้ง่ายและประหยัดจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้ในการควบคุมทำให้สามารถช่วยลดภาระของโปรแกรมในบอร์ดหลักได้ บอร์ดควบคุมนี้สามารถแสดงภาษาไทยได้ โดยจะทำการจัดบรรทัด และสร้างรหัสอักษรภาษาไทย ไว้ภายในตัวบอร์ดอยู่แล้ว ลักษณะการต่อใช้งานมีดังนี้ มีส่วนต่อกับวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกขนาด 128 × 64 จุด ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 89C52 ส่วนดิพสวิตช์ (DIP Switch) 4 ตัว สำหรับการเลือกโหมดการทำงาน (STEST, 3BIT, RS-232, DEMO) และความเร็วของการสื่อสาร (BAUDRATE 1200, 2400, 4800, 9600) มีดิพสวิตช์ อีก 4 ตัวสำหรับเลือกใช้งานแบบเครือข่าย โดยสามารถกำหนดตำแหน่งได้ถึง 8 ตำแหน่ง (0-7) มีส่วนเลือกสัญญาณควบคุมได้ 4 แบบคือ RS-232 มาตรฐาน RS-232 แบบลอจิก RS-485 และ 3 บิตแบบอนุกรม แต่ในการใช้งานจริงๆ จะใช้สัญญาณการควบคุมและติดต่อแบบ 3 บิตแบบอนุกรม มีส่วนของการปรับความเข้มของส่วนแสดงผลผลึกเหลว ส่วนจั๊มเปอร์ (Jumper) 2 ตัว สำหรับเลือก RS-232 แบบมาตราฐานหรือ RS-232 แบบลอจิก การใช้งานโดยเชื่อมต่อโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จะใช้พอร์ต 3 บิต ในการเชื่อมต่อ



รูปที่ 3.6 โครงสร้างและขาควบคุมจอแสดงผลผลึกเหลว DV-12864

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การออกแบบในโหมด 1 (ข) การออกแบบในโหมด 2

รูปที่ 3.7 การออกแบบการใช้งานจอแสดงผลผลึกเหลว

3.2.7 วงจรเชื่อมต่อพอร์ต

วงจรเชื่อมต่อพอร์ต คือ วงจรที่สร้างขึ้นมาเพื่อนำคอนเนคเตอร์ต่อใช้งานแยกเป็นพอร์ต โดยมีการต่อใช้งานของวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว คีย์บอร์ด วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และ RS-232 เข้ากับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ซึ่งการเชื่อมต่อพอร์ตต่างๆ ลงในบอร์ดการเชื่อมต่อคอนเนคเตอร์ 10Pin จะใช้ในการต่อรับสัญญาณจากคีย์บอร์ด คอนเนคเตอร์ 16Pin คือส่วนของการเชื่อมต่อสัญญาณจากคีย์บอร์ดไปยังบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างคอนเนคเตอร์ 10Pin กับ คอนเนคเตอร์ 16Pin เพื่อเชื่อมต่อคีย์บอร์ดเข้ากับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้คอนเนคเตอร์ 10Pin ขาที่ 1-4 จะเป็นขาอินพุต ข้อมูลในการที่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจะใช้ในการอ่านว่าแถวใดของสวิตช์เมตริกซ์ถูกกดบ้าง โดยขานี้จะไปต่อกับ ขาที่ 1, 3, 5 และ 7 ของคอนเนคเตอร์ 16 Pin จากนั้นขาที่ 5-10 ของคอนเนคเตอร์ 10Pin จะเป็นขาเอาต์พุต ลอจิก 0 หรือ 1 ส่งจากบอร์ดควบคุมการทำงานหลักไปกำหนดว่าจะให้คอลัมน์ใดเป็น 0 บ้างเพื่อใช้ตรวจสอบในการกดคีย์ต่างๆ ในส่วนของการเชื่อมต่อพอร์ตของคีย์บอร์ดนี้จะต่อกับไอซี 74LS08 ด้วย เพื่อใช้ในการตรวจสอบอินเตอร์รัพต์ที่เกิดจากการกดคีย์บอร์ด โดยไอซี 74LS08 จะรับสัญญาณมาจากคอนเนคเตอร์ 10Pin จากนั้นจะตรวจสอบว่ามีลอจิก 0 ส่งมาหรือไม่ ถ้ามีการส่งลอจิก 0 มา ก็แสดงว่ามีการอินเตอร์รัพต์การกดคีย์ที่คีย์บอร์ด จากนั้น ไอซี 74LS08 จะส่งสัญญาณไปยังขา INT0 ของบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เพื่อบอกว่ามีการกดคีย์แล้ว

ส่วนของคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segin เป็นพอร์ตที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างบอร์ดควบคุมการทำงานหลักกับ 7-Segment โดยคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segin เป็นอินพุตรับสัญญาณแสดงผลจากบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก และคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segout เป็นพอร์ตที่รับสัญญาณมาจากคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segin แต่สัญญาณจะต้องผ่านวงจรพูลอัพ ด้วยความต้านทานก่อนเพื่อป้องกัน

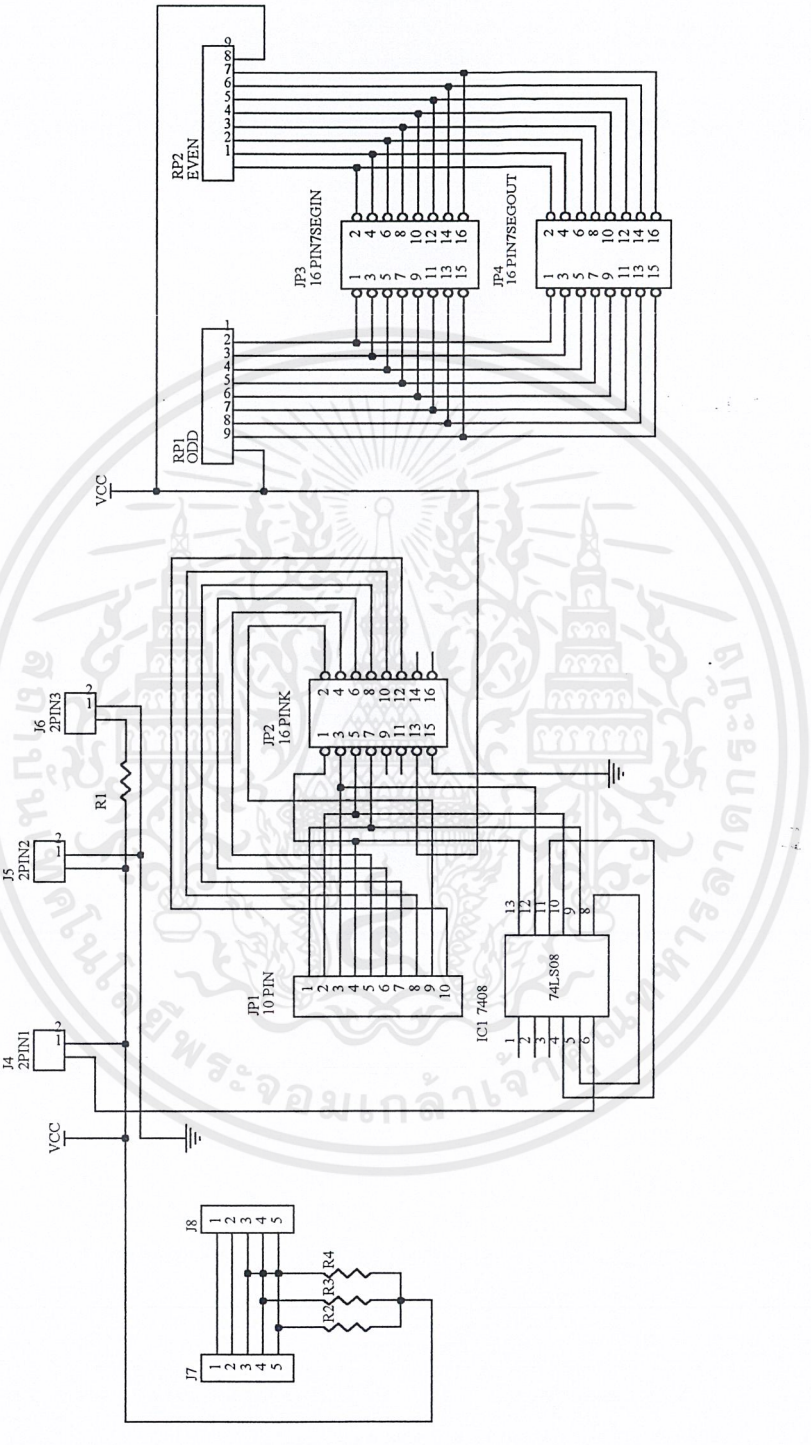
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียของสัญญาณที่ต่อกับสายที่มีขนาดยาว ดังนั้นเมื่อคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segin ส่งข้อมูลมายังตัวต้านทานพูลอัพแล้วก็จะส่งสัญญาณมายังคอนเนคเตอร์ 16Pin7-segout เพื่อส่งข้อมูลไปยังวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน เพื่อแสดงผลต่อไป กับ วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งคอนเนคเตอร์ 5Pin2 เป็นพอร์ตอินพุตรับสัญญาณจากขา P1.1 ขา P3.3 และ ขา P3.4 หรือ 3 บิตอนุกรม จากบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยก่อนที่สัญญาณจะส่งต่อไปยังคอนเนคเตอร์ 5Pin1 สัญญาณจะต้องเข้าตัวต้านทานพูลอัพก่อน เพื่อป้องกันการสูญเสียของสัญญาณที่เกิดจากการต่อกับสายสัญญาณที่มีขนาดยาวๆ เมื่อสัญญาณผ่านตัวต้านทานพูลอัพมาแล้ว สัญญาณจะออกมาที่คอนเนคเตอร์ 5Pin1 เพื่อส่งสัญญาณที่ได้นี้ไปแสดงผลยังจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ส่วนของ คอนเนคเตอร์ 2Pin1 เป็นพอร์ตเชื่อมต่อเพื่อนำไปใช้ในการอินเตอร์รัพต์โดยสัญญาณที่ได้จากคอนเนคเตอร์ 2Pin1 นี้จะถูกส่งไปยังบอร์ดควบคุมการทำงานหลักที่ขา INT0 และ INT1 เพื่อบอกว่ามีการอินเตอร์รัพต์หรือไม่ หรือใช้ในการตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพต์

ส่วนของคอนเนคเตอร์ 2Pin2 ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ และกราวด์ เพื่อใช้ต่อไปยังส่วนต่างๆ ที่ต้องการใช้ไฟ +5 โวลต์ และอีกส่วนคือคอนเนคเตอร์ 2Pin3 ใช้ในการต่อกับสวิตช์ปรับค่าศูนย์ (Zero Adjust Switch) เพื่อปรับค่าของเครื่องชั่งให้เป็นค่าศูนย์ ในการชั่งแต่ละครั้งหรือตามที่ผู้ใช้ต้องการปรับให้ค่าของน้ำหนักมีค่าเป็นศูนย์ในกรณีที่เครื่องชั่งแสดงน้ำหนักเริ่มต้นในการชั่งน้ำหนักไม่เท่ากับศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรเชื่อมต่อพอร์ต

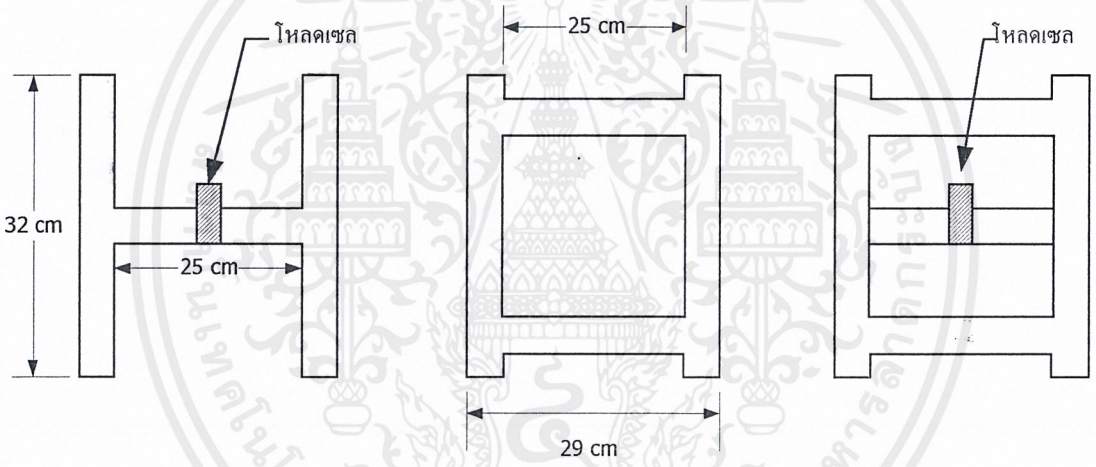
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 การออกแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก

การออกแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1) การออกแบบโครงสร้างภายใน

การออกแบบโครงสร้างภายในของเครื่องชั่งน้ำหนักโดยคำนึงถึงการออกแบบโครงสร้างที่สามารถรองรับน้ำหนักสูงสุดที่เครื่องสามารถชั่งได้ซึ่งเครื่องชั่งน้ำหนักเครื่องนี้สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0–35 กิโลกรัม โครงสร้างภายในจึงสร้างจากเหล็กเส้นขนาด 1.3 นิ้ว 2 ส่วนโดยเมื่อนำทั้ง 2 ส่วนมาวางซ้อนกันแล้วจะมีความสมดุลย์และฐานของโครงชิ้นที่อยู่ด้านล่างขนานกับพื้นที่มีความราบเรียบ โครงสร้างภายในมีลักษณะดังรูปที่ 3.9



(ก) โครงชิ้นที่ 1 (ข) โครงชิ้นที่ 2 (ค) การวางโครง 2 ชิ้นซ้อนกันพร้อมยึดโหลดเซล

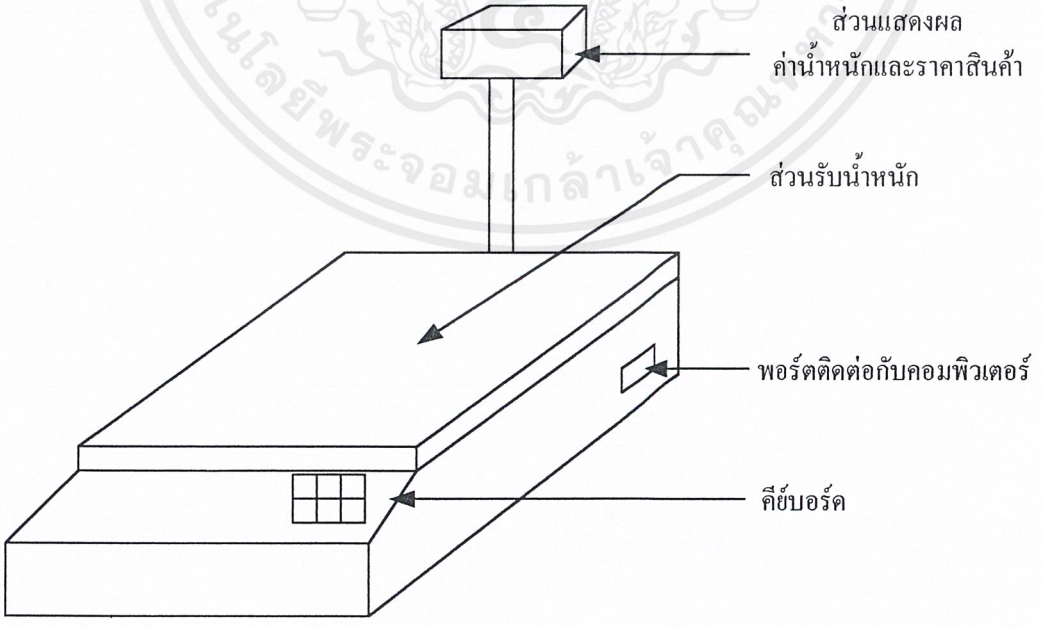
รูปที่ 3.9 โครงสร้างภายในของเครื่องชั่งน้ำหนัก

จากรูปที่ 3.9 (ค) เมื่อสร้างโครงชิ้นที่ 1 และชิ้นที่ 2 เสร็จแล้วจะนำโหลดเซลมายึดติดที่โครงชิ้นที่ 1 โดยจะยึดติดไว้ที่จุดศูนย์กลางของแกนกลางเหล็กเพื่อให้ปลายของโหลดเซลที่รับน้ำหนักอยู่ที่จุดศูนย์กลางของแท่นรับน้ำหนักหลังจากนั้น ทำการทดสอบโดยนำวัตถุมาชั่งถ้าหากค่าแรงดันที่ได้ยังไม่ได้ตามที่ต้องการก็ทำการแก้ไขโครงทั้ง 2 ชิ้นให้มีความสมดุลย์ในการรับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การออกแบบโครงสร้างภายนอก

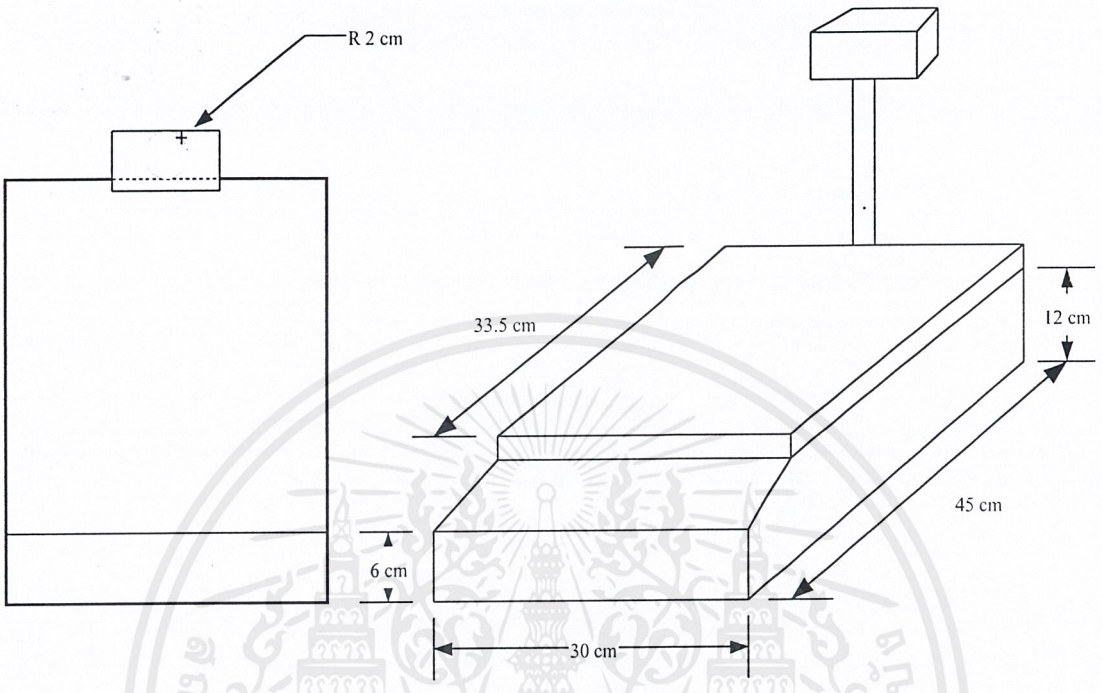
โครงสร้างภายนอกของเครื่องชั่งน้ำหนักซึ่งในการออกแบบจะคำนึงถึงการออกแบบส่วนแสดงผลที่สามารถแสดงผลได้ชัดเจน เที่ยงตรง และสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน โดยมีส่วนแสดงผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนจอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ขนาด 8 หลัก ที่แสดงเฉพาะค่าน้ำหนักมีหน่วยเป็น กิโลกรัม และส่วนที่ใช้จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกขนาด 128 × 64 จุด ซึ่งจะใช้แสดงผล รหัสสินค้า ชื่อสินค้าเป็นภาษาไทย ราคาสินค้าต่อหน่วย และราคารวม ส่วนแท่นรับน้ำหนักซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง โดยในการออกแบบต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับน้ำหนักจากวัตถุที่นำมาชั่งโดยส่วนแท่นรับน้ำหนักต้องสามารถรับน้ำหนักในการชั่งได้โดยไม่โค้งงอเสียรูปทรงจึงเลือกใช้สเตนเลสในการสร้างแท่นรับน้ำหนักเพราะมีความแข็งแรง และไม่เกิดสนิมหากเวลาในการใช้งานนานขึ้น ส่วนคีย์บอร์ดใช้ในการป้อนรหัสของสินค้าและมีคีย์พิเศษที่ใช้เป็นคีย์ลัดในการใช้งานที่สะดวกรวดเร็ว โดยได้ออกแบบไว้ที่ตำแหน่งด้านหน้าของเครื่องชั่ง นอกจากนี้เครื่องชั่งยังมีพอร์ตที่ใช้สำหรับติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการดาวน์โหลดข้อมูลของสินค้าจากโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ลงหน่วยความจำของบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักที่อยู่ภายในเครื่องชั่งน้ำหนักนั่นเอง โครงสร้างภายนอกของเครื่องชั่งน้ำหนักมีลักษณะดังรูปที่ 3.10



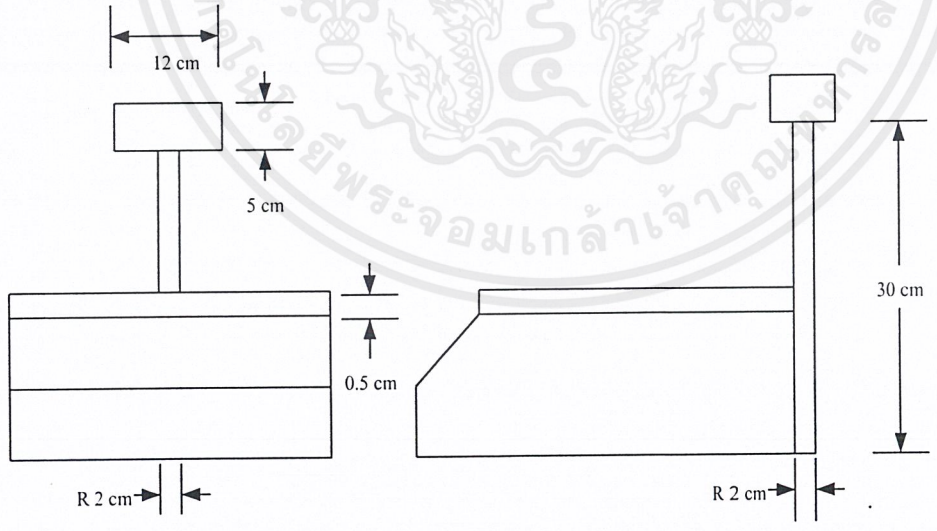
รูปที่ 3.10 โครงสร้างภายนอกของเครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 การสร้างต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล



(ก) มุมด้านบน (ข) โครางสร้างภายนอกของเครื่องชั่งน้ำหนัก



(ค) มุมด้านหน้า (ง) มุมด้านข้าง

รูปที่ 3.11 โครงสร้างและขนาดของของเครื่องชั่งน้ำหนักในมุมต่างๆ

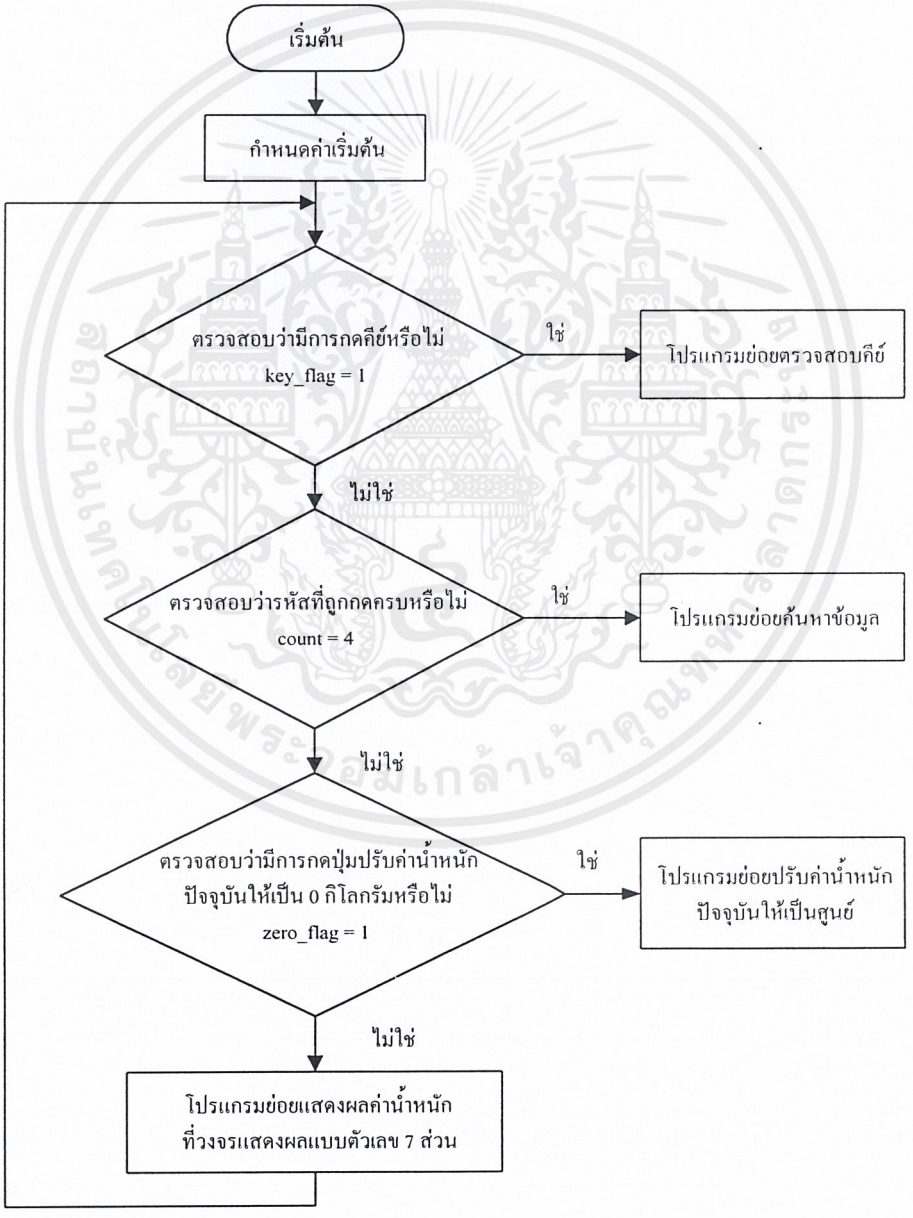
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ของเครื่องชั่งน้ำหนักจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก และการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

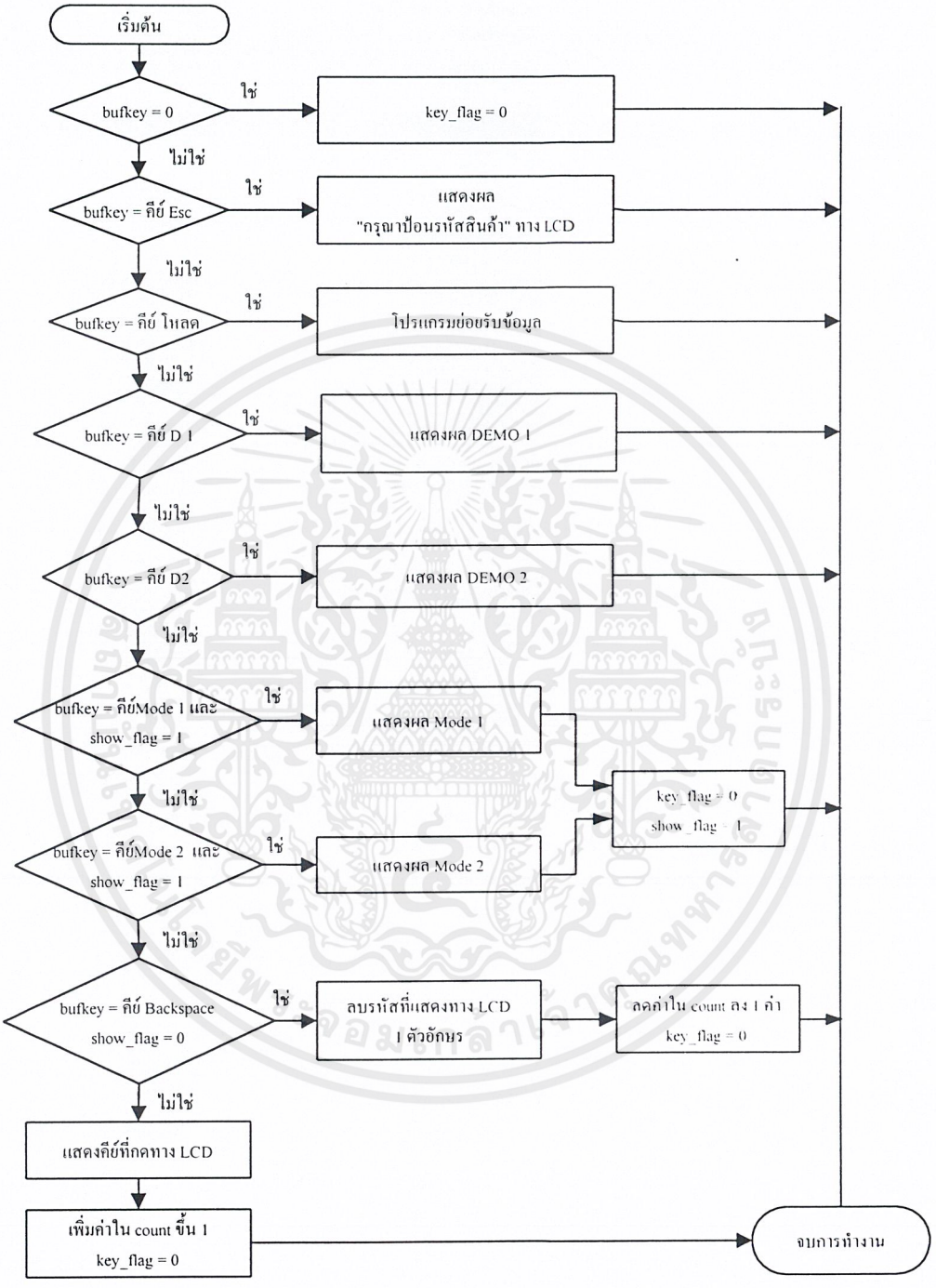
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก

1) ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก



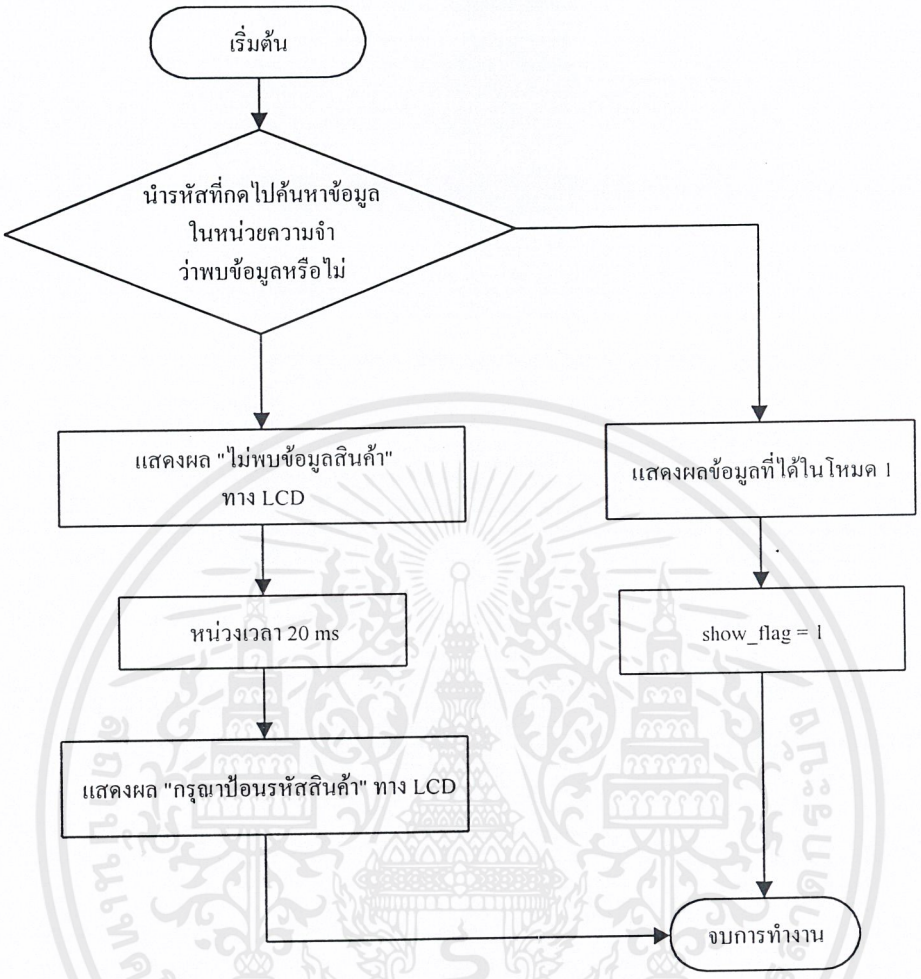
รูปที่ 3.12 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

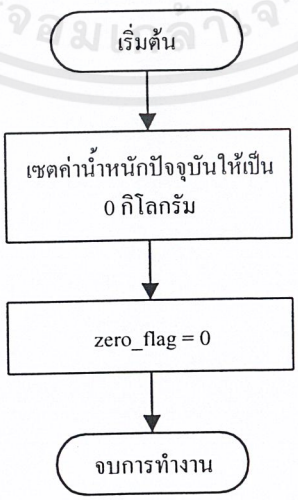


รูปที่ 3.13 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



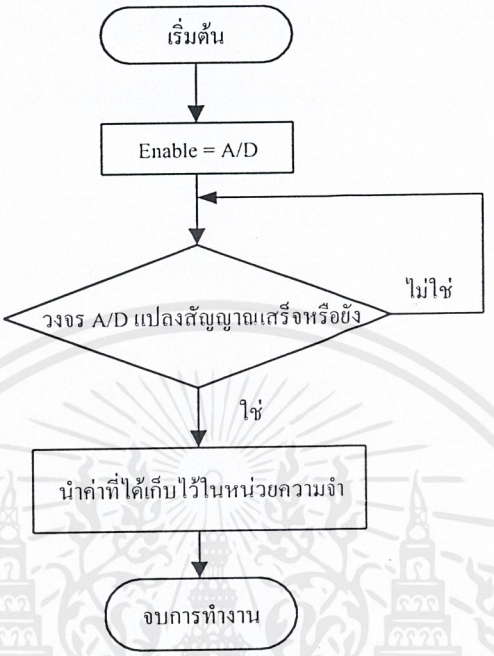
รูปที่ 3.14 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูล



รูปที่ 3.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยปรับค่าน้ำหนักปัจจุบันให้เป็นศูนย์

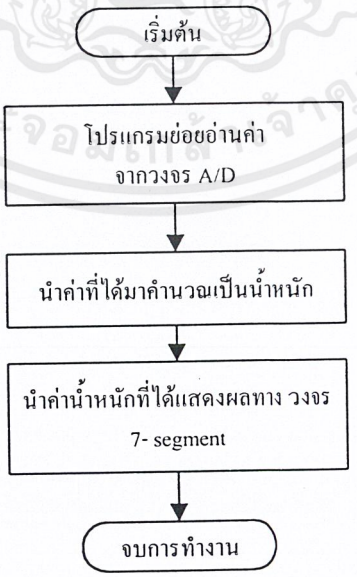
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผังงานของโปรแกรมการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

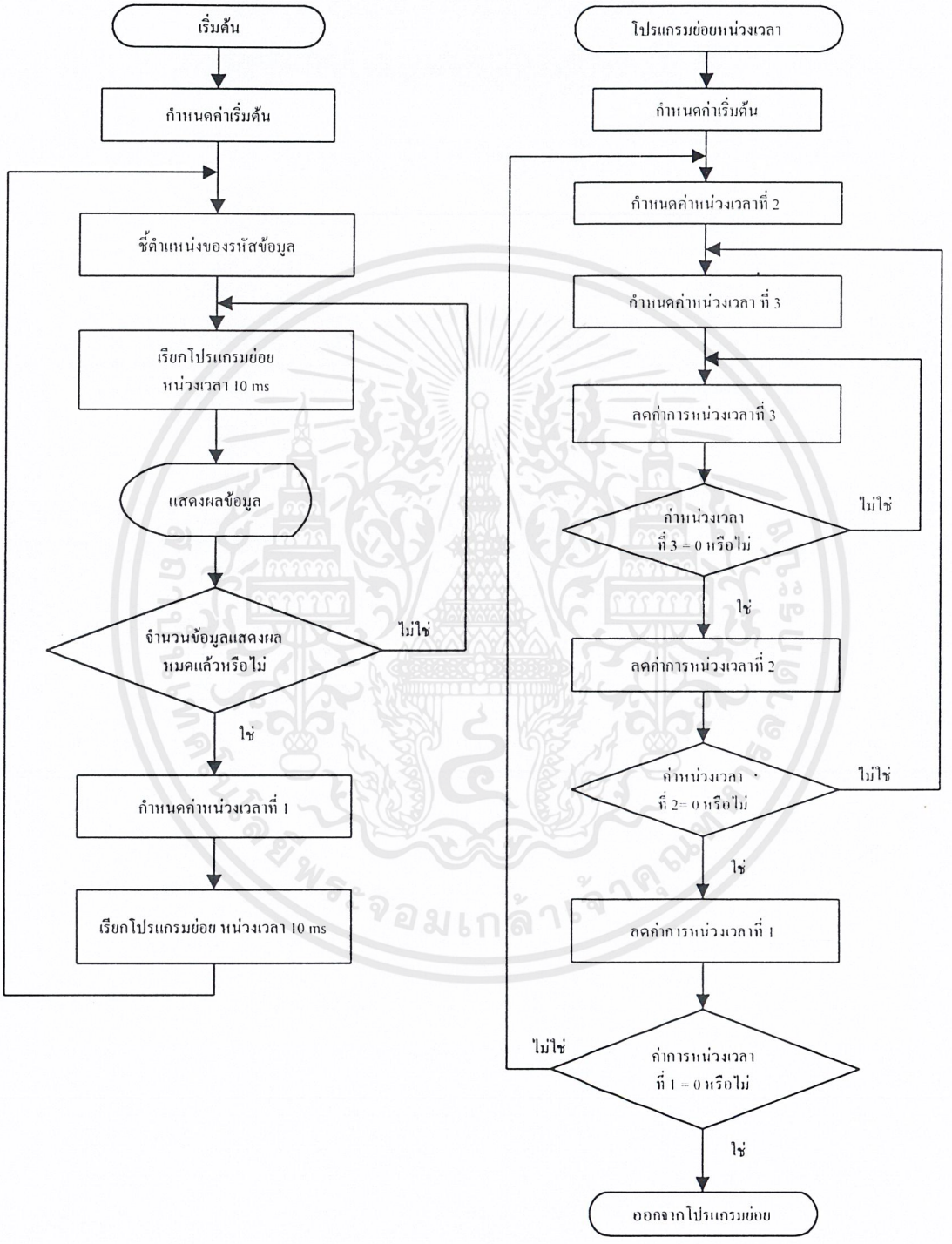
3) ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ 3. 17 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

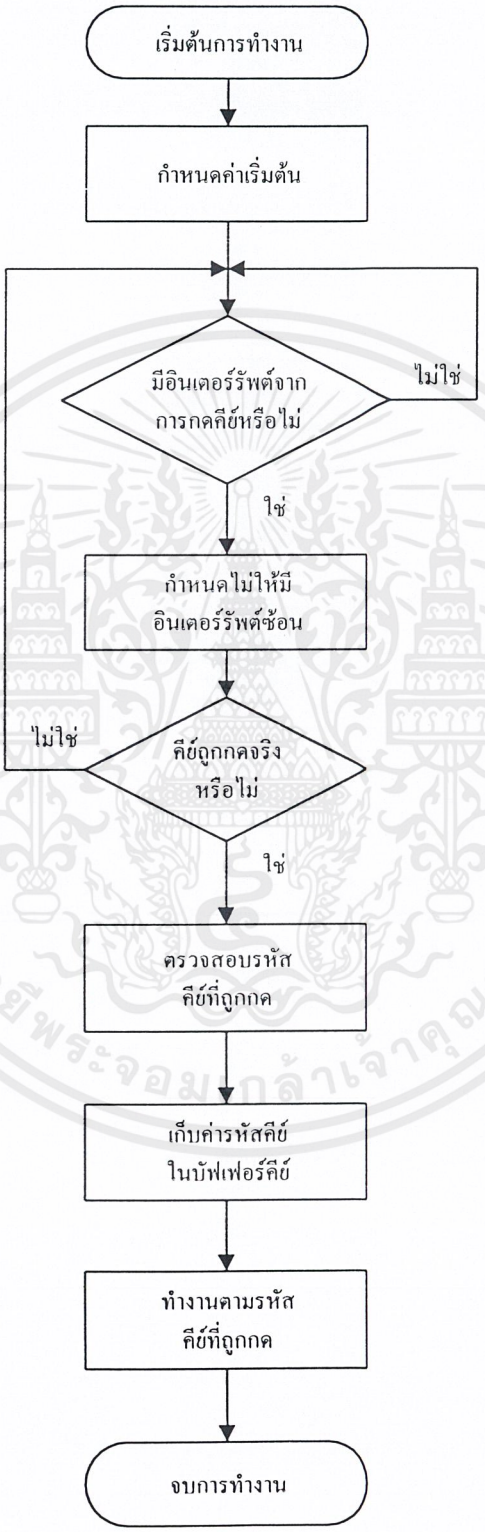
4) ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบผลึกเหลว



รูปที่ 3.18 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

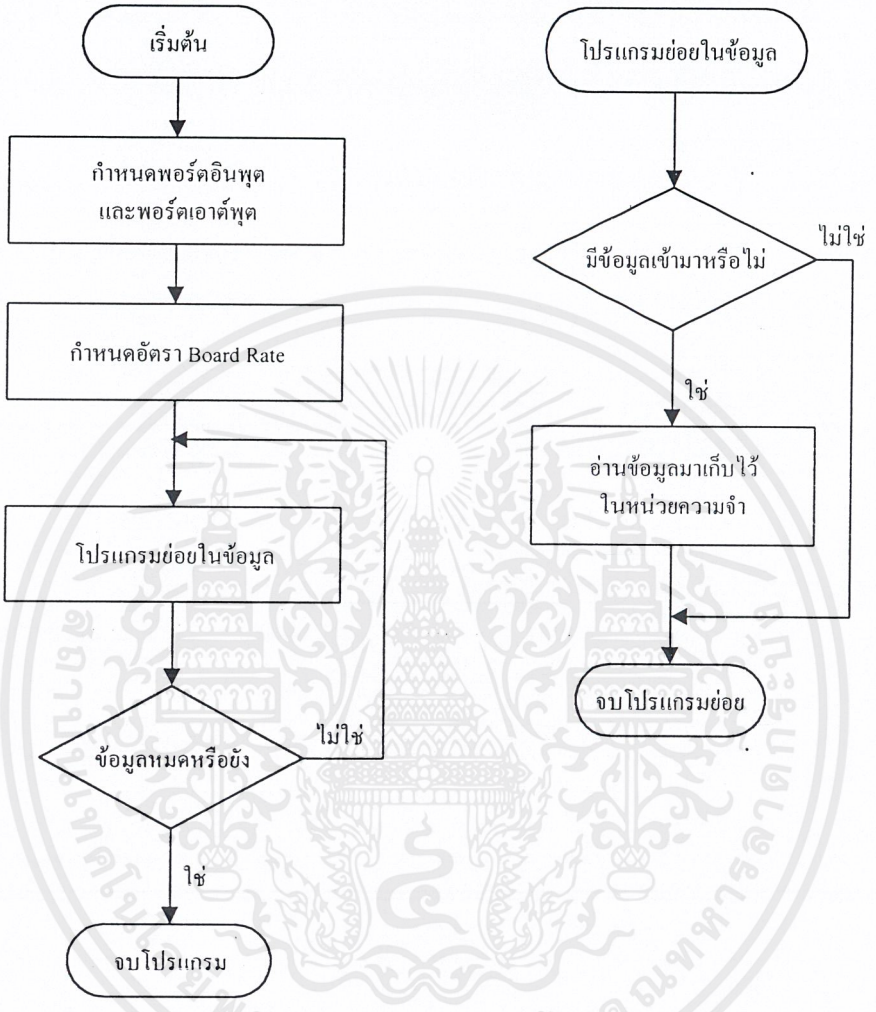
5) ผังงานของโปรแกรมคีย์บอร์ด



รูปที่ 3. 19 ผังงานของโปรแกรมคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.20 ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์

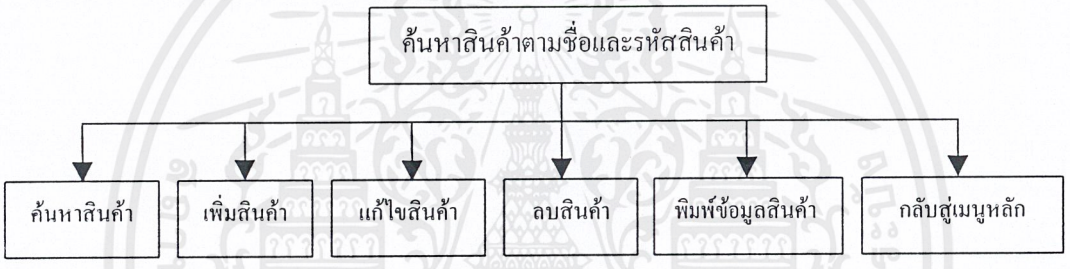
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

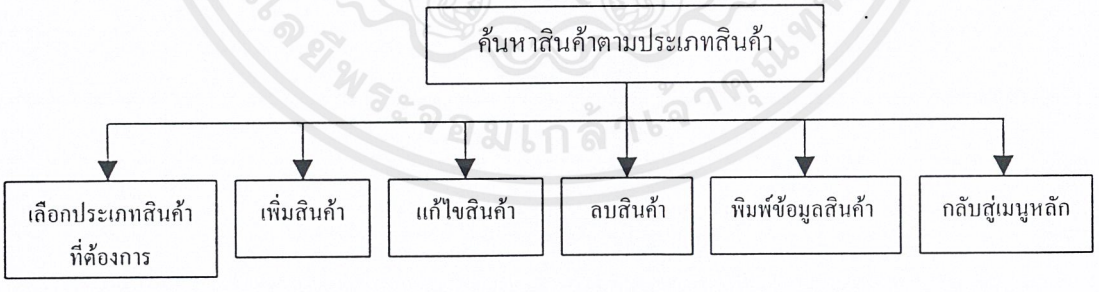
ในการสร้างและการออกแบบฐานข้อมูลสามารถแบ่งการทำงานหลักๆ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฐานข้อมูลสินค้าสร้างจากโปรแกรม Microsoft Access และโปรแกรม Microsoft Visual Basic โปรแกรมนี้ใช้สำหรับเก็บข้อมูลสินค้า ติดต่อกับผู้ใช้ และส่งข้อมูลสินค้าลงหน่วยความจำภายในตัวเครื่องชั่งน้ำหนัก

1) การออกแบบเมนู

ในการออกแบบเมนูหลักของโปรแกรมนั้นได้แบ่งเมนูออกเป็น การค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า ค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า และการส่งข้อมูลสินค้าไปเก็บในตัวเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยในแต่ละเมนูจะมีเมนูย่อยดังรูปที่ 3.21 ถึงรูปที่ 3.23

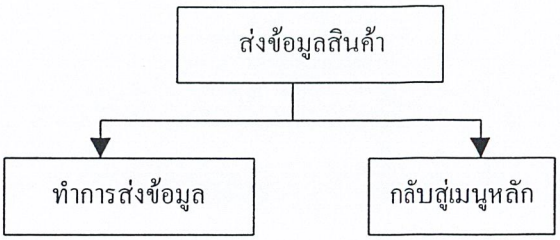


รูปที่ 3.21 เมนูค้นหาสินค้าตามชื่อและรหัสสินค้า



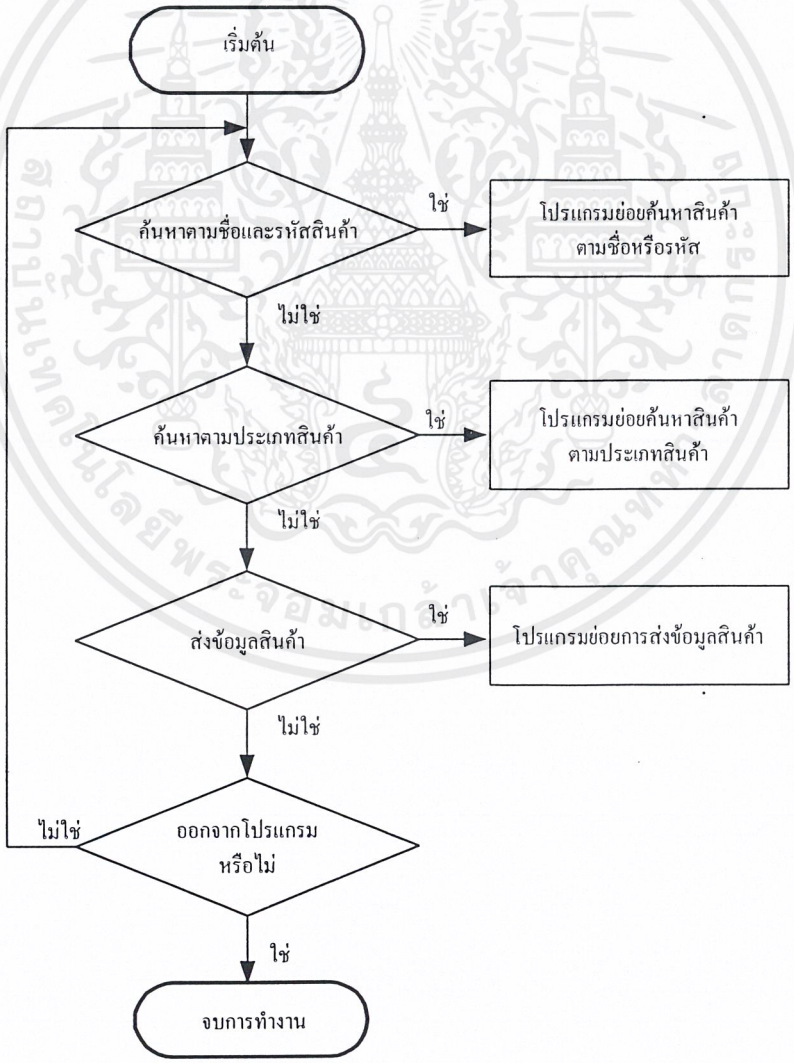
รูปที่ 3.22 เมนูค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 เมนูการส่งข้อมูลสินค้าไปเก็บในหน่วยความจำภายในเครื่องชั่งน้ำหนัก

2) การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

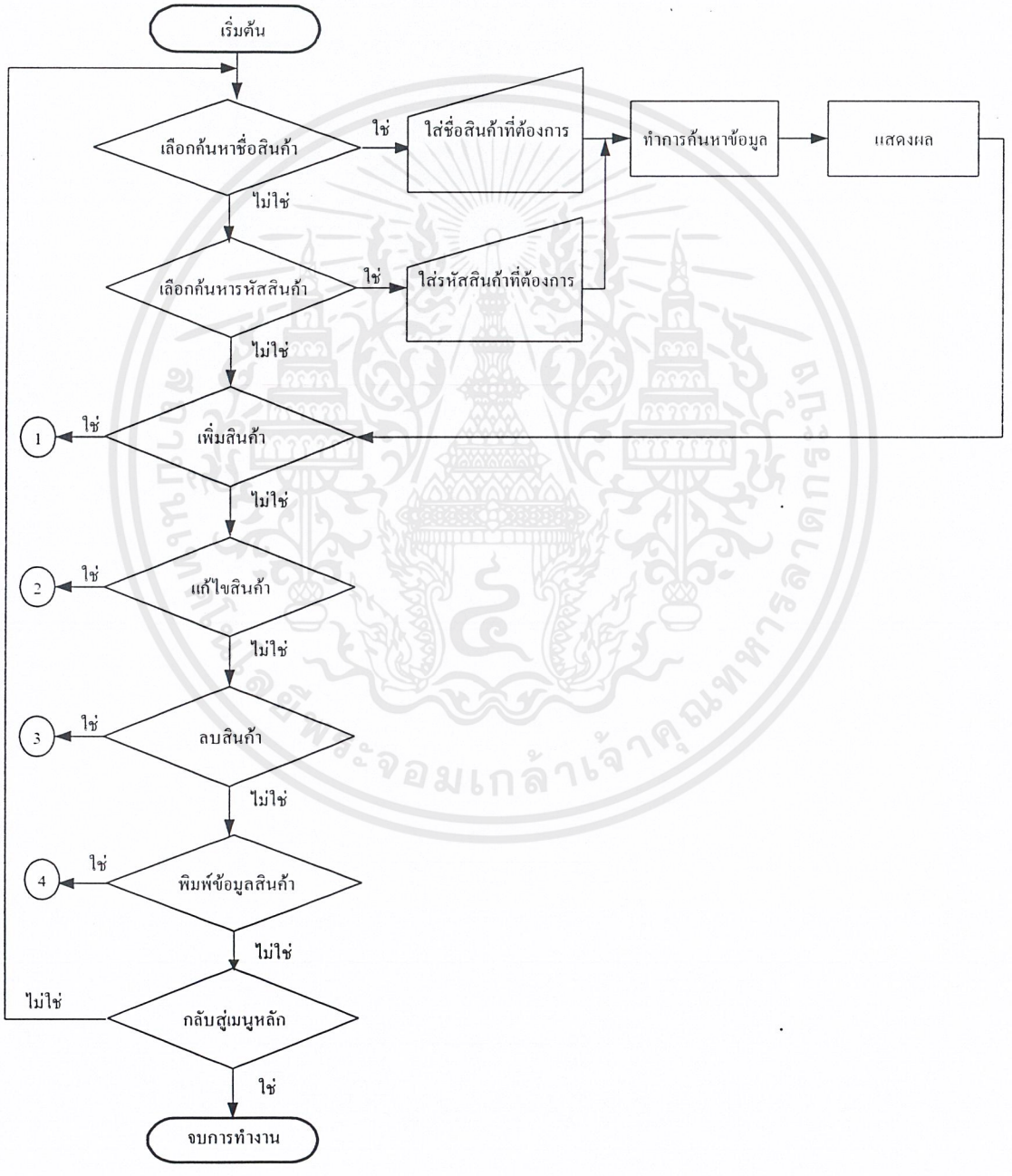


รูปที่ 3.24 ผังงานหลักของโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) โปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัส

การค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะทำการค้นหาสินค้าตามชื่อของสินค้าหรือ รหัสของสินค้า เมื่อผู้ใช้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วทำการใส่ข้อมูลที่ต้องการ ค้นหา หลังจากนั้นเมื่อทำการค้นหาถ้ามีข้อมูลตรงตามที่ต้องการก็จะแสดงผลข้อมูล และผู้ใช้สามารถทำการเพิ่มสินค้า แก้ไขสินค้า หรือลบสินค้าได้ตามความต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.25

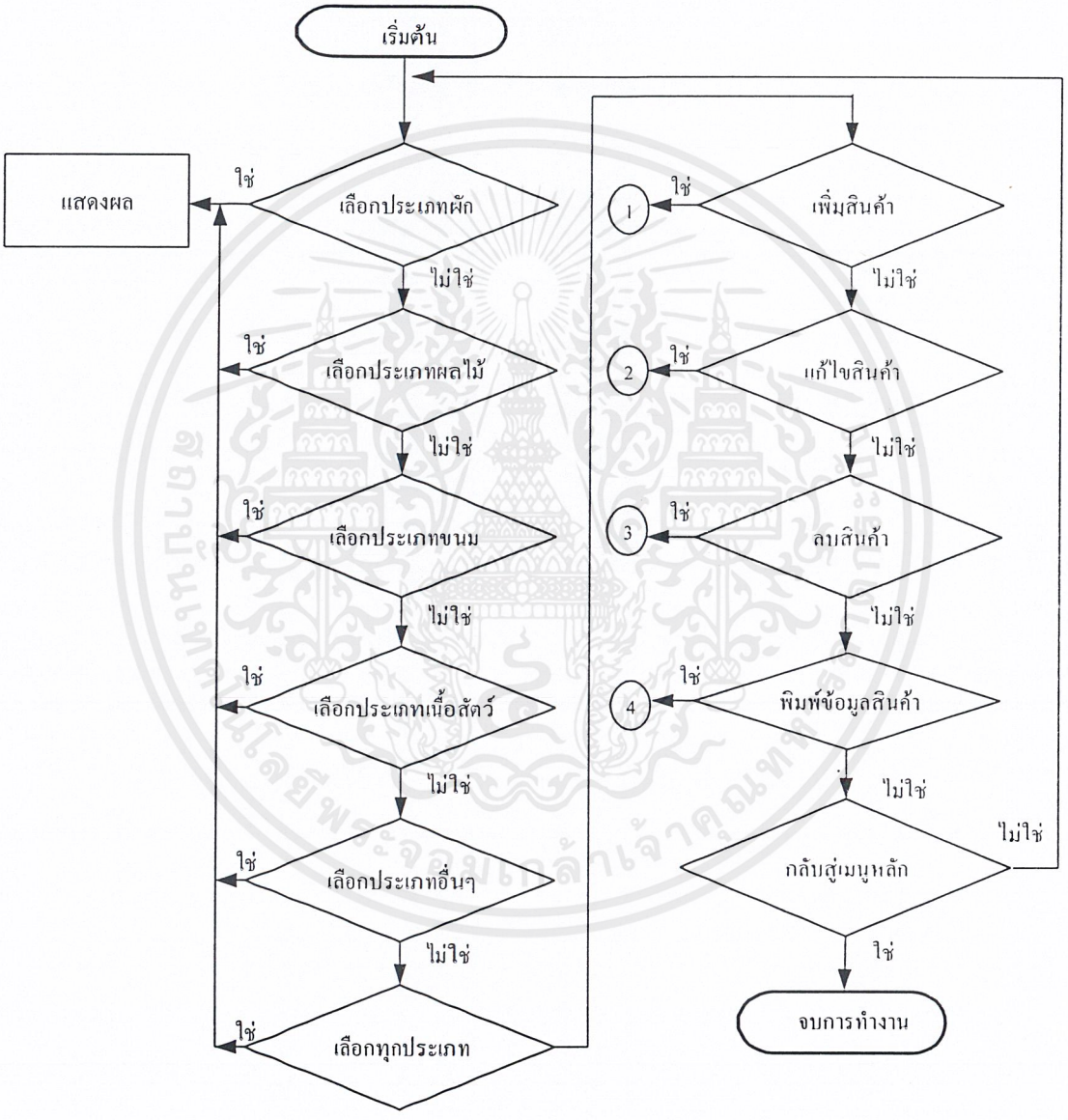


รูปที่ 3.25 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) โปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า

ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะทำการค้นหาสินค้าประเภทใด เมื่อผู้ใช้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วก็จะแสดงผลข้อมูลของสินค้าประเภทนั้น และผู้ใช้สามารถทำการเพิ่มสินค้า แก้ไขสินค้า หรือลบสินค้าได้ตามความต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.26

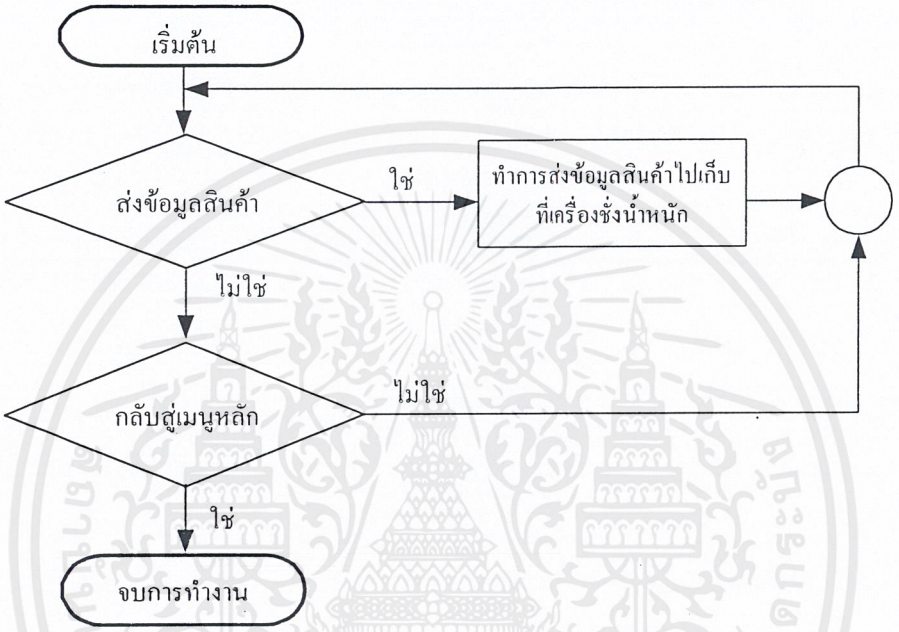


รูปที่ 3.26 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) โปรแกรมย่อยการส่งข้อมูลสินค้า

การส่งข้อมูลสินค้า ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลของสินค้าไปเก็บไว้ในเครื่องชั่งน้ำหนักได้โดยการกดที่ปุ่มส่งข้อมูล ข้อมูลก็จะทำการส่งไปเก็บไว้ในเครื่องชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 3.27

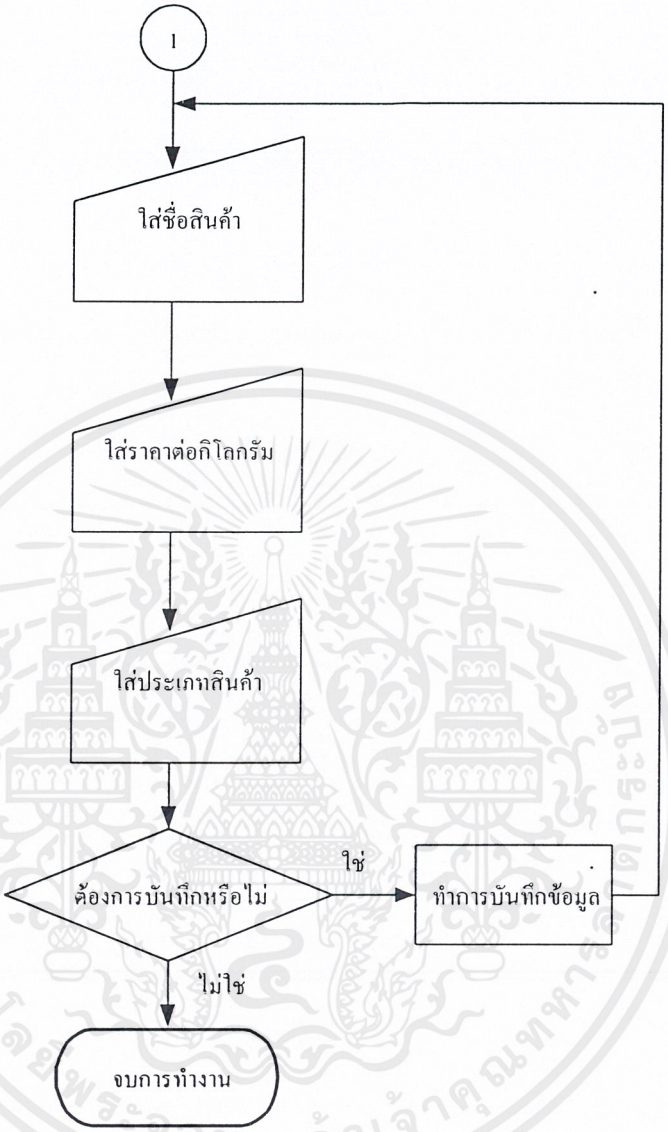


รูปที่ 3.27 ผังงานของโปรแกรมย่อยการส่งข้อมูลสินค้า

ผังงานในโปรแกรมย่อยค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า และค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้านั้นจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เพิ่มสินค้า แก้ไขสินค้า และลบสินค้า และพิมพ์ข้อมูลสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.28 ถึงรูปที่ 3.31

ส่วนที่ 1 ซึ่งเชื่อมโยงมาจากเมนูค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า และค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า ได้แก่ เพิ่มสินค้า ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมสินค้าได้โดยใส่ชื่อสินค้า ใส่ราคาต่อกิโลกรัม และใส่ประเภทสินค้า เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อมูลครบ ถ้าทำการบันทึกข้อมูล ข้อมูลก็จะไปเก็บอยู่ในฐานข้อมูล แต่ถ้ายกเลิกก็จะออกจากเมนูเพิ่มสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.28

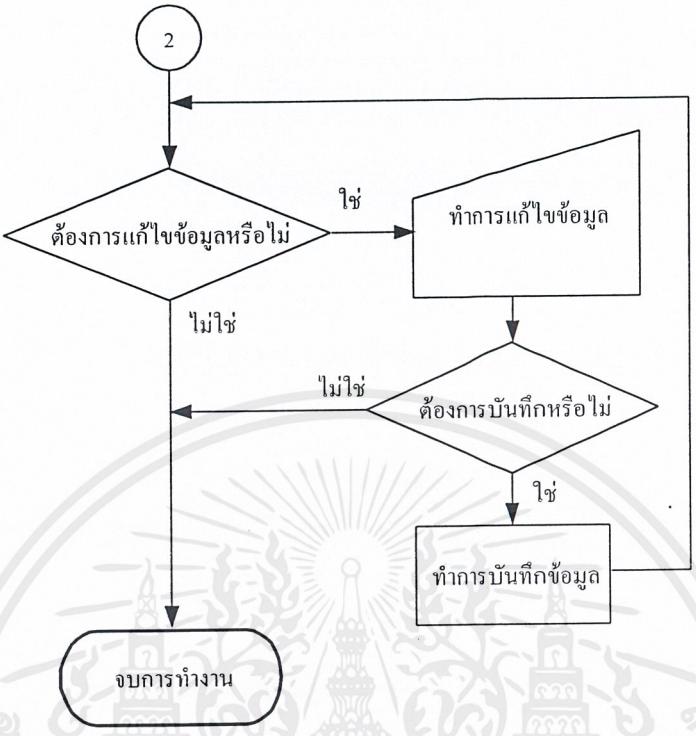
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ผังงานของเมนูเพิ่มสินค้า

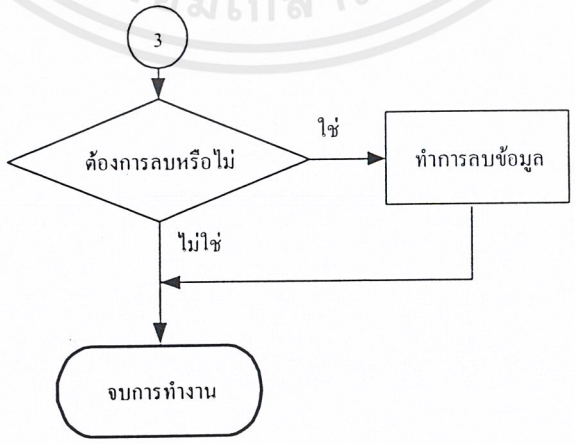
ส่วนที่ 2 ซึ่งเชื่อมโยงมาจากเมนูค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า และค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้า ได้แก่ แก้ไขสินค้า ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลของสินค้าได้ โดยทำการแก้ไขข้อมูลตามต้องการ ถ้าทำการบันทึกข้อมูลก็จะทำการแก้ไข แต่ถ้ายกเลิกก็จะออกจากเมนูแก้ไขสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 ผังงานของเมนูแก้ไขสินค้า

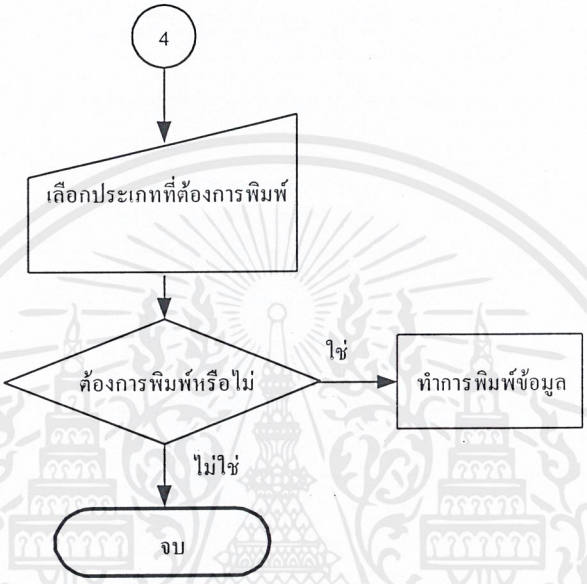
ส่วนที่ 3 ซึ่งเชื่อมโยงมาจากเมนูค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า และค้นหาสินค้าตามประเภทสินค้าอีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ ลบสินค้า ผู้ใช้สามารถลบสินค้าที่ปรากฏอยู่ได้ โดยโปรแกรมจะถามว่าต้องการลบหรือไม่ถ้าต้องการลบ สินค้าชนิดนั้นก็จะถูกลบไป ถ้ายกเลิกก็จะออกจากเมนูลบสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ผังงานของเมนูลบสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 ซึ่งเชื่อมโยงมาจากเมนูค้นหาสินค้าตามชื่อหรือรหัสสินค้า และค้นหา สินค้าตามประเภทสินค้าอีกส่วนหนึ่ง ได้แก่ พิมพ์ข้อมูลสินค้า ผู้ใช้สามารถพิมพ์ข้อมูลสินค้าที่ปรากฏอยู่ได้ โดยสามารถเลือกพิมพ์ข้อมูลสินค้าได้ตามประเภทของสินค้า ผังงานการพิมพ์ข้อมูลสินค้าแสดงดังในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ผังงานของเมนูพิมพ์ข้อมูลสินค้า

3) การออกแบบฐานข้อมูล

3.1) การออกแบบตาราง (Table)

ตารางที่ 3.2 เขตข้อมูลของฐานข้อมูลสินค้า

ตาราง	ชื่อเขตข้อมูล	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย	คีย์หลัก
Product	IDname	Text	รหัสสินค้า	/
	name	Text	ชื่อสินค้า	
	price	number	ราคาต่อกิโลกรัม	
	group	Text	ประเภท	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2) การออกแบบแบบสอบถาม (Query)

ตารางที่ 3.3 การออกแบบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม	เขตข้อมูล	ตาราง	แสดง	เงื่อนไข
Animal	IDname	Product	/	Like "D*"
	Name	Product	/	
	Price	Product	/	
	Group	Product	/	Like "เนื้อสัตว์*"
Fruit	IDname	Product	/	Like "B*"
	Name	Product	/	
	Price	Product	/	
	Group	Product	/	Like "ผลไม้*"
Other	IDname	Product	/	Like "E*"
	Name	Product	/	
	Price	Product	/	
	Group	Product	/	Like "อื่นๆ*"
Sweetmeat	IDname	Product	/	Like "C*"
	Name	Product	/	
	Price	Product	/	
	Group	Product	/	Like "ขนม*"
Vegetable	IDname	Product	/	Like "A*"
	Name	Product	/	
	Price	Product	/	
	Group	Product	/	Like "ผัก*"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เกี่ยวกับการสร้างและการออกแบบ ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในบทนี้จะเป็นการทดลองและผลการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ว่าในแต่ละวงจรของการทดลองนั้นมีผลของการทดลองที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นในการทดลองจึงแยกย่อยออกเป็นการทดลองแต่ละวงจร ดังนี้

4.2 การทดลองและผลการทดลอง

4.2.1 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน คือวงจรแสดงผลการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะมีส่วนประกอบของวงจรขับ 7-segment และ ตัว 7-segment รวมกันทั้งหมด 8 ตัว โดยการใช้งานโดยรวมของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ก็คือการแสดงผลข้อมูลต่างๆ ที่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักส่งมาแต่โดยหลักสำคัญนั้นวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จะใช้ในการแสดงผลข้อมูลของค่าน้ำหนักที่ได้จากการชั่งวัตถุสิ่งของต่างๆ ซึ่งการทดลองนี้คือการทำงานและการใช้งานวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน โดยได้ทำการทดลองการทำงานดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรเชื่อมต่อพอร์ตและวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.1

2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรมในการทดลองคือโปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน โปรแกรมทำงานจะมีตัวเลขแสดงปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ตัวเลขที่แสดงจะแสดงตัวเลข 1-8 และแต่ละตัวเลขจะแสดงต่อหนึ่งหลักของ 7-segment ที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ แล้วกำหนดความถี่ที่ใช้ของไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้น ส่งเส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่ง

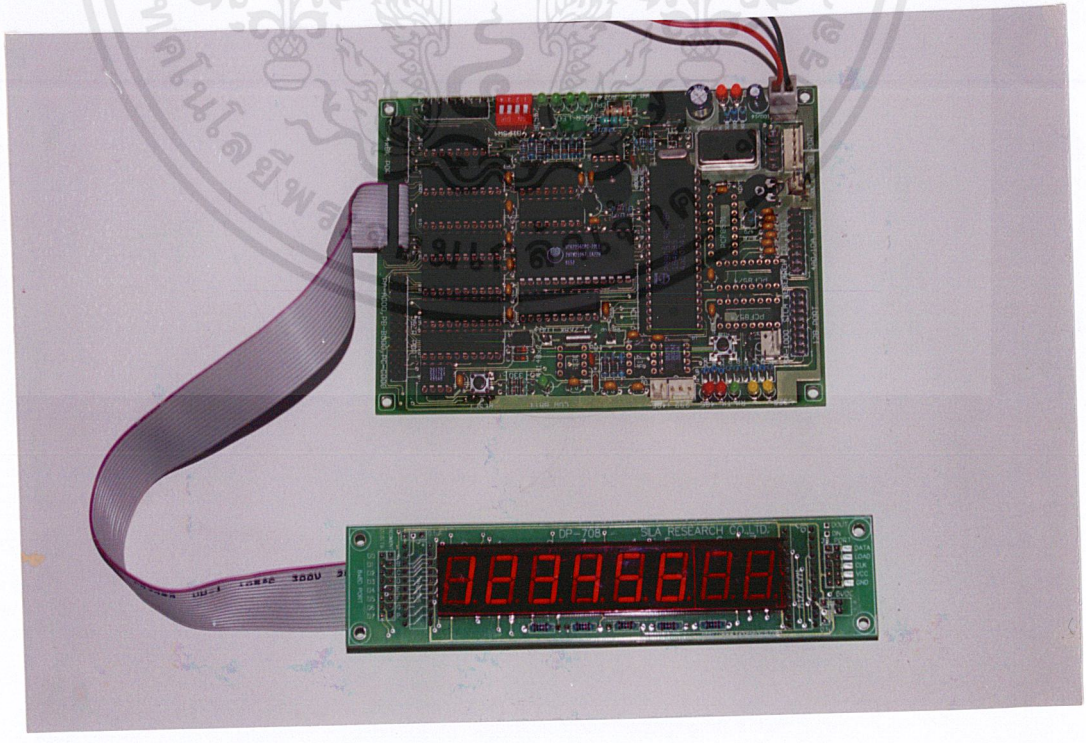
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อน โดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่าง หรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่าง เสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Part

5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โปรแกรม WinISP และจะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์แล้ว ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

6) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

7) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักแล้ว ให้ทำการเลื่อนสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ไปที่ตำแหน่งรันจากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซต บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้วโปรแกรมก็จะแสดงผลการทำงาน



รูปที่ 4.1 การทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

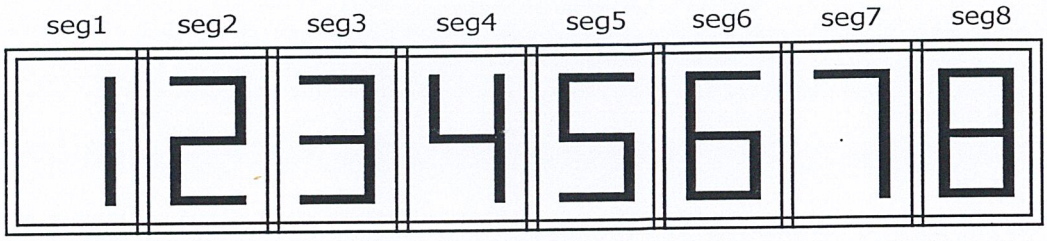
การทดลองโปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ให้ผลได้ถูกต้อง โดยโปรแกรมนี้จะเป็นการส่งข้อมูลของตัวเลข 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ให้แสดงที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และผลที่ได้จากการรันโปรแกรมก็คือมีการแสดงตัวเลข 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน โดยแต่ละตัวเลขที่ปรากฏนั้นจะปรากฏหนึ่งตัวเลขต่อหนึ่งหลักของ 7-segment สามารถแสดงผลการทดลองได้ดัง ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

ลำดับหลักของ 7-segment ที่อยู่บนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	ผลของการแสดงตัวเลขที่ปรากฏบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
หลักที่ 1	แสดงผลเลข 1
หลักที่ 2	แสดงผลเลข 2
หลักที่ 3	แสดงผลเลข 3
หลักที่ 4	แสดงผลเลข 4
หลักที่ 5	แสดงผลเลข 5
หลักที่ 6	แสดงผลเลข 6
หลักที่ 7	แสดงผลเลข 7
หลักที่ 8	แสดงผลเลข 8

จากตารางที่ 4.1 นี้จะเห็นว่าแต่ละหลักของ 7-segment ที่อยู่บนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน นั้นสามารถทำงานได้ทุกหลัก และสามารถแสดงผลได้ถูกต้องทุกหลักเช่นกัน แต่ในการใช้งานจริงนั้นวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน นี้จะใช้ในการแสดงผลตัวเลขที่เป็นค่าน้ำหนักของวัตถุสิ่งของที่นำมาชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยมีรูปการแสดงผลแต่ละหลักของ 7-segment บนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน แสดงดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การแสดงผลแต่ละหลักของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

4.2.2 การทดลองและผลการทดลองบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

บอร์ดจะประกอบด้วยไอซี A/D เบอร์ CS5526 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรขยายแรงดัน (Instrument Amplifier) วงจรสร้างแรงดันไฟลบ วงจรกรองสัญญาณและปรับระดับสัญญาณ โดยวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล มีหน้าที่คือนำค่าสัญญาณแรงดันแอนะลอก จากโหลดเซล มาแปลงค่าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้ในการแสดงค่าน้ำหนักจริงของการชั่งวัตถุ สิ่งของต่างๆ รวมไปถึงนำสัญญาณนี้ไปใช้ในการคำนวณราคาสินค้าต่อน้ำหนักด้วย

น้ำหนักของโหลดที่วัดได้จากโหลดเซลจะอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีค่าน้อยมาก มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ ซึ่งไม่พอที่จะเข้าวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลจึงต้องผ่านวงจรขยายแรงดัน (Instrument Amplifier) เพื่อทำหน้าที่ขยายแรงดัน

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โหลดเซล และวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนเข้าด้วยกัน แสดงดังรูปที่ 4.3

2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง คือโปรแกรมที่ใช้ในทดลองการใช้งานวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยเมื่อโปรแกรมดาวน์โหลดเสร็จและ ทำการรันโปรแกรมผลที่ต้องเกิดขึ้นก็คือจะได้ค่าแรงดันที่เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งค่าแรงดันนี้จะนำไปทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเมื่อได้สัญญาณดิจิตอลแล้ว นำไปแสดงที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน เพื่อใช้บอกว่าค่าน้ำหนักมีเท่าไร ค่ารหัสดิจิตอลที่ได้จะต้องได้เท่านั้น ซึ่งค่ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิตอลนี้ ก็จะนำไปใช้คำนวณหรือหาค่าของน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุ และสิ่งของที่นำมาชั่งแต่ละครั้งต่อไป

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ แล้วกำหนดความถี่ที่ใช้ของไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นส่งเส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนโดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่าง หรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่าง เสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Part

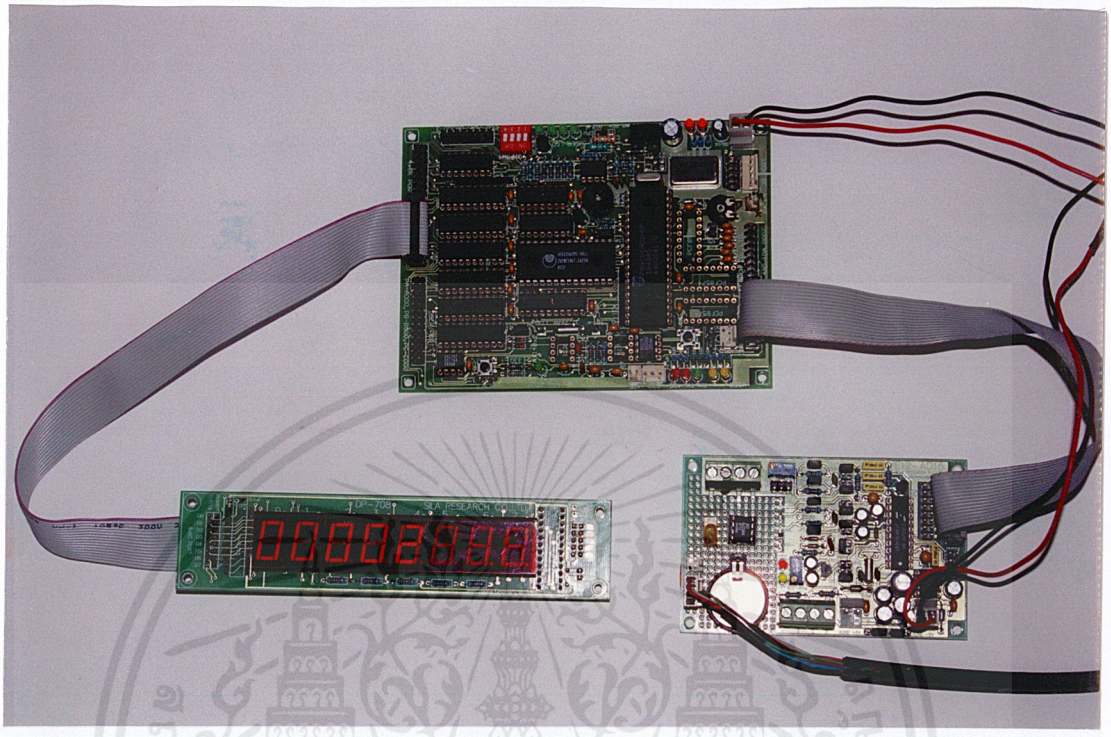
5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โปรแกรม WinISP ก็จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์แล้ว ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

6) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

7) ขั้นตอนก่อนการรันโปรแกรม ให้ทำการทดลองโหลดเซล โดยให้ต่อโหลดเซลเข้าวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งในวงจรนี้จะประกอบด้วย วงจรขยายแรงดัน วงจรปรับและกรองสัญญาณ แล้วทำการนำวัตถุวางบนโหลดเซล จากนั้นจ่ายไฟเข้าโหลดเซลกับวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นนำมิเตอร์มาวัดที่เอาต์พุตของวงจร ว่ามีค่าแรงดันเท่าใด แล้วเปลี่ยนค่าน้ำหนักเป็นค่าอื่นๆ ไปจนครบ จากนั้นนำค่าที่ทำการทดลองแต่ละครั้งบันทึกลงในตารางที่ 4.2

8) เมื่อทำการการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนนี้คือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยให้ทำการเลื่อนสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลักไปที่ตำแหน่งรันจากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซต บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำกดสวิตช์รีเซตแล้ว โปรแกรมบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักจะอ่านค่าสัญญาณจาก วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล มาคำนวณเป็นรหัสดิจิตอลแล้ว นำรหัสดิจิตอลที่ได้นี้มาแสดงผลที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จากนั้นนำค่ารหัสที่แสดงผลและค่าน้ำหนักมาบันทึกผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

2) ผลการทดลอง

โหลดเซลเริ่มต้นที่ไม่มีน้ำหนักพบว่า แรงดันเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 0 มิลลิโวลต์ เมื่อเครื่องชั่งน้ำหนักมีน้ำหนักของแท่นชั่งปรากฏว่ามีแรงดันเท่ากับ 0.9 มิลลิโวลต์ แรงดันเอาต์พุตที่ออกมาจากโหลดเซลมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล มีลักษณะไม่เหมือนกันคือลักษณะการอ่านค่าจากวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจะเป็นโปรแกรมที่อ่านข้อมูลแรงดันจากโหลดเซลแล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งแต่ละค่าน้ำหนักจะมีแรงดันออกมาดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองโหลดเซลที่ชั่งค่าน้ำหนัก 0 – 100 กรัม

ลำดับของค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนัก กรัม (Gram)	แรงดันเอาต์พุตของโหลดเซล โวลต์ (Volt)
1	0g	0 V
2	1g	400 nV
3	10g	4 μV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองโหลดเซลที่ชั่งค่าน้ำหนัก 0 – 100 กรัม

ลำดับของค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนัก กรัม (Gram)	แรงดันเอาต์พุตของโหลดเซล โวลต์ (Volt)
4	20g	8 μV
5	30g	12 μV
6	40g	16 μV
7	50g	20 μV
8	60g	24 μV
9	70g	28 μV
10	80g	32 μV
11	90g	36 μV
12	100g	40 μV

เมื่อแรงดันสูงสุดของโหลดเซลเท่ากับ 20 มิลลิโวลต์ ที่ค่าน้ำหนัก 50 กิโลกรัม และที่แรงดัน 20 มิลลิโวลต์ จะต้องทำให้มีค่าแรงดันเท่ากับ 3.9 โวลต์ เพื่อที่จะทำให้ได้รหัสสัญญาณดิจิตอลที่ FFFFH แต่ในการที่ใช้งานจริงนั้นค่าน้ำหนักสูงสุดที่ชั่งเพียง 35 กิโลกรัมเท่านั้น

ดังนั้นจากแรงดันเอาต์พุตของโหลดเซลมีค่าน้อยมาก จึงต้องมีการขยายแรงดันก่อนเข้าวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งได้ใช้วงจรขยายแรงดัน ซึ่งมีอัตราขยายเท่ากับ G = 0.175V / 0.9mV = 194.444 เท่า

เมื่อขยายสัญญาณแล้วจะได้แรงดันของค่าเริ่มต้นที่ทำการ Span แล้วได้ค่าเท่ากับ 0.175V ซึ่งเป็นแรงดันที่ 35 กิโลกรัม ดังนั้นจึงได้ค่าแรงดันจากการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองค่าแรงดันเอาต์พุตจากวงจร Instrument Amplifier และค่ารหัสสัญญาณดิจิตอล

ลำดับของค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนัก (Gram)	แรงดันเอาต์พุตของวงจร Instrument Amplifier (Volt)	ค่ารหัสของสัญญาณดิจิตอลจากวงจร A/D (ฐานสิบ)
0	0g	0.175 V	1195
1	10g	0.178 V	1215
2	20g	0.179 V	1217
3	35g	0.180 V	1223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดลองค่าแรงดันเอาต์พุตจากวงจร Instrument Amplifier และค่ารหัสสัญญาณดิจิตอลจากวงจร A/D

ลำดับของค่าน้ำหนัก	ค่าน้ำหนัก (Gram)	แรงดันเอาต์พุตของวงจร Instrument Amplifier (Volt)	ค่ารหัสของสัญญาณดิจิตอลจาก A/D (ฐานสิบ)
4	40g	0.181V	1225
5	50g	0.182V	1235
6	60g	0.183 V	1239
7	70g	0.184 V	1243
8	80g	0.185 V	1250
9	90g	0.186 V	1255
10	100g	0.187 V	1263

4.2.3 การทดลองและผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์

วงจรเมตริกซ์สวิตช์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณทางอินพุตเข้ามาประมวลผลหรือแสดงผลข้อมูล โดยการใช้งานจะใช้ร่วมกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก และใช้โปรแกรม WinISP ในการโหลดข้อมูลหรือโปรแกรมลงในบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นรันโปรแกรมทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์นี้ เพื่อใช้ในการทดลองการใช้งานวงจรเมตริกซ์สวิตช์ ซึ่งได้ทำการทดลองการทำงานดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรเชื่อมต่อพอร์ต วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และวงจรเมตริกซ์สวิตช์เข้าด้วยกัน เพื่อทดลองการใช้งานวงจรเมตริกซ์สวิตช์ แสดงดังรูป 4.4

2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูล โปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง คือโปรแกรมที่แสดงการกดคีย์สวิตช์ของวงจรเมตริกซ์สวิตช์ โดยถ้ามีการกดคีย์สวิตช์ตามหมายเลขสวิตช์ 1-24 โปรแกรมก็จะนำค่าไปแสดงบน วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ว่าคีย์ที่กดไปนั้นถูกต้องหรือไม่ เช่น ถ้ามีการกดคีย์สวิตช์หมายเลข 1 การแสดงผลจะต้องแสดงข้อมูล 1 หรือเลข 1 ที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จึงจะถือว่าถูกต้อง

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อแล้ว กำหนดความถี่ที่ใช้ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นส่ง เส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนโดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่างหรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่างเสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Part

5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โปรแกรม WinISP ก็จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์แล้ว ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

6) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

7) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักแล้ว ให้ทำการเลื่อนสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ไปที่ตำแหน่งรันจากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซต บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้วโปรแกรมก็จะแสดงผลการทำงาน

2) ผลการทดลอง

การทดลองโปรแกรมที่แสดงการกดคีย์สวิตช์ของวงจรเมตริกซ์สวิตช์ให้ผลถูกต้อง จากผลการรันโปรแกรม การกดคีย์สวิตช์ต่างๆ จะให้ผลที่ถูกต้องตามหมายเลขคีย์ที่กดนั้น โดยนำผลการทดลองการกดคีย์สวิตช์ และการแสดงค่าคีย์สวิตช์ที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน แล้วนำมาบันทึกลงตารางการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองกดคีย์สวิตช์

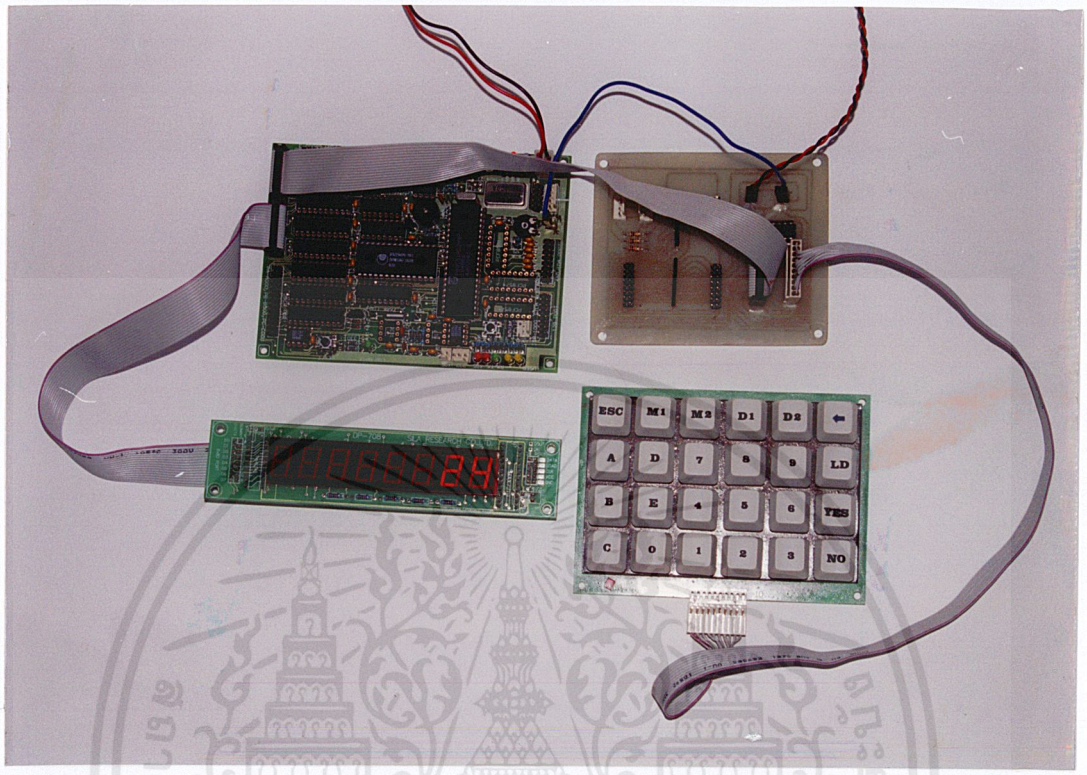
หมายเลขคีย์ที่ถูกกด	การแสดงผลบน วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
คีย์หมายเลข 1	แสดงตัวเลข 1
คีย์หมายเลข 2	แสดงตัวเลข 2
คีย์หมายเลข 3	แสดงตัวเลข 3
คีย์หมายเลข 4	แสดงตัวเลข 4
คีย์หมายเลข 5	แสดงตัวเลข 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองกดคีย์สวิตช์

หมายเลขคีย์ที่ถูกกด	การแสดงผลบน วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
คีย์หมายเลข 6	คีย์หมายเลข 6
คีย์หมายเลข 7	แสดงตัวเลข 7
คีย์หมายเลข 8	แสดงตัวเลข 8
คีย์หมายเลข 9	แสดงตัวเลข 9
คีย์หมายเลข 10	แสดงตัวเลข 10
คีย์หมายเลข 11	แสดงตัวเลข 11
คีย์หมายเลข 12	แสดงตัวเลข 12
คีย์หมายเลข 13	แสดงตัวเลข 13
คีย์หมายเลข 14	แสดงตัวเลข 14
คีย์หมายเลข 15	แสดงตัวเลข 15
คีย์หมายเลข 16	แสดงตัวเลข 16
คีย์หมายเลข 17	แสดงตัวเลข 17
คีย์หมายเลข 18	แสดงตัวเลข 18
คีย์หมายเลข 19	แสดงตัวเลข 19
คีย์หมายเลข 20	แสดงตัวเลข 20
คีย์หมายเลข 21	แสดงตัวเลข 21
คีย์หมายเลข 22	แสดงตัวเลข 22
คีย์หมายเลข 23	แสดงตัวเลข 23
คีย์หมายเลข 24	แสดงตัวเลข 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์

4.2.4 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

จอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก การใช้งานจะใช้ร่วมกับ ส่วนอื่นๆ ของเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงชื่อสินค้า ราคาสินค้า รหัสสินค้า และส่วนอื่นๆ ที่ต้องการแสดงผลทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ในการทดลองนี้จะเป็นส่วนที่ทดลองว่าวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้งานได้หรือไม่ และแสดงข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งได้ทำการทดลองการทำงานดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรเชื่อมต่อพอร์ต และวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.5

2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูล โปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองคือโปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวโดยถ้าโปรแกรมทำงานจะแสดงข้อความว่า “เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล Digital Weight Measurement”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ แล้วกำหนดความถี่ที่ใช้ของไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นส่ง เส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนโดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่างหรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่าง เสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Part

5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาด โปรแกรม WinISP ก็จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์ ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

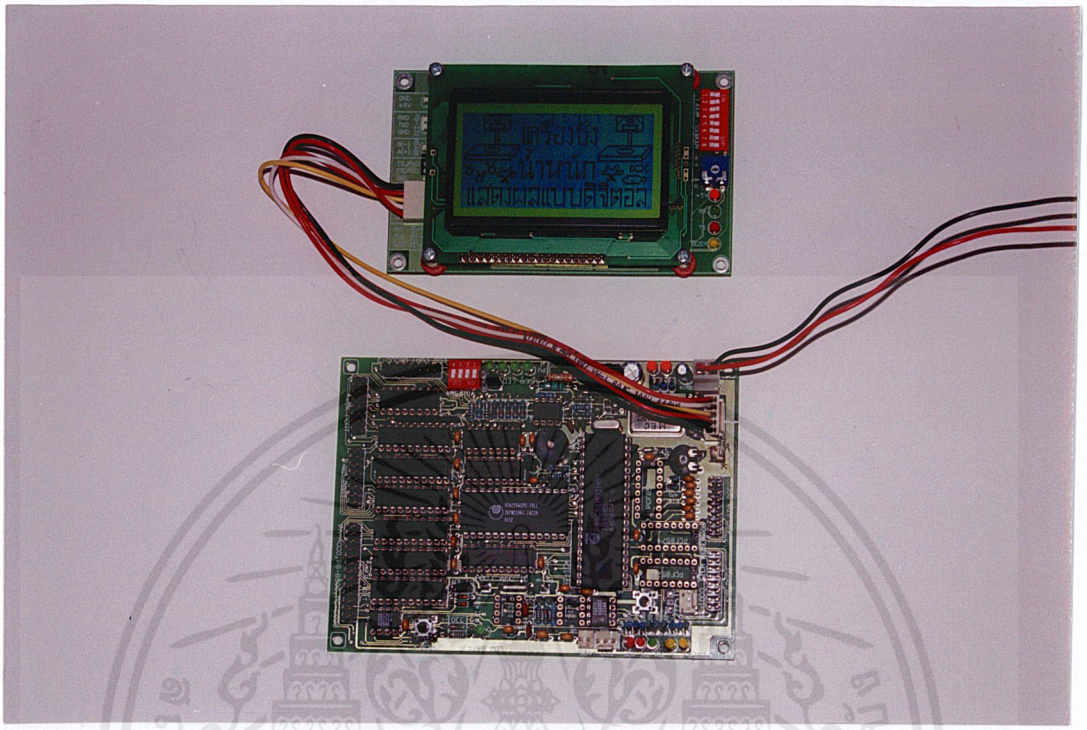
6) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

7) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักแล้ว ให้ทำการเลื่อนสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ไปที่ตำแหน่งรันจากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซต บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้วโปรแกรมก็จะแสดงผลการทำงาน

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองให้ผลการทำงานที่ถูกต้อง โดยหลังจากการรันโปรแกรมแล้วปรากฏข้อความว่า “เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล Digital Weight Measurement” แสดงขึ้นปรากฏที่หน้าจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าถ้าต้องการส่งข้อมูลให้กับจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกนั้น สามารถกระทำได้โดยง่ายและสามารถแสดงได้ทั้งรูปแบบของตัวอักษรและรูปแบบของรูปภาพ โดยสามารถแสดงรูปผลของการทดลองใช้งานวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิกได้ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การทดลองวงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก

จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถทำงานได้จริง และมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ ในการใช้งานร่วมกับวงจรอื่นๆ ประกอบกันให้ทำงานเป็นเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลนั้น วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวนี้สำคัญมากในการแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวกับการแสดงรหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย ราคารวม และแสดงหน้าจอแรกของการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักด้วย ดังนั้นในการใช้งานวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวเพื่อแสดงอักขระหรือตัวเลขต่างๆ ก็สามารถทำได้โดยการกำหนดรหัสควบคุมการทำงานและก็ตามด้วยอักษรต่างๆ แล้วจึงส่งข้อมูลให้วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวแสดงผล

4.2.5 การทดลองและผลการทดลองการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232 เป็นลักษณะการทำงานที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เนื่องจากว่าบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูลที่จะใช้สำหรับเก็บข้อมูลสินค้าคือ ชื่อ รหัส ราคาต่อหน่วย และประเภทสินค้า ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจึงจำเป็นที่ว่าจะต้องนำข้อมูลของฐานข้อมูลนี้ลงมาเก็บที่บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยข้อมูลต่างๆ ที่ส่งจากคอมพิวเตอร์นั้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำแรมของบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยทดลองการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อ บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรมซึ่ง แสดงดังรูปที่ 4.6

2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง คือโปรแกรมการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232 โดยการทำงานของโปรแกรมก็ คือ เมื่อโหลดโปรแกรมลงบนการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 แล้วโปรแกรมที่โหลดลงไปนั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง RS-232

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ แล้วกำหนดความถี่ที่ใช้ของไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นส่ง เส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนโดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่างหรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่างเสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Part

5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาด โปรแกรม WinISP ก็จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์ ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

6) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

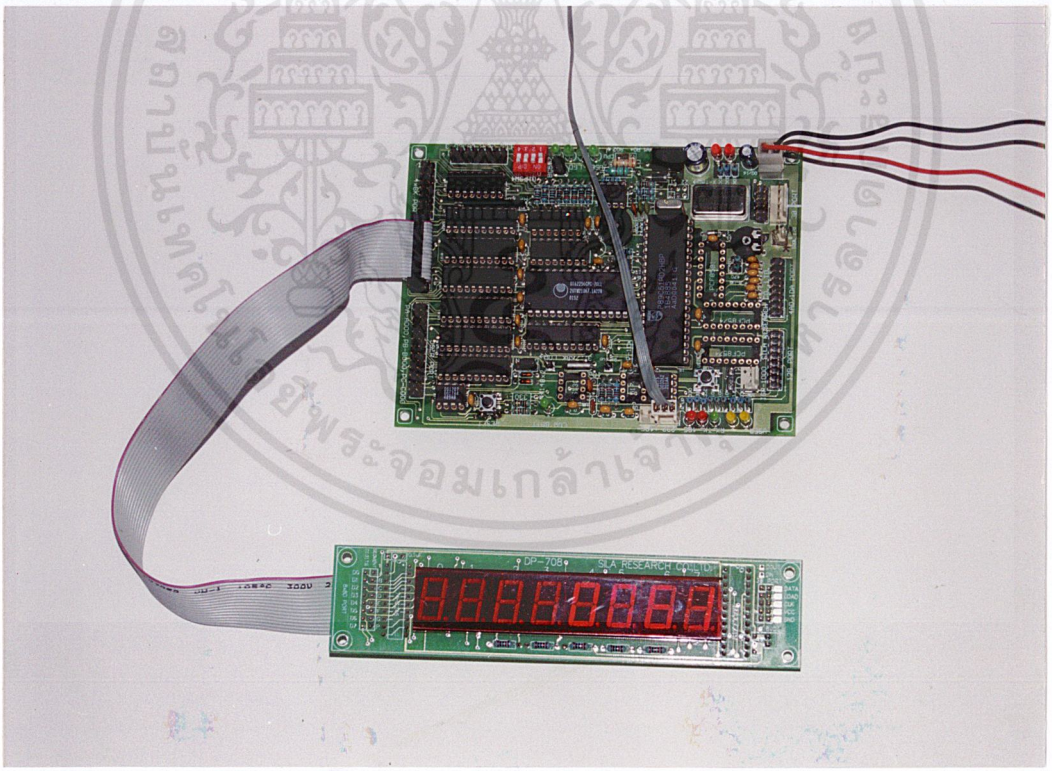
7) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักแล้ว ให้ทำการเลื่อนสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ไปที่ตำแหน่งรันจากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซต บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้วโปรแกรมก็จะแสดงผลการทำงาน

8) ทำการเรียกโปรแกรมส่งข้อมูลขึ้นมาทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนี้จะเขียนขึ้นจากภาษาวิชวลเบสิก โดยหน้าที่ของโปรแกรมก็คือจะทำการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ลงไปยังบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นที่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจะมีการทำงานคือรับข้อมูลเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขจากเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) การส่งข้อมูลที่โปรแกรมวิชวลเบสิกทำได้โดย ให้พิมพ์ข้อมูลในช่องส่งข้อมูล จากนั้นกดปุ่ม OK ข้อมูลที่ส่งนั้นก็จะถูกส่งมา บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อการส่งข้อมูลแต่ละครั้งเสร็จแล้วจะมีเสียงปี๊บดัง 1 ครั้ง โดยในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองส่งข้อมูล A, B, C, และ D ไปยังหน่วยความจำของบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

10) ทำการเลื่อนดิพสวิตช์บน บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อเลื่อนดิพสวิตช์มาที่บิต 00 จะไม่มีการแสดงข้อมูลใดที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน แต่เมื่อเลื่อนดิพสวิตช์ มาที่บิต 01 จะมีการแสดงข้อมูลแอสกี้ (ASCII) ของข้อมูล A ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และถ้ามีการเลื่อนดิพสวิตช์ มาที่บิต 02 จะมีการแสดงข้อมูลแอสกี้ ของ ข้อมูล B ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และเมื่อเลื่อนดิพสวิตช์ มาที่บิต 03 จะมีการแสดงข้อมูลแอสกี้ ของข้อมูล C ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และเมื่อเลื่อนดิพสวิตช์มาที่บิต 01 จะมีการแสดงข้อมูลแอสกี้ ข้อมูล D ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ 4.6 การทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

การทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232 ให้ผลที่ถูกต้อง ก็คือเมื่อรันโปรแกรมบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เพื่อให้รอรับข้อมูลที่จะส่งมาแล้ว และขณะเดียวกันที่คอมพิวเตอร์ก็จะทำการส่งข้อมูลลงมาให้บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อการรับส่งข้อมูลกระทำได้สมบูรณ์แล้ว จากนั้นก็จะทำการเลื่อนดิพสวิตช์เพื่อทดสอบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นถูกต้องหรือไม่ โดยผลของการทดลองของโปรแกรมการรับส่งข้อมูลสามารถแสดงผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232

ข้อมูลที่ส่งผ่าน RS-232 มายังบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก	ข้อมูลของสวิตช์ที่ถูกกด	ข้อมูล ASCII ที่ปรากฏบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
-	00	00
A	01	61
B	02	62
C	03	63
D	04	64
E	05	65
F	06	66
G	07	67
H	08	68

จากตารางจะเห็นว่าข้อมูลที่ส่งจากคอมพิวเตอร์สามารถนำข้อมูลนั้นเข้ามาเก็บยังบอร์ดควบคุมการทำงานหลักได้ ซึ่งผลที่แสดงให้เห็นว่าข้อมูลถูกส่งมาเก็บได้จริงนั้น ดูที่ข้อมูลแอสกี้ ที่ปรากฏบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ว่าได้ค่าที่ถูกต้อง เช่น ข้อมูลที่ถูกส่งคือ A ข้อมูลแอสกี้ ที่ปรากฏคือ 61 จะเห็นว่าข้อมูลที่ส่งและข้อมูลที่รับแล้วนำมาแสดงผลมีความถูกต้องและมีค่าที่กัน

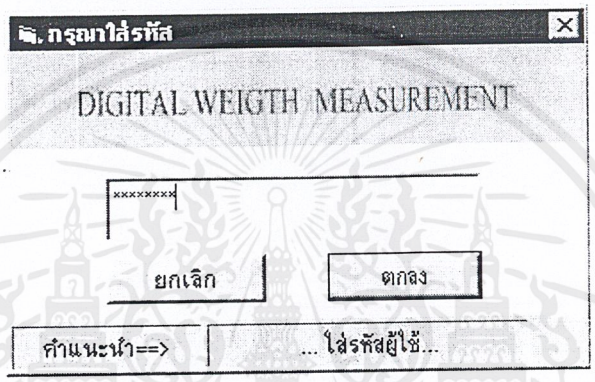
สรุปผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าการทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232 ทำงานได้จริงและถูกต้องแล้วซึ่งจะนำการทดลองใช้งานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS-232 ไปใช้ในการดาวน์โหลดข้อมูลจากโปรแกรมฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ลงมาเก็บยังหน่วยความจำในบอร์อดควบคุมการทำงานหลักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

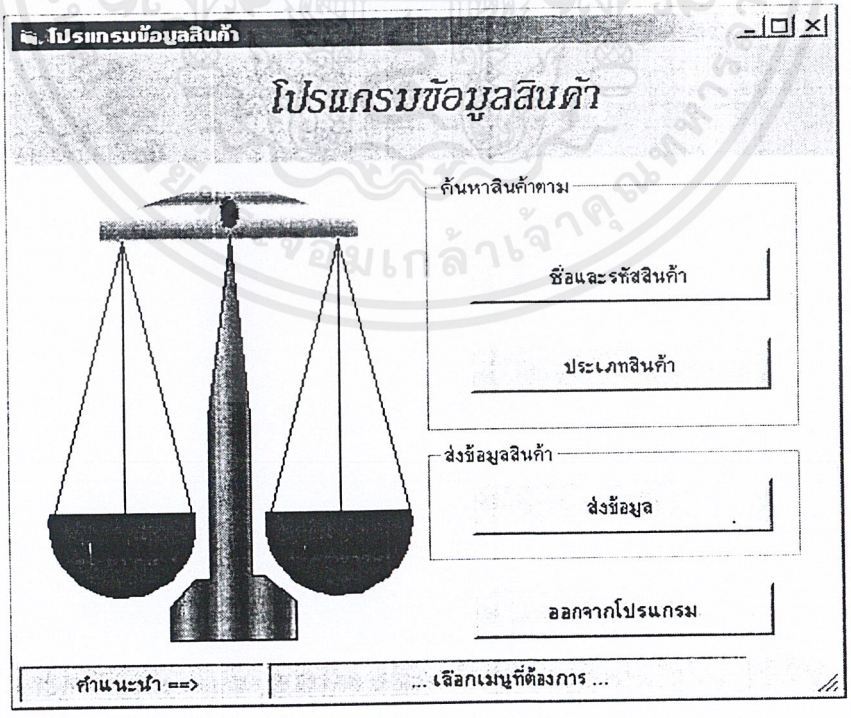
4.2.6 การทดลองและผลการทดลองใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

1) การเข้าสู่โปรแกรม

โปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows เนื่องจากตัวโปรแกรมสร้างจากโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ซึ่งเราสามารถเข้าสู่โปรแกรมได้โดยการรันโปรแกรมที่ชื่อ DWMD ก่อนที่จะเข้าสู่เมนูหลักต้องป้อนรหัสผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 4.7 จากนั้นก็จะเข้าสู่เมนูหลักของโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 เมนูการป้อนรหัสผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.8 เมนูหลักโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทดลองใช้งานการค้นหาข้อมูลสินค้า

การทดลองและผลการทดลองค้นหาข้อมูลสินค้า ได้แบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1) ค้นหาตามชื่อและรหัสสินค้า

2) ค้นหาตามประเภทสินค้า

การทดลองและการทดสอบในแต่ละส่วน ได้อธิบายขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและทุกเมนูที่ใช้งานพร้อมทั้งมีภาพประกอบคำอธิบายในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นลำดับขั้นสามารถแสดงได้ดังนี้

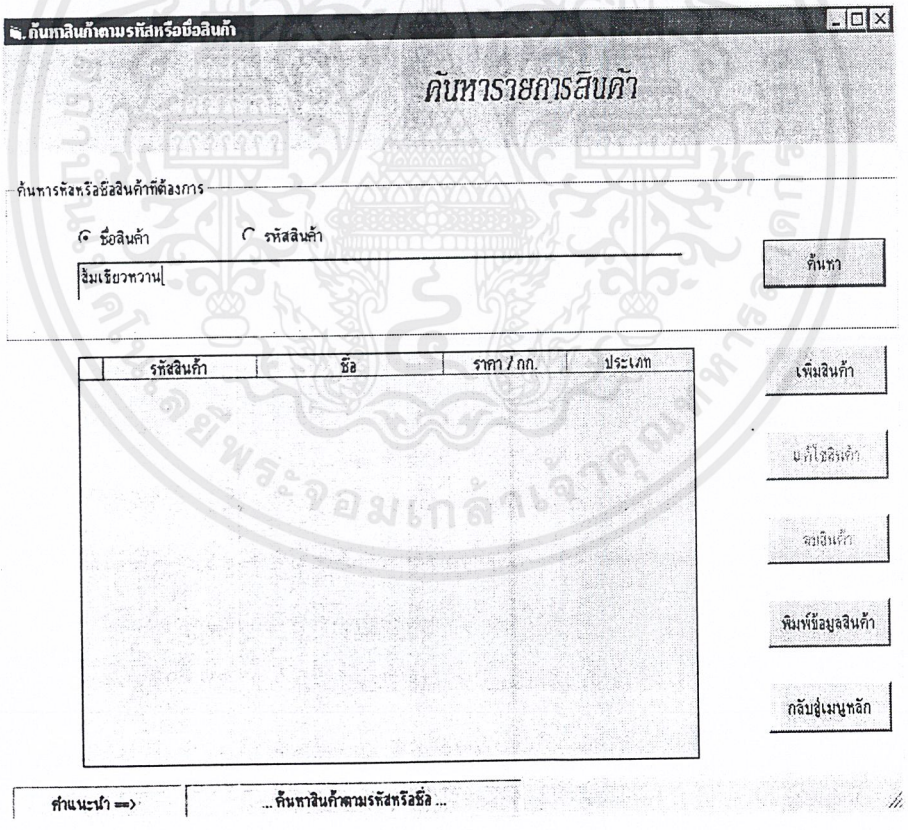
2.1) ค้นหาตามชื่อและรหัสสินค้า

ตัวอย่าง ทดลองค้นหาสินค้าชื่อ ส้มเขียวหวาน

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) คลิกเลือกที่ปุ่มค้นหาสินค้า [ชื่อและรหัสสินค้า] คลิกที่ช่องชื่อสินค้า

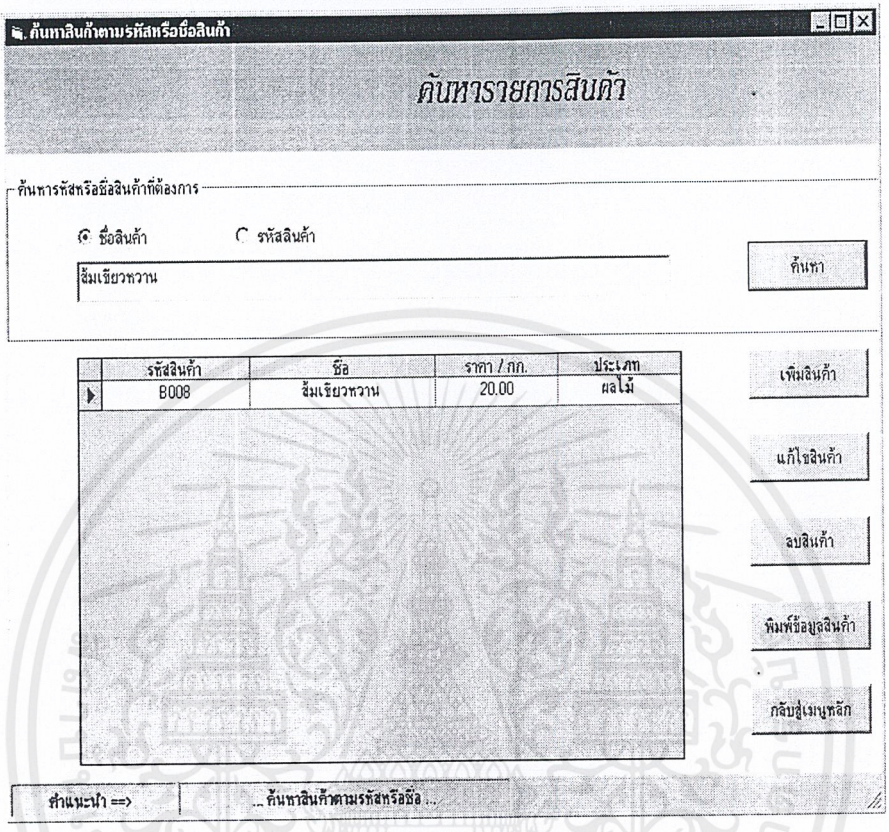
2) ที่ช่องค้นหา ทำการป้อนชื่อสินค้าชื่อ ส้มเขียวหวาน ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การค้นหาสินค้าตามชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) คลิกที่ปุ่มค้นหา จะแสดงผลข้อมูลของส้มเขียวหวาน ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลการค้นหาตามชื่อสินค้า

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองค้นหาสินค้าที่ชื่อ ส้มเขียวหวาน ปรากฏว่าพบข้อมูลของสินค้าที่ป้อนชื่อคือ ส้มเขียวหวาน ดั้งนั้น สรุปว่าผลการทดลองการค้นหาสินค้าตามชื่อถูกต้อง เมนูค้นหาสินค้าตามชื่อสามารถนำไปใช้งานได้

2.2) การค้นหาจากรหัสของสินค้า

ตัวอย่าง ทดลองค้นหารหัสสินค้า B002 โดยการค้นหาตามรหัสสินค้า

1) ลำดับขั้นการทดลอง

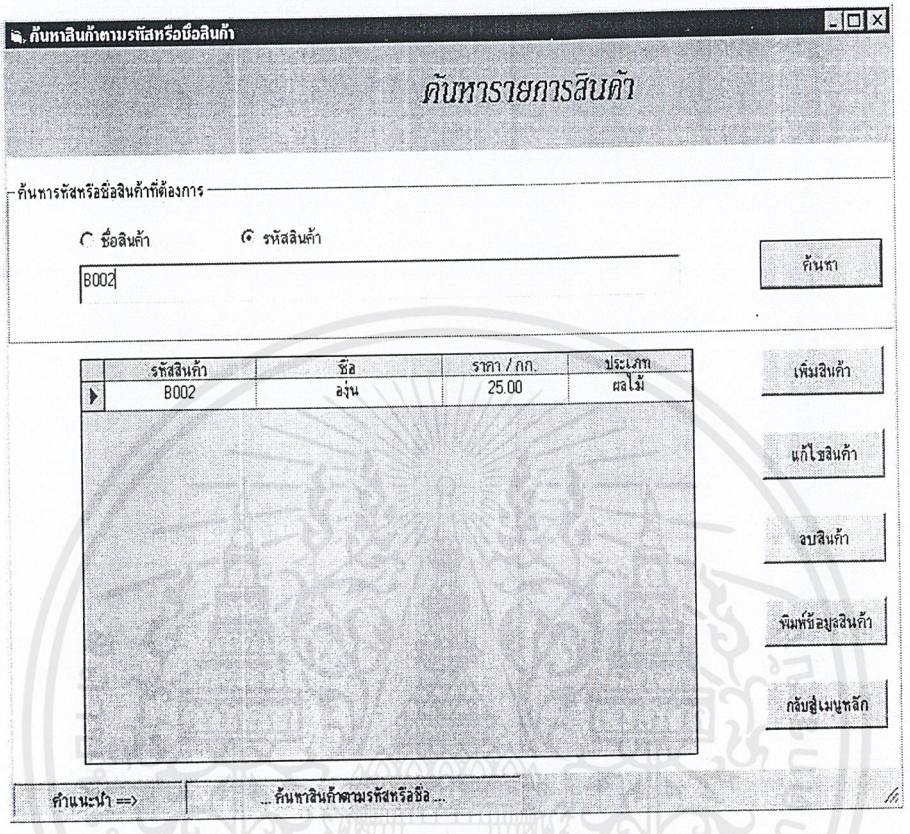
1) คลิกเลือกที่ปุ่มค้นหาสินค้า

คลิกที่ช่องรหัสสินค้า

2) ที่ช่องค้นหา ทำการป้อนรหัสสินค้า B002 ดังแสดงในรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) คลิกที่ปุ่มค้นหา จะแสดงข้อมูลของรหัส B002 ดังรูปที่ 4.11



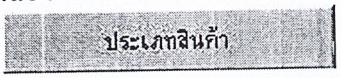
รูปที่ 4.11 ผลการค้นหาสินค้าตามรหัสสินค้า

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองค้นหาสินค้าที่มีรหัส B002 ปรากฏว่าพบข้อมูลของสินค้าที่ป้อนรหัสไป ดั้งนั้น สรุปว่าผลการทดลองการค้นหาสินค้าตามรหัสถูกต้องเมนูค้นหาสินค้าตามรหัสสามารถนำไปใช้งานได้

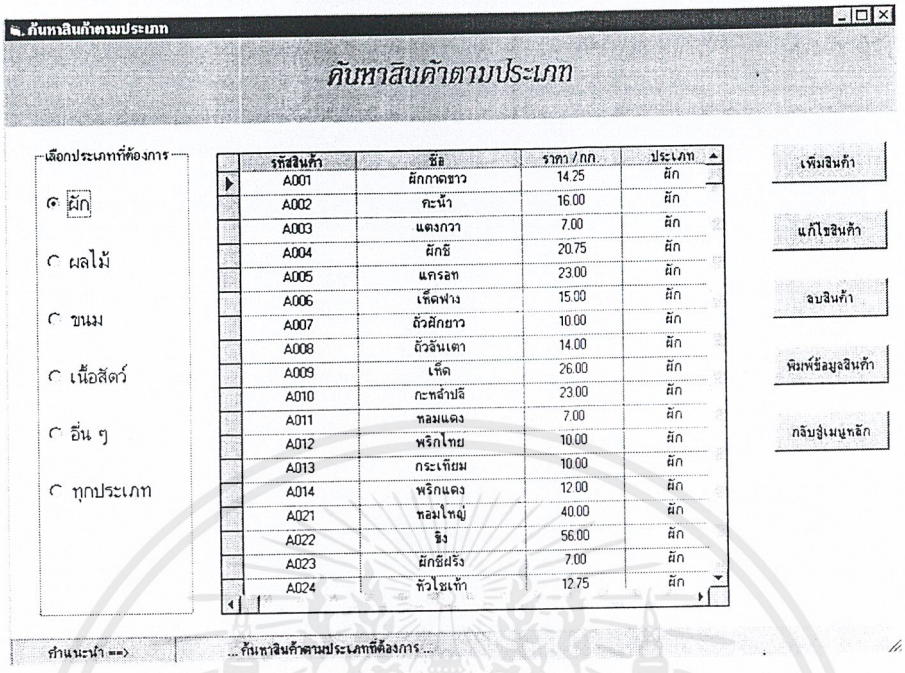
3) การค้นหาตามประเภทสินค้า

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) คลิกเลือกที่ปุ่ม 

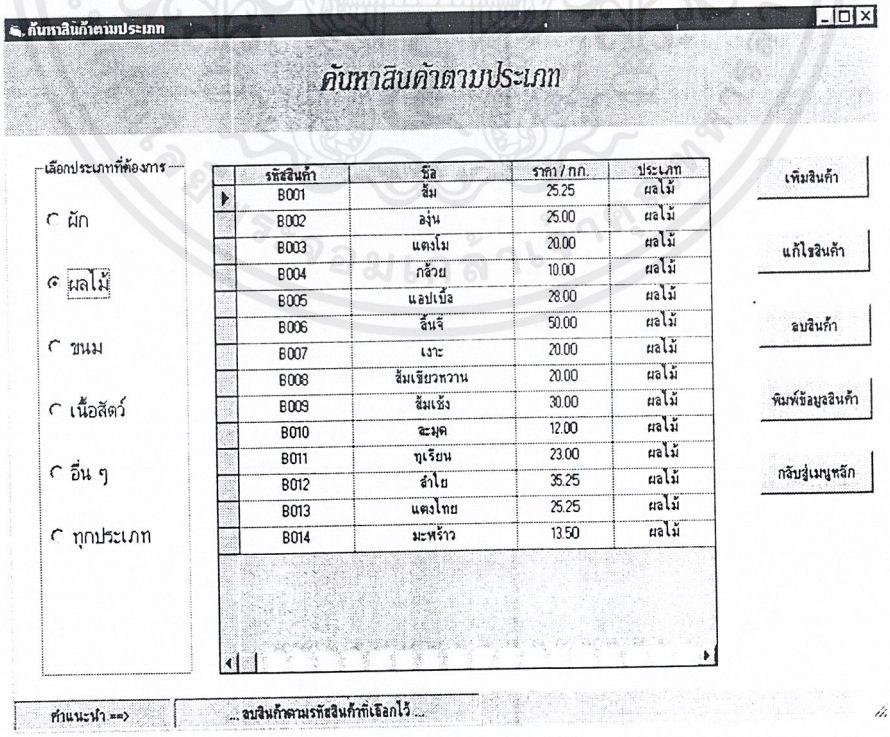
เลือกประเภทของสินค้าที่ต้องการค้นหา ตัวอย่าง เลือกประเภทผัก คลิกเลือกที่ช่องผัก จะปรากฏดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ผลการค้นหาสินค้าประเภทผัก

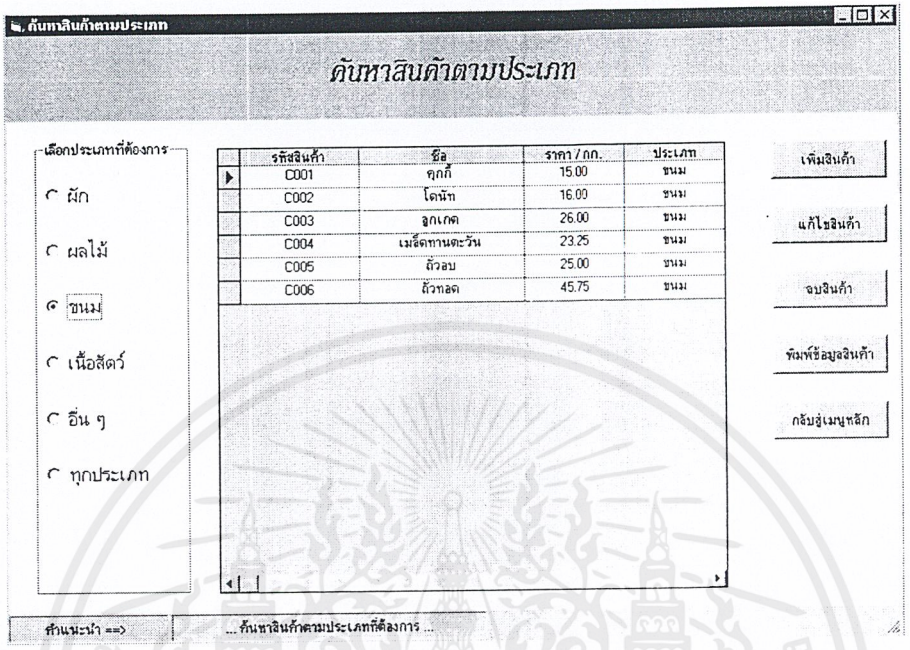
2) ทดลองค้นหาสินค้าประเภทผลไม้ คลิกเลือกที่ช่องผลไม้ จะปรากฏดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ผลการค้นหาสินค้าประเภทผลไม้

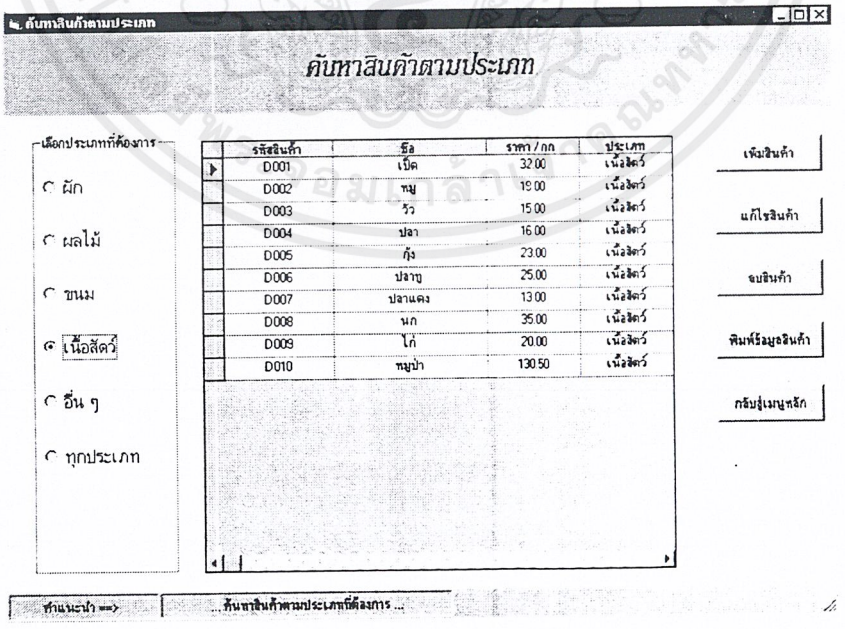
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทดลองค้นหาสินค้าประเภทขนม คลิกเลือกที่ช่องขนม จะปรากฏดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ผลการค้นหาสินค้าประเภทขนม

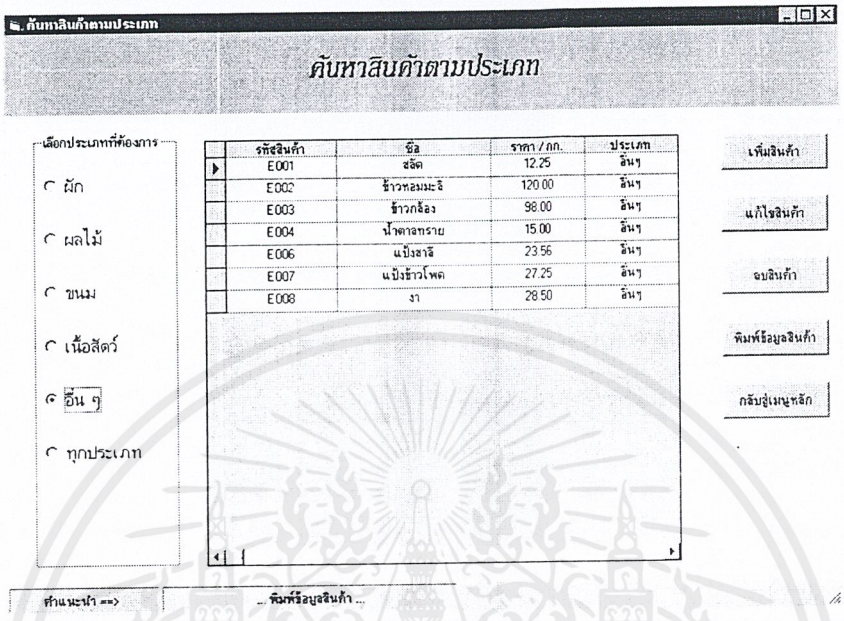
4) ทดลองค้นหาสินค้าประเภทเนื้อสัตว์ คลิกเลือกที่ช่องเนื้อสัตว์ จะปรากฏดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ผลการค้นหาสินค้าประเภทเนื้อสัตว์

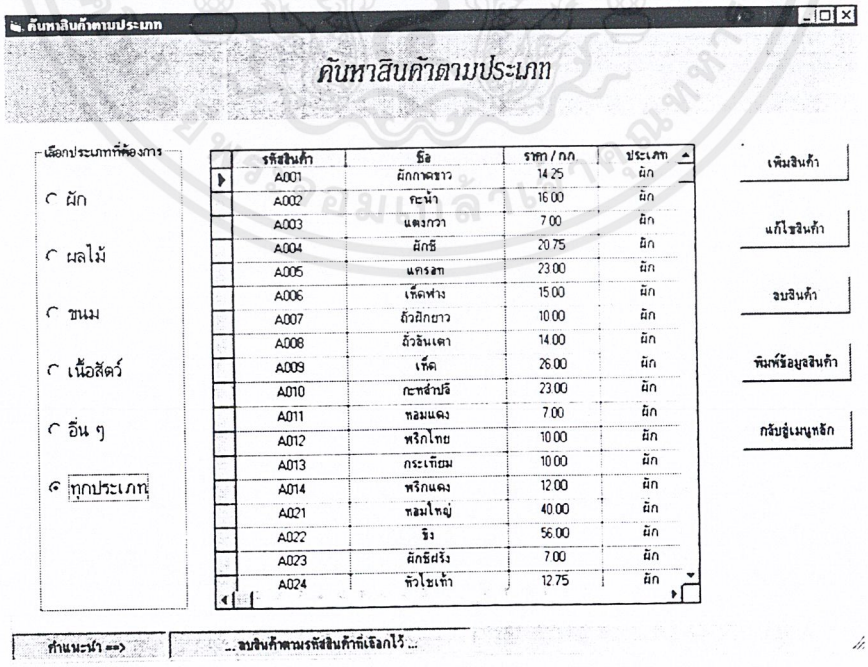
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทดลองค้นหาสินค้าประเภทอื่นๆ คลิกเลือกที่ช่องอื่นๆ จะปรากฏดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลการค้นหาสินค้าประเภทอื่นๆ

6) ทดลองค้นหาสินค้าทุกประเภท คลิกเลือกที่ช่องทุกประเภท จะปรากฏดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ผลการค้นหาสินค้าทุกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองค้นหาข้อมูลสินค้าตามประเภท ทั้ง 6 ประเภท ปรากฏว่าผลการทดลองถูกต้องตามที่ต้องการ ดังนั้นเมนูค้นหาข้อมูลสินค้าตามประเภทสามารถนำไปใช้งานได้

4) การทดลองการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลสินค้า

4.1) ทดลองเพิ่มข้อมูลสินค้า

ตัวอย่าง ทดลองเพิ่มข้อมูลสินค้า มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

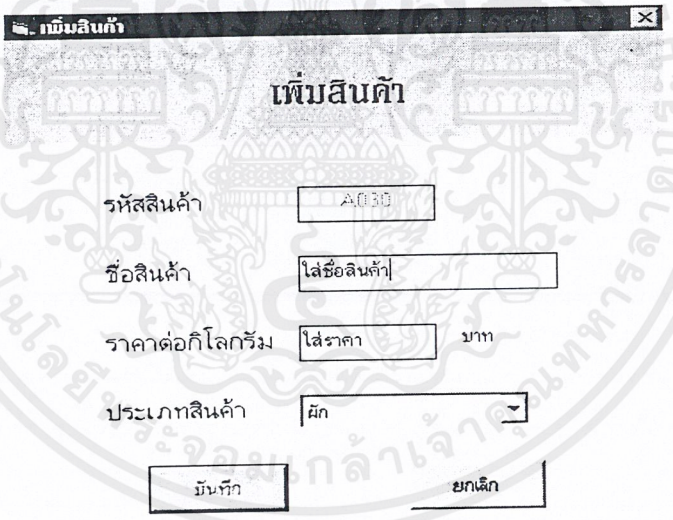
1) คลิกเลือกที่ปุ่ม เพิ่มสินค้า จะปรากฏดังรูปที่ 4.18

2) ใส่ข้อมูลในช่องชื่อสินค้า

3) ใส่ข้อมูลในช่องราคาต่อกิโลกรัม

4) เลือกประเภทสินค้าในช่องประเภทสินค้า

5) คลิกที่ปุ่มบันทึก



รูปที่ 4.18 เมนูเพิ่มสินค้า

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเพิ่มข้อมูลสินค้าแล้วทำการค้นหาข้อมูลของสินค้าที่เพิ่ม ผลคือพบข้อมูลของสินค้าที่เพิ่มเข้าไปถูกต้องตามที่เพิ่ม ดังนั้นเมนูการเพิ่มสินค้าสามารถนำไปใช้งานได้

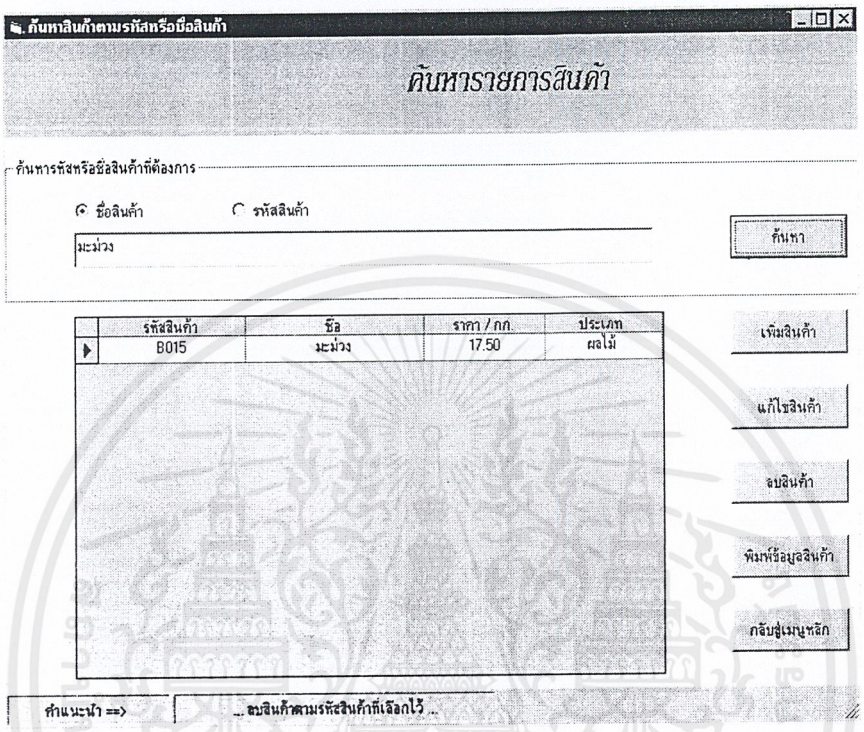
4.2) ทดลองแก้ไขข้อมูลสินค้า

ตัวอย่าง ทดลองแก้ไขข้อมูลของสินค้าชื่อมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

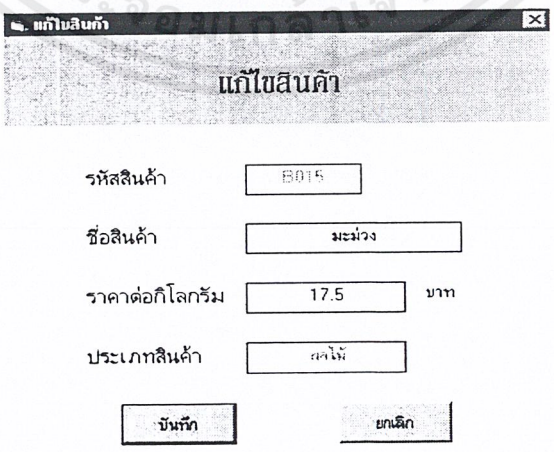
1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ค้นหาข้อมูลของของสินค้าที่ต้องการแก้ไขคือ มะม่วง จะปรากฏดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ข้อมูลของสินค้าที่ต้องการแก้ไข

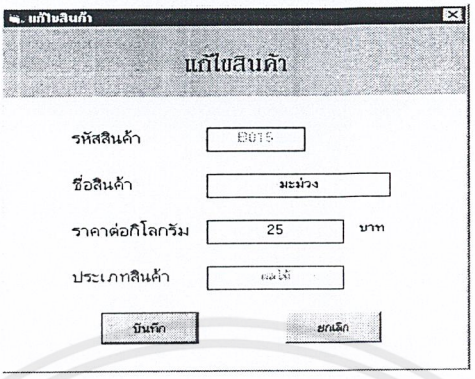
2) คลิกเลือกที่ปุ่ม แก้ไขสินค้า จะปรากฏดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 เมนูการแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แก้ไขข้อมูลในช่องราคาต่อกิโลกรัมจาก 17.50 แก้ไขเป็น 25 ดังแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ผลการแก้ไขข้อมูลสินค้า

4) คลิกที่ปุ่มบันทึกเพื่อยืนยันการแก้ไขข้อมูล

2) ผลการทดลอง

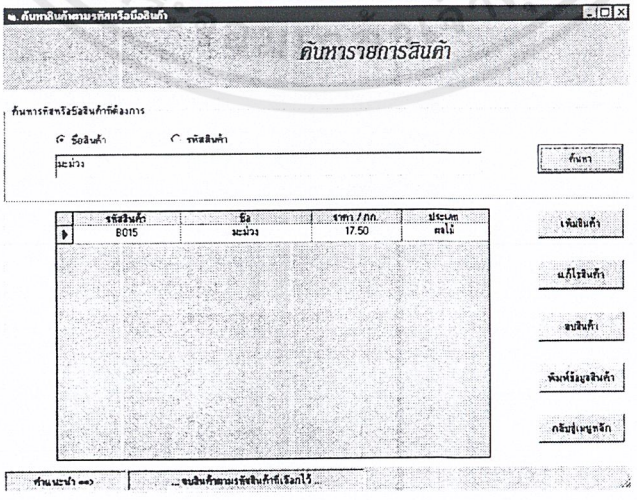
จากการทดลองแก้ไขข้อมูลสินค้าแล้วทำการค้นหาข้อมูลของสินค้าที่แก้ไข ผลคือพบข้อมูลของสินค้าที่ทำการแก้ไขถูกต้องตามที่แก้ไข ดังนั้นเมนูแก้ไขสินค้าสามารถนำไปใช้งานได้

4.3) การทดลองลบข้อมูลสินค้า

ตัวอย่าง ทดลองลบข้อมูลสินค้าชื่อมะม่วง

1) ลำดับขั้นการทดลอง

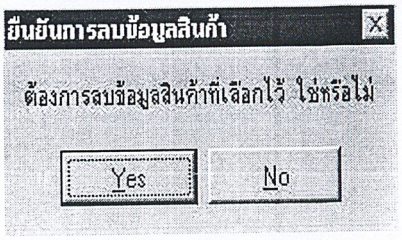
1) ค้นหาข้อมูลของสินค้าที่ต้องการลบคือ มะม่วง จะปรากฏดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ข้อมูลของสินค้าที่ต้องการลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คลิกเลือกที่ปุ่ม ลบสินค้า จะปรากฏดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูล

3) โปรแกรมจะถามว่าต้องการลบใช่หรือไม่ถ้ากดปุ่ม Yes ข้อมูลก็จะถูกลบ

4) ทดลองค้นหาข้อมูลของสินค้าชื่อมะม่วงเพื่อดูผลการทดลอง

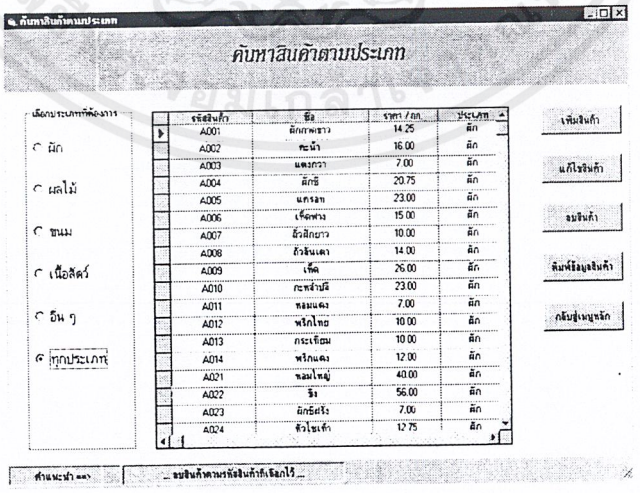
2) ผลการทดลอง

จากการทดลองลบข้อมูลสินค้า แล้วทำการค้นหาข้อมูลของสินค้าที่ลบไป ผลคือไม่พบข้อมูลสินค้าชื่อมะม่วง ซึ่งถูกต้องตามที่ต้องการ ดังนั้นเมนูลบสินค้าสามารถนำไปใช้งานได้

4.4) การทดลองพิมพ์ข้อมูลสินค้า

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) ค้นหาข้อมูลสินค้าตามประเภทสินค้า จากนั้นเลือกประเภทสินค้าที่ต้องการพิมพ์ข้อมูล ดังรูปที่ 4. 24

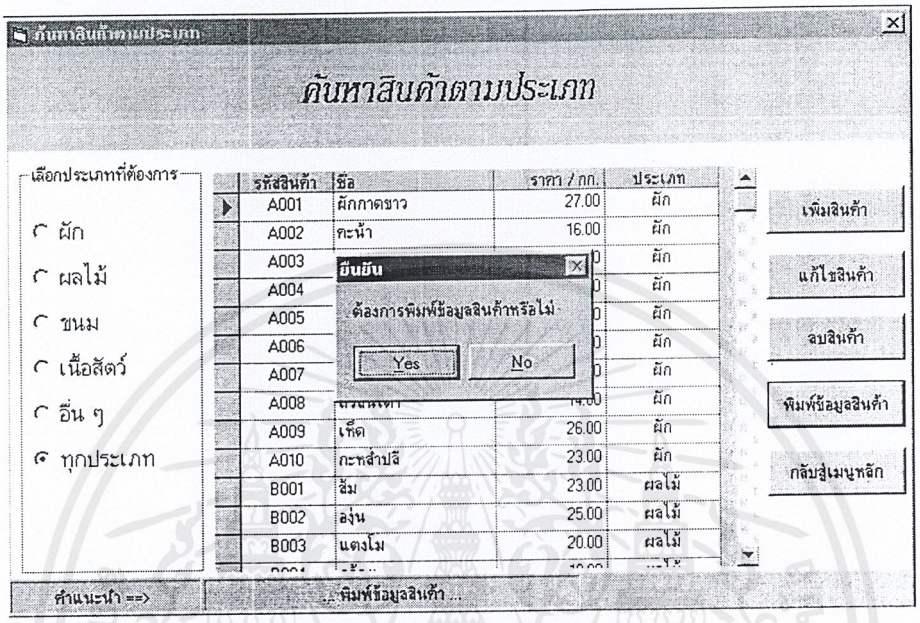


รูปที่ 4.24 การค้นหาข้อมูลเพื่อพิมพ์ข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คลิกที่ปุ่ม พิมพ์ข้อมูลสินค้า

3) กดปุ่ม Yes เพื่อยืนยันการพิมพ์ข้อมูลสินค้า



รูปที่ 4.25 การยืนยันการพิมพ์ข้อมูล

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองพิมพ์ข้อมูลสินค้าผลการทดลองที่เกิดขึ้นคือสามารถพิมพ์ข้อมูลสินค้าได้ทุกประเภทที่ต้องการพิมพ์ข้อมูล สรุปว่าเมนูพิมพ์ข้อมูลสินค้าสามารถนำไปใช้งานได้

4.2.7 การทดลองและผลการทดลองใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล เป็นเครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักของสินค้าต่างๆ โดยเมื่อนำสินค้ามาชั่งบนเครื่องชั่งนี้แล้ว เครื่องชั่งจะแสดงค่าน้ำหนักของสินค้า ทางวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และค่าน้ำหนักที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าราคารวมของ สินค้า โดยค่าราคารวมของสินค้าจะคิดจากราคาสินค้าต่อกิโลกรัมคูณกับค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ ซึ่งกระบวนการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลนี้ สามารถทำการทดลองการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1) เชื่อมต่อวงจรควบคุมการทำงานทุกวงจรเข้าด้วยกันแล้ว จะได้เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล แสดงดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

2) จ่ายแรงดันให้แก่เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลจากวงจรภาคจ่ายไฟ

3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลลงบนเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักของเครื่องชั่งน้ำหนัก

5) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาด โปรแกรม WinISP ก็จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์ ระหว่างดาวน์โหลด LED สีแดงชื่อ PROG ที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักก็จะติดจนกระทั่งการการดาวน์โหลดเสร็จแล้ว LED จึงจะดับลง

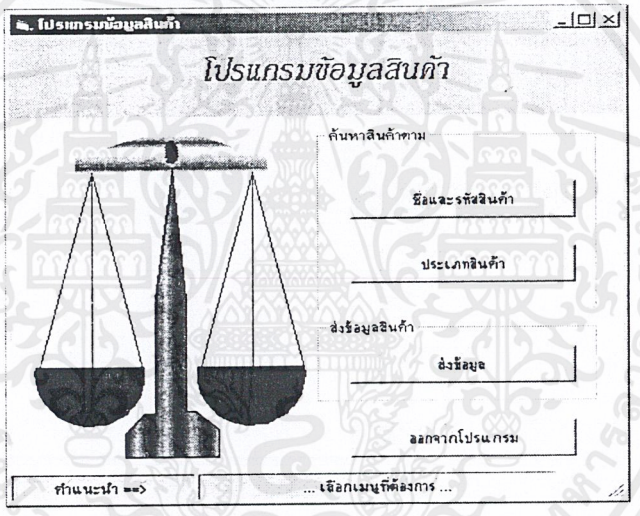
6) อ่านข้อมูลกลับจากบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักแล้ว ให้ทำการเลื่อนสวิตช์บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลักไปที่ตำแหน่งรัน จากนั้นให้ทำการกดสวิตช์ รีเซตบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์ รีเซตแล้ว โปรแกรมมอนิเตอร์ของเครื่องชั่งน้ำหนักก็จะพร้อมในการทำงาน และใช้งานในการชั่งน้ำหนัก

8) ในการส่งข้อมูลในฐานข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักนั้น มีโปรแกรมในการส่งข้อมูลเหล่านี้ โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่ในการตอบโต้กับผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้

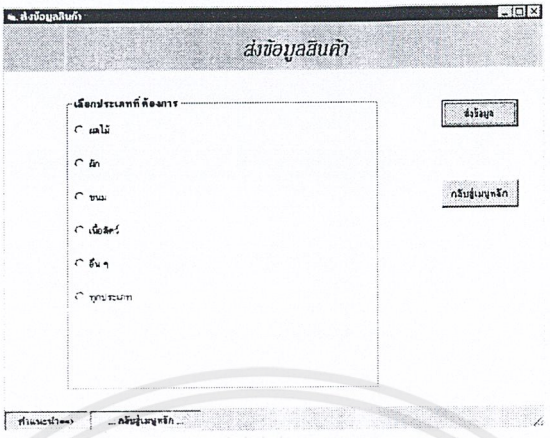
9) จากโปรแกรมฐานข้อมูลให้ทำการส่งข้อมูลของสินค้าต่างๆ ไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล โดยให้ทำการกดปุ่มส่งข้อมูล ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 โปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า

10) จากนั้นให้ทำการกดปุ่มทำการส่งข้อมูล เพื่อที่โปรแกรมจะได้ส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล รอการส่งข้อมูลจนสมบูรณ์ เมื่อโปรแกรมทำการส่งข้อมูลเสร็จแล้วที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะมีข้อความและรูปภาพแสดงการเริ่มต้นการทำงานหรือแสดงการรอรับการสั่งงานจากผู้ใช้ การส่งข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 รูปแบบการส่งข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนัก

11) ให้ทำการวางสินค้าที่ใช้ในการทดลองลงบนเครื่องชั่งน้ำหนักตามลำดับของสินค้า

12) ให้ทำการกดรหัสสินค้าตามชนิดของสินค้าที่นำมาชั่งนั้น เช่น คะน้า รหัสสินค้า A003 เป็นต้น

13) เมื่อกดรหัสสินค้าแล้วเครื่องชั่งน้ำหนักจะแสดงค่าน้ำหนักที่ วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และที่วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวจะแสดงรหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาสินค้าต่อกิโลกรัม และราคารวมของสินค้าที่นำมาชั่ง

2) ผลการทดลอง

ในการทดลองใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลสามารถทำงานได้ถูกต้องและใช้งานได้จริง ซึ่งจากผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลแต่ละขั้นตอนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

ลำดับของสินค้า	น้ำหนักสินค้า	รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	ราคา/กก. ของสินค้า	ราคารวม (บาท)
1	1kg	A008	เห็ดฟาง	15.00	15.00
2	2kg	A004	แตงกวา	7.00	14.00
3	1kg	B001	ส้ม	23.00	23.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

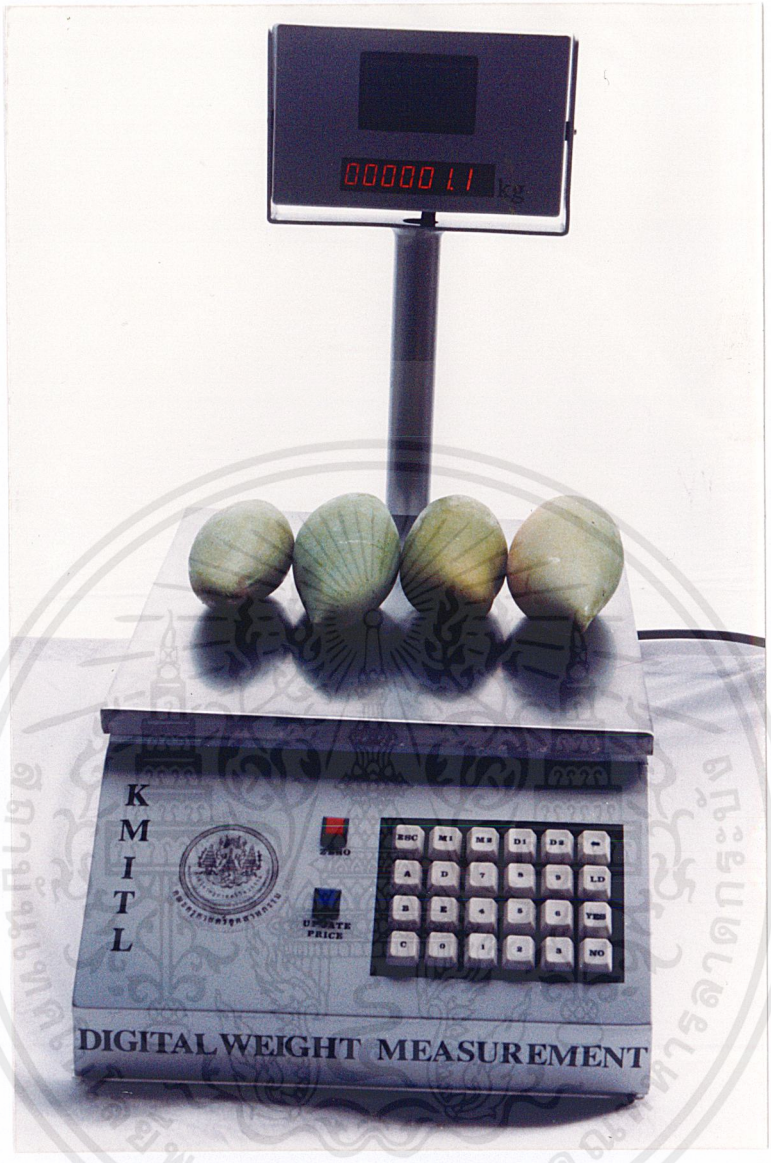
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

ลำดับของสินค้า	น้ำหนักสินค้า	รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	ราคา/กก. ของสินค้า	ราคารวม (บาท)
4	1kg	B015	มะม่วง	25.00	25.00
5	3kg	B005	แอปเปิล	28.00	84.00
6	6kg	A009	ถั่งฝักยาว	10.00	60.00

จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล สามารถทำงานได้สมบูรณ์ ให้ผลการทำงานที่ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

รูปที่ 4.29 การทดลองชั่งตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 การทดลองชั่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 บทสรุป

ในการศึกษาวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการสร้างเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลที่สามารถใช้งานได้จริง

จากการศึกษาได้ลงมือสร้างโครงงานนี้ทำให้รู้และเข้าใจถึงรายละเอียด คุณสมบัติ และการทำงานของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก การส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 วงจรเมตริกซ์สวิตช์ หลักการทำงานของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์ โปรแกรมฐานข้อมูล และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานนี้คือได้พบปัญหาต่างๆ ในระหว่างลงมือทำโครงงาน เมื่อพบปัญหาก็จะต้องหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งทำให้มีประสบการณ์ในการ แก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การทำโครงงานนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ คือสามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวกับวงจรต่างๆ มาทำการคำนวณการออกแบบและนำค่าที่คำนวณได้มาจัดหาอุปกรณ์เพื่อนำมาสร้างเป็นวงจรในโครงงานนี้ ขีดความสามารถของโครงงานนี้สามารถ ชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 0-35 กิโลกรัม คำนวณราคาสินค้าจากน้ำหนักที่ชั่ง โดยแสดงผลค่าน้ำหนัก ทางจอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และแสดง ชื่อ รหัส ราคาต่อกิโลกรัม และราคารวมของสินค้าทางจอแสดงผลผลึกเหลวแบบกราฟิก สามารถส่งข้อมูลของสินค้าจากโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์มาเก็บไว้ที่หน่วยความจำซึ่งอยู่ในบอร์ดควบคุมการทำงานภายในเครื่องชั่งน้ำหนักเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการคำนวณราคาสินค้า

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์

1) ปัญหาที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน เกิดปัญหาที่การแสดงผลตัวเลข 8. ที่หลักใดๆ ของวงจรนี้จะมีความสว่างของตัว 7-Segment หลักนั้นมีความสว่างไม่เพียงพอ เช่น แสดงผลข้อมูลของตัวเลข 178.25 โดยให้ข้อมูลนี้ติดในหลักที่ 1-5 เมื่อทำการแสดงผลข้อมูลนี้แล้วจะปรากฏว่าข้อมูลของตัวเลข 8. ในหลักที่ 3 จะมีความสว่างไม่เท่ากับหลักอื่น เนื่องจากว่าการแสดงผลตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จะมีการดึงกระแสมากกว่าหลักอื่น ดังนั้นถ้ามีกระแสมาขับที่หลักนี้ไม่พอจึงทำให้เกิดความสว่างไม่เพียงพอที่หลักนี้

แนวทางแก้ไข ทำการแก้ไข วงจรวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน โดยให้ทำการเพิ่มตัวความต้านทานพูลอัพเข้าไปที่หลักต่างๆ ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งการใส่ตัวความต้านทานพูลอัพจะเป็นการชดเชยกระแสและแรงดันให้คงที่และเพียงพอต่อการแสดงผลข้อมูล

2) ปัญหาวงจรเมตริกซ์สวิตช์ โดยเกิดปัญหาขึ้นเมื่อการการกดคีย์จะทำให้เกิดสัญญาณบานซ์ (Bounce) และไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องเสียเวลาในการสแกนการกดคีย์ ทำให้อุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ต้องรอให้ไมโครคอลโทรลเลอร์ทำการสแกนคีย์เสร็จก่อนจึงจะทำงานต่อไปได้

แนวทางแก้ไข การแก้ไขปัญหาสัญญาณบานซ์ จะแก้ไขโดยใช้วิธีทางซอฟต์แวร์ คือทำการหน่วงเวลาสักระยะหนึ่งก่อนว่าคีย์ถูกกดจริงหรือไม่ ถ้าคีย์ถูกกดจริงก็นำรหัสคีย์นั้นไปใช้งาน แต่ถ้าไม่ใช้การกดคีย์จริงก็กลับไปทำการสแกนคีย์ใหม่อีกครั้งส่วนวิธีการแก้ไขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องเสียเวลาในการสแกนการกดคีย์นั้น ได้แก้ไขโดยวิธีทางซอฟต์แวร์เช่นกัน ก็คือใช้วิธีการอินเตอร์รัพต์แทนการสแกนคีย์ คือเมื่อมีการกดคีย์จะเป็นการสร้างสัญญาณอินเตอร์รัพต์ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจะนำรหัสคีย์ที่ถูกกดนั้นไปใช้งานแล้ว ก็ออกจากการอินเตอร์รัพต์ไปทำงานส่วนอื่นๆ ของโปรแกรมต่อไป

3) ปัญหาในการเชื่อมต่อระหว่างวงจรต่างๆ เนื่องจากจะต้องใช้สายสัญญาณการเชื่อมต่อมากและเกิดความไม่สะดวก ความยุ่งยาก ในการเชื่อมต่อ รวมทั้งสายสัญญาณกับขั้วต่อต่างๆ ของบางพอร์ตไม่ตรงกัน ทำให้สายสัญญาณการเชื่อมต่อไม่เหมาะสมกับพอร์ตที่ต้องการเชื่อมต่อ

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบวงจรเชื่อมต่อพอร์ตขึ้นมา โดยวงจรเชื่อมต่อพอร์ตนี้จะมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ ที่ต่อกันระหว่างวงจรต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างถูกต้องและมีระเบียบ

4) ปัญหาสัญญาณที่ได้จากโหลดเซลมีขนาดสัญญาณที่ต่ำมาก โดยสัญญาณที่ได้ประมาณ 0 – 20 มิลลิโวลต์ ซึ่งสัญญาณขนาดนี้ไม่เหมาะกับการนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล เนื่องจากสัญญาณแรงดันต่ำมาก ดังนั้นหากเกิดสัญญาณรบกวนจะทำให้การแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เกิดความผิดพลาดได้ และจะทำให้ค่าน้ำหนักที่ได้เกิดความผิดพลาดด้วย

แนวทางแก้ไข แก้ไขได้ โดยการนำแรงดันหรือสัญญาณที่ได้จากโหลดเซล ไปเข้าวงจรขยายก่อนเพื่อให้ได้แรงดันที่สูงขึ้น ก่อนที่จะนำไปทำการแปลงสัญญาณ จะทำให้เกิดความผิดพลาดต่ำ โดยในที่นี้ใช้วงจร Instrument Amplifier ซึ่งเป็นวงจรที่นิยมใช้กับเครื่องชั่งน้ำหนักเพราะให้แรงดันที่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ปัญหาจุดรับน้ำหนักที่โหลดเซลรับน้ำหนักไม่ได้จุดศูนย์กลาง ซึ่งปัญหานี้ทำให้แรงดันที่ได้จากโหลดเซลไม่เท่ากัน ในแต่ละครั้งที่ทดสอบชั่งน้ำหนักเพราะแรงที่มากระทำกับโหลดเซลแต่ละจุดไม่เท่ากัน

แนวทางแก้ไข แก้ไขโดยปรับตำแหน่งของโหลดเซลให้ได้จุดศูนย์กลางมากที่สุด เพื่อให้น้ำหนักที่ชั่งสามารถกระจายไปได้ทั่วทั้งแท่นชั่ง จะทำให้การชั่งน้ำหนักทุกจุดบนแท่นชั่งรับน้ำหนักได้ค่าน้ำนักเท่ากันหรือใกล้เคียงมากที่สุด

6) ปัญหาสัญญาณข้อมูลดิจิตอลแกว่ง เนื่องจากสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแก่วงหรือ ไม่มีค่าคงที่ที่แน่นอนสำหรับค่าน้ำหนักต่าง ๆ

แนวทางแก้ไข แก้ไขโดยการหาค่าเฉลี่ยของสัญาญาณข้อมูลดิจิตอลนั้นค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดที่ทำให้เกิดการแกว่งน้อยที่สุดของสัญญาณข้อมูลดิจิตอลคือ 8 ค่าแล้วหาค่า เฉลี่ย1 ค่า

5.2.2 ปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์

1) ปัญหาการดาวน์โหลดข้อมูลลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก การดาวน์โหลดข้อมูลต้องใช้เวลานานพอสมควร ถ้าหากโปรแกรมมีขนาดใหญ่มากเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดก็จะนานมากยิ่งขึ้น เพราะโปรแกรมที่ใช้ในการส่งข้อมูลยังทำงานไม่เร็วพอ สาเหตุหนึ่งมาจากการส่งข้อมูลในรูปแบบอนุกรม ถ้ามีการส่งด้วยความเร็วสูงจะทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ง่าย

แนวทางแก้ไข ใช้โปรแกรมรับส่งข้อมูลโปรแกรม ที่สามารถเพิ่มความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้มากขึ้นและทำให้ลดเวลาในการดาวน์โหลดโปรแกรมให้น้อยลงได้โปรแกรมที่มีความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งนั้นด้วย เช่น โปรแกรมรับส่งข้อมูลที่เขียนจาก โปรแกรมภาษาซี จะทำให้การใช้งานรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) ปัญหาการวนลูป แบบ FOR เกิดปัญหาเมื่อโปรแกรมมีขนาดใหญ่ เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการสร้าง และพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลได้ใช้ภาษาซี เป็นภาษาที่ใช้งานโดยการสแกนคีย์นั้นใช้ค่าจาก การวนลูป แบบ FOR เป็นค่าที่ใช้ในการสแกนคีย์ แต่จะเกิดปัญหาเมื่อโปรแกรมมีขนาดใหญ่ขึ้นมีขั้นตอนการทำงานมากขึ้นจะทำให้ค่าที่ได้ จากการสแกนคีย์ผิดพลาด

แนวทางแก้ไข สามารถแก้ไขด้วยการนำค่าที่ใช้ในการสแกนคีย์มาการจากเปิดตาราง หรือกำหนดค่าไว้ ในหน่วยความจำก่อนแล้ว โดยเมื่อมีการใช้สแกนคีย์ จะต้องนำตำแหน่งของคีย์มาอ้างอิง หรือ ชี้ค่าที่ใช้ในการสแกนหลักนั้นๆ จากนั้นจึงจะนำค่าที่ได้จากการเปิดตารางส่งออกไปสแกนคีย์อีกครั้ง จะทำให้ค่าที่ได้จากการสแกนคีย์มีค่าถูกต้อง ถึงแม้ว่าโปรแกรมจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ปัญหาโปรแกรมฐานข้อมูลยังมีความพกพร่องในการใช้งานในบางเมนู การใช้งานในบางเมนู เช่น เมนูเพิ่มสินค้า ไม่มีการเช็ค การเพิ่มสินค้าที่มีชื่อเหมือนกัน

แนวทางแก้ไข ทำการทดลองใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้า เพื่อหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วทำการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

1) ในส่วนของการแสดงผลควรใช้วงจรในการแสดงผลตัวเดียวกัน คือใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่ขนาดใหญ่ขึ้นแล้ว ตัดส่วนของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ออก จากนั้นแสดงค่าน้ำหนักทางจอ แสดงผลแบบผลึกเหลวแทน จะทำให้เกิดความเหมาะสมและมีลักษณะรูปร่างที่ดีขึ้น

2) ในส่วนของการแสดงค่าน้ำหนัก ควรเพิ่มเติมการแสดงค่าหน่วยของน้ำหนักที่เปลี่ยนไปตามน้ำหนักที่ชั่งได้ เช่น 200 g หรือ 1.5 kg เป็นต้น

3) เพิ่มอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อการใช้งานที่สะดวกรวดเร็วในการใช้งาน เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด เพื่อไม่ต้องกดคีย์รหัสสินค้า และเครื่องพิมพ์เพื่อใช้แสดงรายละเอียดต่างๆ ของสินค้า

4) เปลี่ยนระบบการติดต่อส่งข้อมูลจาก RS-232 เป็น RS-485 เพื่อให้การส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลขึ้น

5) ศึกษาภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น ภาษาซี หรือภาษาเบสิก เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย และดียิ่งขึ้น ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมีประสิทธิภาพ

6) โปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าควรปรับปรุงเมนูการใช้งาน ให้มีการใช้งานที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้มากขึ้น

7) พัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าโดยใช้โปรแกรม ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างฐานข้อมูลที่สามารถรองรับการทำงานเมื่อขนาดของข้อมูลมากขึ้นให้สามารถใช้งานข้อมูลได้รวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

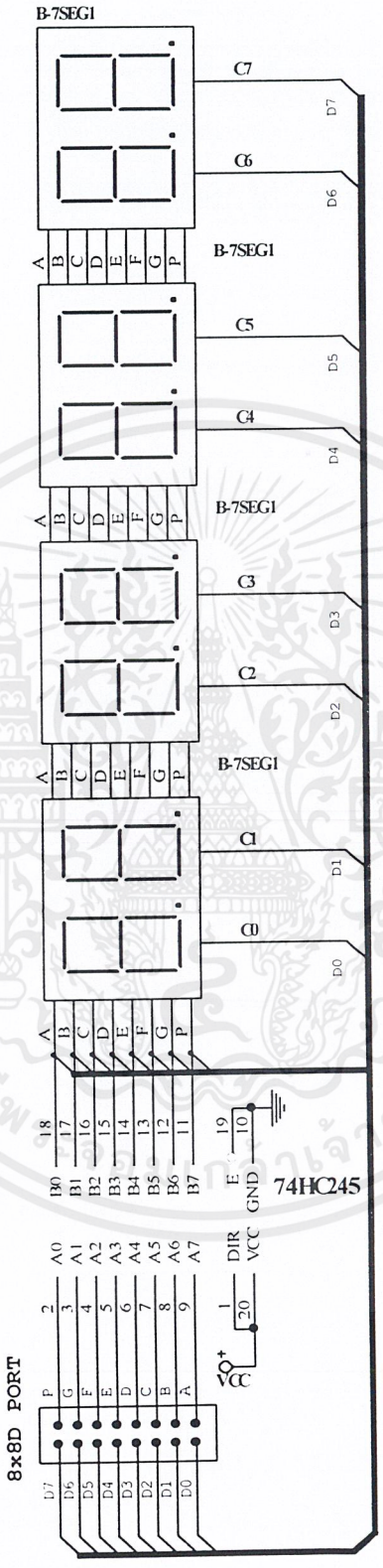
รูปที่ ก.1 ต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

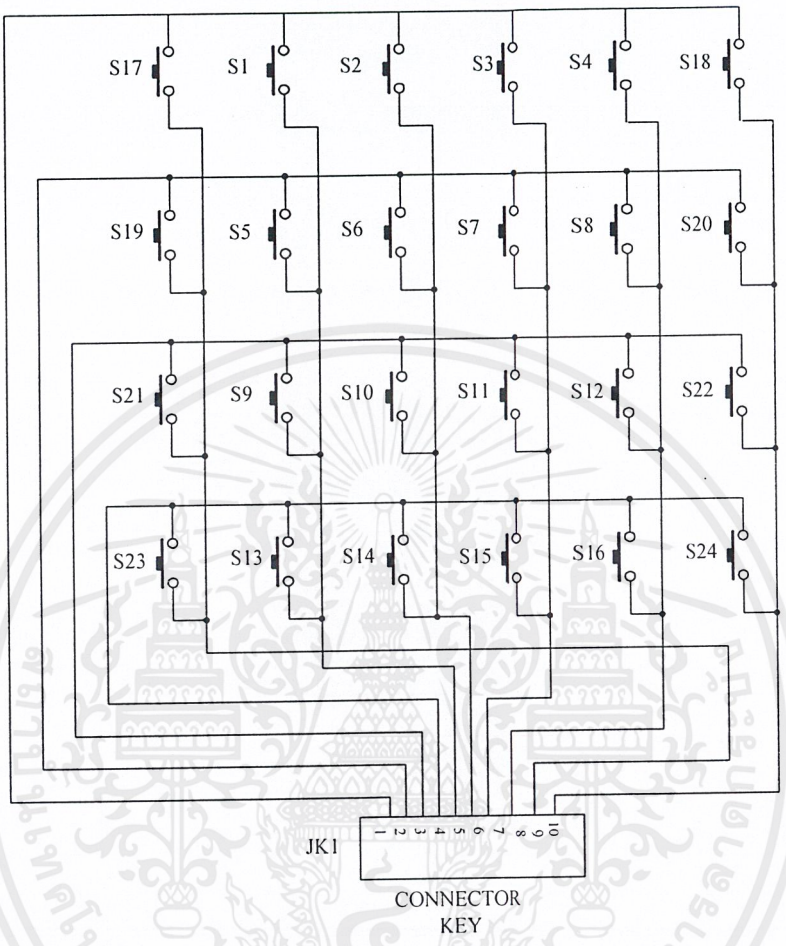
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



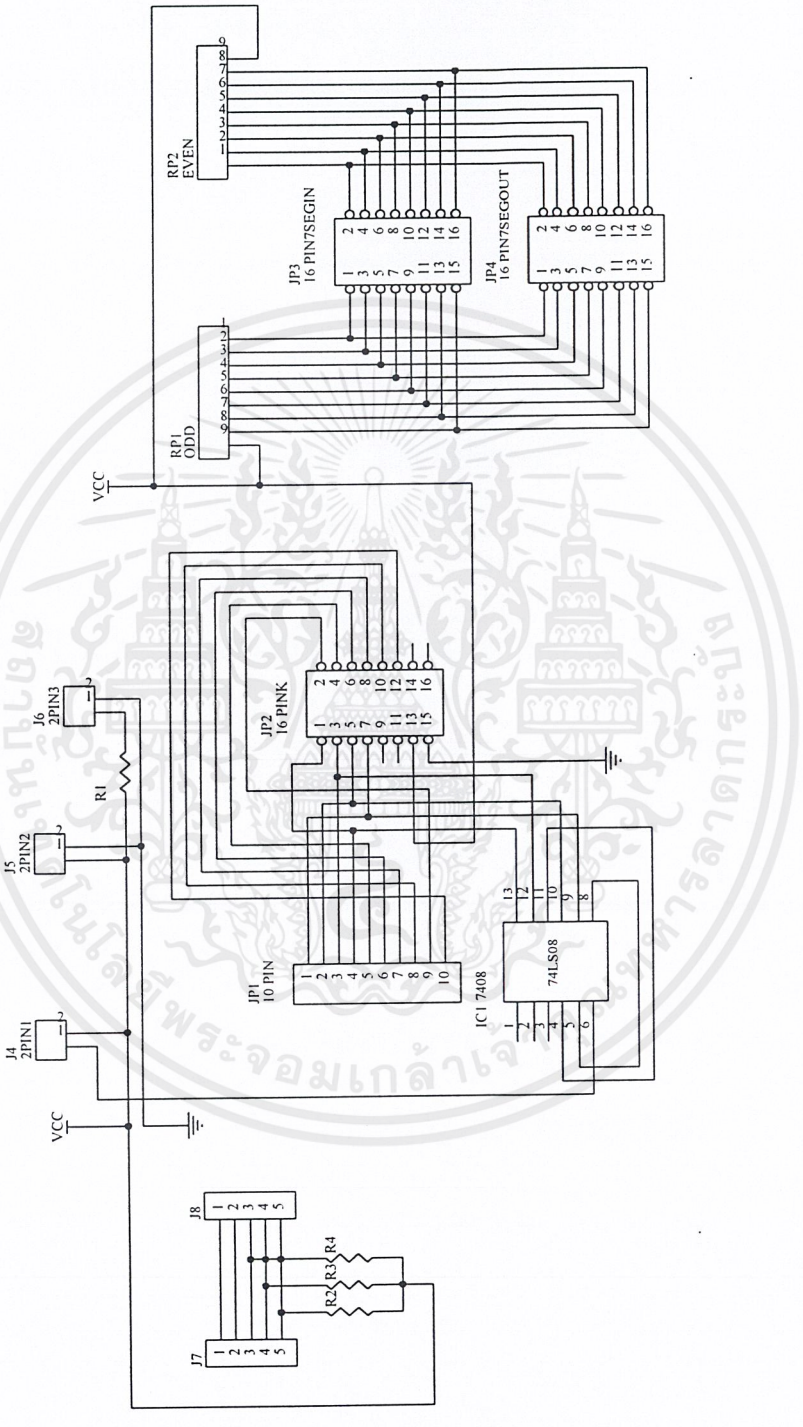
รูปที่ ข.1 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



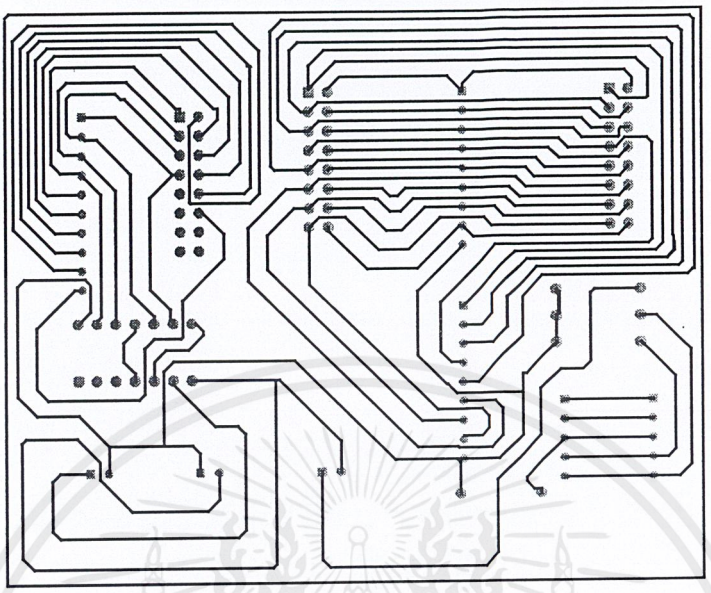
รูปที่ ข.2 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 วงจรเชื่อมต่อพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



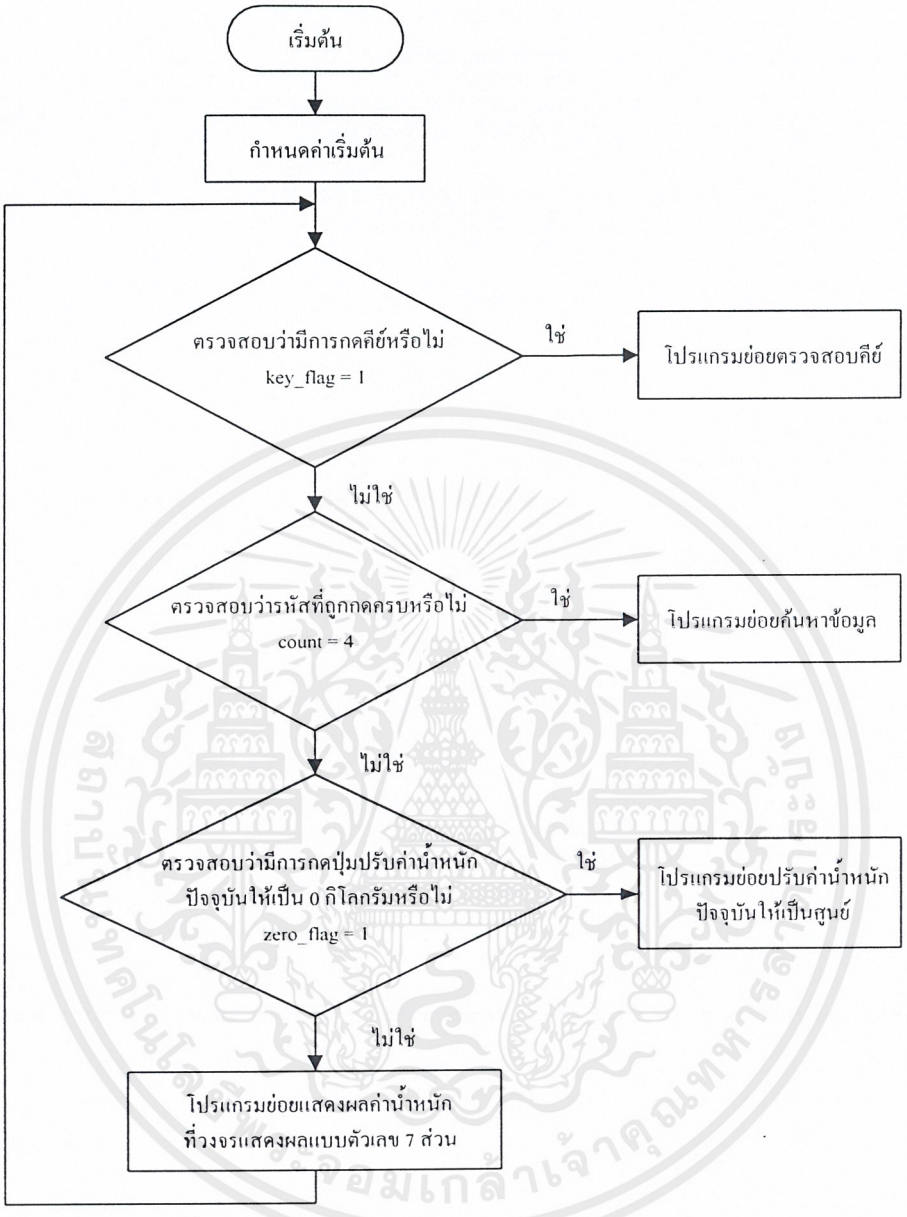
รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

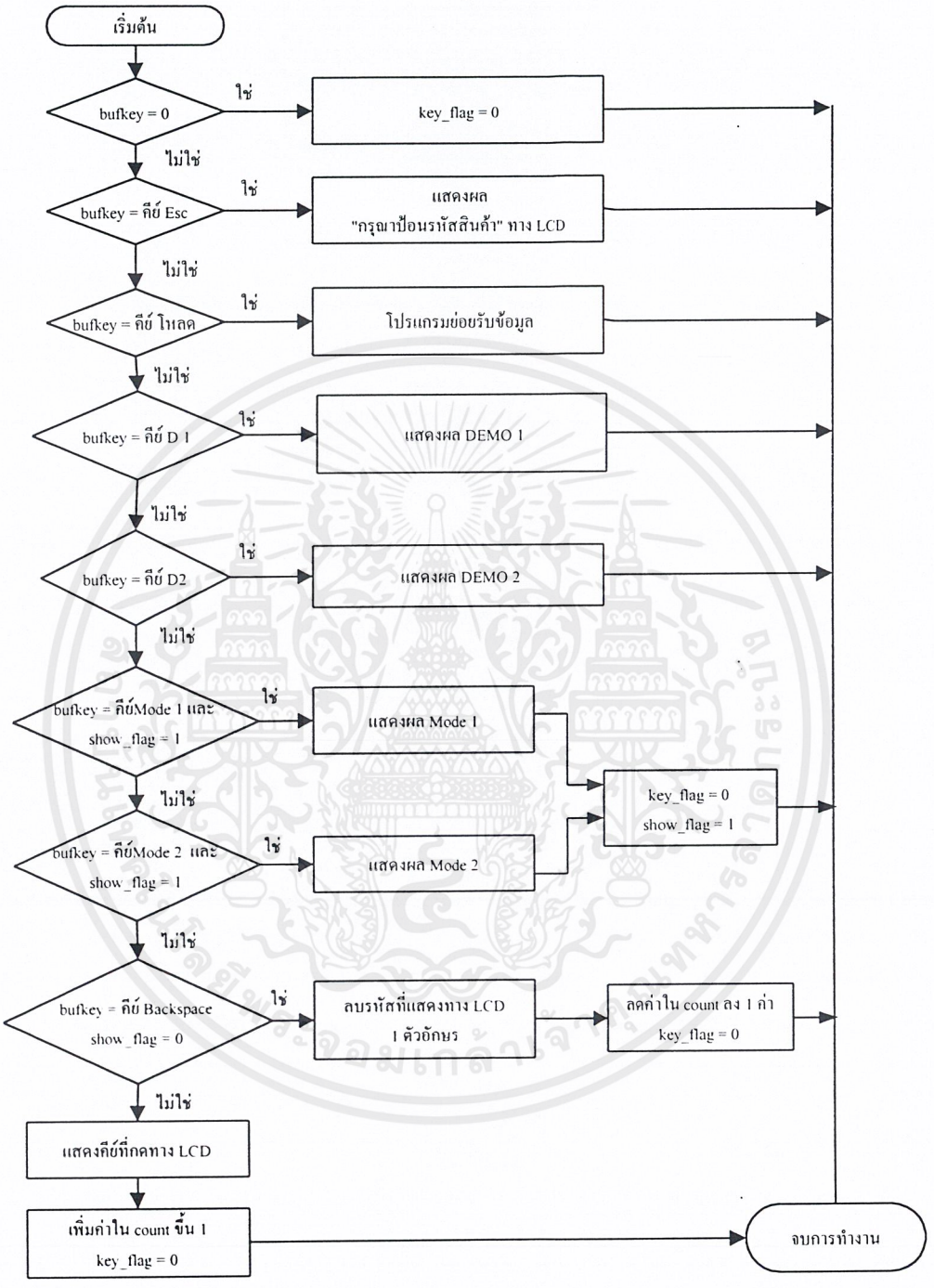
ผังการทำงานและโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



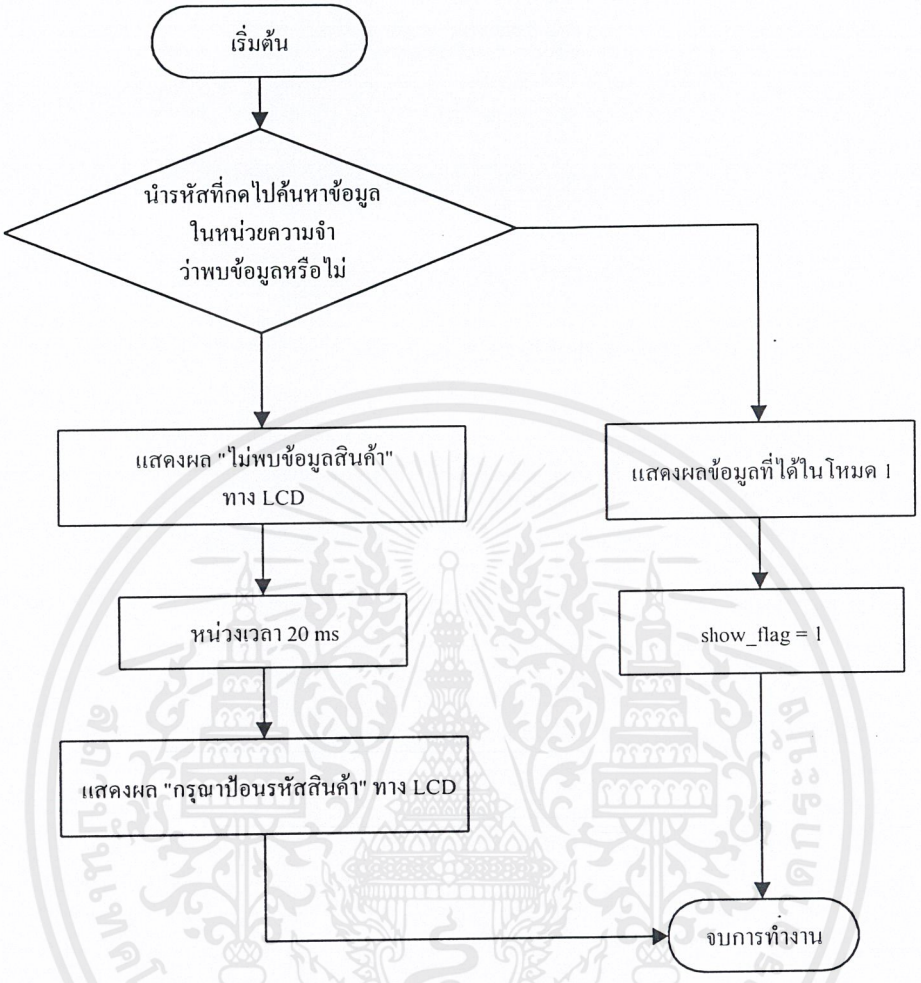
รูปที่ ค.1 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

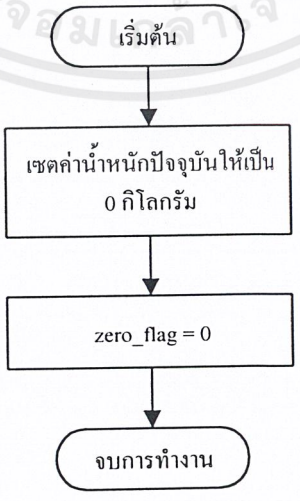


รูปที่ ค.2 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

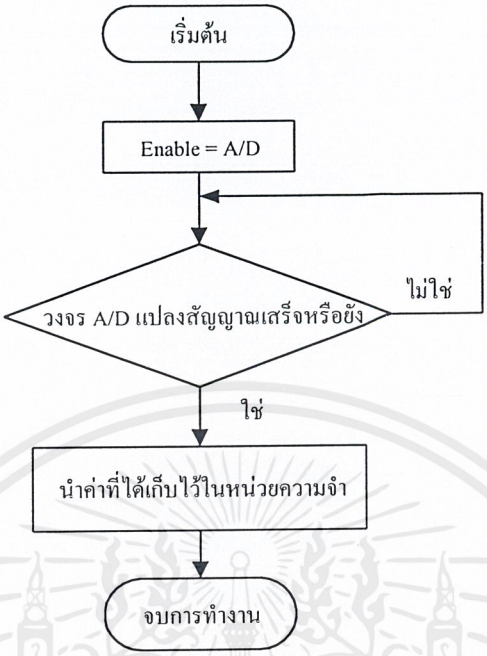


รูปที่ ค.3 ผังงานของโปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูล

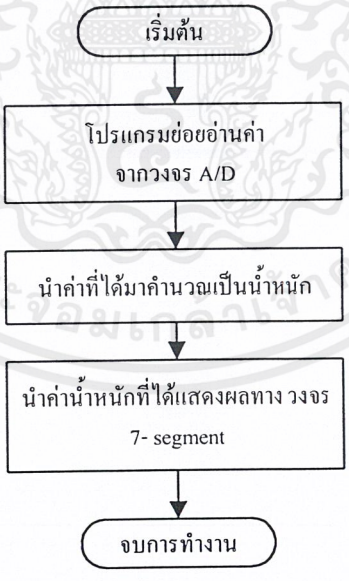


รูปที่ ค.4 ผังงานของโปรแกรมย่อยปรับค่าน้ำหนักปัจจุบันให้เป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

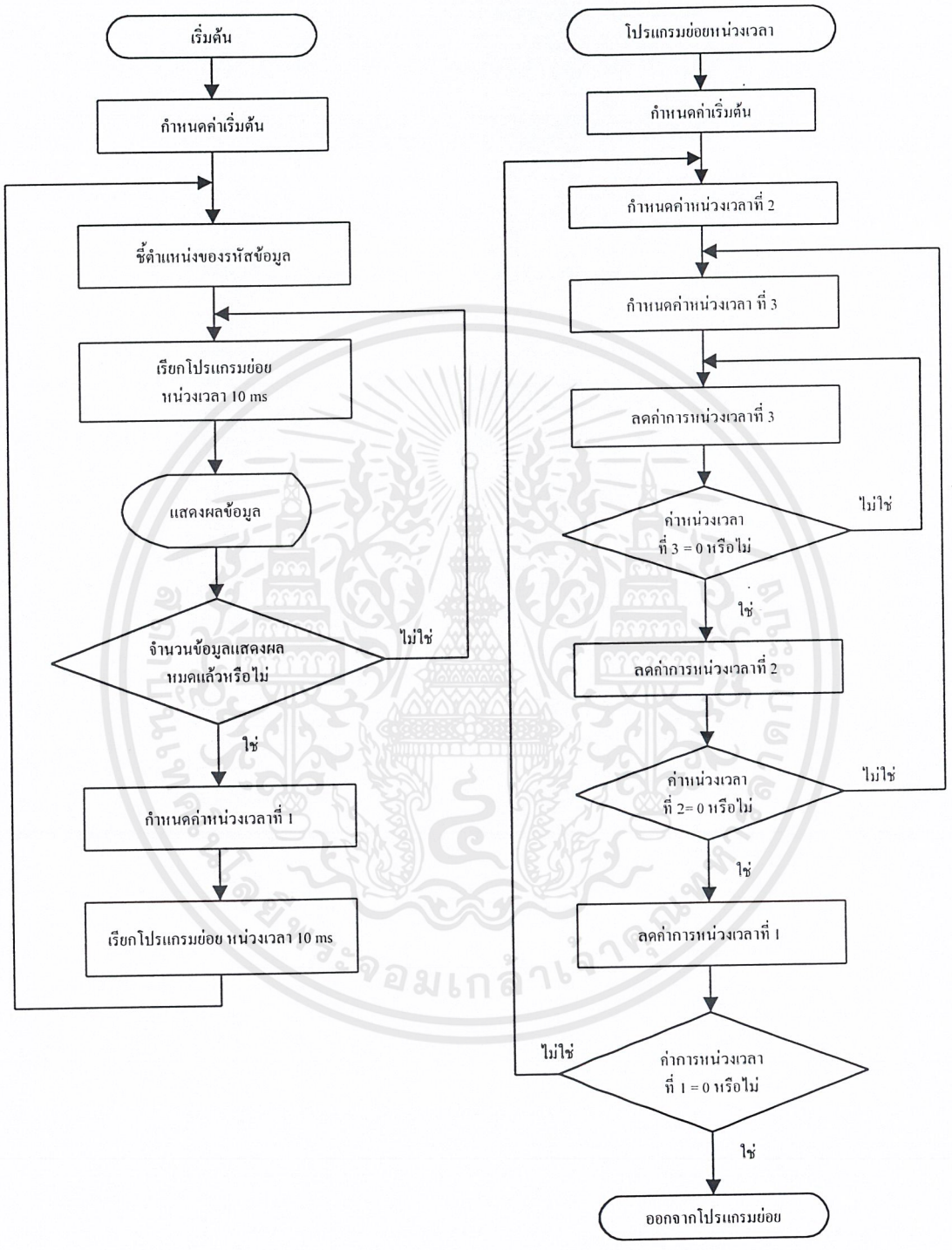


รูปที่ ค.5 ผังงานของโปรแกรมการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



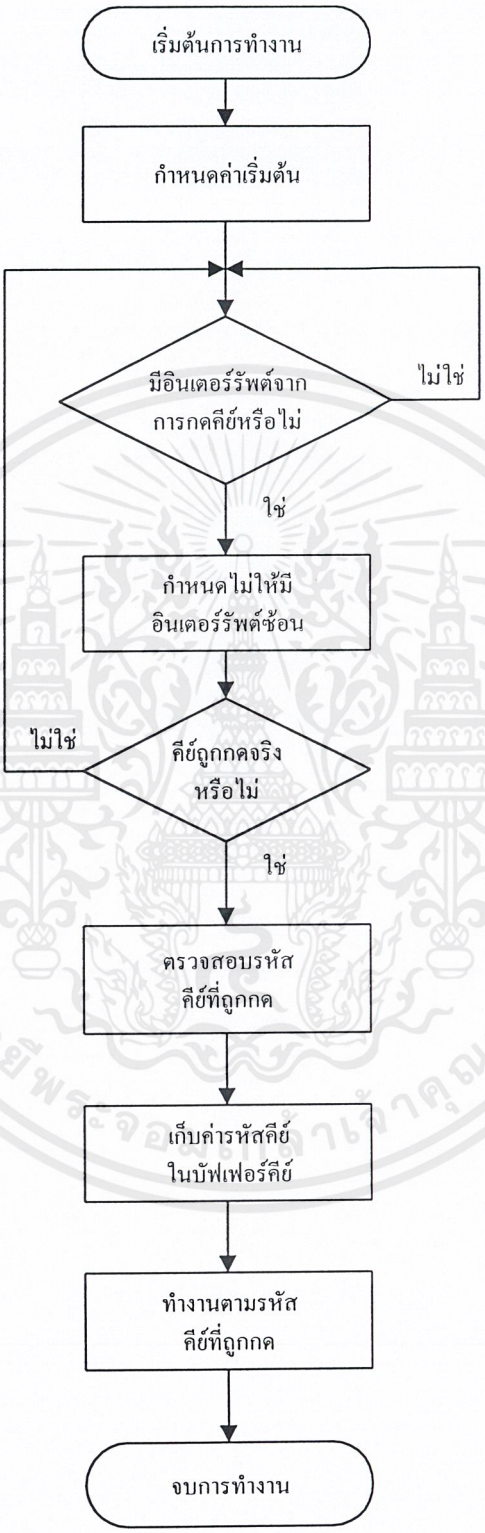
รูปที่ ค.6 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



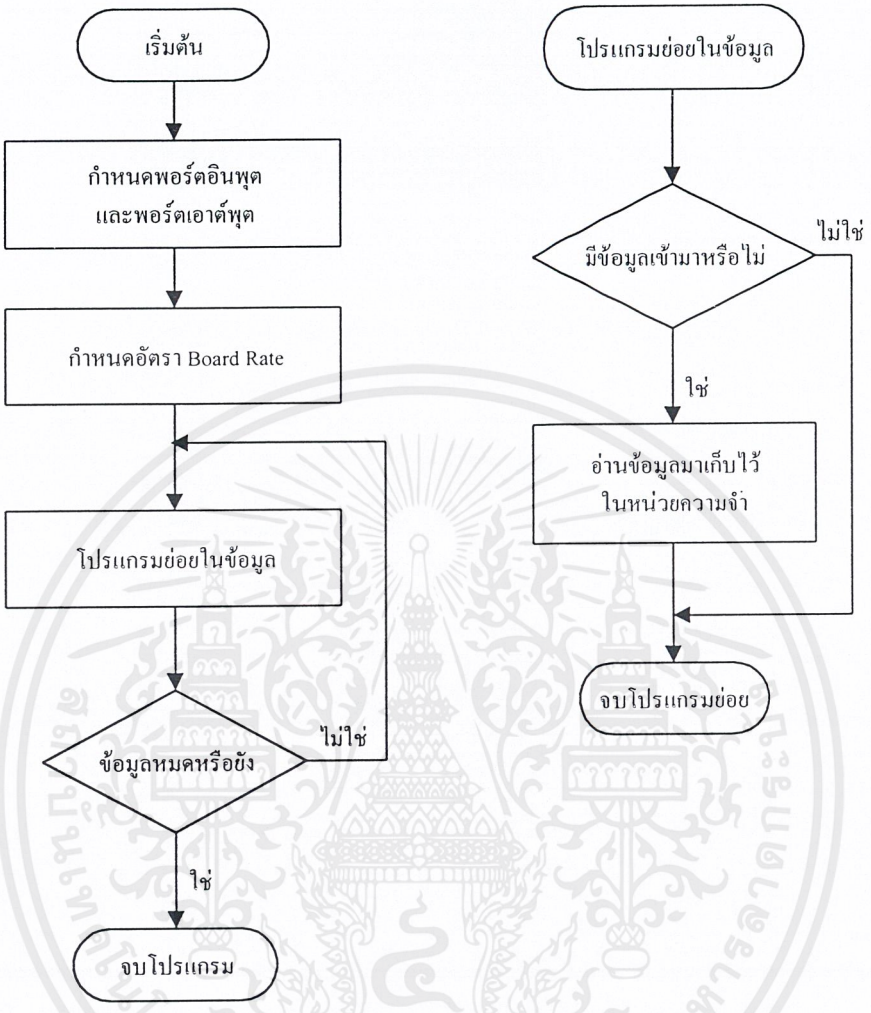
รูปที่ ค.7 ผังงานของโปรแกรมแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



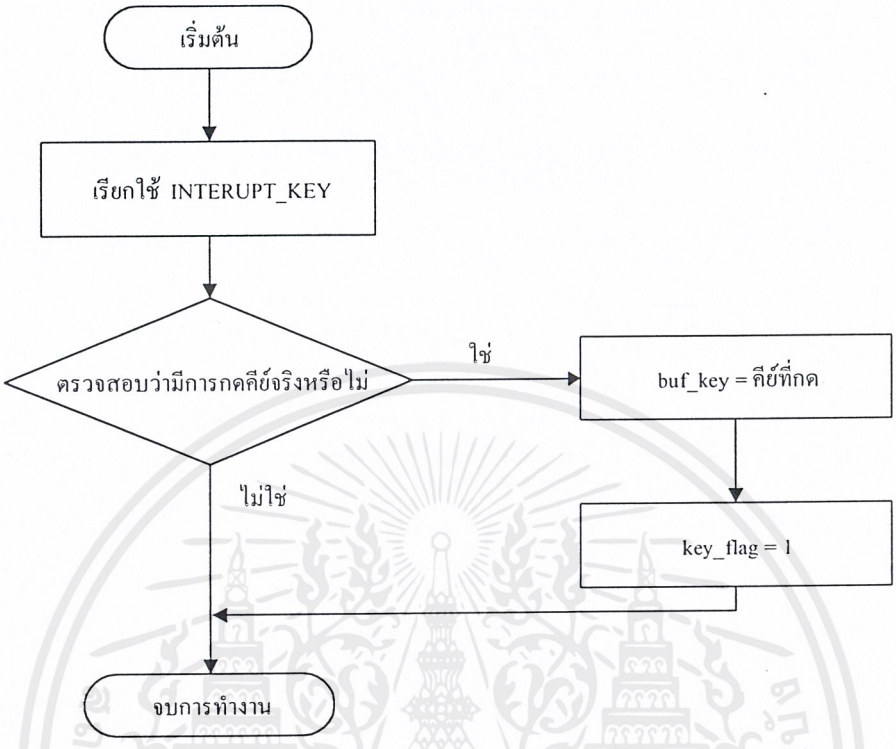
รูปที่ ค.8 ผังงานของโปรแกรมคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

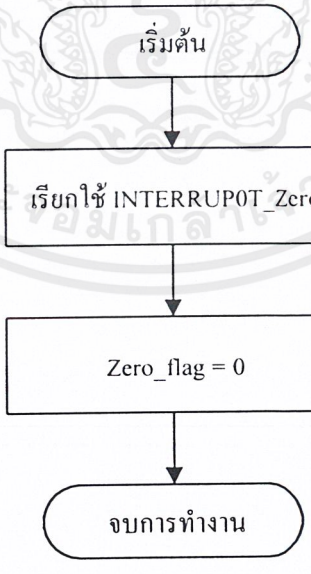


รูปที่ ค.9 ผังงานของโปรแกรมส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-232 กับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.10 ผังงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพต์คีย์บอร์ด



รูปที่ ค.11 ผังงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ปรับค่าศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <reg51.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <intrins.h>
#include <math.h>
#include <stdarg.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#define OSET_RD             0x90    /* Offset  read command */
#define GAIN_RD             0x92    /* Gain    read command */
#define CONF_RD             0x94    /* Config  read command */
#define CONV_RD             0x96    /* Data    read command */
#define SETU_RD             0x98    /* Setup   read command */

#define OSET_WR             0x80    /* Offset  Write command */
#define GAIN_WR             0x82    /* Gain    Write command */
#define CONF_WR             0x84    /* Config  Write command */
#define CONV_WR             0x86    /* Data    Write command */
#define SETU_WR             0x88    /* Setup   Write command */

#define cal  0.1678200692;          /* cal weight */
#define database  100               /* amount data base */
//-----------External Function---------//
extern void dmsec (unsigned int count);
extern char putchar (char x);
extern void Demo1 (void);
extern void Demo2 (void);
//-----------Set bit for use-----------//
sbit SCLK = P1^6;                   /* Shifting data to or from ADC  */
sbit SDO  = P1^5;                   /* Transfer data from ADC to CPU */
sbit SDI  = P1^4;                   /* Transfer data from CPU to ADC */
sbit CS   = P1^3;                   /* Chip Select                   */
sbit EN   = P1^0;                   /* Chip Select                   */
sbit SPK   = P1^7;                  /* sound                         */
//-----------Set bit for use-----------//
//------- Function declaration --------//
//------------ For A to D ------------//
void Initialize_atod(void);
void Initialize_tranfer(void);
long ReadConv(void);
void WriteReg(unsigned char comm,high,mid,low);
void ReadReg(unsigned char comm);
void WriteByte(unsigned char dat);
unsigned char ReadByte(void);
void Beep(unsigned char freq,int time);
void ErrBeep(void);
void SussBeep(void);
void delay(int count);
void seg(long num);
void scan_seg(void);
char div (long num1,long num2);
//------------ KEY and LCD ------------//
unsigned char search(void);
unsigned char read(void);
unsigned char de_key(unsigned char key);
void show1(void);
void show2(unsigned char point);
void show3(void);
void show4(unsigned char point);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void show5(void);
#include <reg51.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <intrins.h>
#include <math.h>
#include <stdarg.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#define OSET_RD             0x90    /* Offset  read command */
#define GAIN_RD             0x92    /* Gain    read command */
#define CONF_RD             0x94    /* Config  read command */
#define CONV_RD             0x96    /* Data    read command */
#define SETU_RD             0x98    /* Setup   read command */

#define OSET_WR             0x80    /* Offset  Write command */
#define GAIN_WR             0x82    /* Gain    Write command */
#define CONF_WR             0x84    /* Config  Write command */
#define CONV_WR             0x86    /* Data    Write command */
#define SETU_WR             0x88    /* Setup   Write command */

#define cal  0.1678200692;          /* cal weight */
#define database  100               /* amount data base */
//-----------External Function---------//
extern void dmsec (unsigned int count);
extern char putchar (char x);
extern void Demo1 (void);
extern void Demo2 (void);
//-----------Set bit for use-----------//
sbit SCLK = P1^6;                   /* Shifting data to or from ADC  */
sbit SDO  = P1^5;                   /* Transfer data from ADC to CPU */
sbit SDI  = P1^4;                   /* Transfer data from CPU to ADC */
sbit CS   = P1^3;                   /* Chip Select                   */
sbit EN   = P1^0;                   /* Chip Select                   */
sbit SPK  = P1^7;                   /* sound                         */
//-----------Set bit for use----------//
//------- Function declaration --------//
//------------ For A to D ------------//
void Initialize_atod(void);
void Initialize_tranfer(void);
long ReadConv(void);
void WriteReg(unsigned char comm,high,mid,low);
void ReadReg(unsigned char comm);
void WriteByte(unsigned char dat);
unsigned char ReadByte(void);
void Beep(unsigned char freq,int time);
void ErrBeep(void);
void SussBeep(void);
void delay(int count);
void seg(long num);
void scan_seg(void);
char div (long num1,long num2);
//------------ KEY and LCD ------------//
unsigned char search(void);
unsigned char read(void);
unsigned char de_key(unsigned char key);
void show1(void);
void show2(unsigned char point);
void show3(void);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void show4(unsigned char point);
void show5(void);
#include <reg51.h>
#include <absacc.h>
#include <ctype.h>
#include <intrins.h>
#include <math.h>
#include <stdarg.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#define OSET_RD             0x90    /* Offset  read command */
#define GAIN_RD             0x92    /* Gain    read command */
#define CONF_RD             0x94    /* Config  read command */
#define CONV_RD             0x96    /* Data    read command */
#define SETU_RD             0x98    /* Setup   read command */

#define OSET_WR             0x80    /* Offset  Write command */
#define GAIN_WR             0x82    /* Gain    Write command */
#define CONF_WR             0x84    /* Config  Write command */
#define CONV_WR             0x86    /* Data    Write command */
#define SETU_WR             0x88    /* Setup   Write command */

#define cal  0.1678200692;          /* cal weight */
#define database  100               /* amount data base */
//-----------External Function---------//
extern void dmsec (unsigned int count);
extern char putchar (char x);
extern void Demo1 (void);
extern void Demo2 (void);
//-----------Set bit for use-----------//
sbit SCLK = P1^6;                   /* Shifting data to or from ADC  */
sbit SDO  = P1^5;                   /* Transfer data from ADC to CPU */
sbit SDI  = P1^4;                   /* Transfer data from CPU to ADC */
sbit CS   = P1^3;                   /* Chip Select                   */
sbit EN   = P1^0;                   /* Chip Select                   */
sbit SPK  = P1^7;                   /* sound                         */
//-----------Set bit for use-----------//
//------- Function declaration --------//
//------------ For A to D ------------//
void Initialize_atod(void);
void Initialize_tranfer(void);
long ReadConv(void);
void WriteReg(unsigned char comm,high,mid,low);
void ReadReg(unsigned char comm);
void WriteByte(unsigned char dat);
unsigned char ReadByte(void);
void Beep(unsigned char freq,int time);
void ErrBeep(void);
void SussBeep(void);
void delay(int count);
void seg(long num);
void scan_seg(void);
char div (long num1,long num2);
//------------ KEY and LCD ------------//
unsigned char search(void);
unsigned char read(void);
unsigned char de_key(unsigned char key);
void show1(void);
void show2(unsigned char point);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void show3(void);
void show4(unsigned char point);
void show5(void);
void show6(void);
void show7(void);
void show8(void);
void show9(void);
//-------------Rs 232-------------------//
void sound (unsigned char freq,int time);
unsigned int recive(void);
void ack1(void);
void ack2(void);
void recive_num(void);
void recive_code(int number);
void recive_name(int number);
void recive_price(int number);
void recive_data(int amount);
void clear_ram(void);
//--------- Global variable declaration----//
int data data_num;
float data price_dis,sum_dis;
unsigned char data DISPLAYBUF[8];      /* 7 segment display buffer */
unsigned char data HIGH,MID,LOW,TEMP,BUF,bufkey,col;
unsigned char data disbuf[10],kbuf[2],count=0,*p;

struct {
       unsigned char  codes[5];
       unsigned char  name[18];
       unsigned char  price[7];
       }use[database];
long data display,weight,weight_dis,clear;
bit key_flag  = 0;
bit show_flag = 0;
bit demo_flag = 0;
bit zero_flag = 0;
bit load_flag = 0;
//-------------Program MAIN -------------//
void main(void) {
float buf;
unsigned int data i;
unsigned long data l,buffer;
unsigned char xdata *ptr;
unsigned char xdata *buttom;
unsigned char xdata *ptrseg;
unsigned char data test,bs,slc,inp;
code unsigned char scan[]={0xf7,0xf6,0xf5,0xf4,0xf3,0xf2,0xf1,0xf0};
p       = &disbuf;
IE      = 0x85;                    //Enable ex_interrupt 0 and
ex_interrupt 1
ptr     = 0x0F000;                 //high byte
buttom  = 0x0E000;                 // bit 8
ptrseg  = 0x0D000;          //data to segment
EN      = 0;                              //Enable latch
*ptrseg = 0;                //clear segment
Initialize_atod();          //-- for A to d
Initialize_tranfer();
    display = 0;                   //set value
    bufkey  = 0;                   //set value
    dmsec(300);
    printf(":5\r");dmsec(50);
    printf(":1100\r");dmsec(4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
printf(":2 ขอต้อนรับเข้าสู่ระบบ\r");dmsec(145);
    dmsec(200);
    show1();
    for(i=0; i<5000; i++);        /* Delay           */
clear = ReadConv();
    SussBeep();
    while(1) {
       for(i=0;i<8;i++){
             *ptr = scan[i];
             if(key_flag == 1){  // if key press
                          if(bufkey == 0)key_flag = 0;
                          else if(bufkey == 0x17){
                                        show1();
                                       key_flag  = 0;
                                             show_flag = 0;
                                       demo_flag = 0;
                                         }
             else if((bufkey == 0x67)&&(show_flag==0)&&
             (demo_flag==0)){                                  printf
             (":8\r");dmsec(10);
                                       bs = strlen(disbuf);
                                       disbuf[bs-1] = '\0';
                                       if(count ==0){
                                                   printf
("":1205\r");dmsec(4);
                                                   }
                                                  else
                                                  count--;
                                                       strcpy(kbuf,"");
                                       key_flag = 0;       //back
space
                                       }
             else if((bufkey == 0x27)&&(show_flag==1)&&
(demo_flag==0)){
                                       show2(slc);
       //mode 1
                                       key_flag  = 0;
                                             show_flag = 1;
                                                  demo_flag =
0;
                                       }
             else if((bufkey == 0x37)&&(show_flag==1)&&
                                                            show4
(demo_flag==0)){
(slc);                    //mode 2
                                       key_flag  = 0;
                                             show_flag = 1;
                                       demo_flag = 0;
                                             }
                          else if((bufkey == 0x47)&&(show_flag==0)){
                                                            Demo1
();                       //Demo 1
                                       key_flag  = 0;
                                             show_flag = 0;
                                       demo_flag = 1;
                                             }
                          else if((bufkey == 0x57)&&(show_flag==0)){
                                                            Demo2
();                  //Demo 2
                                       key_flag  = 0;
                                             show_flag = 0;
                                       demo_flag = 1; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      else if((bufkey == 0x6B)&&(show_flag==0)){
                                        do{
                                                key_flag  = 0;
                                                show5();
do{
                                                scan_seg();
                                                }while(key_flag == 0);

                                                        if(bufkey ==
0x6D){
                                                show7();
                                                clear_ram();
                                                sound(40,1000);
              //Beep
                                                recive_num();
                                        sound(40,1000);      //Beep
                                   show9();     recive_data(data_num);
                                        SussBeep();          //Beep
                                        dmsec(5);
                                        SussBeep();          //Beep
                                        show8();      load_flag = 1;
                                        }
                                                     else if(bufkey
== 0x6E)load_flag = 1;
                                                 else{
                                                 show6();
                                                 dmsec(100);
                                                 }
                                              }while(load_flag == 0);
                                              show1();
                                              load_flag = 0;
                                              key_flag  = 0;
                                                   show_flag = 0;
                                              demo_flag = 0;
                                                   }
                                    else if((show_flag == 0)&&
(demo_flag==0)){
                                        if((bufkey==0x6D)||(bufkey==0x6E));
                                        else count++; //count key
                                        test = de_key(bufkey);
                                        printf(":2%c\r",test);dmsec
(100);
                                        strcat(disbuf,kbuf);
                                        key_flag = 0;
                                    }
              }      // key_flag
              if(count == 4){
                          slc = search();
                          if(slc == -1) show3();
                          else{
                          price_dis  = atof(use[slc].price);
                          weight_dis = weight;
                          show2(slc);
                          show_flag = 1;
                          }
                          }      //count
              if(zero_flag == 2){
                        clear = ReadConv();
                        zero_flag = 0;
                        SussBeep();    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      if(show_flag == 1){                    //buttom update
                        inp = *buttom;
                        inp = inp&0x80;
                        if(inp ==0){
                                        weight_dis = weight;
show2(slc);
                                        show_flag = 1;

demo_flag = 0;
                }
                        }
      l = ReadConv();                       /* Read conversion */
      buffer = buffer + l;
      }                                      // for
      display = buffer/8;
      seg(display);
      buffer = 0;
    }                                       // while
}

void Initialize_atod(void) {
    unsigned int data count;
    CS   = 0;
    SCLK = 0;
    SDO  = 0;
    SDI  = 0;
    for(count=0; count<2047; count++) {
        SCLK = 1;                                   /* Assert SCLK */
        SCLK = 0;                                   /* Deassert    */
      }
    SDI = 1;                                            /* Assert SDI
*/
    for(count=0; count<255; count++) {
        SCLK = 1;                                   /* Assert SCLK */
        SCLK = 0;                                   /* Deassert    */
    }
    SDI  = 0;
    SCLK = 1;
    SCLK = 0;
    WriteReg(CONF_WR,0x00,0x00,0x80);               /* Reset
*/
    WriteReg(CONF_WR,0x00,0x1A,0x00);               /* Initialize
configuration */
}
/* Read data conversion */
long ReadConv(void) {
    unsigned long data l;
    WriteReg(CONF_WR,0x04,0x1A,0x00);
    WriteByte(0xc0);
    do {
        ReadReg(CONF_RD);                   /*  Read Configuration
Register   */
       scan_seg();
    }while(!(LOW & 0x08));
    ReadReg(CONV_RD);
    if(LOW & 0x01) ErrBeep();                               /* Test OF flag
*/
/*    if(LOW & 0x02) { ErrBeep(); ErrBeep(); }     /* Test OD flag */
    l   = HIGH;
    l  <<= 8;
    l  |= MID;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
l  <<= 8;
    l  |= LOW;
    l  >>= 10;                    /* if use CS5526 l >>= 4; */
    return(l);
/* Write register 3 bytes */
void WriteReg(unsigned char comm,high,mid,low) {
    WriteByte(comm);
    WriteByte(high);
    WriteByte(mid);
WriteByte(low);
}
/* Read register 3 bytes */
void ReadReg(unsigned char comm) {
    WriteByte(comm);
    HIGH = ReadByte();
    MID  = ReadByte();
    LOW  = ReadByte();
}
/* Write single byte */
void WriteByte(unsigned char dat) {
    unsigned char clock;
    for(clock=0; clock<8; clock++) {
            SDI  = (dat & 0x80);
            dat  = (dat << 1);
        SCLK = 1;
        SCLK = 0;
       }
    SDI = 0;
}
/* Read single byte */
unsigned char ReadByte(void) {
    unsigned char clock, dat;
    dat = 0;
    for(clock=0; clock<8; clock++) {
            dat  = (dat << 1);
            dat  = (dat | SDO);
        SCLK = 1;
        SCLK = 0;
       }
       return(dat);
}
/* Beep sound generator */
void Beep(unsigned char freq,int time) {
       unsigned char i; int j;
       for(j=0;j<time;j++) {
              for(i=0;i<freq;i++);
                 SPK = 1;
              for(i=0;i<freq;i++);
              SPK = 0;
       }
}
void ErrBeep(void) {
    Beep(20,400);
}
void SussBeep(void) {
    Beep(30,250);   }
void seg(long num)
{
unsigned int s,i,j,n[8];
long peak,check;
EN = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
num = num - clear;
if(num < 0)num = 0;
num = num * cal;
weight = num;
n[7] = div(num,10000000);  num = num - (n[7]*10000000);
n[6] = div(num,1000000);   num = num - (n[6]*1000000);
n[5] = div(num,100000);    num = num - (n[5]*100000);
n[4] = div(num,10000);           num = num - (n[4]*10000);
n[3] = div(num,1000);            num = num - (n[3]*1000);
n[2] = div(num,100);             num = num - (n[2]*100);
n[1] = div(num,10);        num = num - (n[1]*10);
n[0] = num;
for(i=0;i<=7;i++){
       switch(n[i]){
              case 0:
              DISPLAYBUF[i]= 0x3f;                /*0*/
              break;
              case 1:
              DISPLAYBUF[i]= 0x06;        /*1*/
              break;
              case 2:
              DISPLAYBUF[i] = 0x5b;       /*2*/
              break;
              case 3:
              DISPLAYBUF[i] = 0x4f;       /*3*/
              break;
              case 4:
              DISPLAYBUF[i] = 0x66;       /*4*/
              break;
              case 5:
              DISPLAYBUF[i] = 0x6d;       /*5*/
              break;
              case 6:
              DISPLAYBUF[i] = 0x7d;       /*6*/
              break;
              case 7:
              DISPLAYBUF[i] = 0x07;       /*7*/
              break;
              case 8:
              DISPLAYBUF[i] = 0x7f;       /*8*/
              break;
              case 9:
              DISPLAYBUF[i] = 0x6f;       /*9*/
              break;
              }
              if(i==2)DISPLAYBUF[i]=DISPLAYBUF[i]|0x80;
}
}
void delay(int count)
{
       int i,j;
       for(i=0;i<count;i++)
       for(j=0;j<50;j++);
}
char div (long num1,long num2){
       int temp;
       temp = num1 % num2;
       if(temp != 0)num1=num1-temp;
       temp = num1/num2;
       scan_seg();
       return(temp); }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void scan_seg(void){
code unsigned char dgttab[]={0xf7,0xf6,0xf5,0xf4,0xf3,0xf2,0xf1,0xf0};
unsigned char xdata *ptrdat;
unsigned char xdata *ptrdgt;
unsigned char i;
ptrdat = 0x0D000;
ptrdgt = 0x0F000;
for(i=0;i<8;i++){
       col = dgttab[i];
       *ptrdat = DISPLAYBUF[i];
       *ptrdgt = dgttab[i];
       delay(5);
       *ptrdat = 0;
       *ptrdgt = dgttab[i];
       }
}
void int_reset(void) interrupt 2{
zero_flag = 1;
}
unsigned char read(void){  // read key
unsigned char xdata *port;
unsigned char buf;
port  = 0x0E000;                    //low byte
buf   = *port;
buf   = buf&0x0F;
col   = col&0x07;
buf = buf|(col<<4);
return(buf);
}
void int_key(void) interrupt 0{
unsigned char bdata check1,check2,check3,check4,esc;
unsigned char xdata *ptrcls;
IE     = 0x00;
check1 = read();
ptrcls = 0x0D000;
*ptrcls = 0;
check2 = check1;
check1 = check1&0x0F;              // read key
if(check1!=0x0F){
                dmsec(8);
              check3 = read();
              if(check2==check3){
                              dmsec(8);
                              check4 = read();
                              if(check4==check2){
                              do{
                              check1 = read();
                              check1 = check1&0x0F;
                              }while(check1!=0x0F);
                              bufkey =check2 + 0x10;

                                     key_flag = 1;
                              }
                      // else bufkey = 0;
                              }
              }
                        // else bufkey = 0;
IE     = 0x85;       }
unsigned char de_key(unsigned char key){
unsigned char ascii;
       switch(key)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
case 0x1B:
              ascii = 'A';
                 strcpy(kbuf,"A");
                 break;
              case 0x1D:
ascii = 'B';

strcpy(kbuf,"B");break;
              case 0x1E:
              ascii = 'C';
                 strcpy(kbuf,"C");
                 break;
              case 0x2B:
              ascii = 'D';
                 strcpy(kbuf,"D");
                 break;
              case 0x2D:
              ascii = 'E';
                 strcpy(kbuf,"E");
                 break;
              case 0x2E:
              ascii = '0';
                 strcpy(kbuf,"0");
                 break;
              case 0x3B:
              ascii = '7';
                 strcpy(kbuf,"7");
                 break;
              case 0x3D:
              ascii = '4';
                 strcpy(kbuf,"4");
                 break;
              case 0x3E:
              ascii = '1';
                 strcpy(kbuf,"1");
                 break;
              case 0x4B:
              ascii = '8';
                 strcpy(kbuf,"8");
                 break;
              case 0x4D:
              ascii = '5';
                 strcpy(kbuf,"5");
                 break;
              case 0x4E:
              ascii = '2';
                 strcpy(kbuf,"2");
                 break;
              case 0x5B:
              ascii = '9';
                 strcpy(kbuf,"9");
                 break;
              case 0x5D:
              ascii = '6';
                 strcpy(kbuf,"6");
                 break;
              case 0x5E:
              ascii = '3';
                 strcpy(kbuf,"3");
                 break; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
return(ascii);
}
void show1 (void){
strcpy(disbuf,"");
count = 0;
                          printf(":5\r");dmsec(50);
printf(":1100\r");dmsec(4);
printf(":2 กรุณาป้อนรหัสสินค้า\r");dmsec(145);
printf(":1205\r");dmsec(4);
}
void show2 (unsigned char point){
double price,buf=1;
count = 0;
printf(":5\r");dmsec(50);
printf(":1000\r");dmsec(4);
printf(":2รหัสสินค้า %s\r",use[point].codes);dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1100\r");dmsec(4);
printf(":2ชื่อ %s\r",use[point].name);dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1200\r");dmsec(4);
printf(":2ราคา/กก. %.2f บ.\r",price_dis);   dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1300\r");dmsec(4);
buf      = weight_dis*buf;
//buf      = div(buf,1);
buf      = buf / 100;
price    = buf * price_dis;
//printf(":2ราคา %.2f บาท\r",buf);dmsec(145);
printf(":2ราคา %.2f บ.\r",price);dmsec(145);
strcpy(disbuf,"");
}
void show3 (void){
strcpy(disbuf,"");
count = 0;
printf(":5\r");dmsec(50);
printf(":1100\r");dmsec(4);
printf(":2 ไม่พบรหัสสินค้า\r");dmsec(145);
printf(":1200\r");dmsec(4);
printf(":2 กรุาป้อนรหัสใหม่\r");dmsec(145);
dmsec(500);
printf(":5\r");dmsec(50);
printf(":1100\r");dmsec(4);
printf(":2กรุณาป้อนรหัสสินค้า\r");dmsec(145);
printf(":1205\r");dmsec(4);
dmsec(1000);
}
void show4 (unsigned char point){
double price,buf=1;
count = 0;
printf(":5\r");dmsec(50);
printf(":1000\r");dmsec(4);
printf(":2ชื่อ %s\r",use[point].name);dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1100\r");dmsec(4);
printf(":2ราคา/กก. %.2f บ.\r",price_dis);dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1200\r");dmsec(4);
buf = weight_dis*buf;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//buf = div(buf,1);
buf = buf / 100;
printf(":2น้ำหนัก %2.2f Kg\r",buf);dmsec(145);
//--------------------//
printf(":1300\r");dmsec(4);
price = buf * price_dis;
printf(":2ราคา %2.2f บ.\r",price);dmsec(145);
strcpy(disbuf,"");
void show5 (void){
strcpy(disbuf,"");
count = 0;
printf(":5\r");dmsec (50);
printf(":1000 \r");dmsec(4);
printf(":2 คุณต้องการที่จะ\r");dmsec(145);
printf(":1100 \r");dmsec(4);
printf(":2ดาวน์โหลดข้อมูลสินค้า\r");dmsec(145);
printf(":1200 \r");dmsec(4);
printf(":2 ใช่หรือไม่\r");dmsec(145);
printf(":1300 \r");dmsec(4);
printf(":2 YES หรือ NO \r");dmsec(145);
}
void show6(void){
printf(":5\r");dmsec (50);
printf(":1100 \r");dmsec(4);
printf(":2 กรุณากดปุ่ม\r");dmsec(145);
printf(":1200 \r");dmsec(4);
printf(":2 YES หรือ NO \r");dmsec(145);
dmsec(1000);
}
void show7(void){
printf(":5\r");dmsec (50);
printf(":1100 \r");dmsec(4);
printf(":2 กรุณากดปุ่ม\r");dmsec(145);
printf(":1200 \r");dmsec(4);
printf(":2 ส่งข้อมูล\r");dmsec(145);
}
void show8(void){
printf(":5\r");dmsec (50);
printf(":1100 \r");dmsec(4);
printf(":2การดาวน์โหลดข้อมูล\r");dmsec(145);
printf(":1200 \r");dmsec(4);
printf(":2    เสร็จสมบูรณ์\r");dmsec(145);
dmsec (1000);
}
void show9(void){
printf(":5\r");dmsec (50);
printf(":1100 \r");dmsec(4);
printf(":2     กำลังทำการ \r");dmsec(145);
printf(":1200 \r");dmsec(4);
printf(":2ดาวน์โหลดข้อมูลสินค้า\r");dmsec(145);
}
unsigned char search(void){
unsigned char i,num;
       for(i=0;i<database;i++){
                     if(strcmp(use[i].codes,p)){
                     num = -1;
                     }
                     else{ num = i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;  // set exit loop for
                    }
        }
return(num); }
void sound (unsigned char freq,int time){
    unsigned char i;
    while (time>0) {
SPK = 0;                        /* out signal low */
        for(i=1;i<=freq;i++)
            time--;
        SPK = 1;                        /* out signal high */
        for(i=1;i<=freq;i++)
            time--;
    }
}
unsigned int recive(void)
{
unsigned int dat=0;
       while(!RI);          // recive 1 byte
       RI = 0;
       dat = dat<<8;
       dat = dat|SBUF;
       return(dat);
}
void ack1(void){
while(!RI);  // wait pluse start
RI = 0;
SBUF = 0x01; // send pluse ack
while(!TI);
TI = 0;
}
void ack2(void){
SBUF = 0x02; // send pluse ack
while(!TI);
TI = 0;
}
void recive_num(void){                  //-- recive amount of data
struct---//
unsigned char buf[5];
int num,i,clear;
clear = SBUF;
RI = 0;
ack1();
for(i=0;i<4;i++){                       //-- recive data code
             buf[i]   = recive();
             ack2();
}
buf[4]   = '\0';
data_num = atoi(buf);
ack1();
}      // program
void recive_code(int number){           //-- recive data to data
struct---//
int i;
for(i=0;i<4;i++){                       //-- recive data code
             use[number].codes[i]   = recive();
             ack2();
}
use[number].codes[4]   = '\0';
}      // program
void recive_name(int number){           //-- recive data to data
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
struct---//
int i;
for(i=0;i<15;i++){                          //-- recive data name
use[number].name[i]    = recive();
              ack2();                       }

use[number].name[15]    = '\0';
}       // program
void recive_price(int number){       //-- recive data to data struct---//
int i;
for(i=0;i<6;i++){                           //-- recive data price
              use[number].price[i]    = recive();
              ack2();
}
use[number].price[6]    = '\0';
}       // program
void recive_data(int amount){
int j;
for(j=0;j<amount;j++){
ack1();
              recive_code(j);
              recive_name(j);
              recive_price(j);
ack1();
}
}
void Initialize_tranfer(void){
SCON = 0x52;
TMOD = 0x20;
TH1  = -3;          //borad rate 19200
//TH1  = 0xFA;              //borad rate 9600
TR1  = 1;
sound(40,1000);      //Beep
}
void clear_ram(void){
unsigned char xdata *addr;
unsigned int i,start,stop;
start = 0x0000;
stop  = 0x0BB7;
       for(i=start;i<stop;i++){
       addr  = i;
       *addr = 0x00;
       }
}
```

รูปที่ ค.12 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 คู่มือการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล ได้ถูกออกแบบโดยเน้นให้ตัวเครื่องชั่งน้ำหนักมีความสะดวกในการใช้งานในการชั่งน้ำหนัก การแสดงผลที่ชัดเจน และมีโปรแกรมฐานข้อมูลสินค้าที่ใช้ในสำหรับเก็บข้อมูลของสินค้าเพื่อดาวน์โหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาเก็บไว้ที่หน่วยความจำภายในเครื่องชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณราคาสินค้า

1.1.1 การใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

(Digital Weight Measurement of Database Program : DWMD)

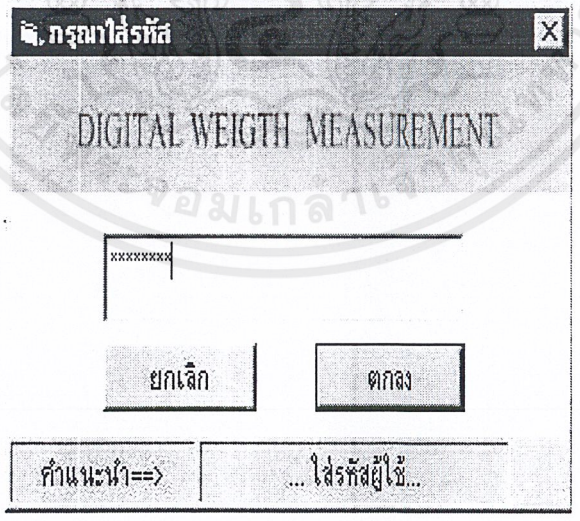
1) การติดตั้งโปรแกรม มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1) ให้คลิกที่ไอคอน (Icon) เริ่มติดตั้งของโปรแกรม DWMD

1.2) เมื่อคลิกแล้วจะเห็นว่าโปรแกรม DWMD จะทำการติดตั้งไฟล์ (File) ต่างๆ ให้

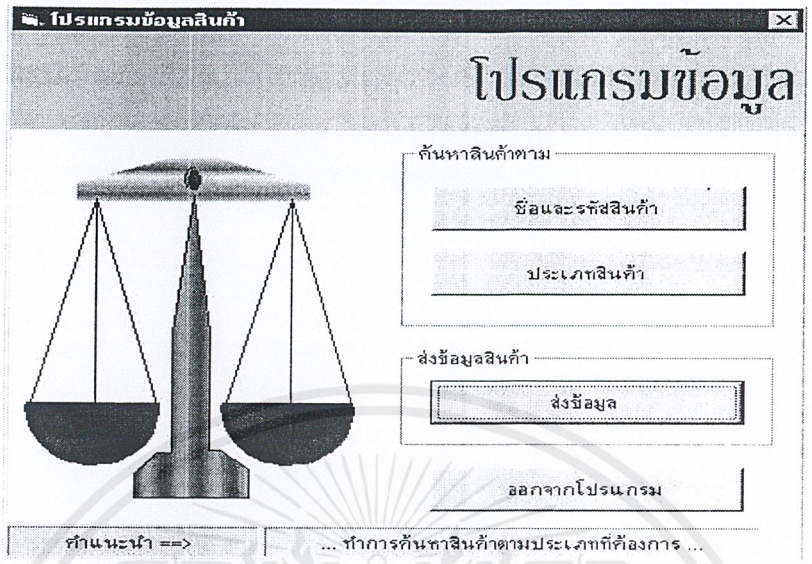
1.3) ให้รอการติดตั้งโปรแกรมจนเสร็จสิ้น ซึ่งโปรแกรมนี้จะใช้เวลาในการติดตั้งแต่ละครั้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

1.4) เมื่อโปรแกรม ติดตั้งเสร็จแล้ว ก็ถือว่าผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรม DWMD ได้แล้ว โดยการคลิกที่ไอคอนของโปรแกรม DWMD เมื่อคลิกเสร็จแล้วผู้ใช้จะต้องป้อนรหัสการใช้งานตามที่โปรแกรมให้มา ดังรูปที่ ง.1 จากนั้นโปรแกรม DWMD ก็ปรากฏขึ้นดังรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.1 หน้าต่างเมนูการป้อนรหัสการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

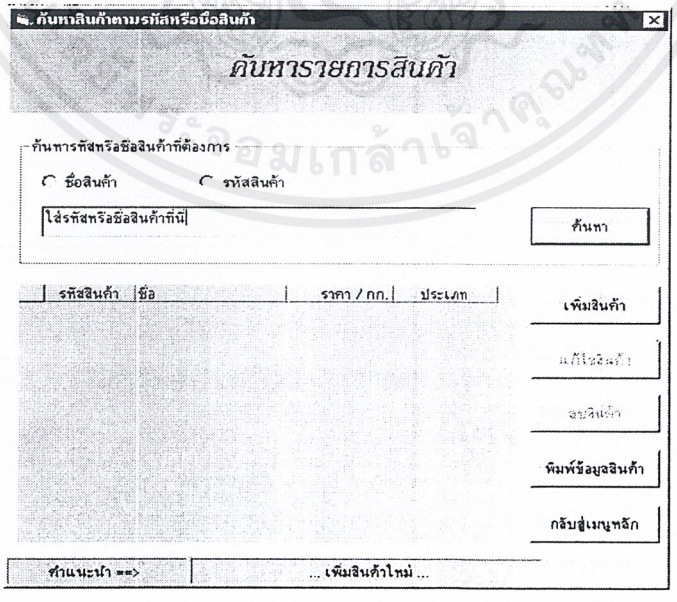


รูปที่ ง.2 เมนูหลักของโปรแกรม DWMD

2) การใช้งานปุ่มฟังก์ชั่นต่างๆ ของโปรแกรม DWMD

1) เมนูของการค้นหาสินค้า ในเมนูนี้จะมีปุ่มให้ใช้งาน 2 ปุ่มคือ

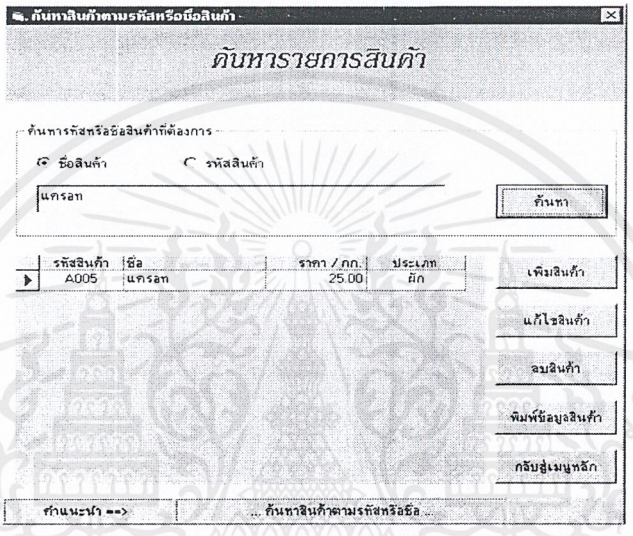
1.1) ปุ่มค้นหาตามชื่อ และรหัสสินค้า ใช้ในการค้นหาสินค้าตามชื่อของสินค้า และรหัสของสินค้าที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาหรือใช้งาน เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะมีหน้าต่าง ปรากฏดังรูปที่ ง.3



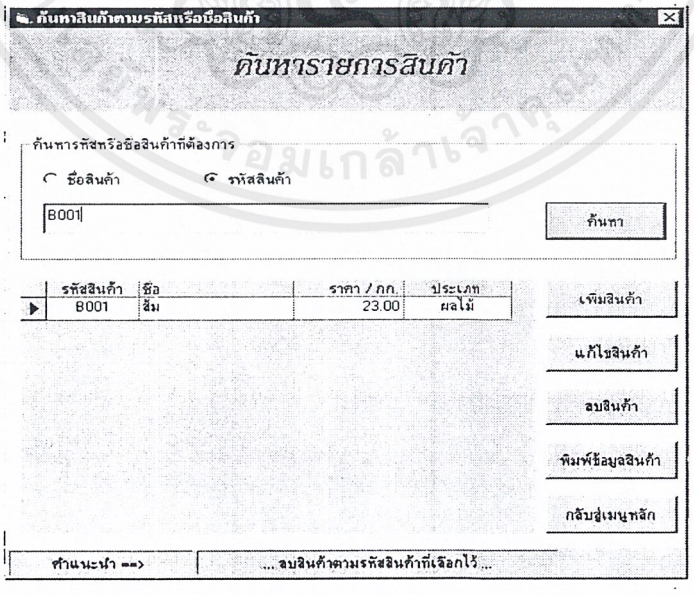
รูปที่ ง.3 หน้าต่างของการค้นหาสินค้าตามชื่อและรหัสสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าผู้ใช้เลือกคลิก ที่ชื่อสินค้าก็จะเป็นการค้นหาสินค้าตามชื่อที่ผู้ใช้กำหนด เช่น ถ้าใส่ชื่อสินค้าแครอท แล้วกดปุ่มค้นหารายการของสินค้าที่ชื่อ แครอท ก็จะปรากฏขึ้นมา แสดงดังรูปที่ ค.4 แต่ถ้าผู้ใช้เลือกคลิก ที่รหัสสินค้าก็จะเป็นการค้นหาสินค้าตามรหัสที่ผู้ใช้กำหนด เช่น ถ้าใส่รหัสสินค้า B001 แล้วกดปุ่มค้นหารายการของสินค้าที่รหัสเท่ากับ B001 ก็จะปรากฏขึ้นมา แสดงดังรูปที่ ง.4



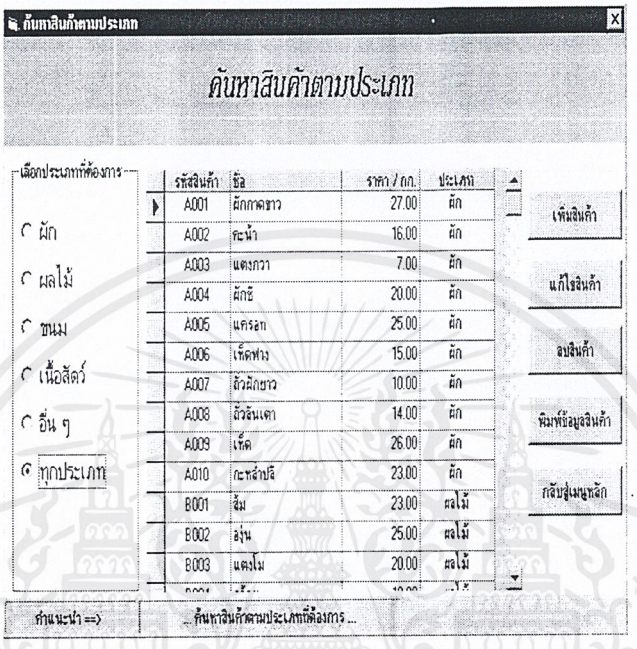
รูปที่ ง.4 การค้นหาสินค้าตามรายชื่อสินค้า



รูปที่ ง.5 การค้นหาสินค้าตามรหัสของสินค้า

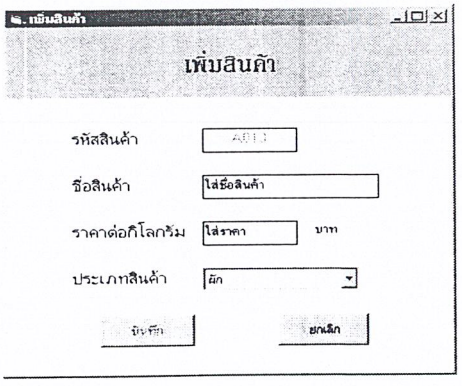
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ปุ่มค้นหาตามประเภทของสินค้า มีหน้าที่ในการค้นหาสินค้าตามประเภทของสินค้าที่ต้องการค้นหาหรือใช้งาน เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะปรากฏดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 การค้นหาสินค้าตามประเภทของสินค้า

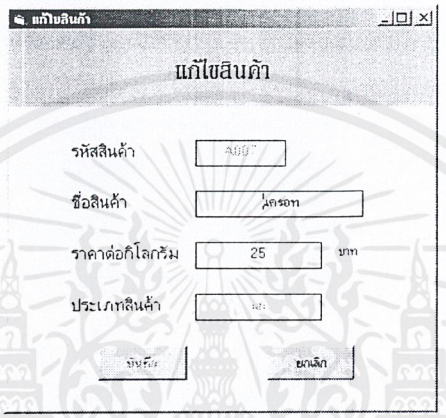
2) ปุ่มการเพิ่มข้อมูล คือปุ่มที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูลของสินค้า ให้เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลดังนี้ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาต่อกิโลกรัม และประเภทของสินค้า เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้วให้กดปุ่มบันทึก ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูลสินค้า เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะปรากฏหน้าต่างการใช้งานดังรูปที่ ง.7



รูปที่ ง.7 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูลสินค้า

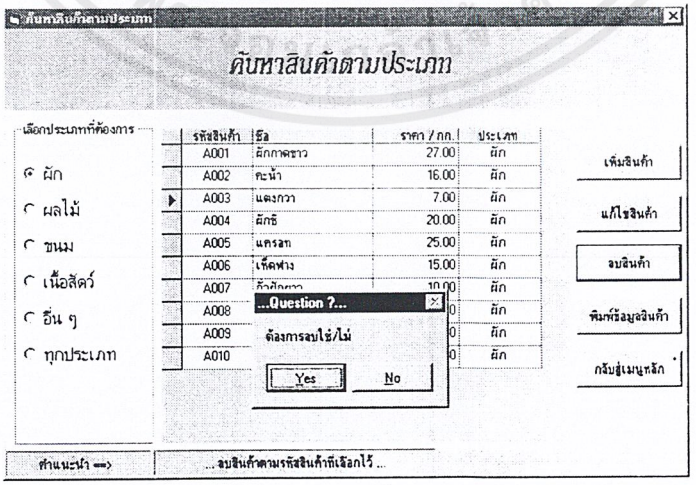
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ปุ่มการแก้ไขข้อมูล คือปุ่มที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลของสินค้า เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลของสินค้า และเมื่อแก้ไขข้อมูลแล้วข้อมูลจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูล โดยผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลการแก้ไขข้อมูลดังนี้ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาต่อกิโลกรัม และประเภทของสินค้า เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้วให้กดปุ่มบันทึก ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูลสินค้า เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะ ปรากฏ ดังรูปที่ ง.8



รูปที่ ง.8 การแก้ไขข้อมูลของสินค้า

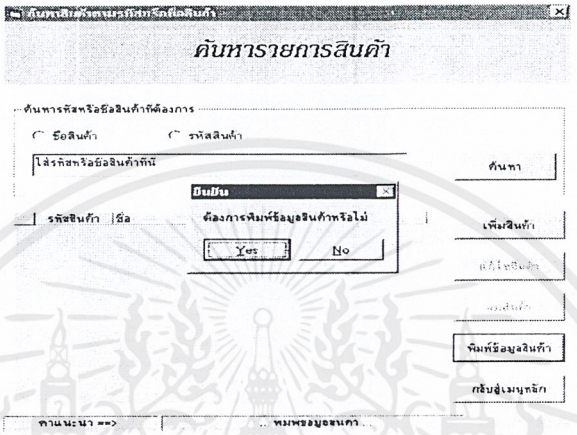
4) ปุ่มการลบข้อมูล คือปุ่มที่ใช้ในการลบข้อมูลของสินค้าที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยเมื่อผู้ใช้กดปุ่มนี้แล้ว โปรแกรมจะถามว่าต้องการลบข้อมูลนี้หรือไม่ ถ้าไม่ต้องการลบให้กด No แต่ถ้าต้องการลบก็กด Yes เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะปรากฏ ดังรูปที่ ง.9



รูปที่ ง.9 การลบข้อมูลของสินค้า

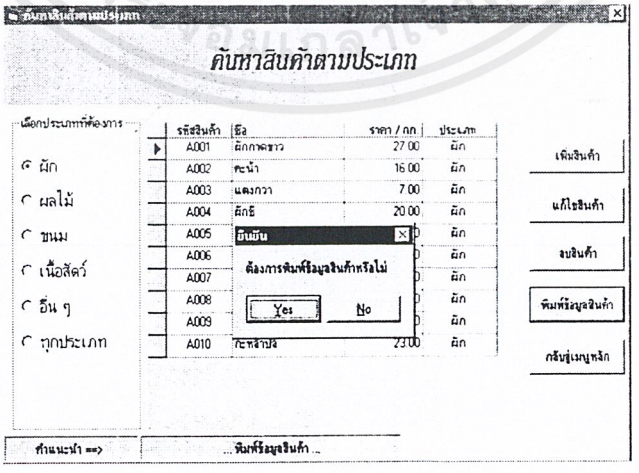
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ปุ่มการพิมพ์ข้อมูลตามชื่อของสินค้า หรือรหัสของสินค้า ปุ่มนี้มีหน้าที่ในการพิมพ์ข้อมูลของสินค้าออกทางเครื่องพิมพ์ โดยเมื่อต้องการพิมพ์ข้อมูลสินค้าใดในหน้าต่างของการค้นหาสินค้าตามรายชื่อและรหัสสินค้านี้ เมื่อได้รายชื่อและรหัสสินค้าตามที่เลือกแล้วก็กดปุ่มพิมพ์ข้อมูล จากนั้นข้อมูลของสินค้าที่เลือกก็จะถูกพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ แสดงได้ดังรูปที่ ง.10



รูปที่ ง.10 การพิมพ์ข้อมูลตามชื่อของสินค้า หรือรหัสของสินค้า

6.ปุ่มการพิมพ์ข้อมูลตามประเภทของสินค้า ปุ่มนี้มีหน้าที่ในการพิมพ์ข้อมูลของสินค้าออกทางเครื่องพิมพ์ โดยเมื่อต้องการพิมพ์ข้อมูลสินค้าตามประเภทใด ในหน้าต่างของการค้นหาสินค้าตามประเภทของสินค้า เมื่อได้ประเภทของสินค้าตามที่เลือกแล้ว ก็กดปุ่มพิมพ์ข้อมูลจากนั้นข้อมูลของสินค้าที่เลือกก็จะถูกพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ แสดงได้ดังรูปที่ ง.11



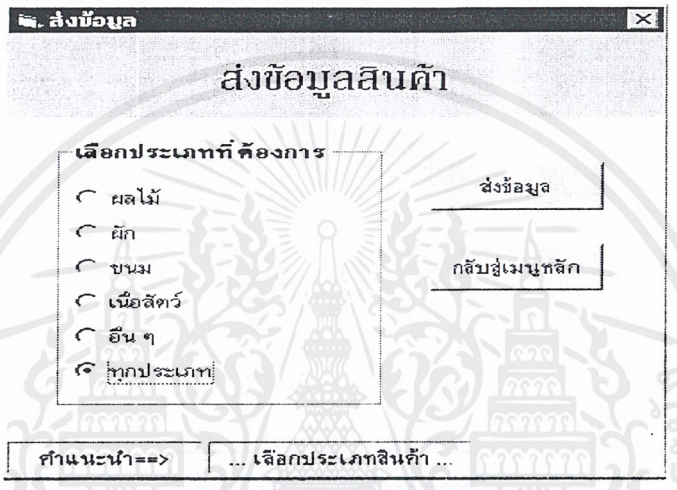
รูปที่ ง.11 การพิมพ์ข้อมูลตามประเภทของสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การส่งข้อมูลสินค้าไปเก็บที่เครื่องชั่งน้ำหนัก

การส่งข้อมูลสินค้านี้จะมีปุ่มให้ใช้งาน 1 ปุ่มคือ

1) ปุ่มการส่งข้อมูล ใช้ในการส่งข้อมูลสินค้าจากฐานข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่มทำการส่งข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลทันที เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้แล้วจะปรากฏดังรูปที่ ง.12



รูปที่ ง.12 การส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลไปเก็บที่เครื่องชั่งน้ำหนัก

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นวิธีการใช้งานเกี่ยวกับโปรแกรมฐานข้อมูลของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล (Digital Weight Measurement of Database Program : DWMD) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากการอธิบายและแสดงตัวอย่างวิธีการใช้งานนี้ จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรม DWMD ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

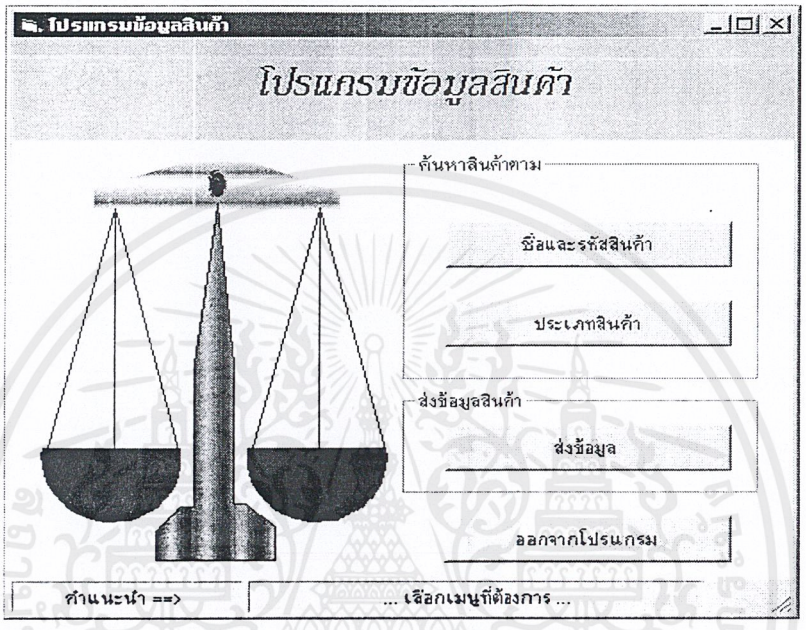
1.1.2 การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

การใช้งานสามารถแบ่งได้ 2 ส่วนหลักๆ คือ การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลกับโปรแกรม DWMD และการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลในการชั่งน้ำหนักสินค้าเมื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากฐานข้อมูลมายังเครื่องชั่งน้ำหนักแล้ว ซึ่งในขั้นตอนการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลนี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนของการดาวน์โหลดข้อมูลจากฐานข้อมูลมายังเครื่องชั่งน้ำหนักและขั้นตอนของการใช้งานเครื่องชั่งแสดงผลแบบดิจิตอลในการชั่งสินค้า ซึ่งสามารถแสดงวิธีการใช้งานของแต่ละขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

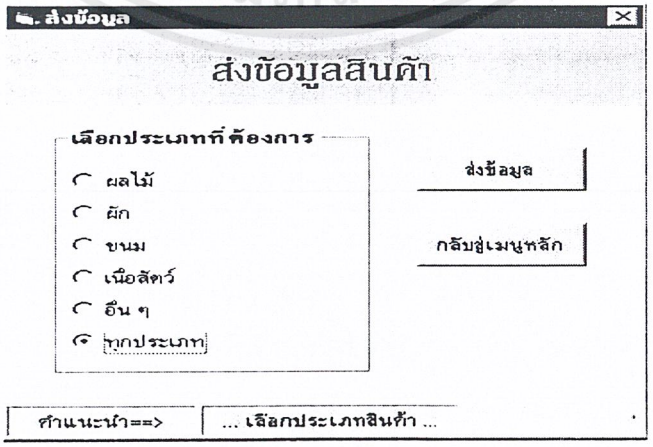
1) ขั้นตอนของการดาวน์โหลดข้อมูลจากโปรแกรมฐานข้อมูลมายังเครื่องชั่งน้ำหนัก

1.1) รันโปรแกรม DWMD ขึ้นมาทำงานโดย คลิกที่ไอคอนของโปรแกรม DWMD เมื่อคลิกแล้ว จะปรากฏโปรแกรม DWMD ดังรูปที่ ง.13



รูปที่ ง.13 โปรแกรม DWMD

1.2) ให้กดที่ปุ่ม การส่งข้อมูลสินค้า เมื่อกดปุ่มนี้แล้วจะแสดง หน้าต่างการใช้งาน ของการส่งข้อมูลสินค้าดังรูปที่ ง.14



รูปที่ ง.14 การส่งข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ก่อนที่จะทำการกดปุ่ม ทำการส่งข้อมูล ให้ต่อสายพอร์ตอนุกรมทางด้านหลังของเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลเสียก่อน ที่พอร์ตของคอมพิวเตอร์โดยต่อที่พอร์ต COM1 หรือ COM2 ก็ได้ และสายอนุกรมอีกด้านหนึ่งจะต้องต่อเข้ากับเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลที่พอร์ต RS-232 และก่อนที่จะส่งข้อมูลให้ผู้ใช้ตรวจความถูกต้องให้เรียบร้อยทุกครั้งก่อนการส่งข้อมูล

1.4) เปิดสวิตซ์เปิดการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

1.5) เมื่อโปรแกรมของเครื่องชั่งน้ำหนักทำงานแล้ว ขั้นตอนนี้ก็จะทำการส่งข้อมูลไปเก็บยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล โดยที่เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลให้ทำการกดคีย์ LD 1 ครั้ง เพื่อเป็นการบอกว่าจะทำการส่งข้อมูลแล้ว ให้เครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลพร้อมในการรับข้อมูล

1.6) จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม ทำการส่งข้อมูล โดยในการส่งข้อมูลของสินค้าผู้ใช้สามารถเลือกประเภทของข้อมูลที่จะส่งได้ เพื่อที่โปรแกรมจะได้ส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลไปยังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลให้รอการส่งข้อมูลจนสมบูรณ์ก่อนเมื่อโปรแกรมทำการส่งเสร็จแล้วที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะปรากฏข้อความและรูปภาพแสดงการเริ่มต้นการทำงานหรือแสดงการรอรับการสั่งงานจากผู้ใช้

2) การใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

2.1) ให้ทำการวางสินค้าที่ต้องการชั่งน้ำหนักลงบนเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยน้ำหนักของสินค้าที่นำมาชั่งนั้นจะต้องมีค่าไม่เกิน 35 กิโลกรัม

2.2) ให้ทำการกดรหัสสินค้าตามชนิดของสินค้าที่นำมาชั่งนั้น เช่น แครอท รหัสสินค้า A007 เป็นต้น

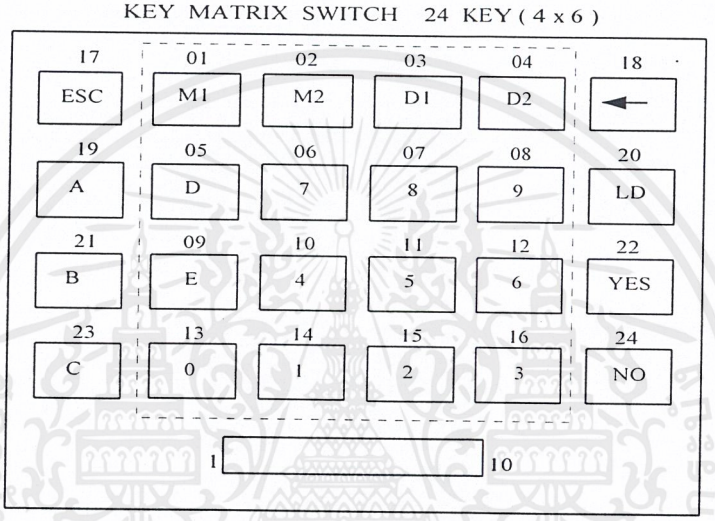
2.3) เมื่อกดรหัสสินค้าแล้ว เครื่องชั่งน้ำหนักจะแสดงค่าน้ำหนักที่จอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนและที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะแสดงผลของ รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาสินค้าต่อกิโลกรัม และราคารวมของสินค้า

จากขั้นตอนที่กล่าวมาจะสังเกตุเห็นว่าเมื่อทำการโหลดโปรแกรมมอนิเตอร์เสร็จแล้ว และทำการส่งข้อมูลมายังเครื่องชั่งน้ำหนักแล้ว การใช้งานต่างๆ ที่ตามมาก็จะมีความสะดวกและง่ายขึ้น ซึ่งวิธีการทำงานตามขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน้าที่ของฟังก์ชั่นคีย์ต่างๆ บนเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

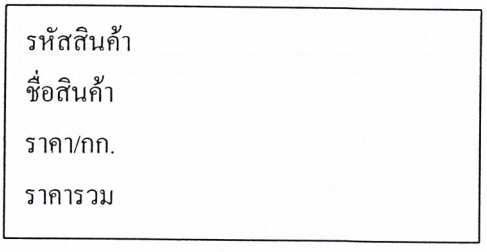
หน้าที่ของฟังก์ชั่นคีย์ต่างๆ บนเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล ในการใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลนั้นผู้ใช้งานจะต้องรู้คุณสมบัติของฟังก์ชั่นการใช้งานของคีย์ต่างๆ ด้วย เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งรูปของคีย์จะแสดงดังรูปที่ ง.15



รูปที่ ง.15 คีย์การใช้งานของเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล

3.1) คีย์ ESC ใช้ในยกเลิกการทำงานของฟังก์ชั่นคีย์ต่างๆ หรือใช้ในการยกเลิกเงื่อนไขการกำหนดค่าหรือการกดคีย์อื่นๆ

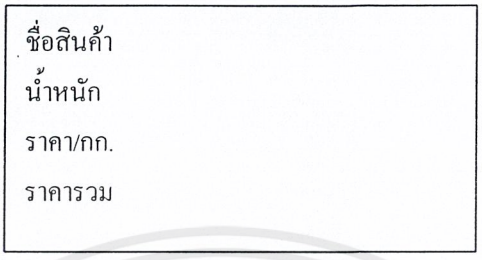
3.2) คีย์ M1 ใช้ในการกำหนดหรือเปิดดู หน้าจอแรกของการแสดงผลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลวซึ่งถ้ามีการกดคีย์ M1 นี้จะให้แสดงผลดังรูปที่ ง.16



รูปที่ ง.16 การแสดงผลในโหมด 1

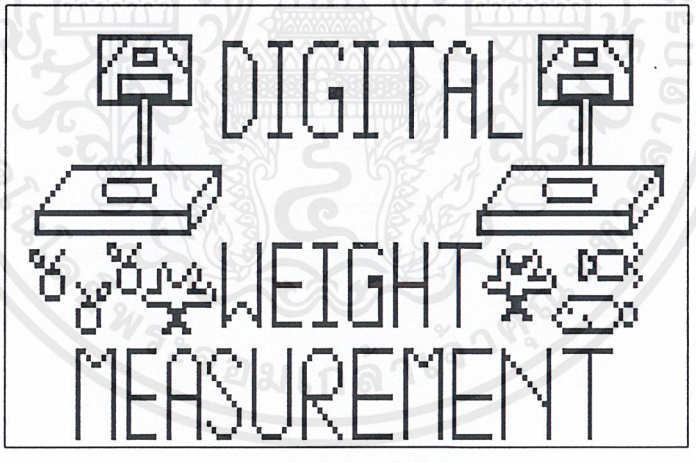
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) คีย์ M2 ใช้ในการกำหนดหรือเปิดดูหน้าจอที่สองของการแสดงผลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งถ้ามีการกดคีย์ M2 นี้จะแสดงผลดังรูปที่ ง.17



รูปที่ ง.17 การแสดงผลในโหมด 2

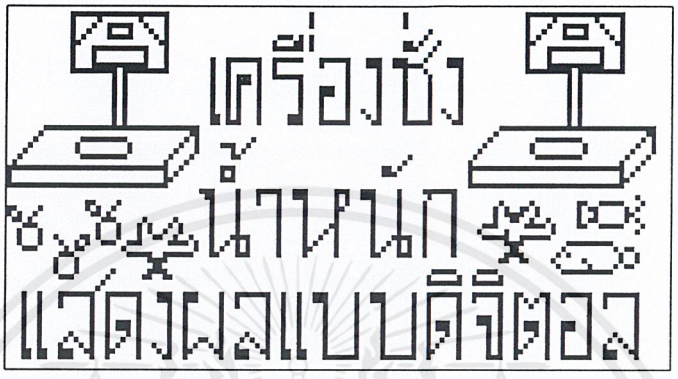
3.4) คีย์ D1 ใช้ในการกำหนดรูปภาพตัวอย่าง ของการแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเมื่อเครื่องชั่งน้ำหนักอยู่ใน สภาวะรอการทำงานหรือไม่มีการชั่งน้ำหนักของสินค้า ซึ่งถ้ามีการกดคีย์ D1 นี้จะแสดงผลดังรูปที่ ง.18



รูปที่ ง.18 หน้าจอสภาวะรอการทำงานในภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) คีย์ D2 ใช้ในการกำหนดรูปภาพตัวอย่าง ของการแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเมื่อเครื่องชั่งน้ำหนักอยู่ในสภาวะ รอการทำงานหรือไม่มีการชั่งน้ำหนักของสินค้า ซึ่งถ้ามีการกดคีย์ D2 นี้จะแสดงผลดังรูปที่ ง.19



รูปที่ ง.19 หน้าจอสภาวะรอการทำงานในภาษาไทย

3.6) คีย์ ←(Back Space) ใช้ในการลบข้อมูลหรือการแสดงผลบนหน้าจอแสดลผลแบบผลึกเหลว ซึ่งสามารถลบข้อมูลได้ตามหน้าจอของการแสดงผล

3.7) คีย์ LD ใช้ในการบอกสถานะการรับข้อมูล เมื่อเครื่องชั่งจะต้องอยู่ในสภาวะที่รอการส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลมายังเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลได้ จะต้องทำการกดที่คีย์นี้ก่อนทุกครั้ง

3.8) คีย์ YES และ NO เป็นคีย์ที่ใช้ในการกำหนดการทำงานว่ายอบรับหรือไม่ยอมรับเงื่อนไขนั้น หรือใช้ในการที่ผู้ใช้จะต้องตอบตกลงหรือปฏิเสธ กรณีที่โปรแกรมมอนิเตอร์ของเครื่องชั่งเมื่อมีการถามมาว่าจะทำงานตามที่โปรแกรมต้องการหรือไม่ เป็นต้น

3.9) คีย์ A, B, C, D, E, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 เป็นคีย์ที่ใช้ในการป้อนรหัสของสินค้าต่างๆ เช่น A007 D015 เป็นต้น

จากที่ได้อธิบายฟังก์ชันคีย์ต่างๆ ที่มีใช้ในเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอล ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำความเข้าใจและทดลองใช้จริง เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเครื่องชั่งน้ำหนักแสดงผลแบบดิจิตอลอย่างเต็มประสิทธิภาพ ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชุดทดลอง

ไอซี (IC)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	89C51RD2	1 ตัว
2	PCF8574	2 ตัว
3	PCF8591	1 ตัว
4	DS275	1 ตัว
5	75176	1 ตัว
6	DS1707	1 ตัว
7	DS1307	1 ตัว
8	74HC373	1 ตัว
9	62256	1 ตัว
10	74HC138	1 ตัว
11	74HC00	1 ตัว
12	74HC374	5 ตัว
13	74HC245	2 ตัว
14	74LS145	1 ตัว
15	MC34063	1 ตัว
16	CS5526	1 ตัว
17	LM337LZ	1 ตัว
18	ICL7660	1 ตัว
19	AD620AN	1 ตัว
20	89C51	1 ตัว
21	DS1833	1 ตัว
22	75176	1 ตัว
23	MAX232	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	BC557	2 ตัว

ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	0.1 µF	41 ตัว
2	10 pF	9 ตัว
3	10 µF	4 ตัว
4	4700 pF	3 ตัว
5	0.033 µF	2 ตัว
6	30 pF	2 ตัว
7	100 µF	2 ตัว
8	470 µF	1 ตัว
9	0.68 µF	3 ตัว
10	1 µF	6 ตัว
11	47 µF	4 ตัว
12	22 µF	1 ตัว

ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	180 µH	1 ตัว
2	0.33 H	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวความต้านทาน (Resistor)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	10 กิโลโอห์ม	11 ตัว
2	1 กิโลโอห์ม	3 ตัว
3	470 โอห์ม	1 ตัว
4	330 โอห์ม	14 ตัว
5	120 โอห์ม	2 ตัว
6	820 โอห์ม	1 ตัว
7	20 กิโลโอห์ม	2 ตัว
8	750 โอห์ม	1 ตัว
9	200 โอห์ม	1 ตัว
10	8.2 กิโลโอห์ม	1 ตัว
11	32.768 กิโลโอห์ม	1 ตัว
12	180 โอห์ม	1 ตัว
13	301 โอห์ม	1 ตัว
14	10 โอห์ม	2 ตัว
15	2.5 กิโลโอห์ม	1 ตัว
16	620 โอห์ม	2 ตัว
17	แบบแถว 10 กิโลโอห์ม	5 ตัว
18	ปรับค่าได้ 1 กิโลโอห์ม	1 ตัว
19	ปรับค่าได้ 50 กิโลโอห์ม	1 ตัว
20	ปรับค่าได้ 5 กิโลโอห์ม	1 ตัว
21	ปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอด (Diode)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	1N581	1 ตัว
2	1N4148	4 ตัว
3	1N4001	14 ตัว
4	ซีเนอร์ไดโอด 3.3V	1 ตัว
5	ซีเนอร์ไดโอด 6.8V/1W	2 ตัว

ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	LED กลมขนาด 3 mm (แดง)	15 ดวง
2	7-Segment Common Cathode 8 หลักคู่	1 ตัว

คริสตอล (Crystal)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ความถี่ 22.1184 เมกะเฮิรตซ์	1 ตัว
2	ความถี่ 11.0592 เมกะเฮิรตซ์	1 ตัว
3	ความถี่ 32.768 เมกะเฮิรตซ์	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ (Switch)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	DIP Switch 4 ตำแหน่ง	1 ตัว
2	Logic Switch 1 ตำแหน่ง	1 ตัว
3	Select Switch 2 ตำแหน่ง	1 ตัว
4	เมตริกซ์สวิตช์ ขนาด 4 × 6	1 ตัว

คอนเนคเตอร์ (Connector)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	2 ขา	10 ตัว
2	3 ขา	3 ตัว
3	5 ขา	5 ตัว
4	10 ขา	2 ตัว
5	16 ขา	16 ตัว
6	26 ขา	1 ตัว

ซ็อกเก็ต (Socket)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	8 ขา	4 ตัว
2	14 ขา	1 ตัว
3	18 ขา	2 ตัว
4	20 ขา	8 ตัว
5	30 ขา	1 ตัว
6	40 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอื่นๆ

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ลำโพงบัซเซอร์	1 ตัว
2	LCD Graphic ขนาด 128× 64 จุด	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษดา ใจเย็น และคณะ. **เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ ม.ป.ป.

เจนวิทย์ เหลืองอร่าม, พ.อ. และปิยวิทย์ เหลืองอร่าม. **การเขียนโปรแกรมสำหรับ Applications ด้วย C/C++.** กรุงเทพฯ : ธรรมสาร. 2543

ชัชวาล ศุภเกษม. **การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย Microsoft Visual Basic 6.0 ภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2542

ชัยวัตน์ ลิ้มพรจิตรวิลัย และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 Flash Microcontroller.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ ม.ป.ป.

มัณฑนา ปราการสมุท,ร.ศ. **การเขียนชุดคำสั่งภาษาซี.** กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย. 2534

วรพล ลีลาเกียรติกุล และคณะ. **C51LAB C Language Laboratory.** กรุงเทพฯ : ศิลารีเสิร์ช. 2538

สมยศ จุณณะปิยะ, ร.ศ. **Microcontroller Applications MCS-51.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

สุทธิศักดิ์ พงศ์ธนาพานิช. **Visual Basic 5.0 Professional การใช้คำสั่งและคอลโทรล Activex.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2541

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพฯ : ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). 2543

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **ระบบคอมพิวเตอร์และภาษาแอสเซมบลี้.** กรุงเทพฯ : ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวปวีณอร ใกล้สุข
วันเดือนปีเกิด	23 มีนาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ภูมิลำเนาเดิม	61 หมู่ 6 ตำบลชีวาน อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา 30110
ที่อยู่ปัจจุบัน	13/20 ซอย เกกีงาม 1 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-1581-5175
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านซาด
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิมายวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	-
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	เมื่อพ่ายแพ้..จงอย่าสูญเสียบทเรียนไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวรเชษฐ์ คำผาย
วันเดือนปีเกิด	1 พฤศจิกายน 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ภูมิลำเนาเดิม	62 หมู่ 5 ตำบลบ้านหลวง อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ 50280
ที่อยู่ปัจจุบัน	397/1 หมู่ 1 ซอย จินดานิเวศน์ 10 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	-
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนป่าแดงวิทยาคม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมวัดเพลงนนทบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยการอาชีพฝาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	Be strong enough to face the world each day จง...เข้มแข็งพอที่จะเผชิญหน้ากับความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายธีระ ตระกูลปริรักษ์
วันเดือนปีเกิด	20 ธันวาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดภูเก็ต
ภูมิลำเนาเดิม	35 ซอยประยูร 2/4 ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
ที่อยู่ปัจจุบัน	397/1 หมู่ 1 ซอย จินดานิเวศน์ 10 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-7622-4963 , 0-9725-0349
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนดาราสมุทรภูเก็ต
มัธยมศึกษาตอนต้น	ภูเก็ตวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ความตั้งใจทำสิ่งใดก็สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายพิเชษฐ์ บุญส่ง
วันเดือนปีเกิด	20 ธันวาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ภูมิลำเนาเดิม	2/6 หมู่ 12 ตำบลวังหว้า อำเภอแกลง จังหวัดระยอง 21110
ที่อยู่ปัจจุบัน	397/1 หมู่ 1 ซอย จินดานิเวศน์ 10 ถนนอ่อนนุช แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	0-3867-2076
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านวังหิน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนแกลง “วิทยสถาวร”
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคระยอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ปลาเป็นย่อมว่ายทวนกระแสน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้