ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

Grain Pack and Scale Machine

ชื่อนักศึกษา 1. นายธราพงษ์ ถวิลการ รหัสประจำตัว 44035322

2. นายบุญฤทธิ์ วาสนกมล รหัสประจำตัว 44035329

3. นายภาสกร จินานุกูลวงศ์ รหัสประจำตัว 44035339

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
4. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	
5. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม...

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่...1...เดือน...ธค...พ.ศ...42

<BT4620222>
เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

GRAIN PACK AND SCALE MACHINE

T051871

นายธราพงษ์ ถวิลการ
นายบุญฤทธิ์ วาสนกมล
นายภาสกร จินานุกูลวงศ์

เลขหมู่.................
เลขทะเบียน 51871
วัน,เดือน,ปี - 3 ส.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

Grain Pack and Scale Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
2. เพื่อออกแบบตัวเครื่องและระบบการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
3. เพื่อสร้างเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
4. เพื่อทดสอบระบบการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
5. เพื่อนำเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ ไปใช้งานในการบรรจุเมล็ดพันธุ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
2. ได้วงจรควบคุมระบบการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
3. ได้เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
4. ได้ผลจากการทดลองการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์
5. เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดภัณฑ์	
นักศึกษา	นายธราพงษ์	ถวิลการ
	นายบุญฤทธิ์	วาสนกมล
	นายภาสกร	จินานุกูลวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ การนำเอาอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์,ไฟฟ้าและทางด้านเครื่องกลมาสร้างเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ ในกระบวนการชั่งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยใช้อุปกรณ์หลักๆ อันได้แก่ อุปกรณ์ทางด้านนิวแมติกส์อุตสาหกรรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ฯลฯ จุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงการนำเอาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์เข้ากับระบบทางไฟฟ้าและทางด้านเครื่องกล เพื่อนำมาสร้างเป็นระบบการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม โดยอุปกรณ์หลักที่สำคัญของระบบนี้คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาใช้เป็นตัวควบคุมระบบดังกล่าว โดยที่ขีดความสามารถของโครงงานนี้สามารถที่จะชั่งได้ตั้งแต่ 1-10 กิโลกรัม มีความคลาดเคลื่อนประมาณ ±25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Grain Scaling and Packaging Machine
Students	Mr. Tharapong Thawilnkarn
	Mr. Bunyarit Wasanakamon
	Mr. Pasakorn Jinanukulwong
Advisor	Mr. Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mr. Surachai Pimsalee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Electronics and Computer
Academic Year	2003

ABSTRACT

This thesis presents a provide device of electronics, electrical and mechanical take to build automatic control system. In presents of product of agriculture scale by using main device such as pneumatic device, microcontroller act. The objective for studied to addition microcontroller system to apply in electronic system and mechanical system for the industrial automatic system. The main purpose to used microcontroller MCS-51 family for control system. This project is performance for to scale 1-10 kilograms. It has to error ±25 grams.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจและทุนการศึกษาด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์	3
2.1.1 เกจความเครียด	3
2.1.2 บริดจ์ของเกจความเครียด	5
2.1.3 การชดเชยอุณหภูมิ	10
2.1.4 การจัดวางเกจความเครียด (Strain Arrangement)	11
2.1.5 การสมดุลย์ของบริดจ์	13
2.1.6 การสอบเทียบ	13
2.1.7 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง	16
2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับโหลดเซลล์	16
2.2.1 ชิ้นส่วนรับน้ำหนัก	16
2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	18
2.4 ฐานเวลาในการทำงานของซีพียูภายใน 8051	20
2.5 หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	21
2.5.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	23
2.6 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์	26
2.6.1 กฎเบื้องต้นของลมอัด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง | หน้า

2.6.2 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ 28
2.6.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์ 30
2.6.4 อุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าควบคุมในระบบนิวแมติกส์ 34
2.6.5 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดต่างๆ 36
2.7 อุปกรณ์แสดงผลทางแสง 38
2.7.1 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว 38
2.7.2 จอแสดงผลแบบ 7 ส่วน 38
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน 40
3.1 กล่าวนำ 40
3.2 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ 40
3.2.1 บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก 40
3.2.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน 41
3.2.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล 42
3.2.4 บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล 43
3.2.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์ 43
3.2.6 วงจรขับรีเลย์ 44
3.2.7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 45
3.2.8 วงจรรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์ (Summing) 45
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ 46
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ 46
3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ 51
3.4.1 ส่วนบรรจุเมล็ดพันธุ์ 51
3.4.2 ส่วนควบคุมการโรยเมล็ดพันธุ์ 52
3.4.3 ส่วนถังชั่งเมล็ดพันธุ์ 53
3.4.4 ส่วนโครงเหล็ก 54
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 55
4.1 กล่าวนำ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 การทดลองและผลการทดลอง	55
4.2.1 การทดลองและผลการทดลองโหลดเซลล์	55
4.2.2 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	56
4.2.3 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว	59
4.2.4 การทดลองและผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตซ์	61
4.2.5 การทดลองและผลการทดลองวงจรขับรีเลย์	64
4.2.6 การทดลองและผลการทดลองใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์	66
บทที่ 5 บทสรุป	68
5.1 บทสรุป	68
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	68
5.2.1 ปัญหาในการสร้างโครงเครื่องชั่งบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ	68
5.2.2 ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงาน	69
5.3 แนวทางการพัฒนา	70
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	71
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	80
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	91
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและโปรแกรมควบคุม	96
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	114
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	122
บรรณานุกรม	147
ประวัติผู้แต่ง	148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดเส้นลวดและสารยึดติด	5
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel	19
2.3 รูปแบบของรหัสแสดงผลตัวเลขแบบ 7 ส่วน	39
4.1 ผลการทดลองโหลดเซลล์ตัวที่หนึ่งที่น้ำหนัก 0-20 กิโลกรัม	55
4.2 ผลการทดลองโหลดเซลล์ตัวที่สองที่น้ำหนัก 0-20 กิโลกรัม	56
4.3 ผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	58
4.4 ผลการทดลองการกดคีย์สวิตช์	62
4.5 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด	4
2.2 เกจความเครียดชนิดยึดติด	5
2.3 บริดจ์ของเกจความเครียด	6
2.4 กราฟอัตราส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้า	8
2.5 ดีซีบริดจ์	9
2.6 เอซีบริดจ์	9
2.7 การชดเชยด้วยดัมมี่เกจ	10
2.8 การจัดวางเกจความเครียดโดยใช้เกจ 4 ตัว	10
2.9 รูปแบบการจัดวางที่เป็นไปได้สำหรับการวัดแรงดัน P	11
2.10 รูปแบบการจัดวางสำหรับการวัดแรงดัน P โดยใช้คานยืดหยุ่น	12
2.11 การจัดวางในอีกลักษณะหนึ่ง	13
2.12 การสอบเทียบสำหรับการจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุล	13
2.13 การสอบเทียบโดยการขนานตัวต้านทาน	14
2.14 การสอบเทียบเกจความเครียดทางพลวัตโดยใช้ลูกเบี้ยว	15
2.15 การสอบเทียบทางพลวัตโดยใช้ตัวสั่นสะเทือน	16
2.16 ชิ้นส่วนรับน้ำหนักแบบคาน	18
2.17 การใช้คริสตอลภายนอกต่อเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051	20
2.18 การตอบสนองของเวลาแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์	21
2.19 ขบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์	22
2.20 วงจรแซมเปิ้ลแอนด์โฮลด์	22
2.21 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์	23
2.22 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแรมป์	24
2.23 กราฟเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก และวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	24
2.24 คอนเวอร์เตอร์ซึ่งใช้เทคนิค	25
2.25 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกระหว่างการแปลงสัญญาณ	25
2.26 กฎของปาสกาล	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยล์	27
2.28 กฎของชาร์ล	28
2.29 กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว	30
2.30 กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว	31
2.31 โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว	31
2.32 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	32
2.33 ภาพถ่ายของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	32
2.34 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางมีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก (Cushion)	33
2.35 รีเลย์	34
2.36 โซลินอยด์วาล์วชนิด 2 รู	35
2.37 โซลินอยด์วาล์วชนิด 3 รู	35
2.38 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวด้วยโซลินอยด์วาล์วด้านเดียว	36
2.39 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางด้วยโซลินอยด์วาล์วด้านเดียว	37
2.40 ชื่อตำแหน่งของไดโอดเปล่งแสงในจอแสดงผลแบบ 7 ส่วน	39
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์	40
3.2 วงจรควบคุมการทำงานหลัก	41
3.3 วงจรแสดงแบบตัวเลข 7 ส่วน	42
3.4 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล	42
3.5 การออกแบบการใช้งานคีย์ของเมตริกซ์สวิตช์	43
3.6 ชื่อและรหัสของคีย์แบบเมตริกสวิตช์	44
3.7 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	44
3.8 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	45
3.9 วงจรรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์	45
3.10 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก	46
3.11 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับค่าจากอินดิเคเตอร์	47
3.12 ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา	48
3.13 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผล 7–Segment	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลแบบผลึกเหลว	49
3.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์	50
3.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลฟังก์ชั่น	51
3.17 แบบส่วนบรรจุวัตถุดิบ	52
3.18 แบบส่วนควบคุมการโรยวัตถุดิบ	52
3.19 แบบส่วนควบคุมการชั่งตวง	53
3.20 ส่วนโครงเหล็กของเครื่อง	54
4.1 การติดตั้งโหลดเซลล์	56
4.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	58
4.3 บอร์ดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	59
4.4 การเชื่อมต่อวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก	60
4.5 ข้อมูลบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	61
4.6 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	63
4.7 การเชื่อมต่อวงจรเมตริกซ์สวิตช์กับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก	63
4.8 วงจรขับรีเลย์	64
4.9 การเชื่อมต่อวงจรขับรีเลย์กับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก	65
4.10 วงจรขับรีเลย์	65
4.11 เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเครื่องชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์ที่ใช้อยู่ในประเทศส่วนมาก จะนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง โดยที่ความจำเป็นในการใช้เครื่องมืออยู่หลายระดับการใช้งานซึ่งการใช้เครื่องชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูงสามารถที่จะผลิตได้เองในประเทศ แต่ไม่ได้แพร่หลายเท่าที่ควรและจำกัดอยู่ในวงแคบๆ จึงจำเป็นที่จะต้องถ่ายทอดเทคนิคต่างๆ เข้าสู่เกษตรกร และกลุ่มผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด จึงได้มีการนำเสนอโครงงานการสร้างเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ขึ้นมา โดยใช้โหลดเซลล์เป็นตัวชั่งน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งทำให้ได้อัตราส่วนของปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่แน่นอน และใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง ซึ่งทำให้ลดปริมาณของบุคลากรลงได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 10 กิโลกรัม
2) สามารถกำหนดน้ำหนักในการชั่งได้ตั้งแต่ 1-10 กิโลกรัม
3) แสดงค่าน้ำหนักมีหน่วยเป็นกิโลกรัมและทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4) ค่าผิดพลาดในการชั่งไม่เกิน 25 กรัม
5) สามารถเรียกดูข้อมูลการชั่งย้อนหลังได้
6) สามารถแสดงข้อมูลในการชั่งผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวและค่าน้ำหนักผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

1.3เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาทางทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้างโครงงานนี้ อันได้แก่ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ ทฤษฎีเกี่ยวกับโหลดเซลล์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวแมติกส์ กระบอกสูบลม โซลินอยด์วาล์ว ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และอุปกรณ์แสดงผลทางแสง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึง การออกแบบฮาร์ดแวร์ซึ่งได้แก่ โครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์ ภาคแสดงผลด้วยระบบดิจิตอล และภาคแสดงผลแบบแอลซีดี ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และวงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลองโหลดเซลล์ วงจรแสดงผล และวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

2.1.1 เกจความเครียด

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

$$\varsigma = \frac{\Delta L}{L} \tag{2.3}$$

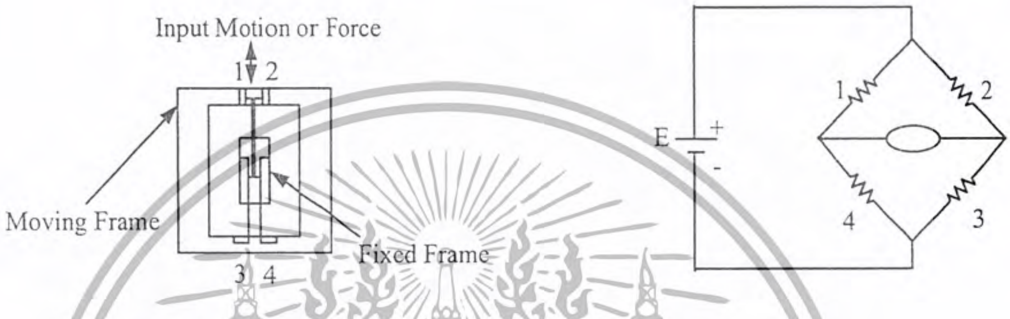
ในทางปฏิบัติ ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้มักอยู่ในรูปของเส้นลวดขนาดเล็กๆ หรือโลหะแผ่นบาง ทรานส์ดิวเซอร์เกจความเครียดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1) เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด

เกจความเครียดชนิดนี้ ลวดค่าความต้านทานเส้นหนึ่งจะถูกขึงให้ตึงระหว่างเฟรม 2 เฟรม (Frame) เฟรมหนึ่งเป็นเฟรมเคลื่อนที่ ขณะที่อีกเฟรมหนึ่งอยู่กับที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) ขนาดของเส้นลวดตามปกติแล้วมีความยาว 25 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ไมโครเมตรเพลท (Plate) ที่บิดงอได้จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับสปริงระหว่างเฟรมทั้งสอง เส้นลวดจะอยู่ภายใต้การป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดตัวใหม่ซึ่งมากกว่าโหลดที่มีการอัดตัวที่ตั้งไว้ในครั้งแรก การเคลื่อนที่ของอินพุตที่แสดงในรูปที่ 2.1 จะขึงเส้นลวดที่ 1 และ 3 ให้ตึง ขณะเดียวกันก็จะลดความตึงในลวดเส้นที่ 2 และ 4 การเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามกันจะให้ผลที่ตรงกันข้ามด้วย เส้นลวดจะถูกนำมาต่อเข้ากับวงจรวีทสโตนบริดจ์ (Wheat stone Bridge) แสดงดังรูปที่ 2.1 (ก)



(ก) ลักษณะการจัดวาง (ข) วงจร

รูปที่ 2.1 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด

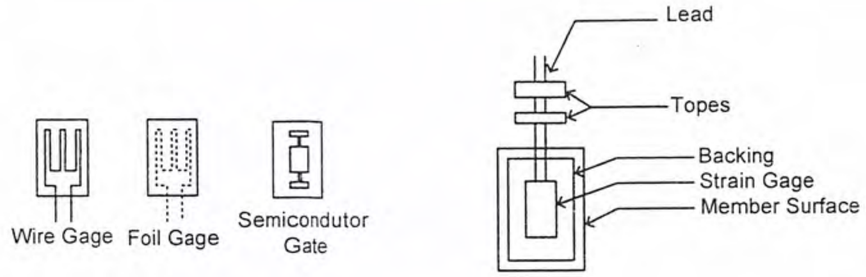
โดยทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้สามารถวัดการเคลื่อนที่ ที่มีขนาดเล็กมากๆ ถึง 5 ไมโครเมตร และแรงที่ขนาดเล็กมากๆ อีกด้วย ทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้อาจนำไปใช้เพื่อการวัดแรงความดัน และความเร่งได้

2) เกจความเครียดชนิดยึดติด

ทรานส์ดิวเซอร์เกจความเครียดชนิดยึดติด ถูกใช้อย่างกว้างขวางเพื่อวัดสิ่งที่แปรเปลี่ยนไปทางกายภาพหลายๆ อย่างเช่น ความเครียด แรง แรงบิด ความดัน และการสั่นสะเทือนเป็นต้น เกจเหล่านี้อาจจะทำด้วยวัสดุจำพวกโลหะหรือสารกึ่งตัวนำ และอยู่ในรูปของเกจเส้นลวด (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 มิลลิลิตร) หรือโลหะแผ่นบางๆ หรือแท่งเล็กๆ (ในกรณีของสารกึ่งตัวนำ) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เกจเหล่านี้มีกระดาษหรือวัสดุชนิดอื่นห่อหุ้ม เพื่อใช้ยึดติดกับพื้นผิวที่ต้องการวัดความเครียด ดังในรูปที่ 2.3 เมื่อยึดติดแล้วเกจจะได้รับความเครียดเหมือนกับความเครียดที่มีอยู่ในพื้นผิวนั้นเกจเหล่านี้มีความไวสูงมาก

เกจที่ทำจากโลหะผสมทองแดงและนิเกิลจะมีเกจแฟคเตอร์ 2 — 3 ขณะที่เซมิคอนดักเตอร์เกจ (Semiconductor Gage) มีเกจแฟคเตอร์ 100 - 200 ตารางที่ 1 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุห่อหุ้มเกจชนิดเส้นลวด (Wire Gage) และสารยึดติด (Foil Gage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ชนิดของเกจความเครียด (ข) การติดเกจความเครียด

รูปที่ 2.2 เกจความเครียดชนิดยึดติด

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	Ceramoc cement	โลหะผสม Cr, Ni	ใช้ได้สูงถึง 400 องศา

กระแสที่ไหลผ่านเกจปกติจะถูกจำกัดอยู่ที่ 10 ถึง 30 มิลลิแอมป์ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทดสอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเส้นลวด เกจที่ห่อหุ้มด้วยเบคาไลท์สามารถต้านทานกระแสที่มีค่าค่อนข้างสูงได้

จะต้องให้ความระมัดระวังขณะทำการติดเกจ พื้นที่ผิวที่ต้องการติดเกจจะต้องทำให้สะอาดตลอดเวลาหลังจากนั้นใส่สารยึดติดตามคำแนะนำของโรงงาน ผู้ผลิตแล้วทำการเชื่อมต่อกับขาของเกจและฉนวนเป็นลำดับสุดท้าย

2.1.2 บริดจ์ของเกจความเครียด

เกจความเครียดโดยปกติแล้วจะถูกต่อเป็นส่วนหนึ่งของวงจรวีทสโตนบริดจ์เพื่อว่าการเปลี่ยนแปลงในค่าความต้านทานของมัน อันเนื่องจากความเครียดจะได้วัดได้หรือเอาต์พุตที่สามารถนำไปแสดงผลหรือบันทึกผลได้ มีการจัดวางบริดจ์อยู่สองรูปแบบนั่นคือ

1) บริดจ์แบบสมดุล (Balanced Bridge)

2) บริดจ์แบบไม่สมดุล (Unbalanced Bridge)

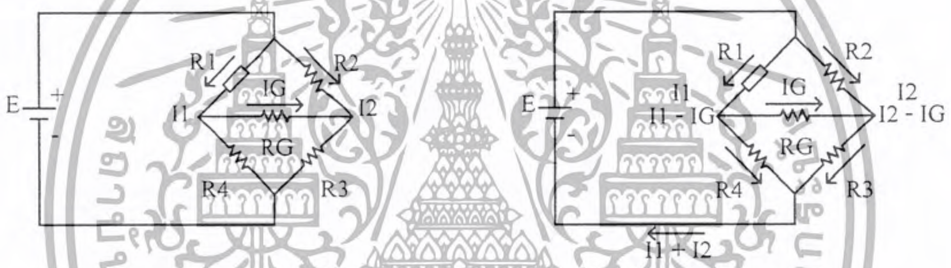
ในการจัดวางแบบสมดุลบริดจ์รูปที่ 2.3 ค่าความต้านทานของเกจความเครียด R_1 เป็นแขนข้างหนึ่งของวีทสโตนบริดจ์ ขณะที่แขนที่เหลือมีค่าความต้านทาน R_2, R_3 และ R_4 บริดจ์จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า E และ R_G เป็นค่าความต้านทานของกัลวาโนมิเตอร์ (Galvanometer) กล่าวได้ว่า สมดุล เมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวาโนมิเตอร์เงื่อนไขของการสมดุลที่เรารู้จักดีคือ

$$\frac{R1}{R4} = \frac{R2}{R3} \tag{2.4}$$

ถ้า R1 มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียด บริดจ์ซึ่งมีสมดุลในตอนต้นก็จะไม่สมดุล ดังนั้นอาจจะทำให้สมดุลได้อีกครั้งโดยการเปลี่ยนแปลงค่า R_4 หรือ R_2 การเปลี่ยนแปลงอันนี้สามารถวัดได้และถูกใช้เพื่อการแสดงการเปลี่ยนแปลงของ R1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเครียด ซึ่งเทคนิคนี้สามารถนำมาใช้เพื่อวัดความเครียดทางสถิติได้เพียงด้านเดียว



รูปที่ 2.3 บริดจ์ของเกจความเครียด

การจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุล ที่แสดงในรูปที่ 2.3 กระแสที่ไหลผ่านกัลวาโนมิเตอร์หรือแรงคลื่นไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวาโนมิเตอร์ถูกใช้ เพื่อแสดงความเครียดในเกจความเครียด วิธีนี้สามารถใช้เพื่อวัดความเครียดทางพลวัตได้ดี เช่นเดียวกับการวัดความเครียดทางสถิติเพื่อแสดงถึงการได้มาของความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเอาต์พุต ที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในค่าความต้านทานของเกจ R1 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$I_1R_1 + R_4(I_1 - I_G) = E \tag{2.5}$$

$$I_1R_1 + I_GR_G - I2_R = 0 \tag{2.6}$$

$$I_GR_G + (I_2 + I_G)\, R_3 - (R_1 - I_G)\, R = 0 \tag{2.7}$$

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

$$I_G = \frac{E(R_2R_4 - R_1R_3)}{[R_2(R_1 + R_4)(R_G + R_4 + R_3) + R_1R_3R_4 - R_2R_4 - R_2R_4 + R_GR_3(R_1 + R_4)]} \tag{2.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ (2.8) จะพบว่า $I_G = 0$ เมื่อ $2R_4 = R_1R_3$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการที่ (2.5) จากสมการที่ (2.8) ค่ากระแสที่ไม่สมดุล I_G สามารถคำนวณได้สำหรับการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในค่าความต้านทานของเกจความเครียด R1 สิ่งที่ได้เมื่อ $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ เปลี่ยนแปลงเป็นค่าในสมการ $R_1 + \Delta R_1$ เราจะพบว่าสมการที่ (2.8) คือ

$$I_G = \frac{-E\Delta R_1}{4R_1(R_1 + R_G)} \tag{2.9}$$

$$R_1 = \frac{EFS_1}{(R_1 + I_G)} \tag{2.10}$$

เมื่อเป็นความเครียดที่เกิดจาก R_1 และ

$$S1 = \frac{\Delta R_1}{R_{1F}} \tag{2.11}$$

F เป็นเกจแฟคเตอร์ของเกจความเครียดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตตกคร่อม

$$R_G(G_0) = I_G R_G \tag{2.12}$$

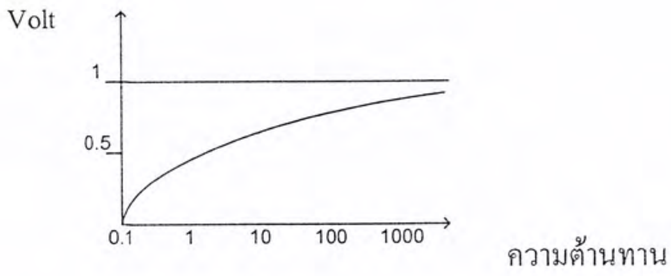
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาต์พุตที่เปิดวงจร

$$(E'_0) = \frac{-EF_1}{4} \tag{2.13}$$

สมการนี้เกิดขึ้นจากการกำหนดให้ $R_G \rightarrow \infty$ ในสมการที่ (2.11)

อัตราส่วนของ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เปิดวงจรถูกพล็อต (Plot) เทียบกับ R_G / R_1 ในรูปที่ 2.4 เราจะพบว่า R_G จะต้องมีค่าอย่างน้อยร้อยเท่าของค่าความต้านทานของเกจความเครียด R_1 เพื่อที่จะให้ได้เอาต์พุต E_0 มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟอัตราส่วนแรงเคลื่อนไฟฟ้า

เมื่อแขนของวีทสโตนบริดจ์มากกว่าหนึ่งแขน บรรจุด้วยเกจความเครียดและค่าความต้านทานของมันเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียดเอาต์พุตที่ได้รับก็คือผลรวมของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้นั่นคือรูปที่ 2.4 ถ้า R2 เปลี่ยนแปลงเป็น R2 + ΔR2 และในตอนเริ่มต้นกำหนดให้ค่าสมการ R1 = R2 = R3 = R4 สมการที่ (2.9) จะกลายเป็น

$$I_G = \frac{-E\Delta R_2}{4R_2(R_1 + R_G)} \tag{2.14}$$

ดังนั้นถ้า R1 เปลี่ยนแปลงเป็น R1 + ΔR1 และ R2 เปลี่ยนเป็น R2 + ΔR2 ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงคือ

$$I_G = -\left[\frac{E}{4(R_1 + R_G)}\right]\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2}\right] \tag{2.15}$$

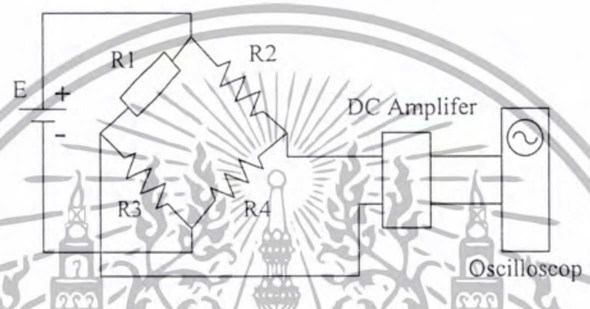
ในทำนองเดียวกัน ถ้าแขนของทั้ง 4 บริดจ์มีเกจความเครียดต่ออยู่ ซึ่งค่าความต้านทานของมันจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียดซึ่งจะพบว่า

$$I_G = -\left[\frac{E}{4(R_2 + R_G)}\right]\left[\frac{-\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4}\right] \tag{2.16}$$

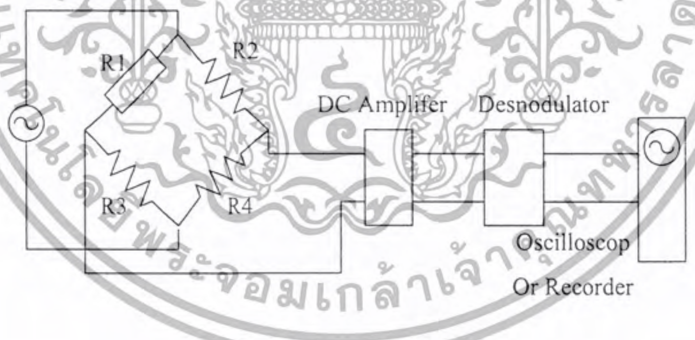
ด้วยเหตุนี้เราจะพบว่ากระแสเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้นถ้าการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานได้ ΔR_2 และ ΔR_4 และมีธรรมชาติที่เหมือนกับ ΔR_3 ดังนั้นแขนที่อยู่ใกล้ชิดกันของบริดจ์จะต้องมีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้ามกันเพื่อให้เอาต์พุตมีขนาดใหญ่หรือเพิ่มความไวของบริดจ์ ซึ่งต้องให้ความสำคัญขณะจัดวางเกจความเครียดบนพื้นที่ ที่ต้องการวัดในลักษณะที่ว่าถ้า R_1 เป็นความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตึงเครียด R_2 ควรจะเป็นความอัดเครียด R_3 เป็นความตึงเครียด และ R_4 ความจะเป็นความอัดเครียด ดังนั้นเป็นไปได้ว่าที่จะให้คำนิยามของคำว่า "แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณของบริดจ์" เหมือนกับค่าอัตราส่วนของเอาต์พุตสูงสุด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในเกจความเครียดหลายๆ ตัวต่อเอาต์พุตสูงสุด ที่ได้รับจากการใช้เกจความเครียดเพียงตัวเดียวบนพื้นที่ที่ต้องการวัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง เกจที่มีมากกว่าหนึ่งตัว (ภายใต้ความเครียด) ถูกจัดวางไว้อย่างเหมาะสม สามารถทำให้ความไวเพิ่มมาขึ้นหรือทำให้สัญญาณเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 2.5 ดีซีบริดจ์



รูปที่ 2.6 เอซีบริดจ์

การกระตุ้นบริดจ์อาจจะทำด้วยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงหรือแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ ตัววงจรที่ให้ไว้ในรูปที่ 2.5 และ 2.6 ในทั้งสองกรณี ตัวขยายเป็นสิ่งที่ต้องการ ในกรณีของเอซีบริดจ์สัญญาณเป็นแอมปริจูดมอดูเลต เหมือนแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นดีมอดูเลเตอร์จึงเป็นสิ่งที่ต้องการเพื่อการกรองความถี่พาหะ เอาต์พุตที่ได้จะเหมือนแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นดีมอดูเลเตอร์จึงเป็นสิ่งที่ต้องการทั้งสองชนิด เอซีบริดจ์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต เนื่องจากอุณหภูมิและไม่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งตามปกติแล้วมักจะพบในดีซีบริดจ์ อย่างไรก็ตาม เอซีบริดจ์มีราคาแพงและการตอบสนองต่อความถี่สูงของมันถูกจำกัดที่ประมาณ 1 ใน 5 ของความถี่พาหะที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การชดเชยอุณหภูมิ

นอกจากความเครียดแล้ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานที่เกิดในเกจความเครียดด้วย แต่มันไม่สะดวกที่จะใช้การคำนวณเพื่อการแก้ไขอุณหภูมิ การแก้ไขและการชดเชยอุณหภูมิที่ทำขึ้นโดยตัวของมันเองจะสะดวกกว่าซึ่งทำได้ดังนี้

1) ดัมมี่เกจ (Dummy Gage)

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

รูปที่ 2.7 การชดเชยด้วยดัมมี่เกจ

รูปที่ 2.8 การจัดวางเกจความเครียดโดยใช้เกจ 4 ตัว

2) เกจมากกว่าหนึ่งตัวที่มีการจัดวางไว้อย่างเหมาะสม

เกจ R_2 ไม่ได้เป็นดัมมี่เกจแต่ถูกวางไว้อย่างเหมาะสมบนแท่งวัสดุทดสอบเพื่อว่าเกจจะได้มีความเครียดในธรรมชาติตรงกันข้ามกับความเครียดใน R_1 ในกรณีเช่นนี้จะทำให้ระบบมีความไวและมีการชดเชยอุณหภูมิไปพร้อมๆ กันแท้จริงแล้วถ้าแขนทั้ง 4 ของบริดจ์เป็นเกจใช้งานดังแสดงในรูปที่ 2.8 โดยแขนที่ใกล้ชิดของบริดจ์มีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้าม สัญญาเอาต์พุตจะมีค่าสูงสุดและมีการชดเชยอุณหภูมิด้วย และเป็นเรื่องปกติที่ค่าความต้านทานเริ่มต้นของทุกๆ แขนของบริดจ์จะต้องมีค่าเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชดเชยอุณหภูมิเป็นเมื่อต้องการวัดความเครียดทางสถิติ เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สัญญาณเอาต์พุต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะน้อยมากสำหรับการวัดความเครียดของเกจทางพลวัต ซึ่งการวัดความเครียดทางพลวัตจึงไม่จำเป็นต้องมีการชดเชยอุณหภูมิ

2.1.4 การจัดวางเกจความเครียด (Strain Arrangement)

มีปัจจัย 2 อย่าง ต่อไปนี้ที่ต้องคำนึงถึงขณะวางเกจความเครียดบนชิ้นส่วนยืดหยุ่นเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพคือ

1) ความไวสูง
2) การชดเชยอุณหภูมิ

(ก) เกจ R_1 ถูกยึดติดอยู่บนส่วนยืดหยุ่น (ข) เกจสองตัว R_1 และ R_2 ถูกวางไว้เป็นมุม

(ค) R_1 และ R_3 อยู่บนบริดจ์ด้านตรงข้ามกัน (ง) ใช้เกจ 4 ตัว

รูปที่ 2.9 รูปแบบการจัดวางที่เป็นไปได้สำหรับการวัดแรงดัน P

รูปแบบของการจัดวางเกจที่เป็นไปได้ของการวัดแรงดัน P ที่ป้อนเข้าไปที่ชิ้นส่วนยืดหยุ่นแสดงดังรูปที่ 2.9 (ก), (ข), (ค) และ (ง) โดยเกจความเครียดแสดงด้วยรูปสีเหลี่ยมผืนผ้าในรูปที่ 2.9 (ก) เกจ R_1 ถูกยึดติดอยู่บนส่วนยืดหยุ่น เพื่อวัดความเครียดตามแนวแกนในชิ้นส่วนยืดหยุ่นแต่ระบบไม่มีการชดเชยอุณหภูมิและเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของ R_1 เพียงอย่างเดียว

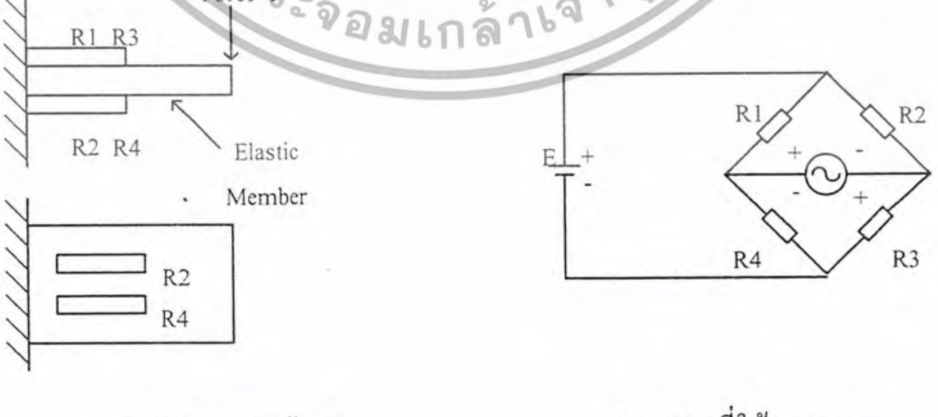
ในการจัดวางตามรูปที่ 2.9 (ข) เกจสองตัว R_1 และ R_2 ถูกวางไว้เป็นมุมฉาก หรือเรียกว่า "การจัดวางแบบพอยสัน (Poisson's Arrangement)" ดังนั้น R_1 จะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความตึงเครียดตามแนวแกน ขณะที่ R_2 เปลี่ยนแปลงจากความอัดเครียดตามแนวขวางในชิ้นส่วนยืดหยุน โดยความเครียดอันหลังจะเป็น ν เท่าของความเครียดอันแรก เมื่อ ν หมายถึงอัตราส่วนของพอยส์สัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Poisson's Ratio) แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณจะเป็น (1 + v) เพราะว่าค่าความต้านทานของ R_1 และ R_2 มีความเครียดในธรรมชาติที่ตรงกันข้าม และระบบมีการชดเชยด้วยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อ R_1 และ R_2 เท่าๆ กันจึงไม่มีผลต่อเอาต์พุต การจัดวางของรูปที่ 2.9 (ค) ซึ่งทั้ง R_1 และ R_2 อยู่ภายใต้ความตึงเครียดตามแนวแกนด้วยจำนวนที่เท่ากันและ R_1 และ R_3 ซึ่งถูกติดไว้บนแขนของบริดจ์ด้านตรงข้ามกัน จึงให้แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณเป็น 2 เท่า แต่จะไม่มีการชดเชยอุณหภูมิ ดังนั้นการจัดวางแบบนี้จึงต้องการสองดัมมี่เกจเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจในเรื่องการชดเชยอุณหภูมิ

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

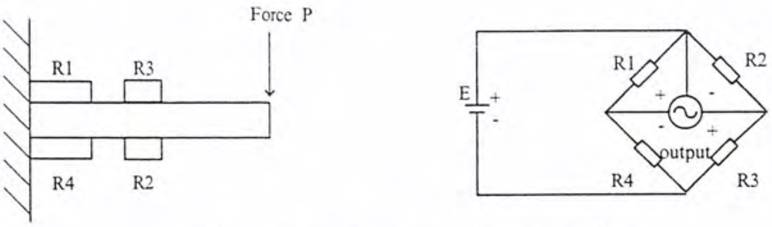
อีกตัวอย่างหนึ่งแรงดัน P สามารถวัดได้โดยใช้คานยืดหยุ่น (Elastic Cantilever) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ก) เกจความเครียดถูกยึดติดที่โคนของคาน ตรงที่ความเครียดของการโค้งมากที่สุด R_1 และ R_2 มีความตึงเครียด ขณะที่ R_2 และ R_4 มีความอัดเครียด การจัดวางบริดจ์ของรูปที่ 2.10 (ข) จะให้แฟคเตอร์สนับสนุนสัญญาณเป็น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



(ก) ลักษณะการจัดวาง (ข) วงจรที่ใช้ทดสอบ

รูปที่ 2.10 รูปแบบการจัดวางสำหรับการวัดแรงดัน P โดยใช้คานยืดหยุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การจัดวางในอีกลักษณะหนึ่ง

2.1.5 การสมดุลของบริดจ์

บริดจ์ต้องทำให้สมบูรณ์ในตอนเริ่มต้น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ ค่าความต้านทานที่แขนทั้ง 4 อาจจะไม่เท่ากัน วิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้จะถูกนำมาเพื่อใช้ในการสมดุลบริดจ์

1) วิธีการสมดุลแบบอนุกรม (Series Balancing Method)

โดยใช้ความต้านทานเอเป็ค (Apex Resistor) แสดงในรูปที่ 2.12 เนื่องจากการเคลื่อนที่ที่จุดสัมผัสของความต้านทานเอเป็ค ถ้าที่ R_1 เพิ่มขึ้นเป็น rR_2 ก็จะลดลงเป็น r ด้วย

2) วิธีการสมดุลแบบขนาน (Parallel Balancing Method)

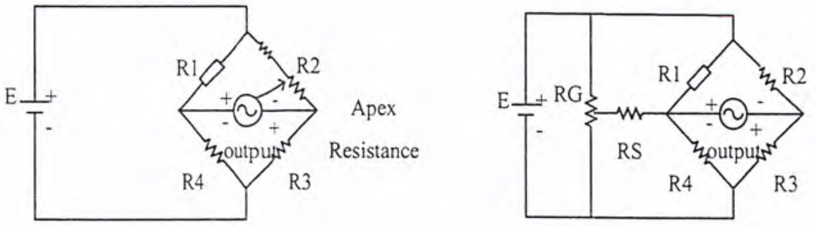
บริดจ์สามารถทำให้สมดุลได้โดย การเคลื่อนที่ที่จุดสัมผัส

2.1.6 การสอบเทียบ

การสอบเทียบกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการจัดวางวงจรบริดจ์แบบไม่สมดุลซึ่งเอาต์พุตของบริดจ์จากความเครียดของเกจความเครียด การสอบเทียบอาจทำได้ทั้งทางไฟฟ้าและทางกล วิธีการทางไฟฟ้าโดยปกติจะสร้างขึ้นในวงจรของบริดจ์ความเครียด สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป

1) วิธีการทางไฟฟ้า

วิธีแรกการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานที่แขนอาจเลียนแบบ โดยการใช้ความต้านทานเอเป็คของรูปที่ 2.12 มีความเป็นไปได้ที่จะสอบเทียบความต้านทานเอเป็คในเทอมของความเครียด ในเกจตัวเดียว (สมมุติว่าเป็น R_1) ความสามารถอันนี้แสดงดังนี้



(ก) การใช้ความต้านทานเพื่อการสมดุลและการสอบเทียบ (ข) การจัดวางสมดุลแบบขนาน

รูปที่ 2.12 การสอบเทียบสำหรับการจัดวางบริดจ์แบบไม่สมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.12 ถ้าบริดจ์ทำให้สมดุลในตอนแรกนั้นคือ

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3} = 1 \tag{2.17}$$

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

$$\frac{R_1 + \Delta R_1}{R_4} = \frac{R_2 + r}{R_3 - r} \tag{2.18}$$

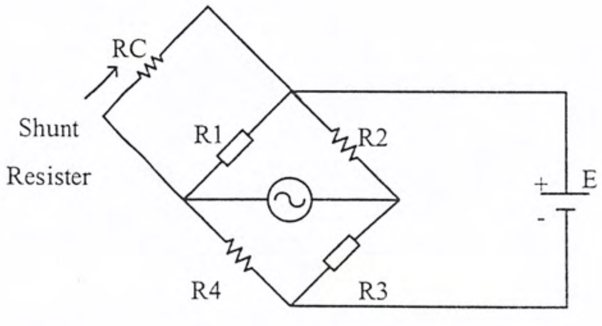
$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{2x}{1-x} \tag{2.19}$$

จากนั้นความต้านทานเอเปิดสามารถสอบเทียบได้ในเทอมของ $\Delta R_1/R_1$ หรือความเครียด (ξ) ถ้ารู้ค่าเกจแฟคเตอร์ การสอบเทียบทางวงจรไฟฟ้าวิธีที่สองโดยการใช้ค่าความต้านทานขนาน ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ถ้าตัวต้านทานขนาน R_C ถูกต่อขนานกับเกจความเครียด R_1 การเปลี่ยนแปลง

$$\Delta R_1 = R_1 - R_3 \,//\, R_C \tag{2.20}$$

หรือเราอาจเขียนสมการใหม่เป็น

$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta R_1}{R_1 + R_3} \approx \frac{R_1}{R_C} \text{ ถ้า } R_C >> R_1 \tag{2.21}$$



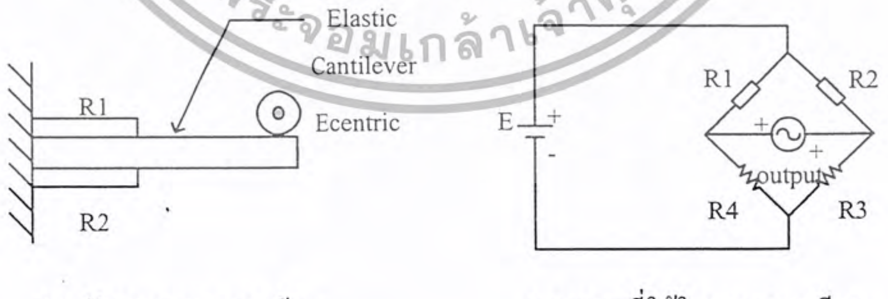
รูปที่ 2.13 การสอบเทียบโดยการขนานตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งโดยทั่วๆ ไปสำหรับ $\Delta R_1/R_1$ มีค่าน้อยมากๆ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตซึ่งเป็นผลมาจากการต่อ RC ขนานกับค่าความต้านทาน R1 สามารถวัดได้ หรือมีความสัมพันธ์กับค่าของ $\Delta R_1/R_1$ หรือความเครียดในการทดสอบทางกล สำหรับการสอบเทียบแบบคงที่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงและความเครียดสามารถคำนวณได้และมีความสัมพันธ์กันเอาต์พุต

2) วิธีทางพลวัต

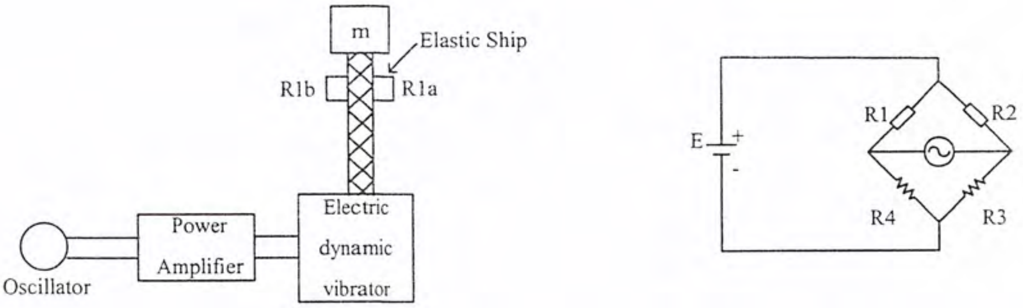
การสอบเทียบทางพลวัตมีสองวิธี ซึ่งวิธีแรกจะใช้การหมุนของลูกเบี้ยวในรูปที่ 2.14 และวิธีหลังจะใช้ตัวสั่นสะเทือนในรูปที่ 2.15 คานยึดหยุ่นถูกใช้เหมือนกันอุปกรณ์ยึดหยุ่น ความเครียดที่แท้จริงสามารถคำนวณได้และแฟคเตอร์ของการสอบเทียบซึ่งมีความสัมพันธ์กับ เอาต์พุตและความเครียดสามารถคำนวณได้ดังรูปที่ 2.15 ความถี่แอมปลิจูดของตัวสั่นสะเทือนสามารถคำนวณได้ เพราะว่าแรงอย่างไซนูซอยด์ (Sinusoidal) โดยมวล m ถูกป้อนไปที่แท่งยึดหยุ่น (Elastic strip) เป็น $m\omega^2 \times 0$ เมื่อ ω เป็นเซอร์กูล่าร์ฟรีเควนซี (Circular Frequency) ของการสั่น และ 0 เป็นแอมปลิจูดของมวลที่เคลื่อนที่ซึ่งจำเป็นที่จะต้องถูกวัดโดยทรานส์ดิวเซอร์เคลื่อนที่ใดๆ ที่อธิบายไปแล้ว ตรงข้ามกับวิธีนี้เอาต์พุตของบริดจ์สามารถวัดได้ ในรูปที่ 2.15 ทั้ง R_{1A} และ R_{1B} ถูกจัดวางเป็นแขนข้างหนึ่งของวีทสโตนบริดจ์ การกระทำเช่นนี้เพื่อการขจัดผลของการโค้งงอใดๆของแท่งยึดหยุ่นการโค้งงอในแท่งยึดหยุ่นการโค้งงอจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันแต่ในธรรมชาติที่ตรงกันข้ามของ R_{1A} และ R_{1B} ทำให้ค่าความต้านทานรวมของแขนไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเกจจะตอบสนองความเครียดอันเนื่องจากแรงทางพลวัตที่ได้จากการเคลื่อนที่ของมวล m เพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 2.14



(ก) ลักษณะการสอบเทียบ (ข) วงจรที่ใช้ในการสอบเทียบ

รูปที่ 2.14 การสอบเทียบเกจความเครียดทางพลวัตโดยใช้ลูกเบี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ลักษณะการสอบเทียบ (ข) วงจรที่ใช้ในการสอบเทียบ

รูปที่ 2.15 การสอบเทียบทางพลวัตโดยใช้ตัวสั่นสะเทือน

2.1.7 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง

ทรานส์ดิวเซอร์นี้ใช้สำหรับเปลี่ยนแรงทางกายภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแรงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1) แรงจลน์

เป็นแรงที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่ เช่น แรงที่กระทำบนข้อมือหุ่นยนต์เนื่องจากความเร่งของมวลของวัตถุในระหว่างการบังคับให้เคลื่อนที่

2) แรงสถิตย์

เป็นแรงที่กระทำบนวัตถุโดยไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เช่น แรงที่กระทำโดยคริปเปอร์ของหุ่นยนต์บนผิวของวัตถุในระหว่างการจัดการกับวัตถุ

การวัดแรงทั่วๆ ไป ทรานส์ดิวเซอร์จะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางกายภาพของทรานส์ดิวเซอร์ ซึ่งแรงเป็นตัวการทำให้เกิดขึ้น

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับโหลดเซลล์

จากหลักการทำงานของโหลดเซลล์ มีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญคือ ชิ้นรับน้ำหนักสเตรนเกจ (Strain gauge) แบบค่าความต้านทาน และภาคปรับแต่งสัญญาณ เพื่อนำสัญญาณจากโหลดเซลล์ไปใช้งานและทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยโหลดเซลล์แบบค่าความต้านทานต่างๆมีดังนี้

2.2.1 ชิ้นส่วนรับน้ำหนัก

ชิ้นส่วนรับน้ำหนักทำหน้าที่รับน้ำหนักของแรงที่มากระทำต่อโหลดเซลล์ ซึ่งจะเกิดการยืดหรือหดตัวในเนื้อวัสดุทำให้เกิดความเค้นและความเครียดขึ้น โดยทั่วๆ ไปแล้วชิ้นส่วนรับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ต้องไม่มีการยืดหรือหดตัวอย่างถาวรขณะรับแรงที่มากระทำ จากกฎของฮุคจะได้ความ สัมพันธ์ระหว่างแรง (น้ำหนัก) ที่กระทำต่อชิ้นส่วนรับน้ำหนักกับค่าความเครียดดัง Rangan ได้แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้ดังนี้

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F / A}{\Delta l / l} \qquad (2.22)$$

เมื่อ E คือ โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่น $(N / (mm)^2)$

σ คือ ความเค้น $(N / (mm)^2)$

ε คือ ความเครียด

F คือ แรงที่กระทำ (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนรับน้ำหนัก $((mm)^2)$

l คือ ความยาวเดิมของชิ้นส่วนรับน้ำหนัก (mm)

Δl คือ ความยาวที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วนรับน้ำหนัก (mm)

โดยการเลือกรูปร่างและชนิดของวัสดุ ที่ใช้ทำชิ้นส่วนรับน้ำหนักให้เหมาะสมแล้วจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงขนาดและแรงดันในลักษณะเชิงเส้น ซึ่งวัสดุที่ใช้นี้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1) มีความสัมพันธ์ ระหว่างความเค้น และความเครียดเป็นเชิงเส้นอยู่ในช่วงกว้างๆ

2) มีสเตรนฮีสเตอร์รีซิส (Strain Hyteresis) ต่ำเมื่อรับโหลดซ้ำๆกัน

3) มีครีป (Creep) น้อย เมื่อรับโหลดนานๆกล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงของความเครียดต่อเวลาต่ำในขณะที่มีความเค้นคงที่

วัสดุที่ใช้เป็นชิ้นส่วนรับน้ำหนักมักจะใช้เหล็กคาร์บอนปานกลางผสมโครเมี่ยม (Chromium) และโมลิบดิมั่ม (Molybdenum) ส่วนรูปร่างของชิ้นส่วนรับน้ำหนักที่นิยมใช้กันนั้นจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ตามขนาดของโหลดที่ใช้รับน้ำหนักเช่น

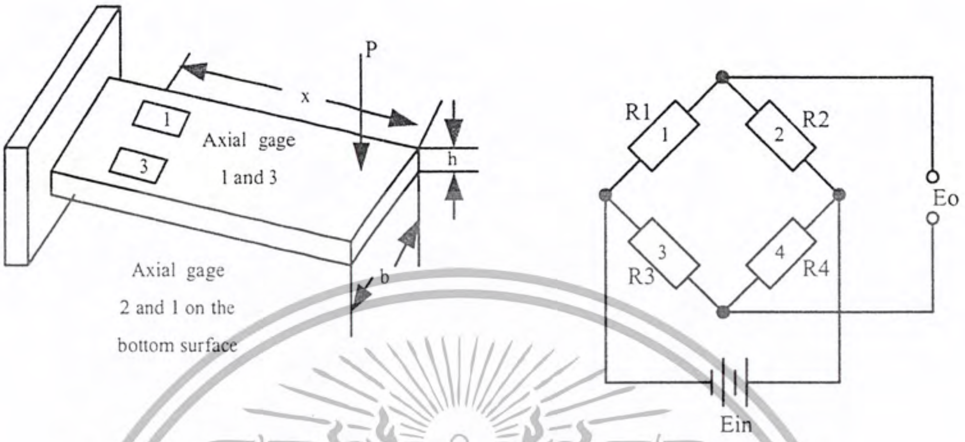
1) แบบคาน (Cantilever beam)

ชิ้นส่วนรับน้ำหนักแบบคานนี้จะเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.16 โดยจะยึดปลายด้านหนึ่งไว้ในขณะที่ปลายอีกด้านหนึ่งจะทำหน้าที่รับน้ำหนัก เมื่อมีแรงมากระทำที่ปลายคานจะเกิดโมเมนต์ดัดขึ้นซึ่งเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำความเครียดสูงสุด จะเกิดขึ้นที่ปลายคานด้านที่ยึดไว้ โดยจะติดสเตรนเกจไว้ที่บริเวณนี้เพื่อวัดความเครียดของคานโดยเกจ1และ3 ติดอยู่บนด้านบนของคานเพื่อวัดความเครียดดึง (tensile strains) เกจ 2 และ 4 ติดอยู่ที่ผิวด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51871

สำหรับวัดความเครียดอัด (compressive strains) โดยสเตรนเกจทั้ง 4 ต่อกันแบบ วีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone bridge)



รูปที่ 2.16 ชิ้นส่วนรับน้ำหนักแบบคาน

ความเครียดที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนรับน้ำหนัก หาได้จากสมการที่ Dally ให้ไว้ดังนี้

$$\varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_4 = \frac{6M}{Ebh} = \frac{6Fx}{Ebh^2} \tag{2.23}$$

เมื่อ $\varepsilon_1 \ldots \varepsilon_4$ ความเครียดที่สเตรนเกจวัดได้ (มิลลิเมตร / มิลลิเมตร)

M โมเมนต์ดัด (นิวตัน / มิลลิเมตร)

F แรงที่มากระทำ (นิวตัน)

x ระยะห่างจากตำแหน่งสเตรนเกจถึงแรง F (มิลลิเมตร)

E โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นของวัสดุ (นิวตัน / (มิลลิเมตร)^2)

b ความกว้างพื้นที่หน้าตัดของคาน (มิลลิเมตร)

h ความสูงพื้นที่หน้าตัดของคาน (มิลลิเมตร)

2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต

2) ภายในมีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง

3) หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบ RAM ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบ EPROM เพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

5) มีไทเมอร์/เคาเตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว

6) สามารถอินเตอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง

7) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิพ

8) มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพลกซ์ความเร็วสูง

9) สามารถประมวลผลทีละบิตได้

10) อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 K

11) อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 K

12) สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 บิต

ในตารางที่ 2.2 แสดงถึงคุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel รุ่นต่างๆที่นิยมใช้กัน

ตารางที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	หน่วยความจำข้อมูลภายใน	วงจรนับ/จับเวลา 16 บิต
8031	—	128 ไบต์ (RAM)	2
8032	—	256 ไบต์ (RAM)	3
8051	4 กิโลไบต์ (ROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8052	8 กิโลไบต์ (ROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
8751	4 กิโลไบต์ (EPROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8752	8 กิโลไบต์ (EPROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C1051	1 กิโลไบต์ (FLASH)	64 ไบต์ (RAM)	1
AT89C2051	2 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C51	4 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C52	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C55	20 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89S8252	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM) 2 กิโลไบต์ (EEPROM)	3
AT89S53	12 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3

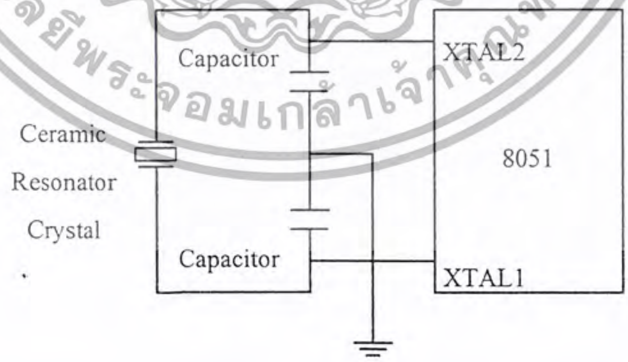
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ฐานเวลาในการทำงานของซีพียูภายใน 8051

8051 มีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน สำหรับการสร้างพัลส์ของสัญญาณนาฬิกาซึ่งจะนำไปเป็นฐานเวลา หรือการกำหนดจังหวะการทำงานของหน่วยการทำงานทั้งหมดให้สอดคล้องกัน โดยปกติแล้วมักจะทำโดยการใช้คริสตอลเชื่อมต่อเข้าขาสัญญาณ XTAL1 และ XTAL2 พร้อมกับตัวเก็บประจุลักษณะดังรูปที่ 2.17 หรือ อาจจะเป็นสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก

พัลส์ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจะเรียกว่า พัลส์ (Pulse) และคาบของสัญญาณนาฬิกานี้เรียกว่า คาบเวลาออสซิลเลเตอร์ คาบเวลาออสซิลเลเตอร์จำนวนสองคาบเรียกว่า สเทรส (Stat) ซึ่งจะนำไปใช้เป็นช่วงเวลาพื้นฐานการทำงานย่อยของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น การนำคำสั่ง การถอดความหมาย การประมวลผลและการเขียนข้อมูลเป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ช่วงเวลาของ State จำนวนหกครั้ง จะเรียกว่าแมชชีนไซเคิล (Machine cycle) ดังนั้นค่าหนึ่งแมชชีนไซเคิลจะใช้เวลา 12 คาบเวลาออสซิลเตอร์ ค่าของแมชชีนไซเคิลนี้จัดว่าเป็นช่วงเวลาที่น้อยที่สุด ในการทำคำสั่งหนึ่งซึ่งหากว่าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็จะต้องใช้เวลานานสองถึงสามแมชชีนไซเคิล

คริสตอล ฟรีเควนซี (Crystal Frequency) เป็นค่าความถี่ของคริสตอลที่ใช้กับ 8051 อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งอาจจะพบเห็นการใช้ค่าของคริสตอลเป็น 11.0592 เมกะเฮิรตซ์ ทั้งนี้โดยมีเหตุผลเนื่องจาก สามารถนำค่าถี่ที่ได้นี้ ไปใช้ในการเป็นฐานเวลา สำหรับการสร้างความถี่ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมซึ่งเป็นหน่วยทำงานภายใน 8051 ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน คือ 19,200 9,600 4,800 2,400 1,200 และ 300 บิตต่อวินาที



รูปที่ 2.17 การใช้คริสตอลภายนอกต่อเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051

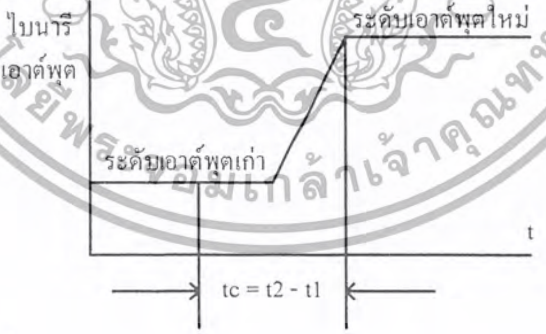
การคำนวณหาว่าเวลาที่ใช้ในการทำคำสั่งใดจนเสร็จสิ้น จะต้องดูว่าคำสั่งนั้นใช้จำนวนของแมชชีนไซเคิลเป็นเท่าไรในการประมวลผล เวลาที่ใช้จะคำนวณตามสูตร โดย C เป็นค่าจำนวนแมชชีนไซเคิลของคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = \frac{C\,x\,12}{CrystalFrequency} \tag{2.24}$$

2.5 หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เป็นวงจรที่มีสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณแอนะลอก และมีสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณเอาต์พุตจำนวน n บิต อินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล เป็นสัญญาณแอนะลอกที่ผ่านออกมาจากวงจรแซมเปิ้ลโฮลด์ ซึ่งส่วนของวงจรนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนะลอก ที่ต้องการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาในวงจร แล้วนำเอาต์พุตไปต่อเชื่อมกับอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแต่ละครั้ง วงจรนี้รับสัญญาณแอนะลอกแล้วส่งเข้าที่ขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ในช่วงเวลาที่กับเวลาแซมเปิ้ลที่กำหนดจากความถี่แซมเปิ้ลที่กำหนดในวงจร ดังนั้นในการควบคุมการทำงานของ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลในการแปลงสัญญาณ จะมีค่าจำนวนข้อมูลเท่าใดพิจารณาได้จากความถี่ของการสุ่มภายในชุดวงจรแซมเปิ้ลแอนด์โฮลนี้อย่างไรก็ตาม การพิจารณาเวลาการทำงานอง วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลนี้ยังขึ้นอยู่กับ ผลของเวลาในการแปลงสัญญาณ (Conversion Time. Tc) ภายในวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลคือ เวลาที่ใช้ในระหว่างที่อินพุตเข้ามาจนถึงการแสดงค่าระหว่างเอาท์พุตใหม่

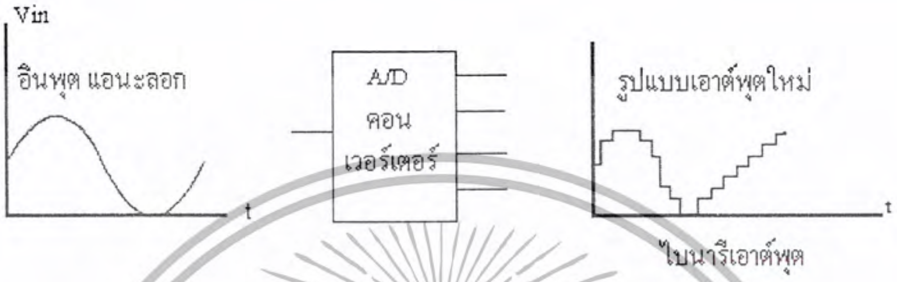


รูปที่ 2.18 การตอบสนองของเวลาแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์

เมื่อพิจารณาดูตามรูปที่ 2.18 อินพุตจากสัญญาณแอนะลอก ที่เข้าไปในวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล จะอยู่ ณ เวลา T1 และสัญญาณตอบสนองของอินพุตจะเกิดขึ้นจากผลต่างของเวลาทั้งสอง คือ เวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ ซึ่งเวลาดังกล่าวนี้เป็นเวลาที่ใช้จริงของ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลในการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ดังนั้นการ

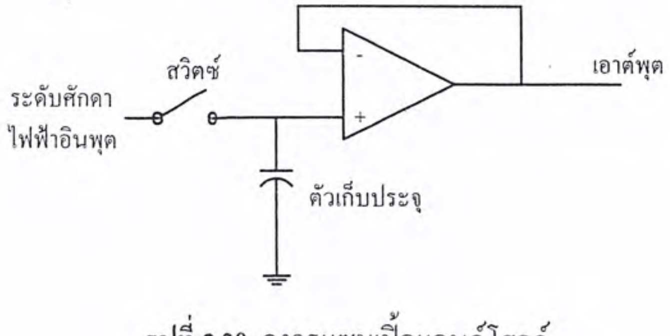
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเวลาของการสุ่มจากความถี่ของการสุ่มควรมีเวลามากกว่าในการแปลงสัญญาณ จึงจะได้ค่าดิจิตอลเอาต์พุตที่ถูกต้อง และเพื่อให้ทราบถึงผลของการสุ่มจนสัญญาณอินพุตแอนะลอกไปเห็นดิจิตอลเอาต์พุตพิจารณาจากกราฟ รูปที่ 2.18



รูปที่ 2.19 ขบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์

ตัวแปลงสัญญาณที่ปรับค่าต่อเนื่อง และตัวแปลงสัญญาณที่ประมาณค่าผลสำเร็จจะเปลี่ยนค่าในแต่ละครั้งเมื่อได้รับคำสั่งจากไมโครโปรเซสเซอร์เท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า ตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ประมาณค่าผลสำเร็จขนาด 8 บิต (ที่ใช้เวลา 1 ไมโครวินาทีในการทำงานแต่ละขั้นตอน) จะใช้เวลาทั้งหมด 8 ไมโครวินาทีในการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ในช่วงเวลา 8 ไมโครวินาทีนี้ สัญญาณแอนะลอกที่ไม่ทราบค่าที่ป้อนเข้าตัวแปลงนั้นจะต้องมีระดับศักดาไฟฟ้าที่คงที่ มิฉะนั้นค่าเอาต์พุตที่ได้อาจไม่ถูกต้องเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการนำวงจรแซมปิลแอนด์โฮลด์มาใช้โดยวงจรนี้จะเก็บระดับศักดาไฟฟ้าของสัญญาณที่รับเข้ามาในตัวเก็บประจุก่อนที่ตัวแปลงสัญญาณจะเริ่มการทำงาน เมื่อสวิตช์ถูกปิด ตัวเก็บประจุจะได้รับประจุจนมีระดับศักดาไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากับระดับศักดาไฟฟ้าของสัญญาณที่ป้อนเข้ามาและเมื่อสวิตช์ถูกเปิด ระดับศักดาไฟฟ้าในตัวเก็บประจุจะคงอยู่ที่ค่านี้จนกว่าสวิตช์จะถูกปิดอีกครั้ง



รูปที่ 2.20 วงจรแซมเปิ้ลแอนด์โฮลด์

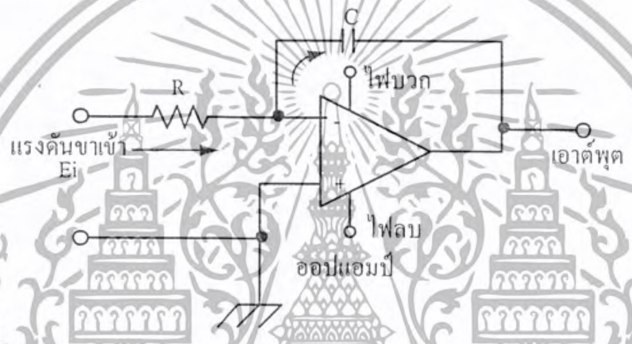
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

ที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมี 3 แบบ คือ

1) วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล แบบสโลปคู่

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมากนัก ก็สามารถแปลงสัญญาณได้อย่างแม่นยำ แต่มีข้อเสียตรงที่ใช้เวลาในการแปลงสัญญาณนานมากไปจึงไม่เหมาะ ในการใช้วัดแรงดันในช่วงเวลาสั้น ๆ



รูปที่ 2.21 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์

พิจารณารูปที่ 2.21 ซึ่งเป็นวงจรอินทิเกรเตอร์แบบพื้นฐาน ประกอบด้วยออปแอมป์ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแตกต่าง

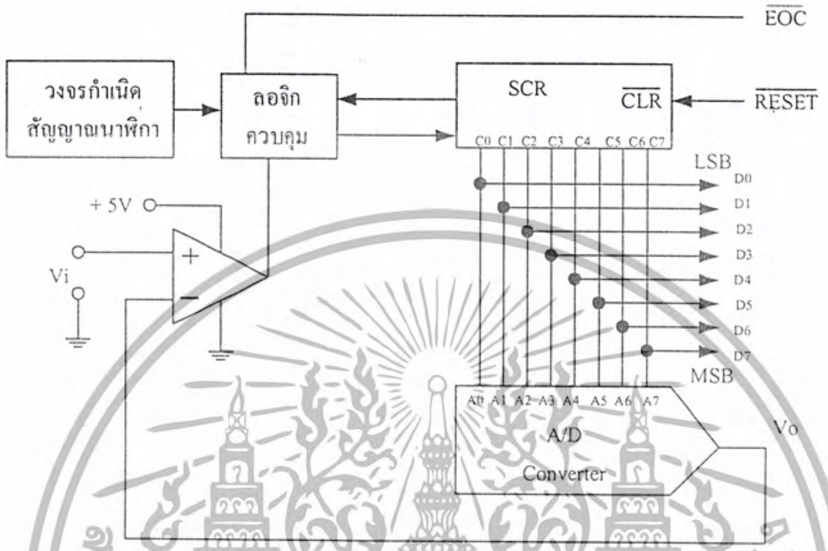
2) วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแรมป์

เป็นวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่เข้าใจการทำงานง่ายที่สุด โดยแสดงโครงสร้างการทำงาน ดังรูปที่ 2.22 เมื่อพิจารณาตามรูปแล้วสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

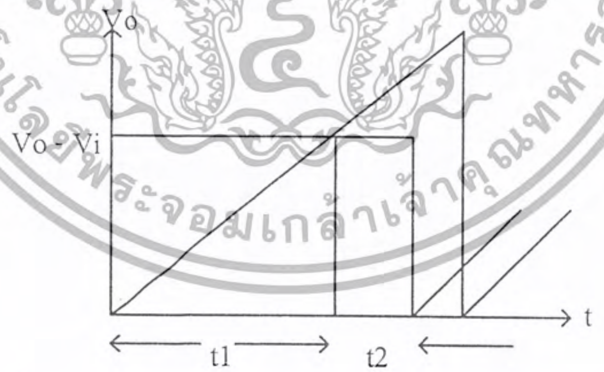
คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณรีเซตไปที่วงจรนับ เพื่อให้สามารถรับสัญญาณอินพุตได้โดยขณะนั้นผลเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล มีค่าอยู่ที่ระดับต่ำสุดการทำงานของวงจรมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งสัญญาณอินพุตถูกนำมาแอนด์กับสัญญาณนาฬิกานี้ แล้วจึงส่งไปยังวงจรนับเป็นการให้แสดงระดับแรงดันที่สูงขึ้นทีละ 1 LSB ณ จุดเดียวกันนั้น ตัวเคาท์เตอร์จะทำการนับเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล สูงกว่าค่าแรงดันอินพุต Vin เมื่อถึงจุดนี้ของวงจรเปรียบเทียบจะแสดงค่าไปจนกระทั่งเป็น 0 โวลต์ เมื่อถึง 0 โวลต์ที่จะหยุดสัญญาณนาฬิกาจะหยุดนับที่จุดซึ่ง Vo เริ่มมากกว่า Vin ขา EOC จะลดระดับเป็นระดับต่ำและส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านไปทาง

เอกสารนี้เป็น... งานการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตพอร์ตหลังจากคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเสร็จจะส่งสัญญาณรีเซตมาที่ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล หลังจากนั้นก็เริ่มทำกระบวนการแบบเดิมอีกครั้ง



รูปที่ 2.22 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบแรมป์



รูปที่ 2.23 กราฟเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก
และวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

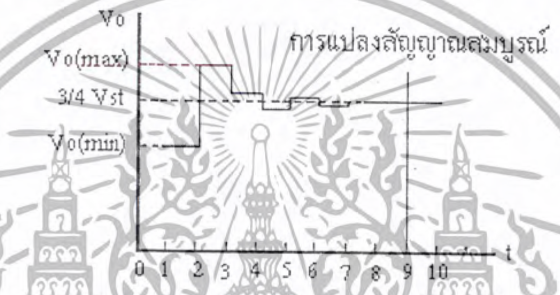
กราฟนี้จะแสดงการทำงานของแรมป์โดย t1 แทนเวลาที่นับ เพื่อแรมป์เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกที่เริ่มจะเลย Vin และ t2 แทนเวลาระหว่างที่คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลและส่งสัญญาณรีเซตมาให้วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล เริ่มต้นกระบวนการเดิมอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นในการเก็บข้อมูล 1 ค่า จะต้องใช้เวลาในการแปลงสัญญาณ 2 ช่วงด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

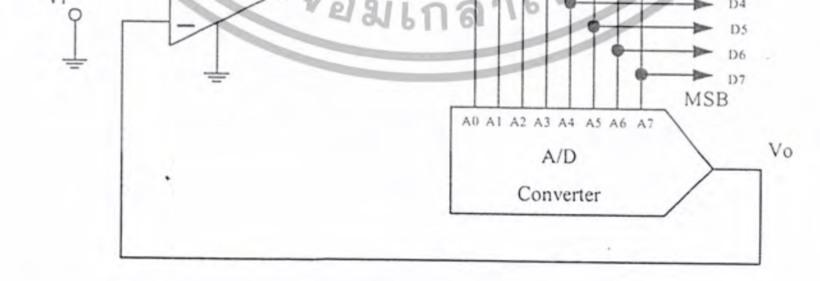
3) วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบซัสเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชัน

SAR เป็นตัวเลขหลักของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งลักษณะใกล้เคียงกับแบบแรมป์โดยโครงสร้างการทำงานเป็นการแสดงแผนผังการทำงานสำหรับวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบ SAR

SAR คอนเวอร์เตอร์ต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกและวงจรเปรียบเทียบในการทำงานเหมือนกัน ส่วนที่แตกต่างได้แก่ส่วนของวงจรนับ



รูปที่ 2.24 คอนเวอร์เตอร์ซึ่งใช้เทคนิค



รูปที่ 2.25 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอกระหว่างการแปลงสัญญาณ

การเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงจากสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล พิจารณาจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งไปยังระบบควบคุมลอจิก โดยเอาต์พุตของระบบควบคุมลอจิกจะส่งพัลส์หนึ่งลูกให้กับ SAR เพื่อเซตค่าของ MSB และลบค่าเอาต์พุตที่ยังเหลืออยู่ซึ่งจะทำให้ค่าของ Vo เท่ากับค่า Vfs / 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะน้อยกว่าค่า V1 และเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบจะยังคงอยู่ในระดับ “1” ระบบควบคุมลอจิกจะตรวจสอบว่าด้วยวงจรเปรียบเทียบยังคงเป็น “1” อยู่ที่จะส่งสัญญาณไปที่ SAR

โดยปกติแล้ววงจรจะทดสอบเอาต์พุต โดยจะเริ่มต้นที่ MSB ของ SAR ถ้าเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอกเกินค่า Vin แล้วบิตนั้นจะค้างค่าลอจิก “1” ไว้หลังจากการตรวจสอบหมดแล้ว ไบนารี่เอาต์พุตจะเป็นอัตราส่วนกับVin จะกลายเป็นว่าวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบนี้ดีกว่าแบบแรมป์ คือเวลาในการแปลงสัญญาณ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนบิตของวงจรนับแบบ SAR

2.6 ทฤษฎีพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์

2.6.1 กฎเบื้องต้นของลมอัด

กฎเบื้องต้นของลมอัดได้แก่ กฎการส่งผ่านความดันของปาสกาลและกฎปริมาตรของบอยล์

1) กฎของปาสคาล (กฎส่งผ่านความดัน)

B. Pascal (ชาวฝรั่งเศส ระหว่างปี ค.ศ. 1623-1662) ได้ทำการทดลองพิสูจน์กฎของปาสกาลซึ่งเกี่ยวกับการส่งผ่านความดันสถิตหรือความดันที่ไม่เคลื่อนที่ (static pressure) กฎนี้กล่าวว่า “ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิดจะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก”

จากรูปที่ 2.30 ในกรณีที่ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด A_1 (cm^2) และ A_2 (cm^2) ถ้ามีแรง F1 หรือน้ำหนัก W_1 (kgf) กระทำบนลูกสูบ A_1 แล้ว จะเกิดแรงถ่ายเท W_2 หรือ F_2 (kgf) ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A2 ดังนี้

$$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} = P(kgf / cm^2) \tag{2.25}$$

ดังนั้น

$$W_2 = \frac{W_1 \times A_2}{A_1}(kgf) \tag{2.26}$$

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 เล็กกว่า A_2 แรง W_2 จะมากกว่า W_1

2) กฎของบอยล์

กฎนี้คิดค้นขึ้นโดย R.Boyle (ชาวอังกฤษ ระหว่างปี ค.ศ. 1627-1691) ดังแสดงในรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎนี้กล่าวว่า ถ้ากดลูกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุอยู่ภายใน ปริมาตรของก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดังเพิ่มขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า “ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น”

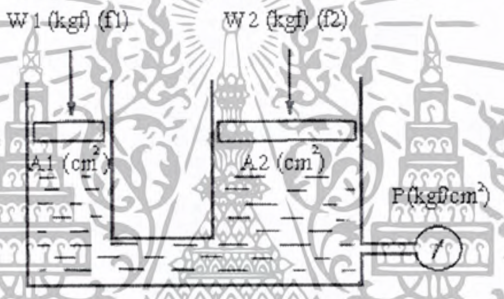
นั่นคือ $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ = ค่าคงที่

P_1 = ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น kgf / cm^2.abs

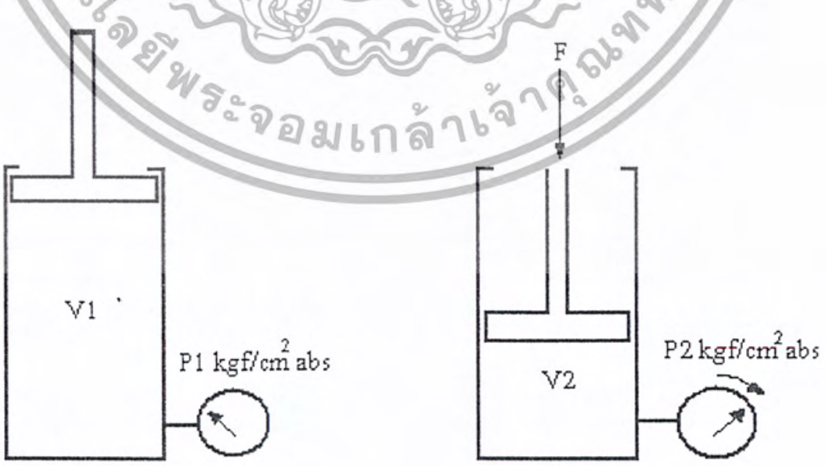
P2 = ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย kgf / cm^2.abs

V1 = ปริมาตรเริ่มต้น ℓ (ลิตร)

V2 = ปริมาตรสุดท้าย ℓ (ลิตร)



รูปที่ 2.26 กฎของปาสกาล



รูปที่2.27 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยล์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กฎของชาร์ล

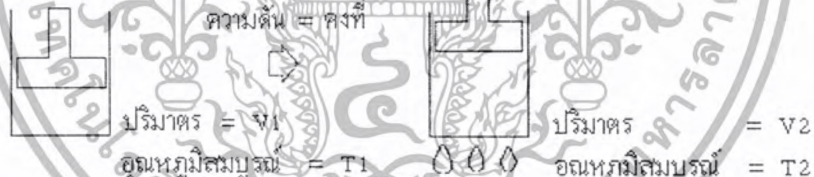
เมื่ออากาศจำนวนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร V_1 และอุณหภูมิ T_1 ถูกทำให้ร้อนหรือถูกทำให้เย็นเป็นอุณหภูมิ T_2 ภายใต้ความดันคงที่ จะได้ปริมาตรอากาศใหม่ คือ V_2 ตามความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\frac{V1}{T1} = \frac{V2}{T2} = P \text{ (ค่าคงที่)} \tag{2.27}$$

หมายความว่า ณ ค่าความดันอากาศคงที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ กฎนี้เรียกว่า “กฎของชาร์ล” รูปที่ 2.28

สำหรับสูตรที่ใช้คำนวณหาค่าความดัน อุณหภูมิ และปริมาตรของแก๊สที่มีค่าเปลี่ยนแปลงคือ

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \tag{2.28}$$



รูปที่ 2.28 กฎของชาร์ล

2.6.2 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกสามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่นอกวงจรและส่วนที่อยู่ในวงจร (เครื่องจักร) ส่วนที่อยู่นอกวงจรได้แก่ เครื่องอัดลม ถังเก็บลม เครื่องระบายความร้อน เครื่องกรองในท่อหลัก เครื่องทำลมแห้ง เป็นต้น สำหรับส่วนที่อยู่ในวงจรหรืออยู่ในเครื่องจักรได้แก่ กรองลมอัด วาล์วควบคุมความดัน อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น ทั้ง 3 ตัวนี้รวมเรียกว่า ชุดบริการลมอัด (service unit) ตัวเก็บเสียง วาล์วควบคุมทิศทางการไปของลม วาล์วควบคุมความเร็วหรือควบคุมการไหล และกระบอกสูบลม เป็นต้น

1) ถังเก็บลม (Air Tanks)

ถังเก็บลมใช้กักเก็บลมที่ถูกอัดตัวไว้ และส่วนใหญ่มักจะติดตั้งที่ทางลมออกของเครื่องอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลม อาจจะอยู่รวมกับเครื่องอัดลมหรือติดตั้งอีกตัวหนึ่งนอกเครื่องอัดลมก็ได้

2) เครื่องระบายความร้อน (After coolers)

เครื่องระบายความร้อนมักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอัดลมเพื่อทำลมอัดให้เย็นลง และจำกัดไอน้ำที่มีความร้อนจำนวนมากที่ผสมรวมอยู่กับลมอัด เพราะถ้าไอน้ำเหล่านี้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำในอุปกรณ์นิวแมติกส์ก็จะเกิดการกัดกร่อนหรือความเสียหายได้ เครื่องระบายความร้อนแบ่งได้เป็นแบบใช้น้ำหล่อเย็นและแบบใช้ลมเป่าระบายความร้อน เครื่องระบายความร้อนแบบใช้ลมเป่านั้นจะใช้ครีบระบายความร้อน ซึ่งติดตั้งที่ท่อจ่ายลมอัดและใช้พัดลมเป่าผ่านครีบเหล่านี้ ครีบเหล่านี้จะถูกติดตั้งห่างจากฝาผนังและโครงสร้างอื่น ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่ามีการระบายอากาศที่ดี ส่วนเครื่องระบายความร้อนแบบใช้น้ำหล่อเย็นจะใช้น้ำไหลหมุนเวียนในท่อเพื่อระบายความร้อนภายในภาชนะที่ลมอัดไปผ่าน

3) เครื่องกรองในท่อหลัก (Main Line Air Filter)

เครื่องกรองในท่อหลักจะทำการกำจัดฝุ่นละออง น้ำ และคราบน้ำมันที่ปะปนมากับลมอัดที่อยู่ในท่อหลัก ก่อนที่จะส่งลมอัดนี้ไปใช้งานหรือผ่านการกรองละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

4) เครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น (Refrigerator Air Dryers)

ลมที่ถูกอัดนั้นจะมีไอน้ำปะปนมาด้วย เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำลดลงถึงระดับอุณหภูมิห้องที่ตอนปลายท่อลมอัด ไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ บางครั้งจะไปหยดออกทางช่องระบายของวาล์ว ดังนั้นเครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็นนี้จะทำให้ลมอัดเย็นลงและจะควบแน่นไอน้ำที่ปะปนมากับลมอัดให้กลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งหยดน้ำจะถูกแยกออกและลมแห้งเท่านั้นที่ไหลผ่านออกไปได้

5) ตัวกรองลมอัด (Air Filter)

เครื่องกรองลมอัดจะทำการกำจัดฝุ่นละออง สนิมภายในท่อหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับลมอัด เพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ ถ้าเครื่องกรองลมอัดถูกติดตั้งในท่อลมอัดโดยที่ไม่มีเครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น เครื่องกรองลมอัดนี้จะช่วยกรองน้ำ (หยดน้ำ) ฝุ่นละออง และสนิมภายในท่อลมอัดได้ อัตราการกรองจะละเอียดกว่าเครื่องช่วยกรองในท่อหลัก

6) วาล์วควบคุมความดัน (Air Regulator)

โดยปกติ ลมอัดที่เกิดจากเครื่องอัดลมจะมีค่าความดันค่าหนึ่ง ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าความดันที่ต้องการใช้งานเล็กน้อย ดังนั้น วาล์วควบคุมความดันจะทำหน้าที่ลดความดันลมอัดให้อยู่ในระดับที่ต้องการและรักษาระดับให้คงที่ในการใช้งาน

7) ตัวเติมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator)

อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นจะใช้สารหล่อลื่นปนไปกับการไหลของลมอัด เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ทำงานอย่างราบรื่นและช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ตัวเก็บเสียง (Air Silencer)

ลมอัดจะมีเสียงดังเมื่อทิ้งออกที่รูระบายของวาล์ว ดังนั้นตัวเก็บเสียงจะช่วยลดเสียงที่เกิดขึ้นนี้ได้ระดับหนึ่ง

9) วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (Directional Control Valve)

วาล์วชนิดนี้จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมอัดโดยการ เปิด – ปิดวาล์ว ให้สัมพันธ์กับสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณลม วาล์วเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ไปกลับของก้านสูบภายในกระบอกสูบ

10) วาล์วควบคุมความเร็ว (Speed Control Valve)

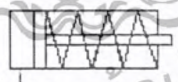
วาล์วนี้จะควบคุมความเร็วของก้านสูบภายในกระบอกสูบ โดยการปรับปริมาตรการไหลของลมอัดที่เข้ากระบอกสูบ

11) กระบอกสูบ (Air Cylinder)

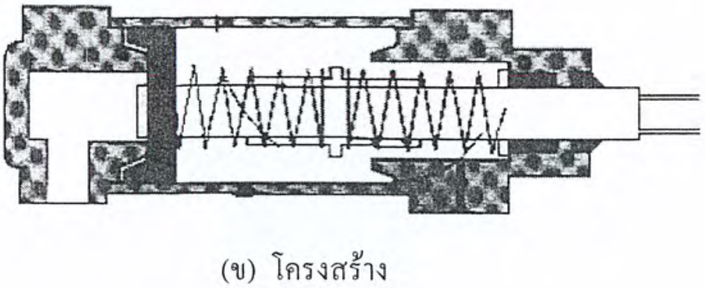
กระบอกสูบจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานลมอัดไปใช้ประโยชน์เป็นแรงให้มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยปกติกระบอกสูบจะมีชนิดทำงานได้สองทิศทางและชนิดทำงานได้ทางเดียว

2.6.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์

กระบอกสูบที่ใช้กันมากในระบบนิวแมติกส์ แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว (single acting air cylinder) และกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง (double acting air cylinder)



(ก) สัญลักษณ์



(ข) โครงสร้าง

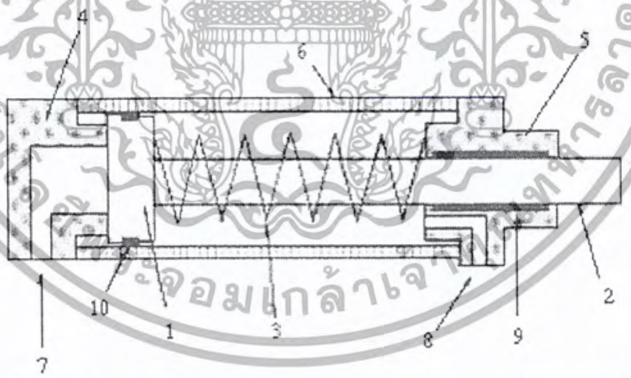
รูปที่ 2.29 กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว (Single Acting Air Cylinder)

กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว คือ อุปกรณ์ทำงานชนิดหนึ่งที่ให้แรงในแนวเส้นตรง และทำงานทิศทางเดียว มักจะเป็นทิศทางให้ก้านสูบวิ่งออก ขณะที่ก้านสูบวิ่งออกก็จะดันให้สปริงภายในกระบอกสูบยุบตัว เมื่อตัดสัญญาณลมที่ป้อนเข้ากระบอกสูบให้วิ่งออกนั้น สปริงที่ยุบตัวอยู่นี้จะคลายตัวออกมาพร้อมกับดันให้ลูกสูบถอยกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียวจะมีรูต่อลมเพียงรูเดียวอยู่ทางด้านลูกสูบ ส่วนอีกรูหนึ่งที่อยู่ทางด้านก้านสูบจะเป็นรูระบายลมเท่านั้น ซึ่งเจาะไว้โดยที่ไม่มีเกลียวสำหรับใส่ข้อต่อลง (Fitting)

รูปที่ 2.30 กระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว



รูปที่ 2.31 โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว

จากรูปที่ 2.31 เป็นโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว ประกอบด้วย

หมายเลข 1 ลูกสูบ (piston)

หมายเลข 2 ก้านสูบ (piston rod)

หมายเลข 3 สปริงสำหรับดันให้ลูกสูบถอยกลับ (return spring)

หมายเลข 4 ฝาครอบท้าย (base end cover)

หมายเลข 5 ฝาครอบหัว (head end cover)

หมายเลข 6 กระบอกสูบ (cylinder tube)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 7, 8 รูต่อลม (pressure connection)

หมายเลข 9 บูชก้านสูบ (bush and sealing element)

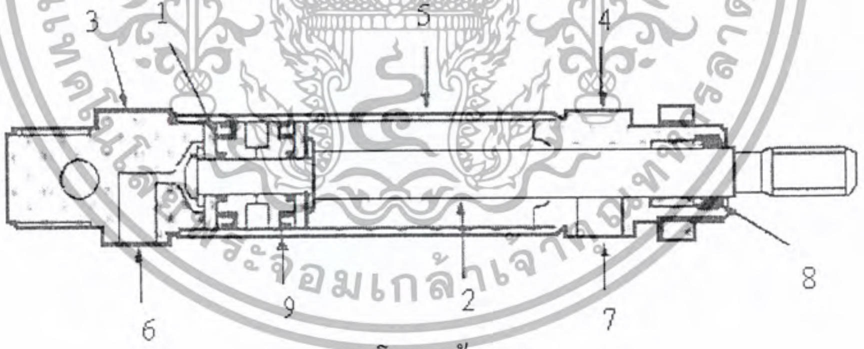
หมายเลข 10 ซีลลูกสูบ (piston seal)

แรงของกระบอกสูบที่เกิดจากการใส่ลมอัดเข้าไปดันลูกสูบ ตัวอย่างการใช้งานของกระบอกสูบชนิดนี้ เช่น การจับยึดชิ้นงาน (Clamping) การอัดชิ้นงาน (Pressing) การยกชิ้นงาน (Lifting) การป้อนชิ้นงาน (Feeding) เป็นต้น ความเร็วของลูกสูบอยู่ในช่วง 50 — 500 มม. / วินาที

2) กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง (Double Acting Air Cylinder)

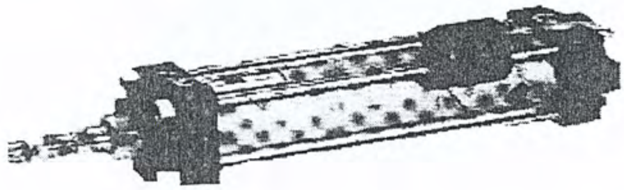
กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง คือ อุปกรณ์ทำงานชนิดหนึ่งที่ให้แรงในแนวเส้นตรงทั้งจังหวะออก และวิ่งเข้า กระบอกสูบชนิดนี้จะไม่มีสปริงอยู่ภายในกระบอกสูบ ดังนั้น การให้ลูกสูบวิ่งออกจึงต้องเอาลมอัดใส่เข้าไปทางด้านลูกสูบ และการให้ลูกสูบหดกลับตำแหน่งเดิมก็ต้องเอาลมอัดใส่เข้าไปทางด้านก้านสูบ ความเร็วของลูกสูบอยู่ในเกณฑ์ 30 - 2,000 มม. / วินาที

(ก) สัญลักษณ์



(ข) โครงสร้าง

รูปที่ 2.32 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง



รูปที่ 2.33 ภาพถ่ายของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง ส่วนใหญ่แล้วจะเหมือนกับกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว คือ

หมายเลข 1 ลูกสูบ (piston)

หมายเลข 2 ก้านสูบ (piston rod)

หมายเลข 3 ฝาครอบท้าย (base end cover)

หมายเลข4 ฝาครอบหัว (head end cover)

หมายเลข 5 กระบอกสูบ (cylinder tube)

หมายเลข 6 รูต่อลมด้านลูกสูบ (pressure connector, base side)

หมายเลข 7 รูต่อลมด้านก้านสูบ (pressure connector, head side)

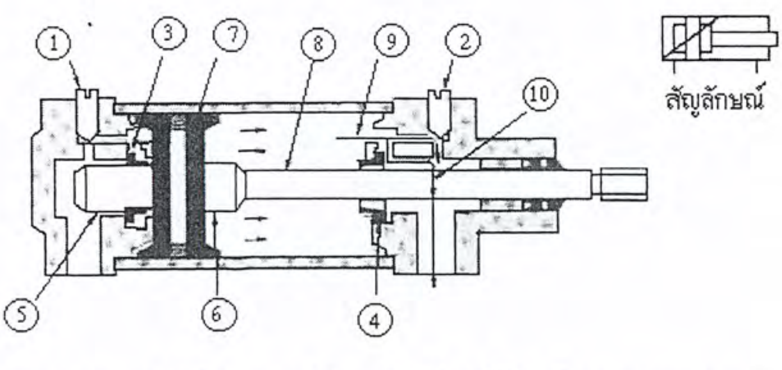
หมายเลข 8 ซีลก้านสูบ (bush and sealing element)

หมายเลข 9 ซีลลูกสูบ (piston seal)

3) กระบอกสูบที่มีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก

เมื่อกระบอกสูบลมทำงานด้วยความเร็วมาก ๆ จะทำให้ลูกสูบวิ่งกระแทกฝาครอบหัวและท้ายทำให้มีเสียงดังและชำรุดได้ง่าย วิธีการป้องกันการกระแทกดังกล่าวนี้ ทำได้โดยใช้กระบอกสูบที่มีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทกดังรูปที่ 2.34 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

เมื่อลูกสูบ 7 ถูกดันให้วิ่งออกจะทำให้ลมอัดที่อยู่ด้านก้านสูบถูกดันให้ออกจากกระบอกสูบทางหมายเลข 9 และ 10 ซึ่งขณะนี้ความเร็วของลูกสูบ 7 ก็ยังคงมีความเร็วตามปกติ จนกระทั่งเดือย 6 ดันซีล 4 ให้ปิดทางออกของลมอัดหมายเลข 10 ทำให้ความดันลมมีทางออกเพียงทางเดียวเท่านั้น คือ ทางหมายเลข 9 แต่ทางออกหมายเลข 9 นี้จะต้องผ่านวาล์วปรับขนาดของช่องทางหมายเลข 2 ทำให้ลมอัดในกระบอกสูบวิ่งออกจากกระบอกสูบได้น้อยลง ถ้าปรับวาล์ว 2 ให้แคบลงไปอีก ความเร็วของลูกสูบก็ยิ่งลดน้อยลงไป การกระแทกระหว่างลูกสูบกับฝาครอบก็ลดน้อยตามไปด้วย



รูปที่ 2.34 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางมีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก (Cushion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 อุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าควบคุมในระบบนิวแมติกส์

1) รีเลย์ (Relay)

หลักการทำงานของรีเลย์ถ้ามีแกนเหล็กอ่อนถูกพันด้วยลวดทองแดง แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าที่ปลายขดลวดนั้นจะทำให้แกนเหล็กอ่อนกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลักการนี้กลายเป็นหลักการทำงานของรีเลย์ กล่าวคือ เมื่อแกนเหล็กอ่อนกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น จะดูดให้เหล็กแผ่นมาติดกับแกนเหล็กอ่อน เป็นผลให้หน้าคอนแทคของขั้ว C ไปต่อกับขั้ว NO ส่วนขั้ว C กับขั้ว NC จะไม่ต่อกัน แต่เมื่อตัดสัญญาณไฟฟ้าที่เข้าขดลวด จะทำให้แกนเหล็กอ่อนหมดสภาพจากการเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าทันที สปริงจะทำหน้าที่ดันให้ชุดหน้าคอนแทคของขั้ว c ต่อกับขั้ว NC อีกครั้งหนึ่งซึ่งเป็นตำแหน่งปกติของรีเลย์

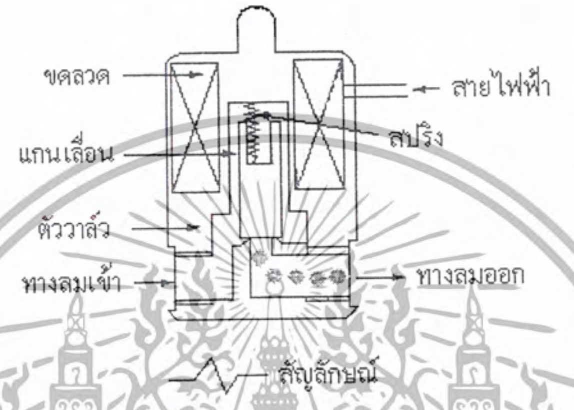
รูปที่ 2.35 รีเลย์

2) โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valves)

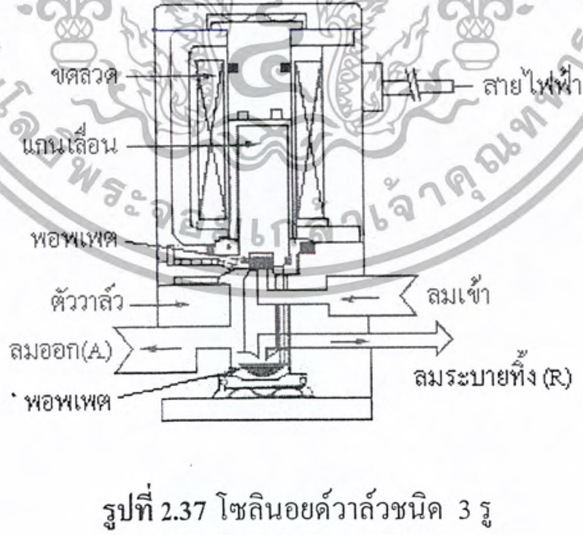
หลักการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว จะใช้หลักการของการเกิดสนามแม่เหล็กที่แกนเหล็กอ่อนเช่นเดียวกับรีเลย์ แล้วนำมาต่อเข้ากับวาล์ว จากรูปที่ 2.36 เมื่อแกนเลื่อนถูกแม่เหล็กยกขึ้น ก็จะเปิดให้ลมเข้ามาในวาล์วและผ่านช่องภายในของวาล์วออกในทิศทางออกต่อไป แต่เมื่อตัดสัญญาณไฟฟ้าที่เข้าขดลวด ทำให้สนามแม่เหล็กหมดไป สปริงที่อยู่ภายในวาล์วก็จะดันให้วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิดอีกครั้งหนึ่ง สำหรับรูปที่ 2.37 จะเป็นวาล์วชนิดมี 3 รู คือ รูลมเข้า (P) รูลมออก (A) และรูระบาย (R) ตามปกติแล้วรู A กับ R จะต่อถึงกัน แต่เมื่อแกนเลื่อนถูกดูดด้วยแม่เหล็กให้ยกขึ้นก็จะเปิดลมจากให้ลมจากรู P ต่อกับรู A ส่วนรู R จะถูกปิดด้วยพอพเพต แต่เมื่อตัดสัญญาณไฟฟ้าที่เข้าขดลวดออก จะทำให้วาล์วกลับไปอยู่ในตำแหน่งปกติอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 2.36 โซลินอยด์วาล์วชนิด 2 รู



รูปที่ 2.37 โซลินอยด์วาล์วชนิด 3 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดต่างๆ

1) วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวด้วยโซลีนอยด์วาล์วด้านเดียว

1.1) รายการอุปกรณ์จากรูปที่ 2.38

1.1.1) วาล์ว 3/2 ทำงานโดยโซลีนอยด์, กลับด้วยสปริง Y1

1.1.2) กระบอกสูบชนิดทิศทางเดียว 1.0

1.1.3) สวิตช์กดปุ่ม S1

(ก) วงจรนิวแมติก (ข) วงจรไฟฟ้า

รูปที่ 2.38 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวด้วยโซลินอยด์วาล์วด้านเดียว

หลักการทำงานจากรูปที่ 2.38 ให้ต่อวงจรนิวแมติกโดยต่อสายลมเข้าที่ช่อง P และจากช่อง 2 ของโซลีนอยด์วาล์วต่อเข้ากระบอกสูบ 1.0 ด้านลูกสูบ เมื่อกดสวิตช์ S1 ทำให้ไฟฟ้าจากขั้ว + ผ่านสวิตช์ S1ไปเข้ายังโซลีนอยด์วาล์ว Y1 แล้วออกจากโซลีนอยด์วาล์ว Y1 ไปยังขั้วลบ (-) ทำให้ขดลวดโซลีนอยด์วาล์ว Y1 ครบวงจร จึงเปลี่ยนตำแหน่งวาล์ว ทำให้กระบอกสูบ 1.0 วิ่งออก แต่เมื่อปล่อยมือที่กดสวิตช์ S1 จะทำให้โซลีนอยด์วาล์ว Y1 ไม่มีสัญญาณไฟฟ้าเข้าในขดลวดอีกต่อไป ทำให้สปริงภายในวาล์วดันให้วาล์วกลับไปอยู่ในตำแหน่งปกติ คือ ระบายลมจากกระบอกสูบด้านลูกสูบออกทิ้งสู่บรรยากาศ และสปริงภายในของกระบอกสูบก็ดันให้ลูกสูบถอยกลับในตำแหน่งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

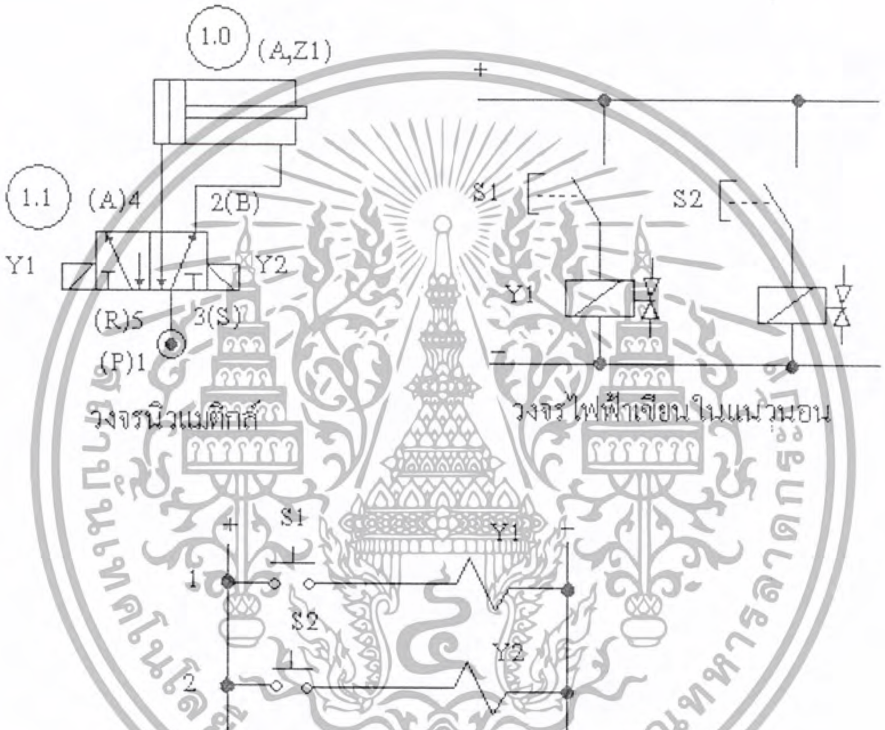
2) วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางด้วยโซลีนอยด์วาล์วด้านเดียว

2.1) รายการอุปกรณ์ จากรูปที่ 2.39

2.1.1) วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยโซลีนอยด์วาล์ว, กลับด้วยสปริง Y1

2.1.2) กระบอกสูบชนิดสองทิศทาง 1.0

2.1.3) สวิตช์กดปุ่ม S1



รูปที่ 2.39 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางด้วยโซลินอยด์วาล์วด้านเดียว

หลักการทำงาน จากรูปที่ 2.39 วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางนี้จะทำงานเหมือนกับวงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียว ต่างกันเฉพาะวาล์วที่ใช้ควบคุมเท่านั้น วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางใช้วาล์ว 5/2 ส่วนวงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวใช้วาล์ว 3/2 วาล์ว 5/2 จะเป็นวาล์วปกติเปิด คือเปิดให้ลมจากช่อง 1 ออกในช่อง 2 แล้วไปดันให้กระบอกสูบหดกลับสุด ซึ่งเป็นตำแหน่งปกติ

เมื่อกดสวิตช์ S1 จะทำให้โซลีนอยด์วาล์ว Y1 เปลี่ยนตำแหน่ง คือ ช่อง 1 ไปต่อกับช่อง 4 และระบายลมออกทิ้งทางช่อง 3 ในทำนองเดียวกันเมื่อปล่อยมือจากการกดวาล์วสวิตช์ S1 จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซลีนอยด์วาล์ว Y1 ไม่มีสัญญาณไฟฟ้าเข้าบนขดลวดอีกต่อไป จึงทำให้สปริงภายในวาล์วดันให้วาล์วถอยกลับไปอยู่ในตำแหน่งปกติ ทำให้ช่อง 1 ต่อกับช่อง 2 ดันให้กระบอกสูบ 1.0 หดกลับตำแหน่งเดิมโดยระบายลมจากด้านลูกสูบออกทิ้งจากช่อง 4 และทางช่อง 5

2.7 อุปกรณ์แสดงผลทางแสง

2.7.1 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่ใช้สำหรับแสดงผลระบบตัวเลขในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ ในปัจจุบันซึ่งอยู่ในภาคแสดงผลของเครื่องคิดเลข, นาฬิกา, หน้าปัดเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์, เครื่องมือวัดและทดสอบระบบดิจิตอล, วงจรแสดงผลทางดิจิตอล ฯลฯ

ผลึกเหลวเป็นตัวหลักของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวนี้ เป็นสสารชนิดหนึ่งซึ่งมีสภาพการไหลเหมือนอย่างของเหลว แต่การรวมตัวของโมเลกุล จะรวมตัวกันแบบโมเลกุลของของแข็ง

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือชนิดไดนามิคสแกทเตอร์ (Dynamic Scattering) กับชนิดฟิลด์เอฟเฟ็ค (Field-effect) จอแสดงผลแบบผลึกเหลวชนิดหลังนิยมใช้มากกว่าชนิดแรก เพราะกินกระแสเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดแรก และยังสามารถให้แสงได้ชัดแม้ในขณะที่แสงสว่างจากภายนอกจะมาก

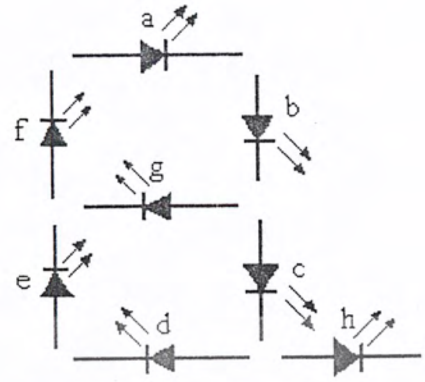
2.7.2 จอแสดงผลแบบ 7 ส่วน

จอแสดงผลแบบ 7 ส่วน ประกอบด้วยไดโอดเปล่งแสงต่อกันเป็นรูปเลข 8 มีขาร่วม 1 ขามีทั้งคาโถดร่วม และอาโนดร่วม

ไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลของเอาต์พุตอย่างง่ายๆ อย่างหนึ่ง และไดโอดเปล่งแสงแบบ 7 ส่วนจะใช้สำหรับแสดงตัวเลขฐานสิบ 0 ถึง 9 หรือแสดงเลขฐานสิบหก 0 ถึง F การกำหนดรูปแบบของตัวเลข และชื่อของแต่ละส่วน แสดงดังรูปที่ 2.40

ถ้ากำหนดให้การแสดงผลแบบ 7 ส่วนนี้เป็นแบบคาโถดร่วม และถ้าให้พอร์ตเอาต์พุตบิต D0 ต่ออยู่กับส่วน a บิต D1 ต่ออยู่กับส่วน b ตามลำดับ เมื่อบิตใดมีระดับเป็น 1 จะทำให้ส่วนนั้นติด ดังนั้นการแสดงตัวเลข สามารถเขียนเป็นรหัสเลขฐานสิบหกได้ วิธีการคือเมื่อต้องการให้การแสดงผลแบบ 7 ส่วนติดเป็นเลขใด ก็ส่งรูปแบบนั้นออกทางพอร์ตเอาต์พุต ซึ่งแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 ชื่อตำแหน่งของไดโอดเปล่งแสงในจอแสดงผลแบบ 7 ส่วน

ตารางที่ 2.3 รูปแบบของรหัสแสดงผลตัวเลขแบบ 7 ส่วน

เลข	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	รหัส
	.	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	3F
1	0	0	0	0	0	1	1	0	06
2	0	1	0	1	1	0	1	1	5B
3	0	1	0	0	1	1	1	1	4F
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66
5	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
6	0	1	1	1	1	1	0	1	7D
7	0	0	0	0	0	1	1	1	07
8	0	1	1	1	1	1	1	1	7F
9	0	1	1	0	1	1	1	1	6F
A	0	1	1	1	0	1	1	1	77
B	0	1	1	1	1	1	0	0	7C
C	0	0	1	1	1	0	0	1	39
D	0	1	0	1	1	1	1	0	5E
E	0	1	1	1	1	0	0	1	79
F	0	1	1	1	0	0	0	1	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

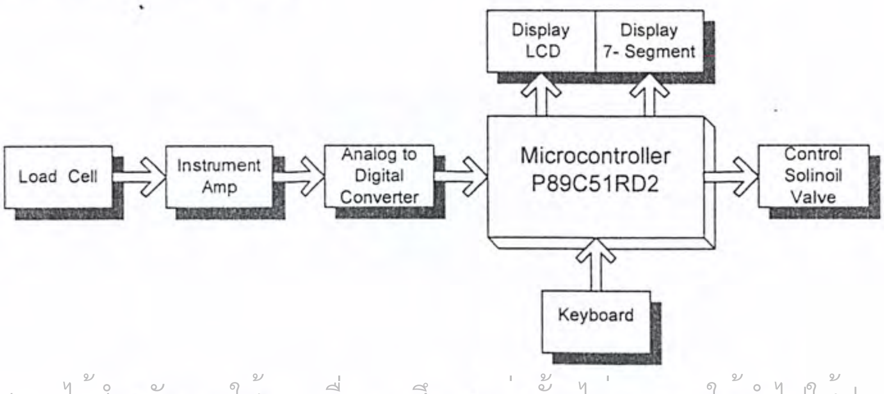
3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและการสร้างเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ จะประกอบไปด้วยส่วนของโครงสร้างตัวเครื่องและวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว วงจรเมตริกซ์สวิตซ์ วงจรขับรีเลย์ และวงจรควบคุมการทำงานหลัก

3.2 การออกแบบทางด้านด้านฮาร์ดแวร์

3.2.1 บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

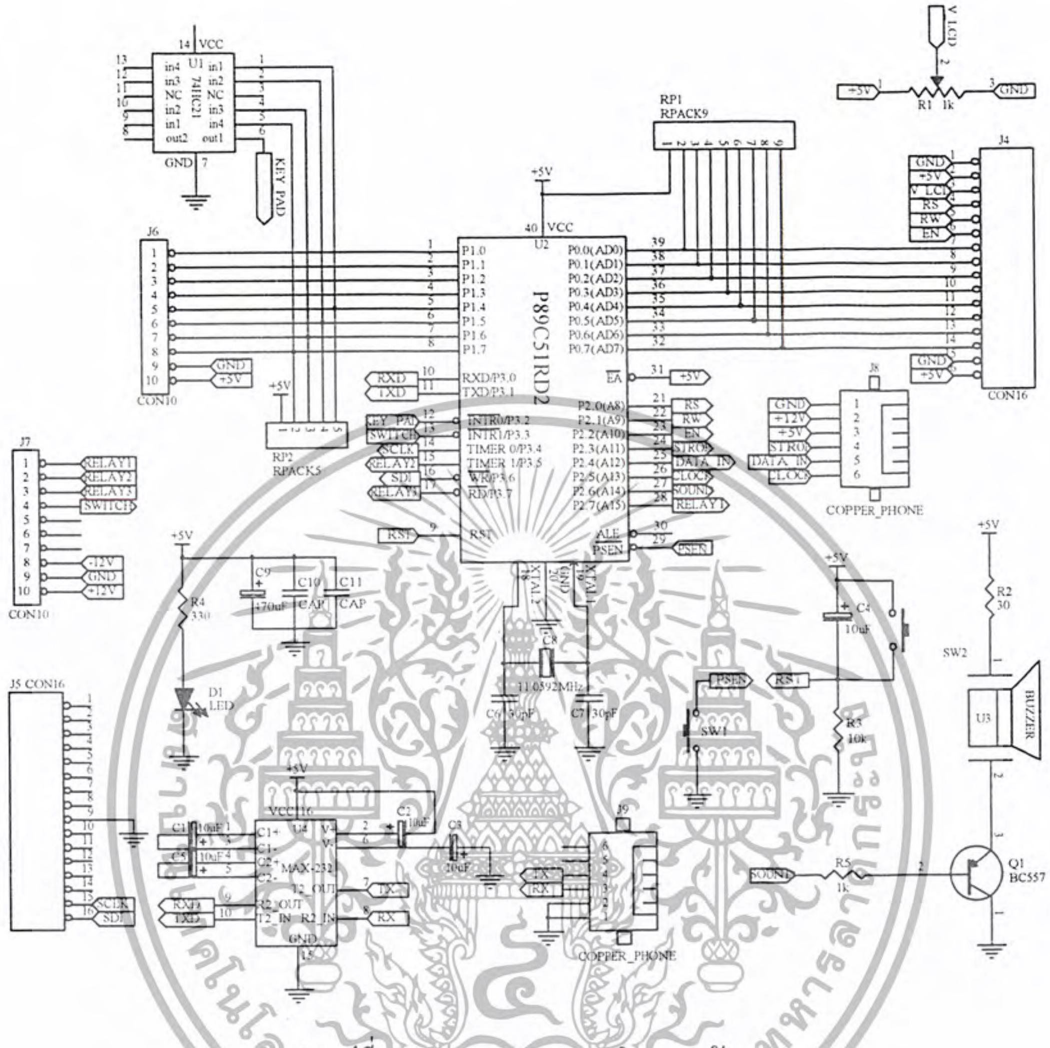
บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ ได้ออกแบบให้มีการเชื่อมต่อกับส่วนต่างๆ ดังนี้ คีย์บอร์ด (Keyboard) วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว มาต่อใช้งานกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยควบคุมการทำงานทั้งหมดผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งคีย์บอร์ดจะต่ออยู่กับพอร์ต P1 ทั้งพอร์ต ส่วนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนนั้น เชื่อมต่อกับพอร์ต P2.3, P2.4 และ P2.5 ซึ่งเป็นการแสดงผลโดยใช้ไอซีแบบชิฟรีจิสเตอร์ (Shift Register) ขนาด 32 บิต วงจรขับโซลินอยด์วาล์วเชื่อมต่ออยู่ที่พอร์ต P2.7, P3.5 และ P3.7 จำนวน 3 บิต เพื่อควบคุมกระบอกสูบทั้งหมด 3 ตัว วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวจะใช้พอร์ต P0 เป็นตัวส่งข้อมูล และพอร์ต P2.0, P2.1, P2.3 เป็นตัวควบคุมจอแสดงผลแบบผลึกเหลว และมีการรับค่าจากอินดิเคเตอร์ที่เป็นค่าน้ำหนักที่วัดได้จากโหลดเซลล์ ผ่านทาง RS-232



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

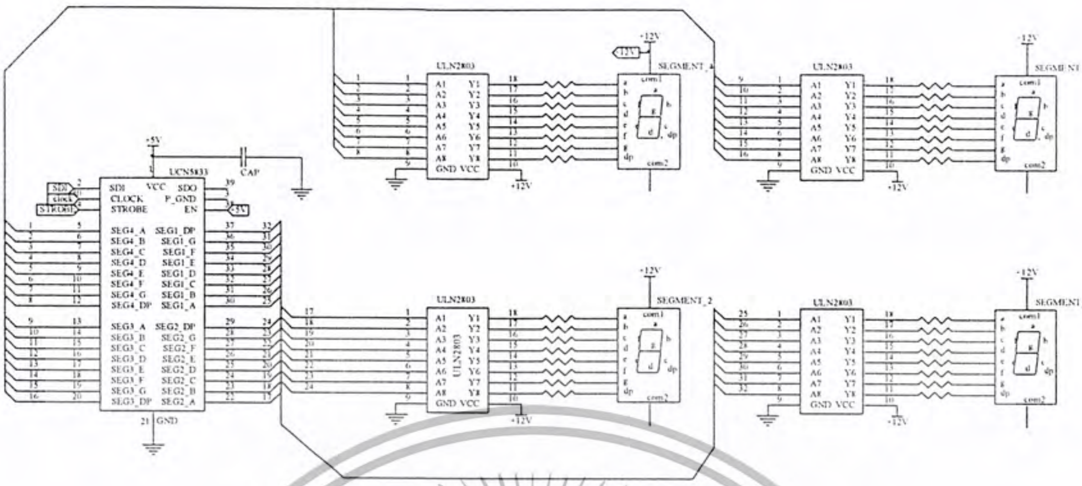


รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมการทำงานหลัก

3.2.2 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ใช้ในการแสดงผลค่าน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ในถังชั่ง โดยแสดงผลค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ออกมาเป็นตัวเลข ตั้งแต่ค่าน้ำหนัก 00.00 กิโลกรัม ไปจนถึงค่าน้ำหนัก 20.00 กิโลกรัม การแสดงผลจะใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน จำนวน 4 หลัก ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ UCN5833 เป็นไอซีชิฟรีจีสเตอร์ ขนาด 32 บิต ทำให้ขับตัวเลข 7 ส่วน ได้จำนวน 4 หลักพอดี โดยจะใช้สายสัญญาณในการควบคุมการแสดงผล 3 เส้น คือ สัญญาณสโตรป (Strop), สัญญาณคล็อค (Clock) และสัญญาณข้อมูล (Data) โดยเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ที่พอร์ต P2.3, P2.4 และP2.5 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

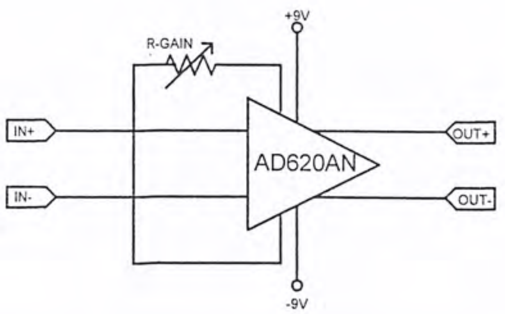


รูปที่ 3.3 วงจรแสดงแบบตัวเลข 7 ส่วน

3.2.3 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซล

เนื่องจากแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากโหลดเซลมีแรงดันต่ำมาก อยู่ในช่วงเพียงแค่มิลลิโวลต์เท่านั้น จึงต้องทำการขยายสัญญาณแรงดันนี้ ให้สูงขึ้นเพียงพอที่จะเอาสัญญาณนี้ไปป้อนให้แก่วงจรแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อที่จะทำการแปลงสัญญาณต่อไป

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



รูปที่ 3.4 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซลล์

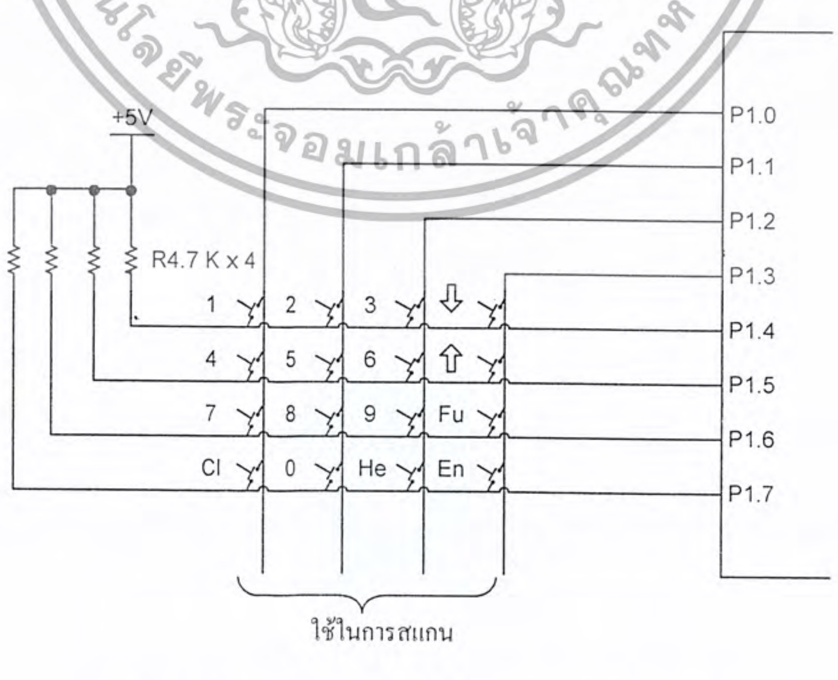
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

บอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลใช้งานในการแปลงสัญญาณแอนะลอกที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณจากโหลดเซล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51RD2 ควบคุมการทำงาน ซึ่งในบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจะใช้ไอซีเบอร์ CS5525 (16-Bit Multi-Range ADC with 4-Bit Latch) ของคริสตอลที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดี สัญญาณรบกวนต่ำ ขนาด 16 บิต สามารถเลือกต่อได้ทั้งคอมมอนโหมด (Common Mode) คือการวัดสัญญาณเทียบกราวด์ (Ground) หรือดิฟเฟอร์เรนเชียลโหมด (Differential Mode) โดยการวัดระดับแรงดันที่ขั้ว AIN+ กับ AIN- อีกทั้งยังสามารถแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งไอซี A/D ขนาด 16 บิต มีความเที่ยงตรงสูง ความละเอียดระดับ 65535 ระดับ

3.2.5 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เมตริกซ์สวิตช์ (Matrix Switch) ใช้ในการป้อนค่าน้ำหนักที่ต้องการชั่ง ซึ่งเมตริกซ์สวิตช์ที่ใช้จะมีขนาด 4 แถวคูณ 4 หลักจึงมีสวิตช์จำนวน 16 ตัว โดยเชื่อมต่อกับคีย์พอร์ตของบอร์ดควบคุมการทำงานหลักที่พอร์ต P1 โดยจะมีการส่งค่าข้อมูลออกไปทำการสแกนในแต่ละหลัก จำนวน 4 บิต และทำการอ่านค่าข้อมูลของเมตริกซ์สวิตช์กลับเข้ามาเมื่อมีการกดปุ่มที่เมตริกซ์สวิตช์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การออกแบบการต่อใช้งานวงจรเมตริกซ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ชื่อของแต่ละคีย์

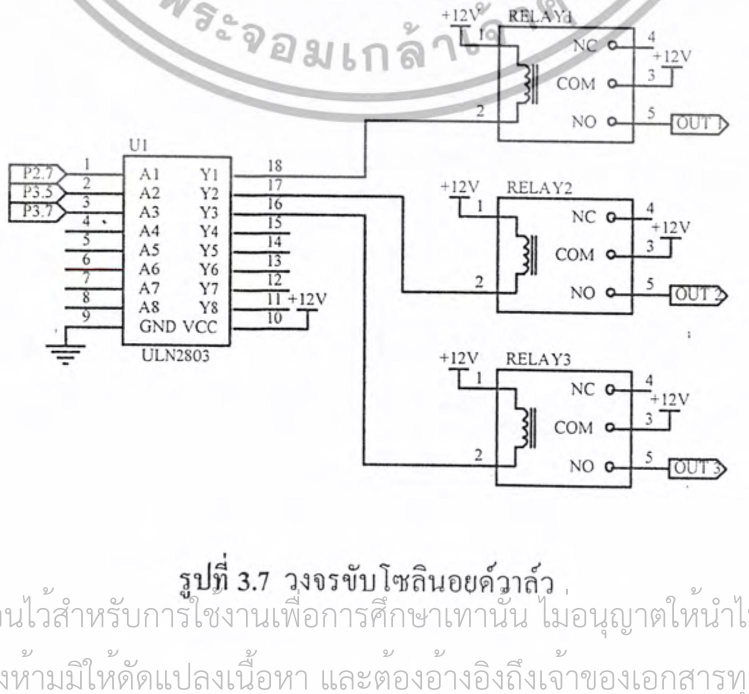
EE	ED	EB	E7
DE	DD	DB	D7
BE	BD	BB	B7
7E	7D	7B	77

(ข) ค่ารหัสสแกนของแต่ละคีย์

รูปที่ 3.6 ชื่อและรหัสของคีย์แบบเมตริกซ์สวิตซ์

3.2.6 วงจรขับรีเลย์

วงจรขับรีเลย์ ใช้ในการควบคุมการปิดเปิดของกระบอกสูบทั้ง 3 ตัวที่ติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ไอซีเบอร์ ULN2803 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นไอซีไดรฟ์เวอร์แบบอินเวอร์เตอร์จำนวน 8 ตัว มาช่วยในการขับกระแสให้กับรีเลย์ ไอซีตัวนี้สามารถขับกระแสได้ถึง 500 มิลลิแอมป์ และมีวงจรไดโอดป้องกันกระแสย้อนกลับจากสนามแม่เหล็กอยู่ภายในดังแสดงในรูปที่ 3.7

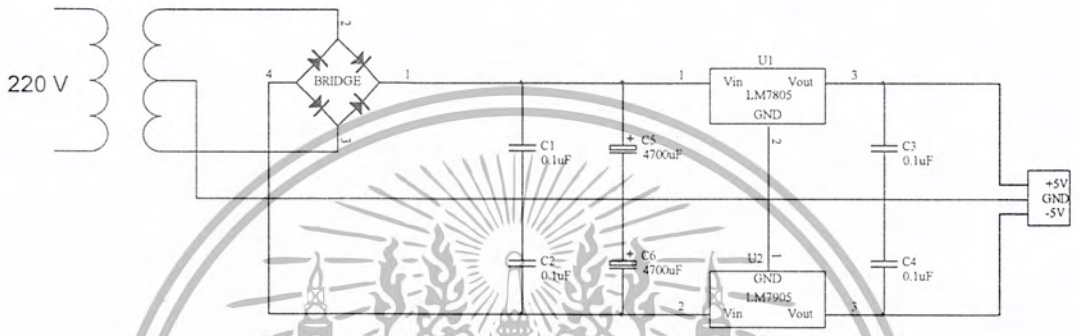


รูปที่ 3.7 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

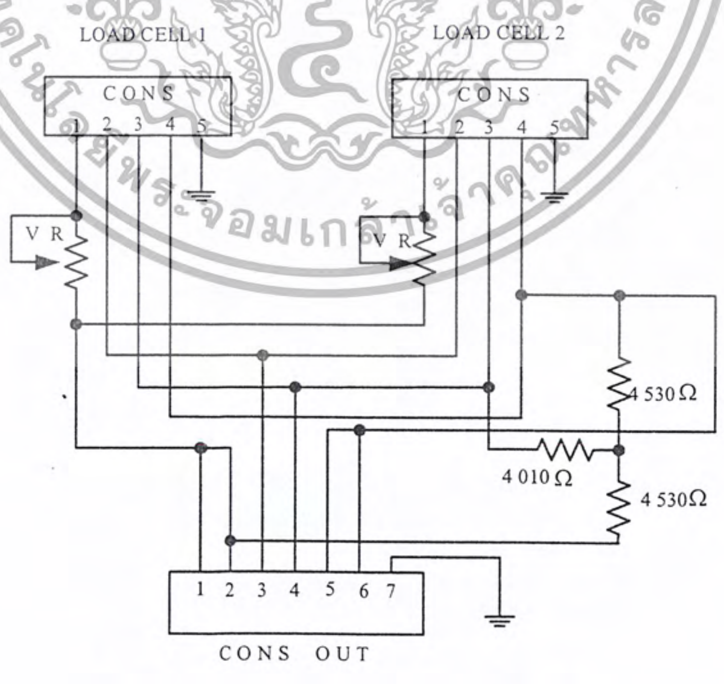
3.2.7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

วงจรแหล่งจ่ายไฟเป็นวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ จะทำหน้าที่ในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากหม้อแปลง ให้เป็นให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 5 V โดยใช้ IC 7805 และ 7905 เป็นตัวพิกัดแรงดันที่ ±5 V



รูปที่ 3.8 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

3.2.8 วงจรรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์ (Summing)



รูปที่ 3.9 วงจรรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์

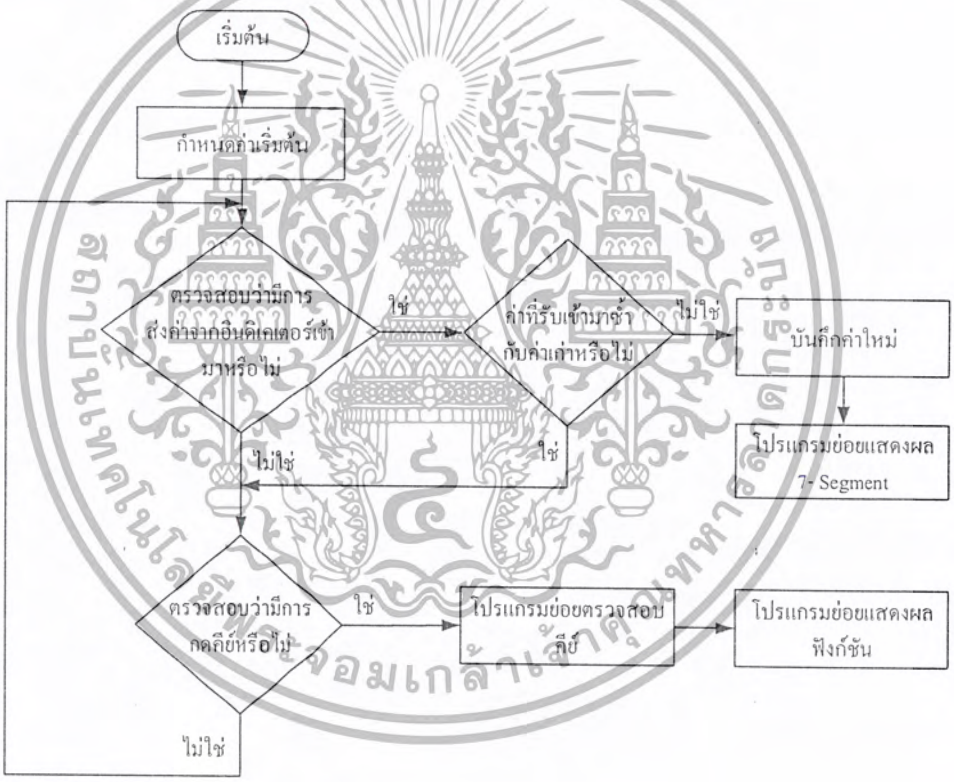
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป3.9 การทำงานของวงจรนี้จะทำหน้าที่ในการรวมสัญญาณแรงดันเอาต์พุตของโหลดเซลล์เพื่อป้อนเข้าสู่วงจร Instrument-Amp โดยอาศัยการปรับค่าของ VR ทั้ง 2 ตัวเพื่อให้ค่าแรงดันนั้นเท่ากัน ซึ่งวงจรนี้ใช้กับโหลดเซลล์ได้ 2 ตัว

3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

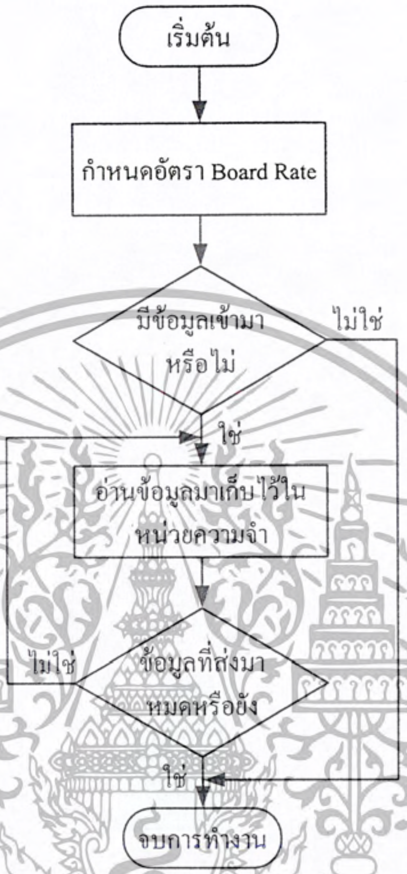
1. ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก



รูปที่ 3.10 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

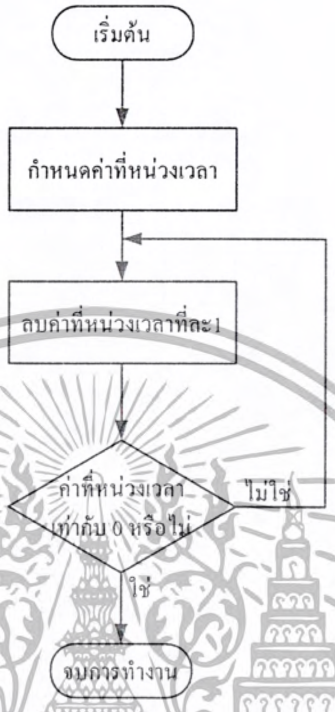
2. ผังงานของโปรแกรมย่อยรับค่าจากอินดิเคเตอร์



รูปที่ 3.11 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับค่าจากอินดิเคเตอร์

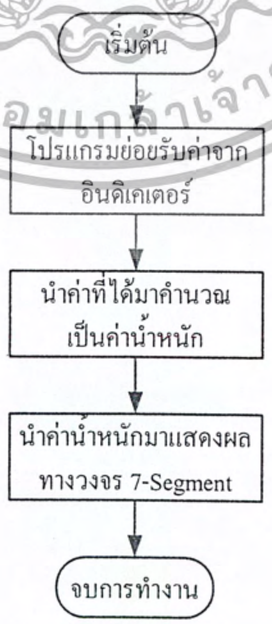
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา



รูปที่ 3.12 ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา

4. ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลทาง 7-Segment



รูปที่ 3.13 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลทาง 7-Segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลแบบผลึกเหลว

รูปที่ 3.14 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลแบบผลึกเหลว

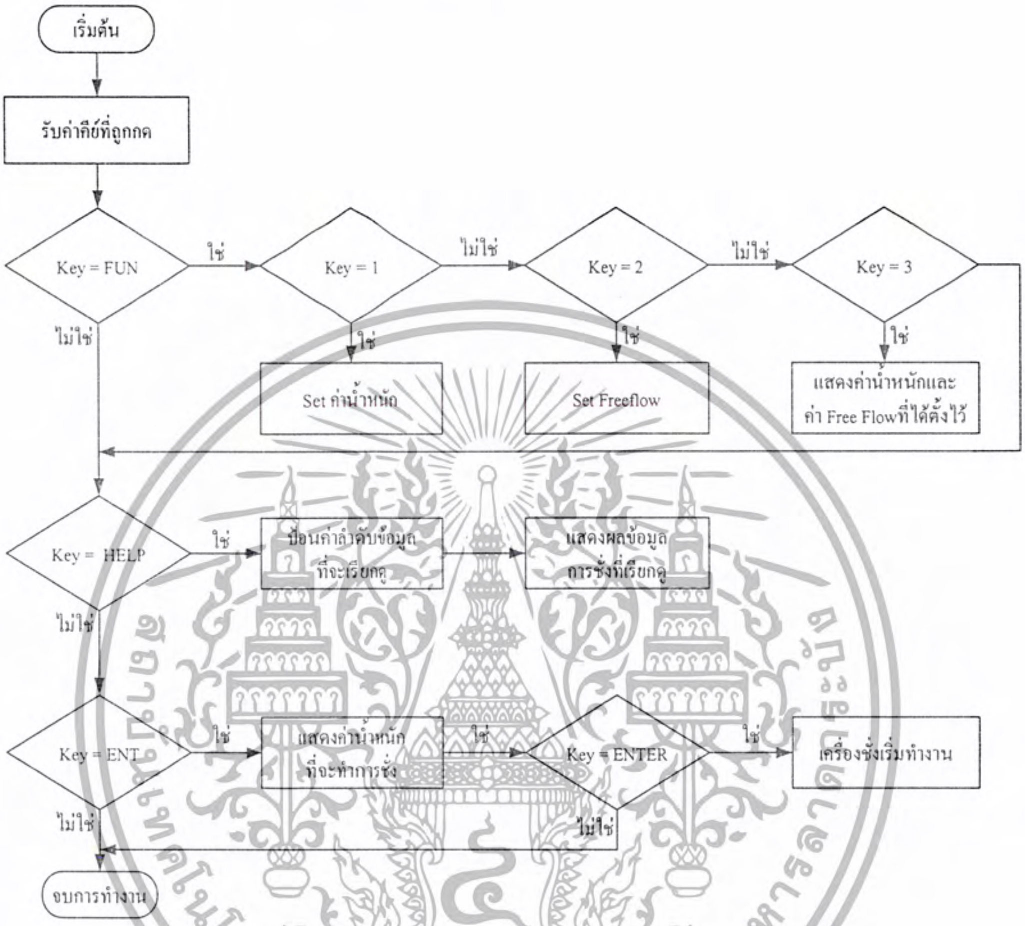
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

รูปที่ 3.15 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลฟังก์ชั่น



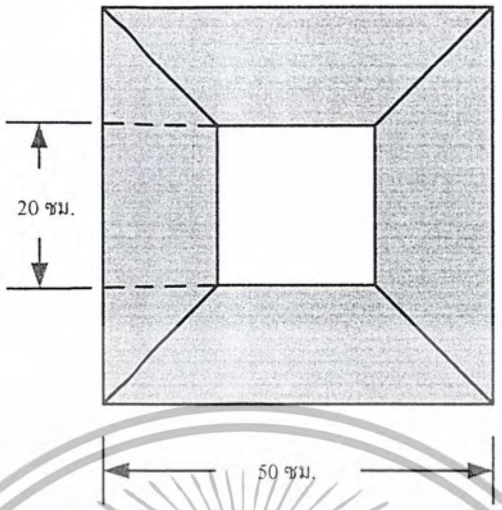
รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลฟังก์ชั่น

3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

3.4.1 ส่วนบรรจุเมล็ดพันธุ์

การทำงานของส่วนบรรจุวัตถุดิบนั้น เป็นเพียงส่วนที่ใช้เป็นถังเก็บเมล็ดพันธุ์เพื่อที่จะได้นำไปชั่งตามน้ำหนักที่ได้ทำการตั้งค่าเอาไว้ โดยที่ถังนี้จะสามารถเก็บบรรจุเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณ 50 กิโลกรัม ถังนี้จะถูกติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของเครื่อง

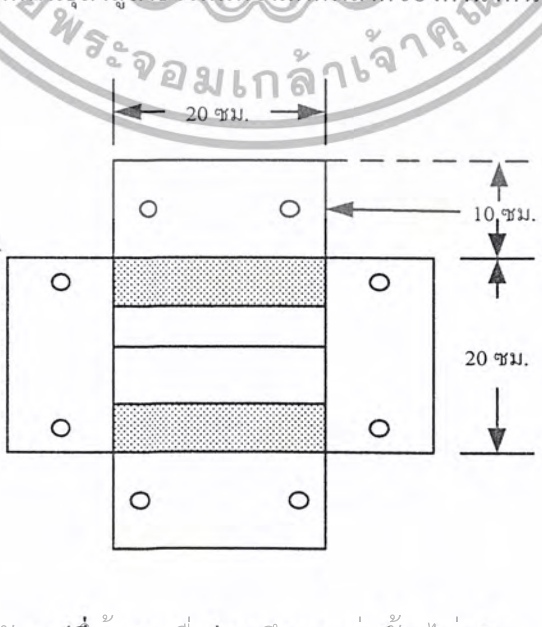
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แบบส่วนบรรจุวัตถุดิบ

3.4.2 ส่วนควบคุมการโรยเมล็ดพันธุ์

การทำงานของส่วนควบคุมการโรยของเมล็ดพันธุ์มีหน้าที่ปิดและเปิด ให้เมล็ดพันธุ์โรยลงสู่ถังชั่งตามปริมาณของน้ำหนักที่ได้ตั้งไว้ ภายในตัวถังจะออกแบบให้มีช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์จำนวน 2 ช่อง ซึ่งมีขนาด 5 x 15 เซนติเมตร และขนาด 2 x 15 เซนติเมตร ในขณะที่เครื่องทำงานช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์ช่องใหญ่จะเปิดออกเพื่อให้เมล็ดพันธุ์ไหลลงสู่ถังชั่ง เมื่อได้น้ำหนักค่าที่ตั้งไว้ค่าหนึ่งแล้วช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์ช่องใหญ่จะปิด ต่อจากนั้นช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์ช่องเล็กจะเปิดออกเพื่อเป็นตัวค่อยๆ โรยเมล็ดพันธุ์ลงสู่ถังชั่งให้มีความผิดพลาดของค่าน้ำหนักน้อยที่สุด

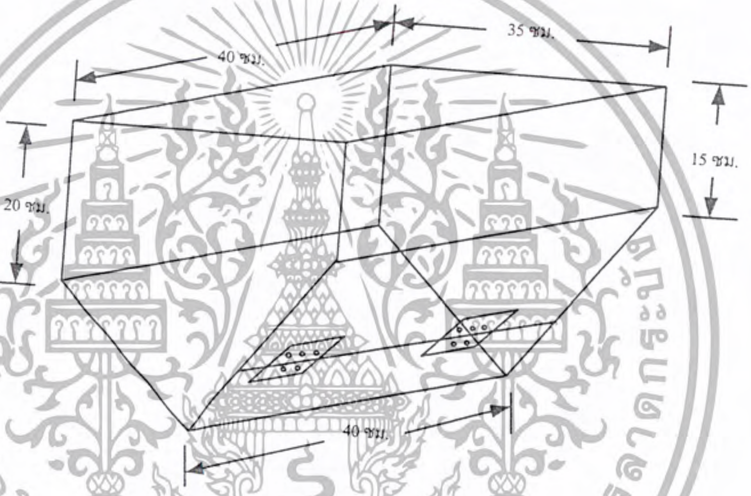


รูปที่ 3.18 แบบส่วนควบคุมการโรยวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ส่วนถังชั่งเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ที่ถูกโรยมาจากช่องปล่อยเมล็ดพันธุ์จะตกสู่ถังชั่งนี้ ซึ่งสามารถรองรับเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณ 20 กิโลกรัม ด้านข้างของถังชั่งเมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 ข้างจะต่อแกนขึ้นไปยึดติดกับคานที่วางบนจุดรับน้ำหนักของโหลดเซลล์ ทั้ง 2 ตัว น้ำหนักรวมทั้งหมดของถังชั่งจะถูกเฉลี่ยด้วยโหลดเซลล์ทั้ง 2 ตัวนี้อย่างเท่าๆ กัน ทำให้ค่าน้ำหนักที่ได้มีความเสถียรมากกว่าการติดตั้งโหลดเซลล์ตัวเดียวในการตรวจวัดค่าน้ำหนัก ส่วนด้านล่างของตัวถังชั่งจะติดตั้งกระบอกสูบยึดกับตัวบานผับ เพื่อทำหน้าที่ในการปิดและเปิดให้เมล็ดพันธุ์ลงสู่ถุงบรรจุต่อไป

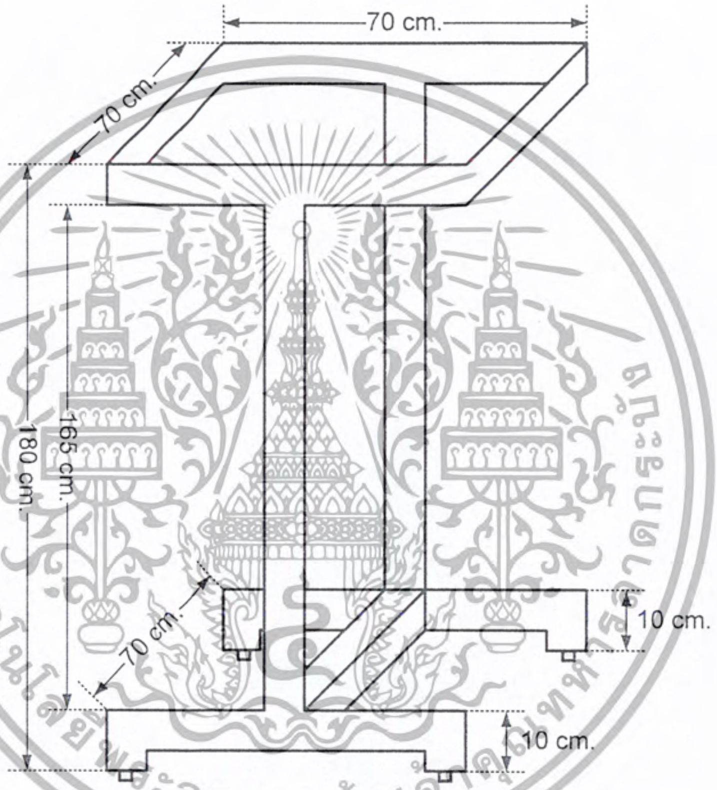


รูปที่ 3.19 แบบส่วนควบคุมการชั่งตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ส่วนโครงเหล็ก

ความสำคัญของส่วนนี้คือเป็นที่ยึดของทั้ง 3 ส่วนซึ่งได้แก่ส่วนบรรจุเมล็ดพันธุ์ ส่วนควบคุมการโรยเมล็ดพันธุ์ และส่วนถังชั่งเมล็ดพันธุ์ ซึ่งติดตั้งอยู่ในส่วนโครงเหล็กนี้ ให้สามารถทำการชั่งน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ให้ได้ค่าออกมาถูกต้อง และมีเสถียรภาพ



รูปที่ 3.20 ส่วนโครงเหล็กของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เกี่ยวกับการสร้างและการออกแบบ ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในบทนี้จะเป็นการทดลองและผลการทดลอง ตามที่ได้ออกแบบไว้ในแต่ละวงจรของการทดลองนั้นมีผลของการทดลองที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นในการทดลองจึงแยกย่อยออกเป็นการทดลองแต่ละวงจร ดังนี้

4.2 การทดลองและผลการทดลอง

4.2.1 การทดลองและผลการทดลองโหลดเซลล์

เริ่มต้นที่ไม่มีน้ำหนักพบว่า แรงดันเริ่มต้นที่โหลดเซลล์ตัวที่หนึ่งมีค่าเท่ากับ 2 มิลลิโวลท์ ที่โหลดเซลล์ตัวที่สองแรงดันเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 1.8 มิลลิโวลท์ เมื่อโหลดเซลล์ทั้งสองตัวให้ค่าแรงดันเริ่มต้นไม่เท่ากัน ทำให้การเขียนโปรแกรมควบคุมวาล์วเปิดและปิดของกระบอกสูบทั้งสองตัวที่ถังชั่งมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งโหลดเซลล์แต่ละตัวให้ค่าของน้ำหนักที่ถังชั่งดังนี้

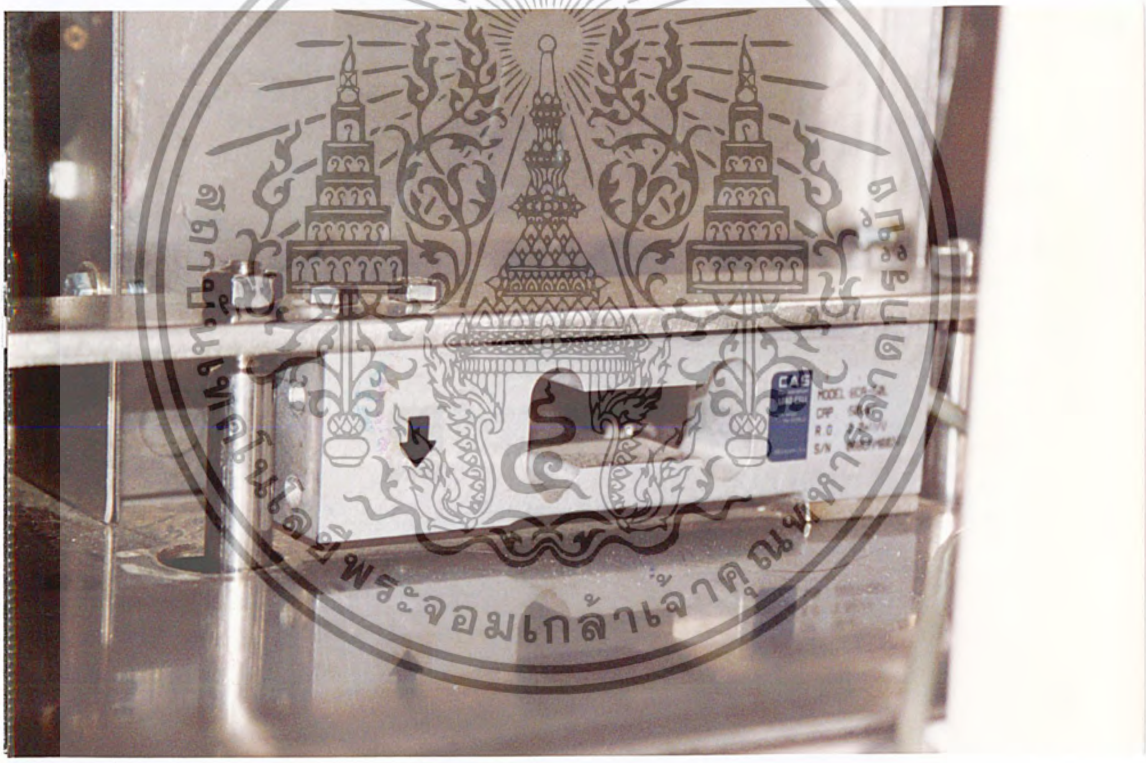
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองโหลดเซลล์ตัวที่หนึ่งที่น้ำหนัก 0-20 กิโลกรัม

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	แรงดัน (มิลลิโวลท์)
0	2
5	2.9
10	3.8
15	4.7
20	5.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองโหลดเซลล์ตัวที่สองที่น้ำหนัก 0-20 กิโลกรัม

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	แรงดัน (มิลลิโวลท์)
0	1.8
5	2.7
10	3.6
15	4.5
20	5.4



รูปที่ 4.1 การติดตั้งโหลดเซลล์

4.2.2 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน คือวงจรแสดงผลการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะมีส่วนประกอบของวงจรขับ 7 – Segment และ ตัว 7 – segment รวมกันทั้งหมด 4 ตัว การใช้งานโดยรวมของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ก็คือการแสดงผลข้อมูลต่างๆ ที่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักส่งมาแต่โดยหลักสำคัญนั้นวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จะใช้ในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของค่าน้ำหนักที่ได้จากการชั่งเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการทดลองนี้คือการทำงานและการใช้งานวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน โดยได้ทำการทดลองดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ และวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.3

1.2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรม ลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อโปรแกรมทำงานจะมีตัวเลขแสดงปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งจะแสดงเป็นตัวเลข 1 – 4 โดยแสดง 1 ตัวเลขต่อ 1 หลักเท่านั้น

1.3) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยจะใช้โปรแกรม WinISP ขั้นแรกจะต้องเลือกไอซีที่ต้องการใช้ เลือกพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อ แล้วกำหนดความถี่ที่ใช้ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นส่งเส้นทาง (Path) ของไฟล์นามสกุล Hex ที่ต้องการจะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ปุ่ม Load File แล้วทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนโดยการใช้ปุ่ม Erase Block แล้วเลือกบล็อกที่จะทำการโหลดข้อมูล หลังจากทำการลบข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเนื้อที่ว่าง หรือมีค่าเป็น 0FFH จึงสามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เมื่อทำการเช็คเนื้อที่ว่าง เสร็จก็สามารถที่จะโหลดข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ปุ่ม Program Path

1.4) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โปรแกรม WinISP จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์แล้ว

1.5) อ่านข้อมูลกลับจาก บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

1.6) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นทำการกดสวิตช์รีเซตบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้วโปรแกรมก็จะแสดงผลการทำงาน

2) ผลการทดลอง

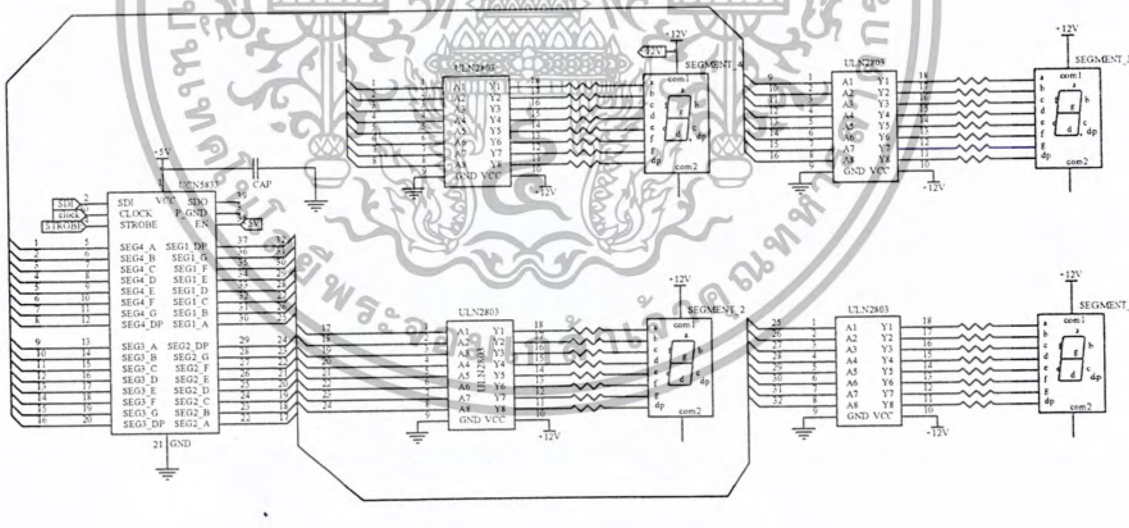
การทดลองโปรแกรมแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ให้ผลได้ถูกต้อง โดยโปรแกรมนี้จะเป็นการส่งข้อมูลของตัวเลข 1, 2, 3 และ 4 ให้แสดงที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และผลที่ได้จากการรันโปรแกรมก็คือมีการแสดงตัวเลข 1, 2, 3 และ 4 ปรากฏที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วนโดยแต่ละตัวเลขที่ปรากฏนั้นจะปรากฏหนึ่งตัวเลขต่อหนึ่งหลักของ 7–Segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

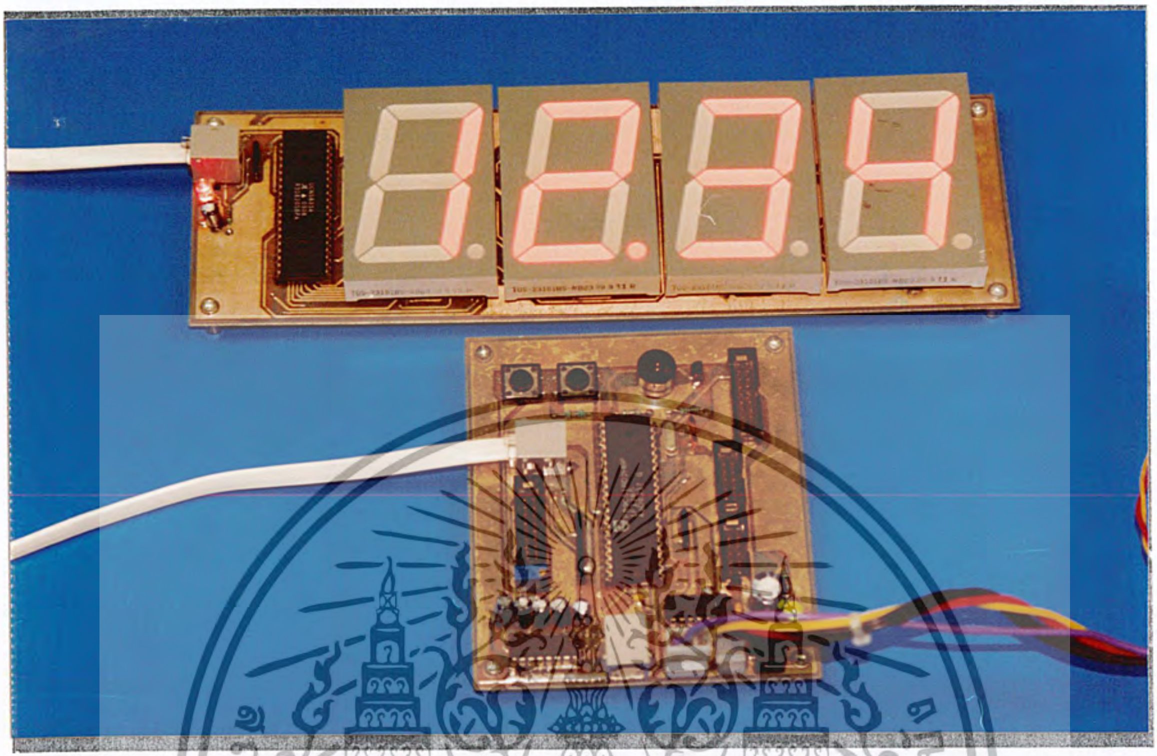
ลำดับหลักของ 7 – Segment ที่อยู่บนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน	ผลของการแสดงตัวเลขที่ปรากฏบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
หลักที่ 1	แสดงผลเลข 1
หลักที่ 2	แสดงผลเลข 2
หลักที่ 3	แสดงผลเลข 3
หลักที่ 4	แสดงผลเลข 4

จากตารางที่ 4.3 นี้จะเห็นว่าแต่ละหลักของ 7 – Segment ที่อยู่บนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน นั้นสามารถทำงานได้ทุกหลัก และสามารถแสดงผลได้ถูกต้องทุกหลักเช่นกัน แต่ในการใช้งานจริงนั้นวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน นี้จะใช้ในการแสดงผลตัวเลขที่เป็นค่าน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ในถังชั่ง



รูปที่ 4.2 วงจรแสดงแบบตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 บอร์ดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

4.2.3 การทดลองและผลการทดลองวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลผลึกเหลว จะใช้ร่วมกับส่วนอื่นๆ ของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงข้อมูลการชั่ง ในการทดลองนี้จะเป็นส่วนที่ทดลองว่าวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้งานได้หรือไม่ และแสดงข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งได้ทำการทดลองการทำงานดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ และวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลว ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.4

1.2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

1.3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองคือโปรแกรมแสดงผลข้อมูลแบบผลึกเหลว โดยถ้าโปรแกรมทำงานจะแสดงข้อความว่า “Grain Pack and Scale Machine”

1.4) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

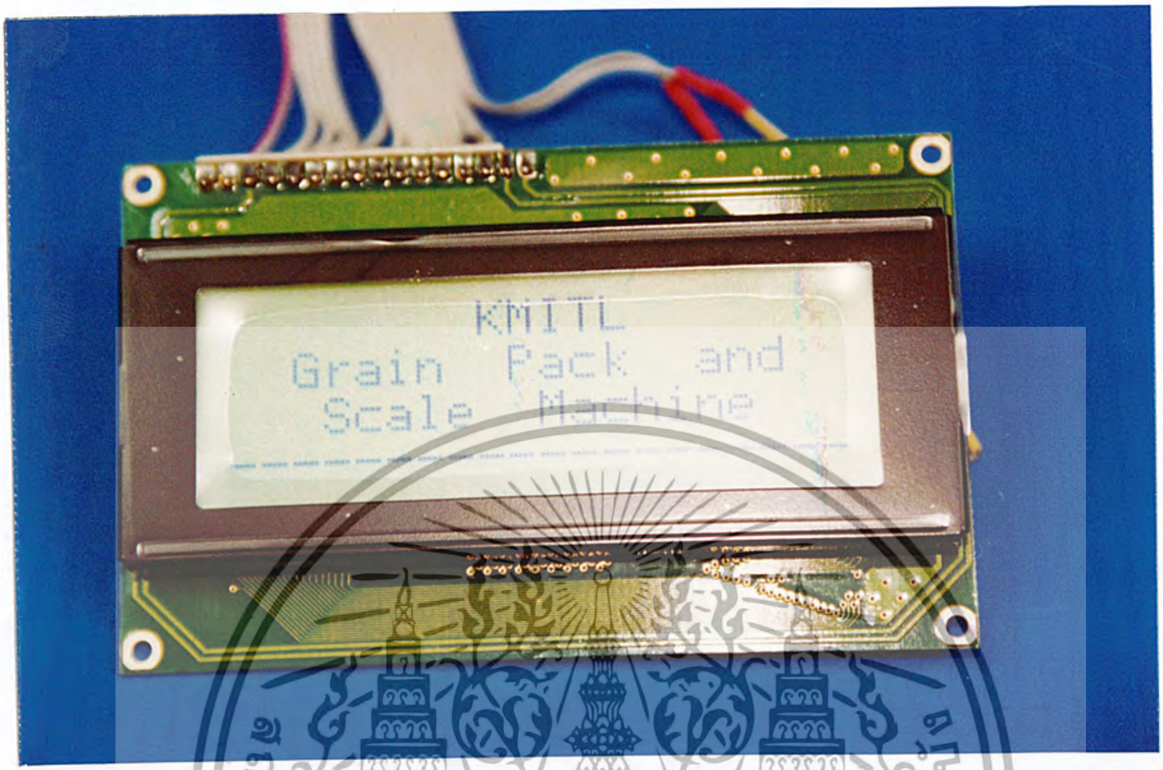
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองให้ผลการทำงานที่ถูกต้อง โดยหลังจากการรันโปรแกรมแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Grain Pack and Scale Machine” ที่หน้าจอแสดงผลผลึกเหลว ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการส่งข้อมูลให้กับจอแสดงผลผลึกเหลวสามารถกระทำได้โดยง่าย

รูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ข้อมูลบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จากผลการทดลอง สามารถบอกได้ว่าวงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถทำงานได้จริง และมีการแสดงข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ วงจรแสดงผลแบบผลึกเหลวนี้สำคัญมากในการแสดงผลข้อมูลการชั่งน้ำหนักของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

4.2.4 การทดลองและผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตซ์

วงจรเมตริกซ์สวิตซ์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวรับสัญญาณเข้ามาทางอินพุตเพื่อประมวลผลหรือแสดงผลข้อมูล โดยการใช้งานจะใช้ร่วมกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก และใช้โปรแกรม WinISP ในการโหลดข้อมูลหรือโปรแกรมลงในบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นรันโปรแกรมทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตซ์นี้ ซึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เครื่องคอมพิวเตอร์ วงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน และวงจรเมตริกซ์สวิตซ์เข้าด้วยกัน เพื่อทดลองการใช้งานวงจรเมตริกซ์สวิตซ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

1.2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

1.3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการทดลองนี้ คือโปรแกรมแสดงการกดคีย์สวิตช์ของวงจรเมตริกซ์สวิตซ์ โดยถ้ามีการกดคีย์สวิตช์ตามหมายเลขสวิตช์ 1 - 16 โปรแกรมก็จะนำค่าไปแสดงบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน ว่าคีย์ที่กดไปนั้นถูกต้องหรือไม่ เช่น ถ้ามีการกดคีย์สวิตช์หมายเลข 1 การแสดงผลจะต้องแสดงข้อมูล 1 หรือเลข 1 ที่วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จึงถือว่าจะถูกต้อง

1.4) ทำการโหลดโปรแกรมลงไปบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

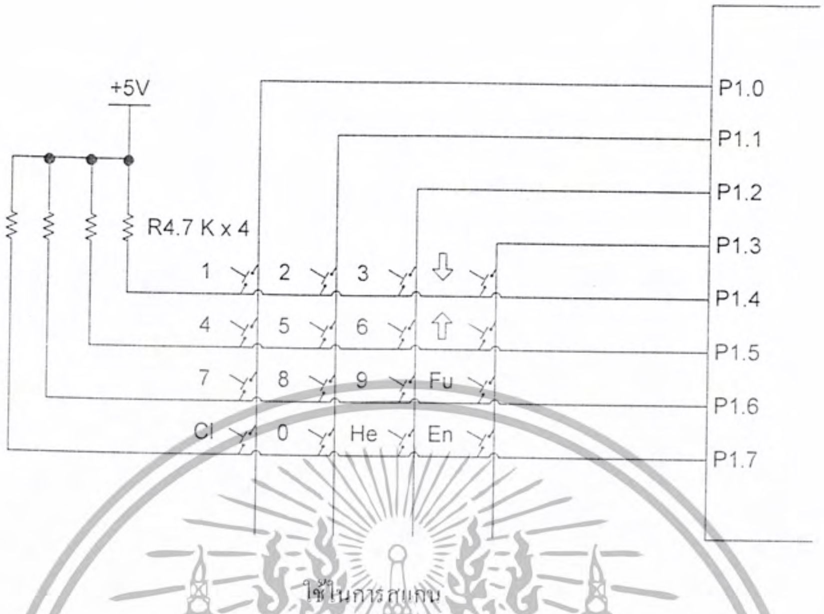
2) ผลการทดลอง

การทดลองโปรแกรมที่แสดงการกดคีย์สวิตช์ของวงจรเมตริกซ์สวิตซ์ ให้ผลถูกต้องตามหมายเลขคีย์ที่กด จากการทดลองได้นำผลการทดลองการกดคีย์สวิตช์มาบันทึกลงในตารางการทดลองดังนี้

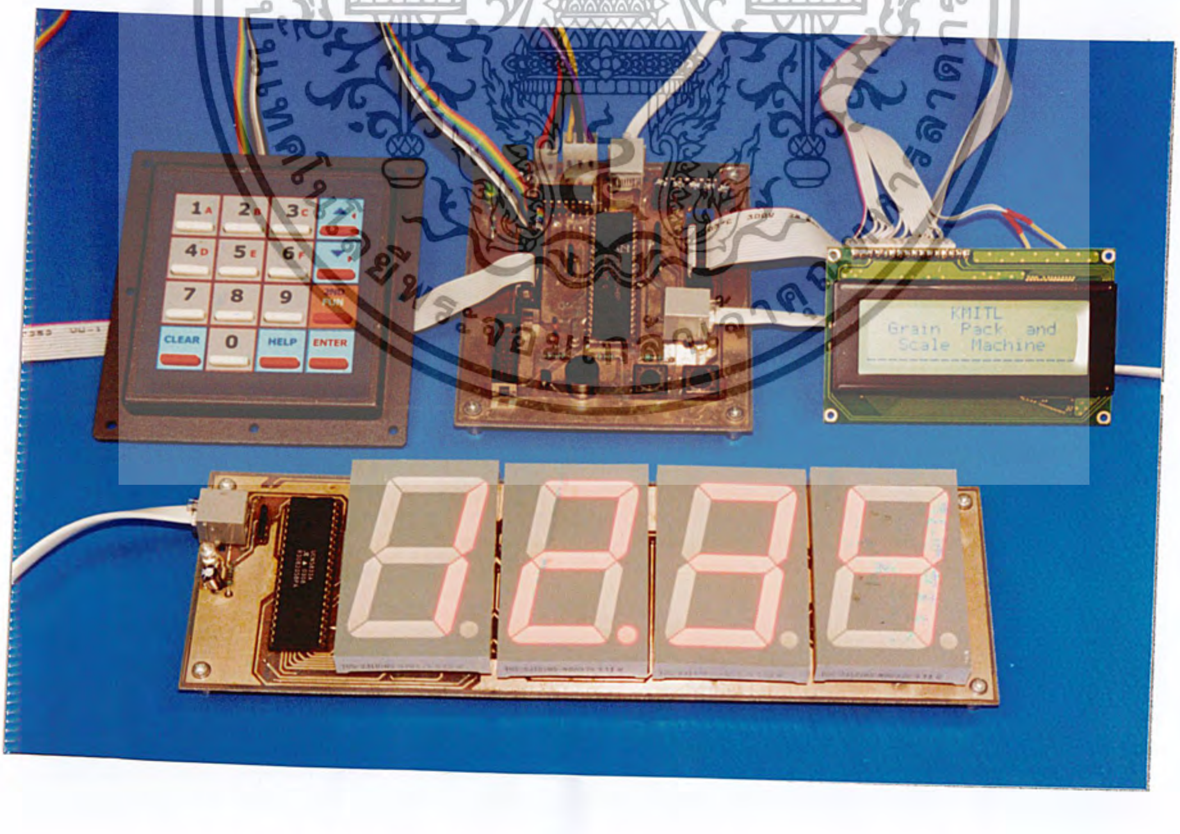
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการกดคีย์สวิตช์

หมายเลขคีย์ที่ถูกกด	การแสดงผลบนวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน
คีย์หมายเลข 1	แสดงตัวเลข 1
คีย์หมายเลข 2	แสดงตัวเลข 2
คีย์หมายเลข 3	แสดงตัวเลข 3
คีย์หมายเลข 4	แสดงตัวเลข 4
คีย์หมายเลข 5	แสดงตัวเลข 5
คีย์หมายเลข 6	แสดงตัวเลข 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรเมตริกซ์สวิตซ์



รูปที่ 4.7 การเชื่อมต่อวงจรเมตริกซ์สวิตซ์กับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การทดลองและผลการทดลองวงจรขับรีเลย์

วงจรขับรีเลย์ ใช้ในการควบคุมการปิดเปิดของกระบอกสูบทั้ง 3 ตัวที่ติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ไอซีเบอร์ ULN2803 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นไอซีไดรฟ์เวอร์แบบอินเวอร์เตอร์จำนวน 8 ตัว มาช่วยในการขับกระแสให้กับรีเลย์ ไอซีตัวนี้สามารถขับกระแสได้ถึง 500 มิลลิแอมป์ และมีวงจรไดโอดป้องกันกระแสย้อนกลับจากสนามแม่เหล็กอยู่ภายใน โดยการใช้งานจะใช้ร่วมกับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก และใช้โปรแกรม WinISP ในการโหลดข้อมูลหรือโปรแกรมลงในบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นรันโปรแกรมทดลองวงจรขับรีเลย์นี้ เพื่อใช้ในการทดลองการใช้งานวงจรขับรีเลย์ ซึ่งได้ทำการทดลองการทำงานดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการเชื่อมต่อบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก และวงจรขับรีเลย์ ดังรูปที่ 4.9

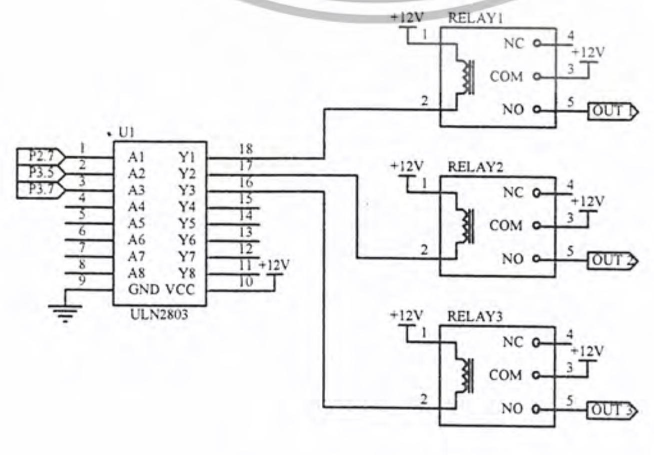
1.2) จ่ายแรงดันให้แก่บอร์ดควบคุมการทำงานหลักจากวงจรภาคจ่ายไฟ

1.3) ทดลองการดาวน์โหลดข้อมูลโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองนี้ คือโปรแกรมขับรีเลย์ โดยโปรแกรมจะส่งค่าลอจิก 1 ให้ไอซีเบอร์ ULN2803 ทำการขับกระแสให้รีเลย์ตัวที่ 1 แล้วทำการหน่วยเวลา 1 วินาที ซึ่งจะเห็นไฟแสดงผลที่บอร์ดวงจรขับรีเลย์ติดอยู่ จากนั้นส่งค่าลอจิก 0 เพื่อหยุดการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 1 แล้วส่งข้อมูลให้รีเลย์ตัวที่ 2 และ 3 ต่อไปตามลำดับ

1.4) ทำการโหลดโปรแกรมลงไปบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

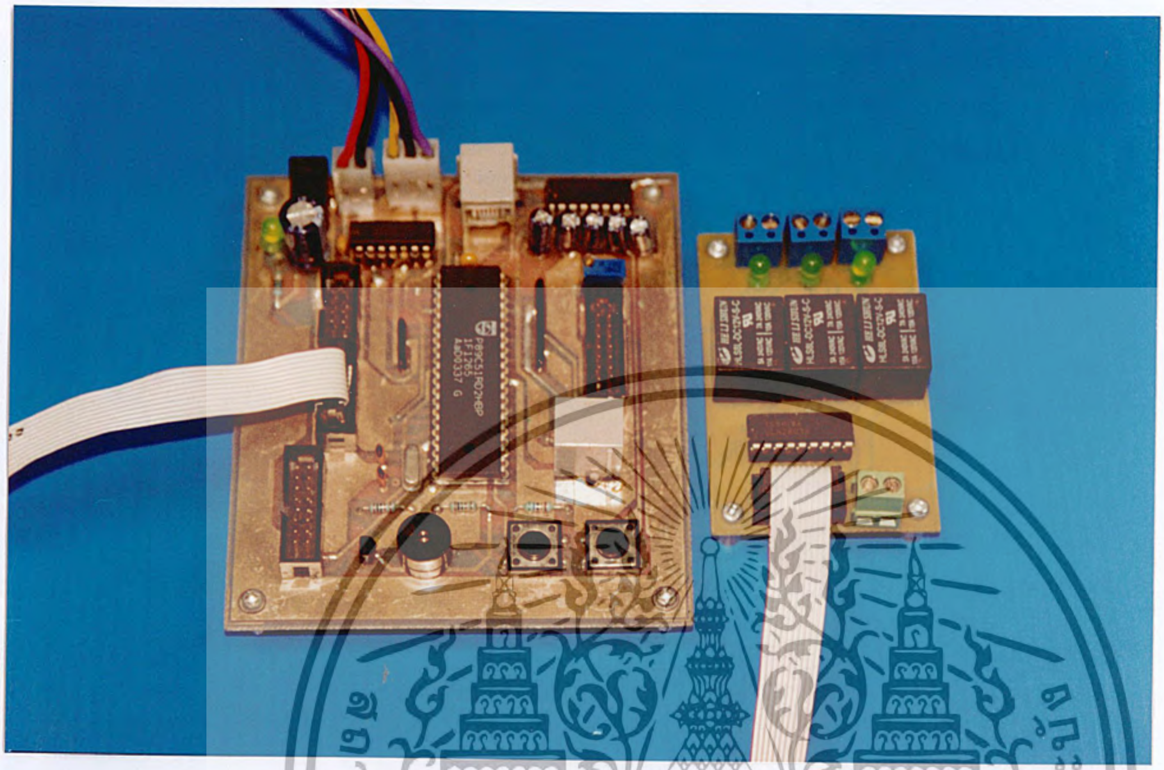
2) ผลการทดลอง

การทดลองโปรแกรมขับรีเลย์ให้ผลถูกต้อง เมื่อรีเลย์ตัวไหนทำงานจะเห็นไฟแสดงผลติดสว่างอยู่และจะสามารถวัดแรงดันทางเอาต์พุตได้ 24V ซึ่งสามารถนำไปขับโซลินอยล์วาล์วได้

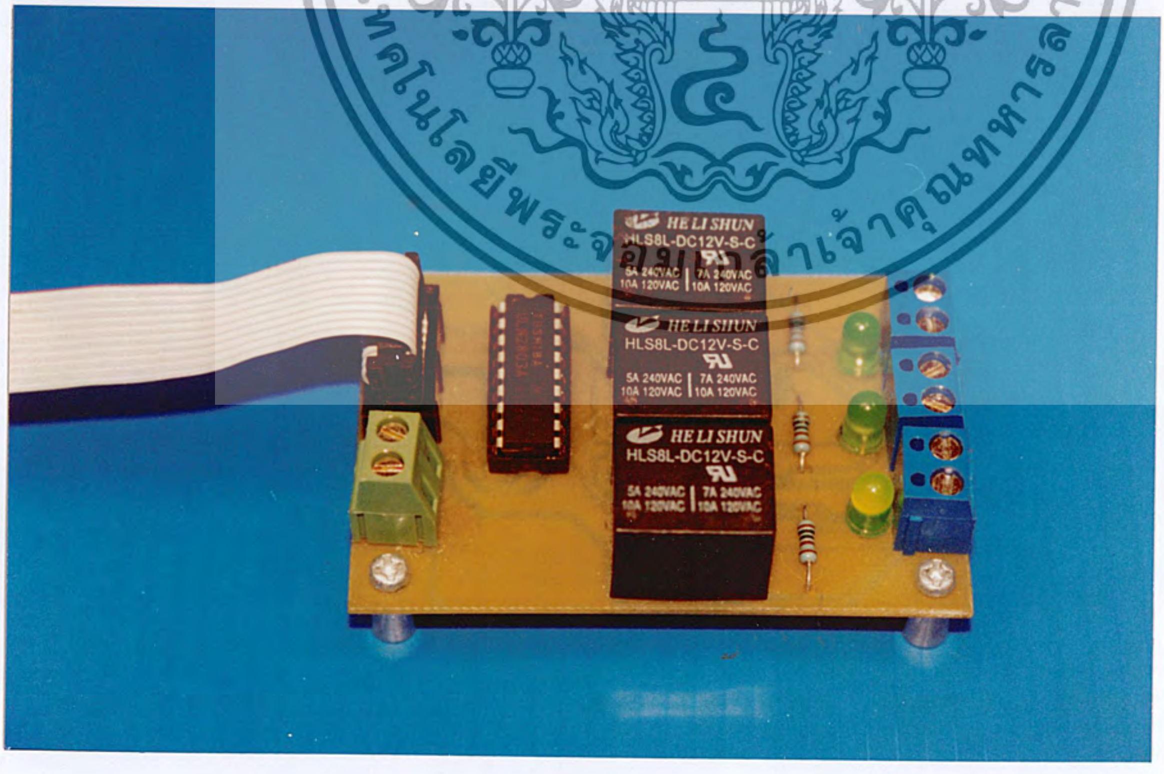


รูปที่ 4.8 วงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การเชื่อมต่อวงจรขับรีเลย์กับบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก



รูปที่ 4.10 วงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 การทดลองและผลการทดลองใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ เป็นเครื่องชั่งที่สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการจะทำการชั่งได้ โดยเครื่องชั่งจะแสดงค่าน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ ทางวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน กระบวนการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์นี้ สามารถทำการทดลองการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) เชื่อมต่อวงจรควบคุมการทำงานของทุกวงจรเข้าด้วยกัน แล้วจะได้เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ แสดงดังรูปที่ 4.11

1.2) จ่ายแรงดันให้แก่เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

1.3) ทำการโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

1.4) ถ้าการดาวน์โหลดไม่มีข้อผิดพลาด จะแสดงข้อความการดาวน์โหลดสมบูรณ์

1.5) อ่านข้อมูลกลับจากบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก โดยเลือกคำสั่ง READ ที่อยู่บนโปรแกรม WinISP แล้วตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

1.6) เมื่อการดาวน์โหลดโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือทำการรันโปรแกรมที่อยู่บนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก จากนั้นให้ทำการกดสวิตช์รีเซตบนบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก เมื่อทำการกดสวิตช์รีเซตแล้ว โปรแกรมของเครื่องชั่งน้ำหนักก็จะพร้อมในการทำงาน และใช้งานในการชั่งบรรจุเมล็ดพันธุ์

2) ผลการทดลอง

ในการทดลองใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ สามารถทำงานได้ถูกต้องและใช้งานได้จริง ซึ่งจากผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์แต่ละขั้นตอนนั้น สามารถบันทึกผลการทดลอง ได้ดัง ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

ลำดับการชั่ง	ค่าน้ำหนักที่ตั้ง	น้ำหนักที่ชั่ง
1	1 Kg	1.02 Kg
2	3 Kg	3.00 Kg
3	5 Kg	5.00 Kg
4	7 Kg	7.00 Kg
5	10 Kg	10.00 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่า เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ สามารถทำงานได้สมบูรณ์ ให้ผลการทำงานที่ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ในการศึกษาวิธีการออกแบบและสร้างชุดเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ เพื่อสร้างเครื่องชั่งที่สามารถใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพและมีความเที่ยงตรงในการวัด จะสามารถช่วยให้ประหยัดกำลังงานคน และมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาและได้ลงมือทำโครงงานนี้ทำให้รู้และเข้าใจรายละเอียด คุณสมบัติและการทำงานของวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว วงจรนิวแมติกส์ หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์โหลดเซลล์ วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรรวมสัญญาณหรือ Summing และอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการทำโครงงาน ในการทำงานนั้นก็จะมีทั้งที่สำเร็จได้ดีและมีทั้งปัญหาต่างๆเกิดขึ้นซึ่งเมื่อเจอปัญหาก็จะต้องหาวิธีแก้ไข ทำให้มีประสบการณ์และความรู้จากการแก้ปัญหาและที่สำคัญคือได้รู้จักถึงความสามัคคีของเพื่อนภายในกลุ่ม การร่วมแรงร่วมใจในการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม การทำงานครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ คือสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับวงจรต่างๆมาทำการคำนวณ ออกแบบและจัดหาซื้ออุปกรณ์ เพื่อนำมาสร้างเป็นวงจรในโครงงานนี้ ขีดความสามารถของโครงงานนี้สามารถตั้งย่านการชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 1 – 20 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง สามารถแสดงผลค่าน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ที่กำลังชั่งได้โดย 7 – Segment และสามารถควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาในการสร้างโครงเครื่องชั่งบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

1) ปัญหาในการจัดหาซื้อกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์ว เนื่องจากกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วที่ต้องการนั้นมีราคาสูงมาก จึงต้องหาซื้อตามร้านที่ขายอุปกรณ์มือสองซึ่งไม่มีขนาดตามที่ต้องการ

แนวทางแก้ไข จัดหาซื้อกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วตามร้านขายอุปกรณ์มือสองที่ราคาถูกและใช้งานได้เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ แล้วนำมาประยุกต์ใช้งานและติดตั้งแบบใหม่ซึ่งสามารถใช้งานได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ปัญหาการติดตั้งกระบอกสูบ เนื่องจากกระบอกสูบที่จัดหาซื้อมาได้มีขนาดใหญ่ แต่พื้นที่การติดตั้งมีจำกัดไม่สามารถติดตั้งตามที่ออกแบบไว้ได้

แนวทางแก้ไข ต้องออกแบบการติดตั้งกระบอกสูบใหม่ เพื่อให้ใช้งานได้ตามต้องการ

3) ปัญหาการติดตั้งโหลดเซลล์ เนื่องจากโหลดเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ไวต่อการสั่นสะเทือนของโครง ทำให้โหลดเซลล์เกิดค่าผิดพลาด ซึ่งจะมีผลต่อการชั่งน้ำหนัก

แนวทางแก้ไข ในการติดตั้งโหลดเซลล์จะทำการศึกษาและปรึกษาจากผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้งานโหลดเซลล์ จึงทำให้ทราบว่าจะต้องยึดโหลดเซลล์ให้แน่นที่สุด เพื่อไม่ให้โหลดเซลล์เกิดการบิดตัว ทำให้สามารถลดค่าผิดพลาดของโหลดเซลล์ลงได้

4) ปัญหาการทดลองโครงงานทำได้ไม่สะดวก เนื่องจากนี้มีขนาดใหญ่และหนักทำให้การเคลื่อนย้ายลำบาก

แนวทางแก้ไข พยายามทำการทดลองโครงงานในส่วนที่ไม่ต้องเคลื่อนย้ายให้เสร็จก่อน และพยายามเคลื่อนย้ายโครงงานให้น้อยที่สุด

5.2.2 ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงาน

1) ปัญหาข้อมูลที่ใช้ศึกษาในการทำโครงงานหาได้ยาก เนื่องจากข้อมูลที่ใช้นั้นเป็นความรู้ใหม่ แหล่งข้อมูลมีน้อย

แนวทางแก้ไข ศึกษาจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ รวมทั้งค้นคว้าหาข้อมูลจากระบบอินเตอร์เน็ต

2) ปัญหาในการชั่งน้ำหนัก เนื่องจากเมื่อโหลดเซลล์ชั่งได้น้ำหนักตามที่กำหนดแล้วจะสั่งให้กระบอกสูบปิด จะมีช่วงที่วัตถุดิบลอยอยู่บนอากาศ (Free Fall) ทำให้เกิดค่าผิดพลาดได้

แนวทางแก้ไข ต้องทำระยะห่างระหว่างถังตัวบนกับตัวล่างที่รองรับ ให้มีระยะห่างกันน้อยลง และพยายามทำให้ให้วัตถุดิบค่อยๆ โรยลงทีละน้อยในช่วงที่กำลังจะได้พิกัดน้ำหนักที่ต้องการ เพื่อลดค่าผิดพลาดในการชั่งให้น้อยลง

3) ปัญหาความค้าวหน้าของโครงงานมีน้อย เพราะปัญหาที่ได้กล่าวมาในข้างต้น รวมทั้งมีความรู้ ความชำนาญในการทำโครงงานน้อย ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ทำโครงงานก็มีน้อย จึงทำให้การทำงานล่าช้า

แนวทางแก้ไข พยายามศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลให้มากขึ้น รวมทั้งเข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และอาจารย์ท่านอื่นอีกหลายๆท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาเครื่องชั่งบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นกว่าเก่า สามารถพัฒนาโครงงานได้ ดังนี้

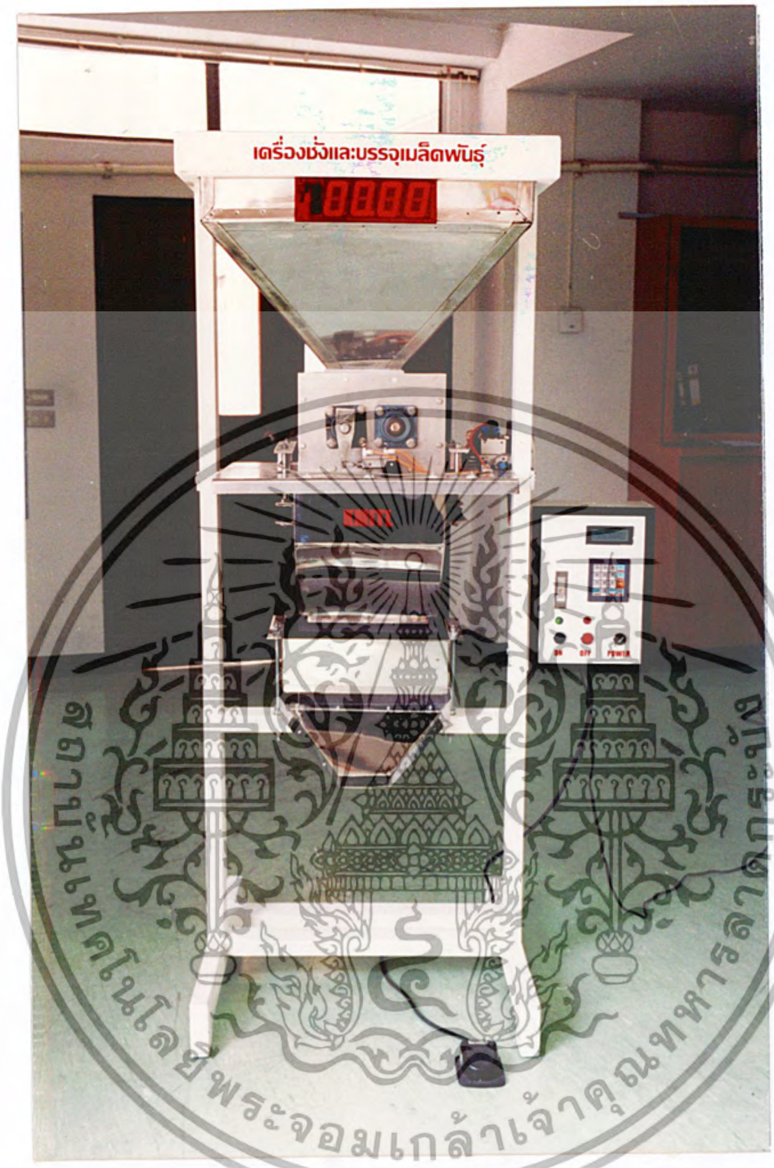
1) สามารถพัฒนาโครงงานนี้ให้ชั่งน้ำหนักได้มากกว่า 20 กิโลกรัม
2) สามารถพัฒนาโครงงานนี้ให้ชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบได้หลายชนิดกว่านี้
3) สามารถพัฒนาโครงงานนี้ให้ปิดผนึกได้โดยอัตโนมัติ
4) สามารถพัฒนาโครงงานนี้ให้ลำเลียงวัตถุดิบที่บรรจุแล้วไปเก็บไว้ที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

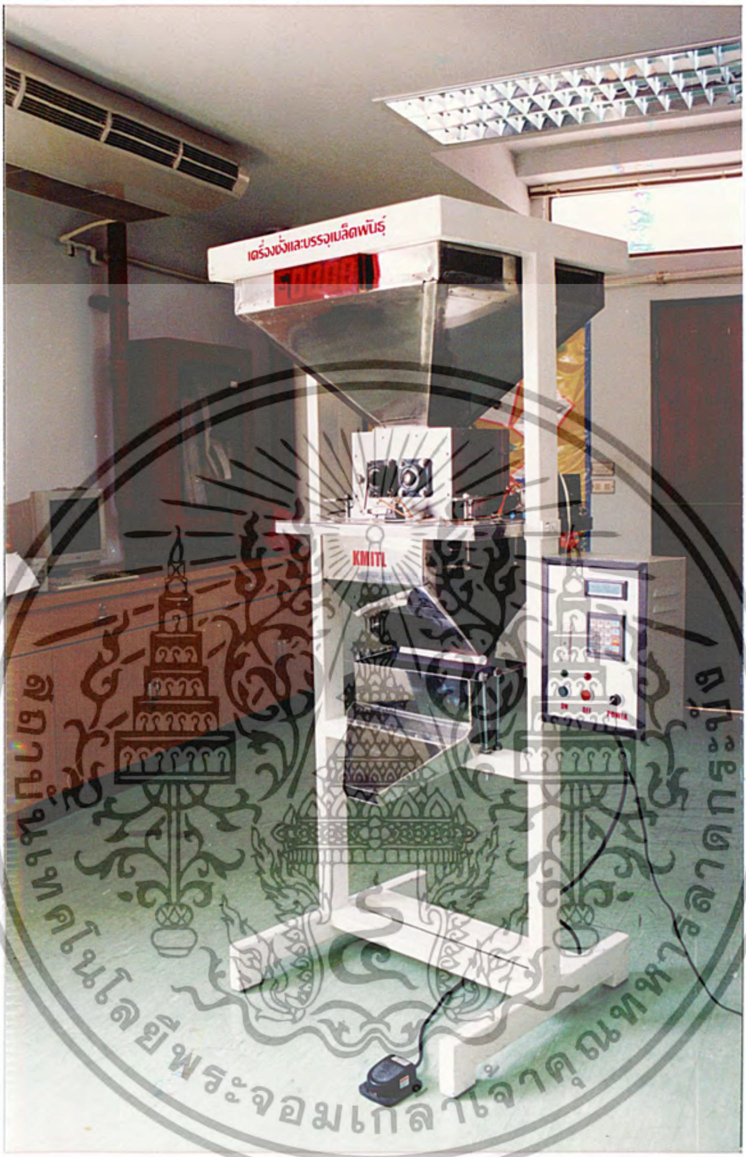
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



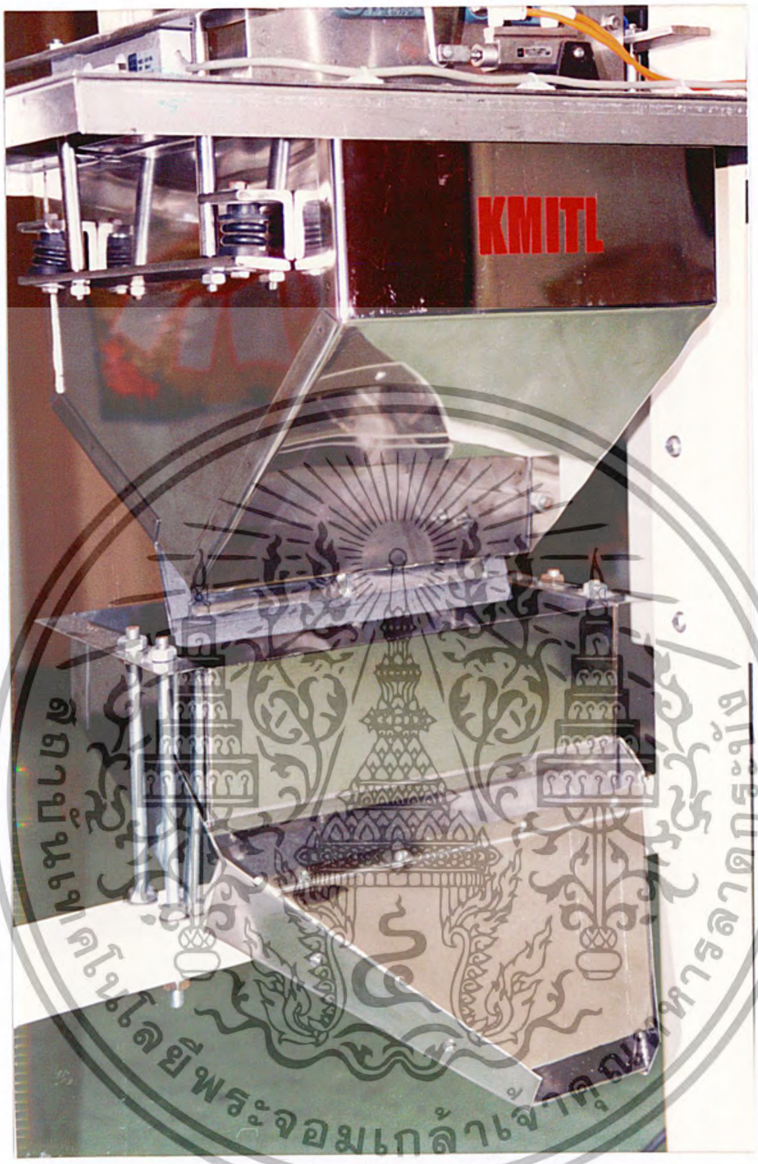
รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



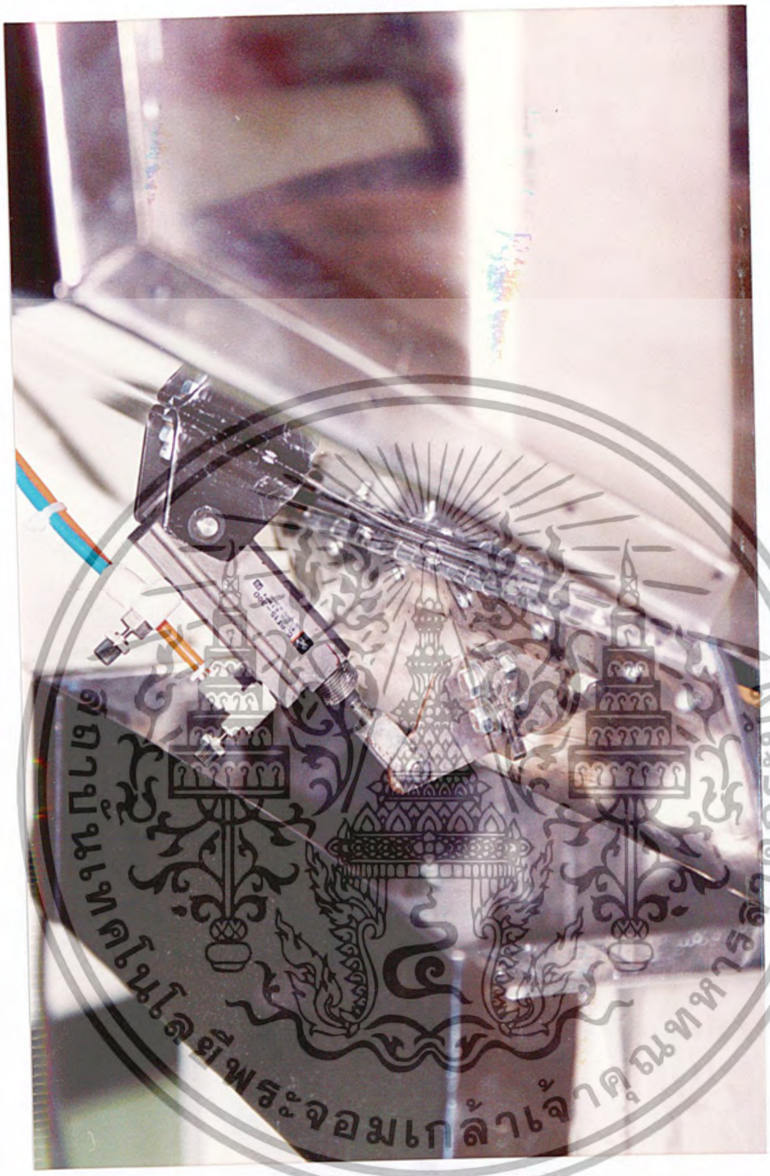
รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



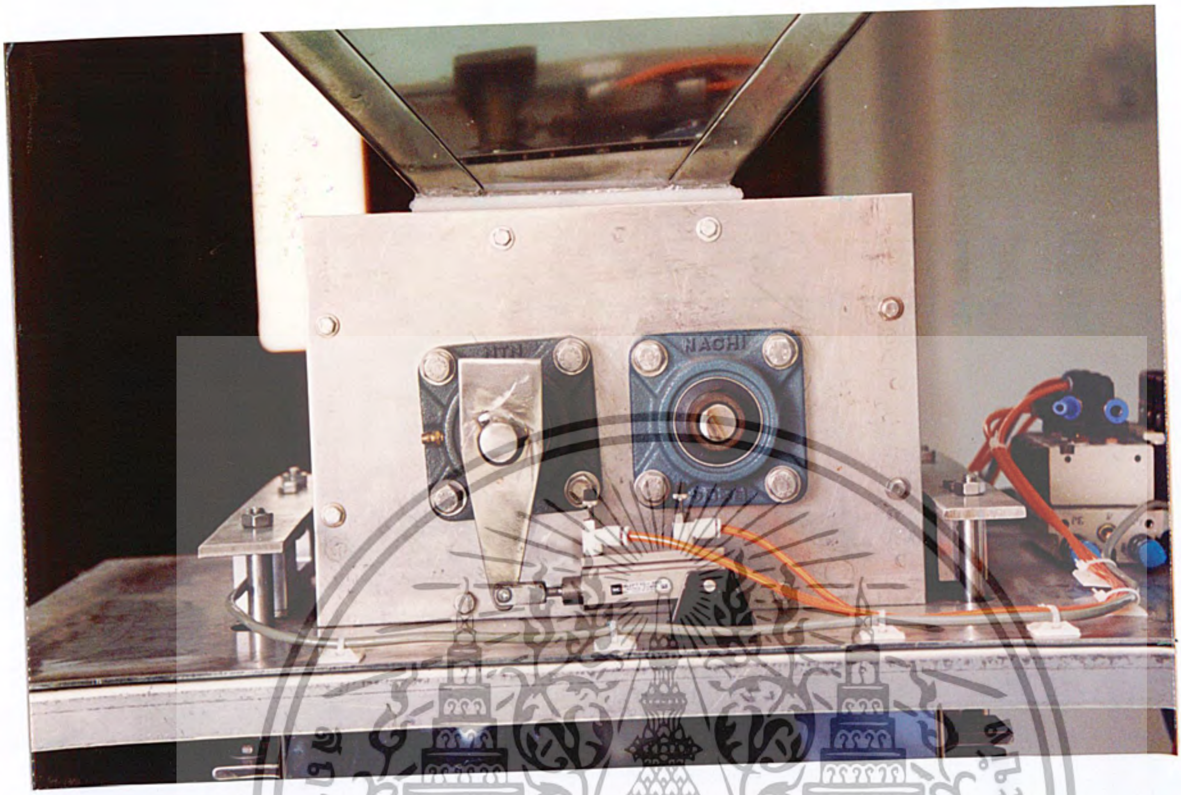
รูปที่ ก.3 การติดตั้งส่วนถังชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

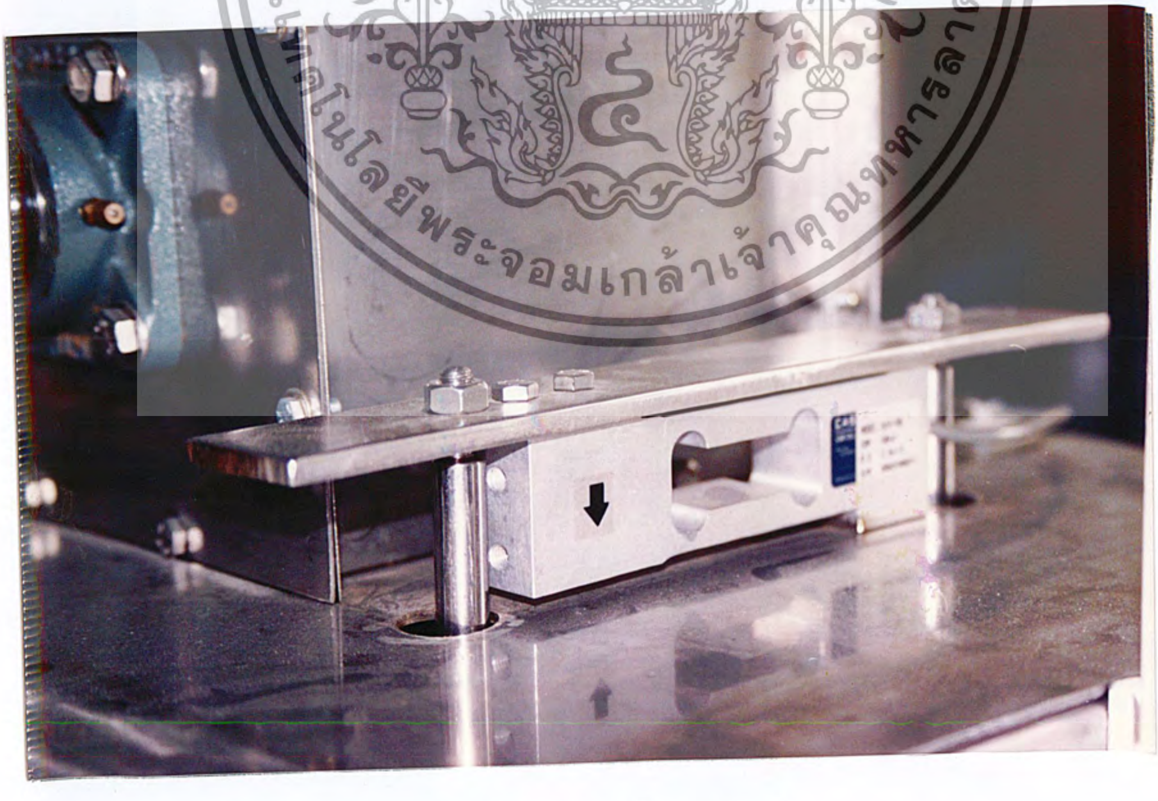


รูปที่ ก.4 การติดตั้งกระบอกสูบส่วนถังชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

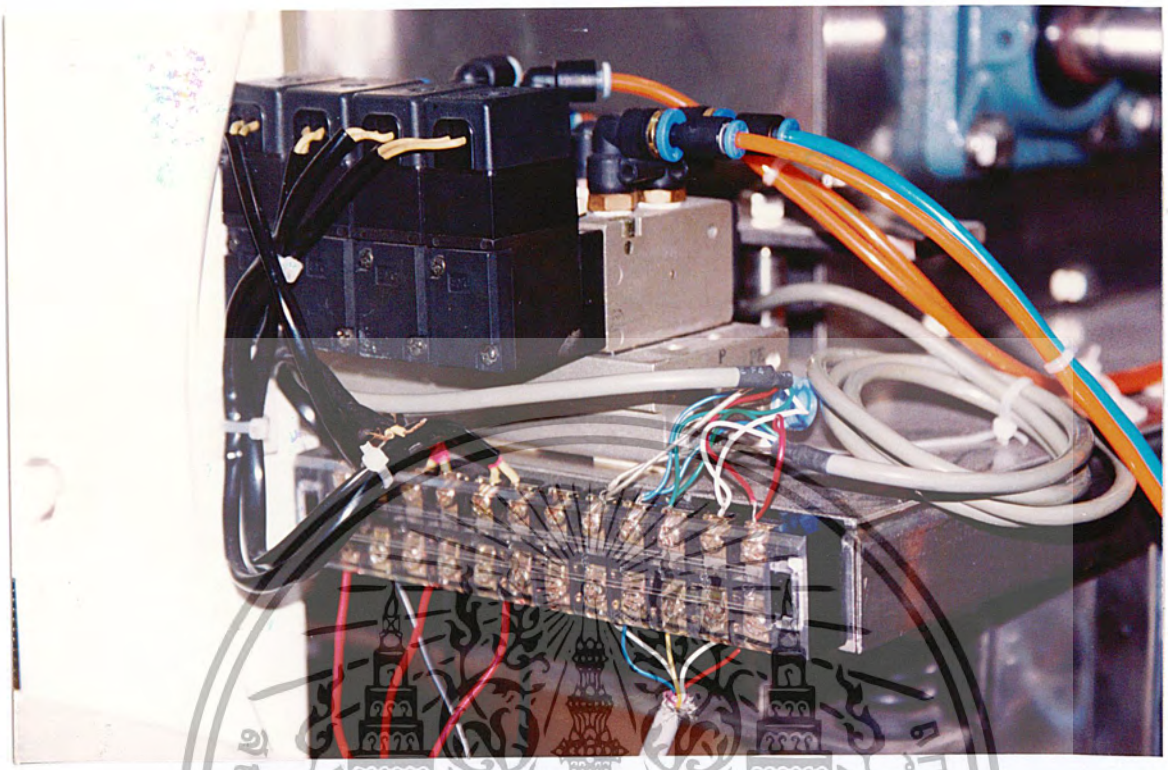


รูปที่ ก.5 การติดตั้งกระบอกสูบส่วนปล่อยเมล็ดพันธุ์



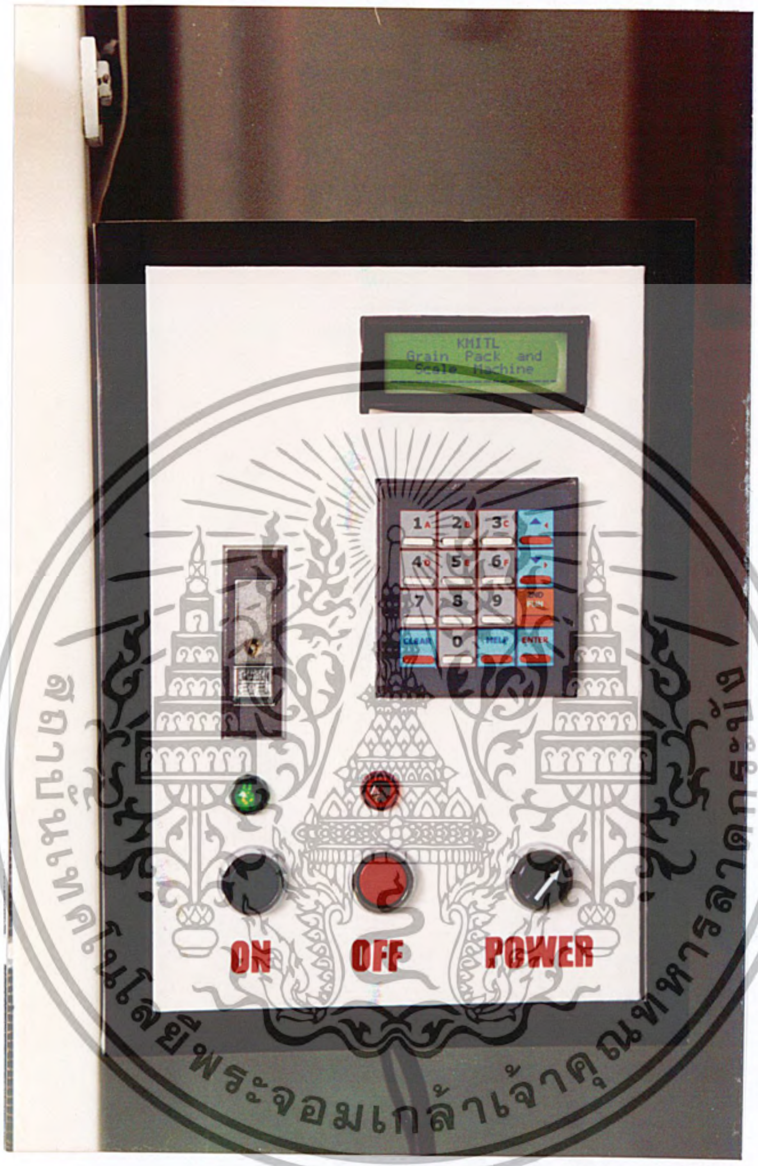
รูปที่ ก.6 การติดตั้งโหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



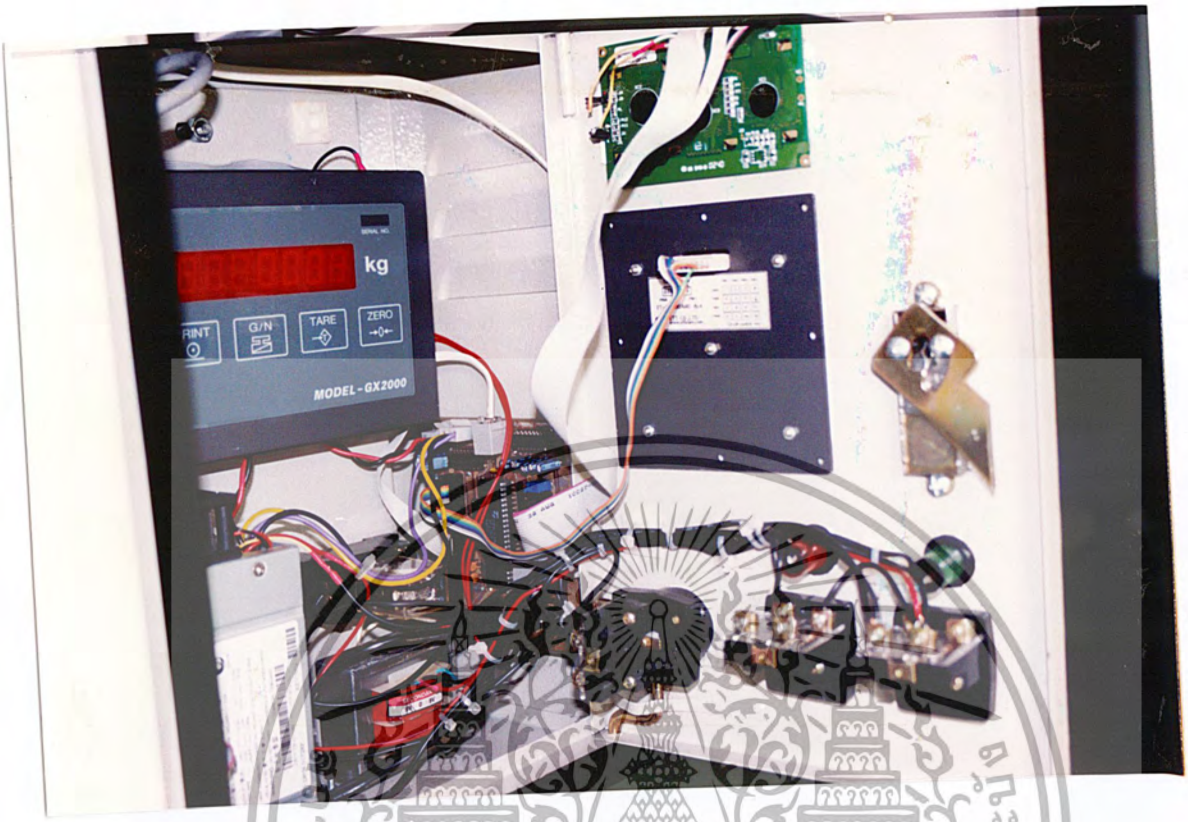
รูปที่ ก.7 การติดตั้งโซลินอยวาล์ว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.8 การติดตั้งตู้คอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



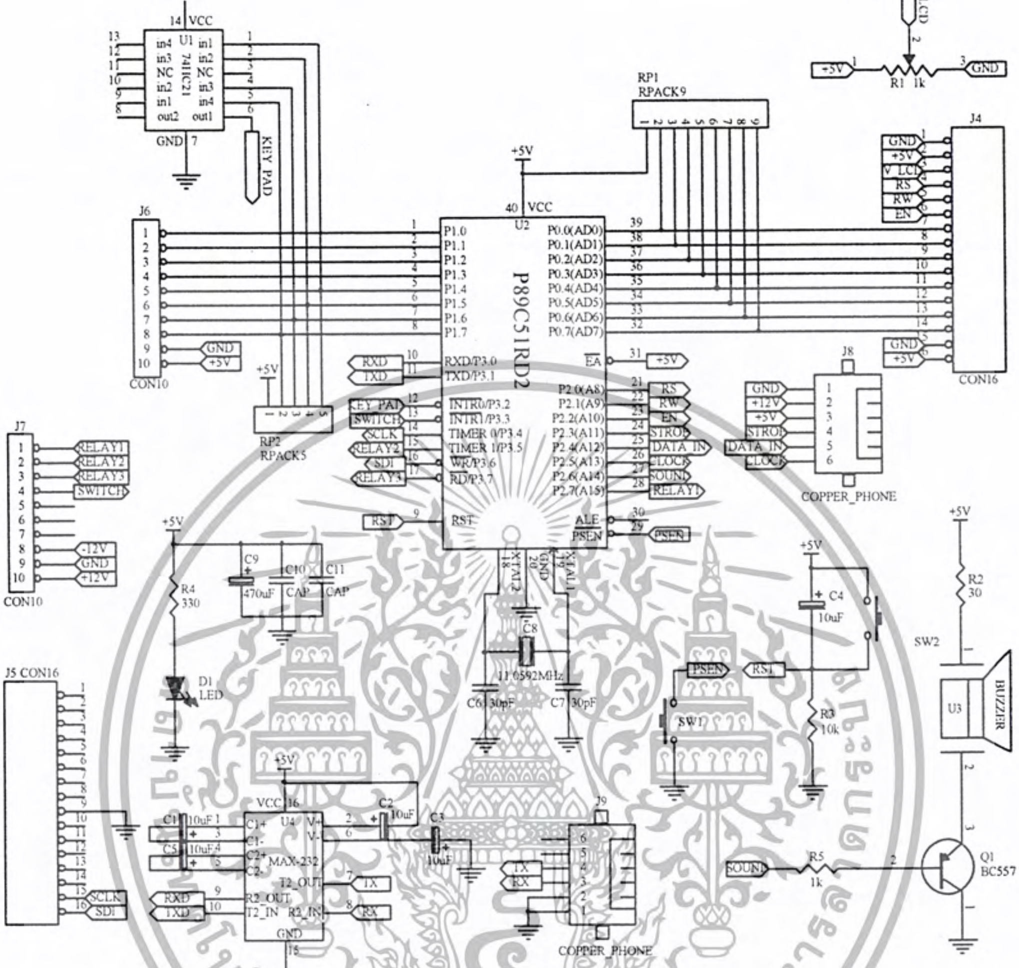
รูปที่ ก.9 การติดตั้งวงจรภายในตู้คอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

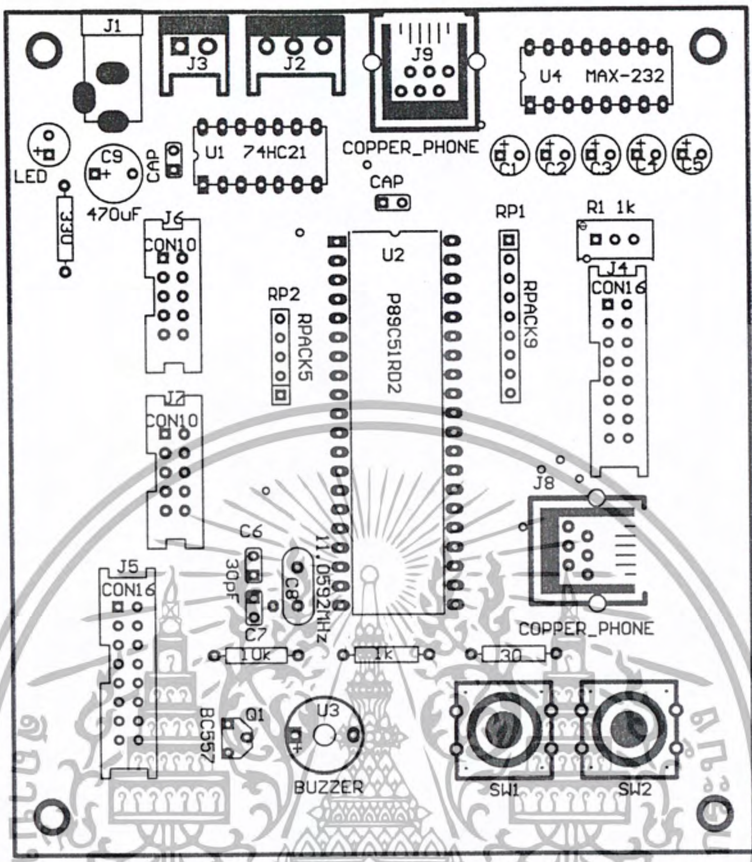
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



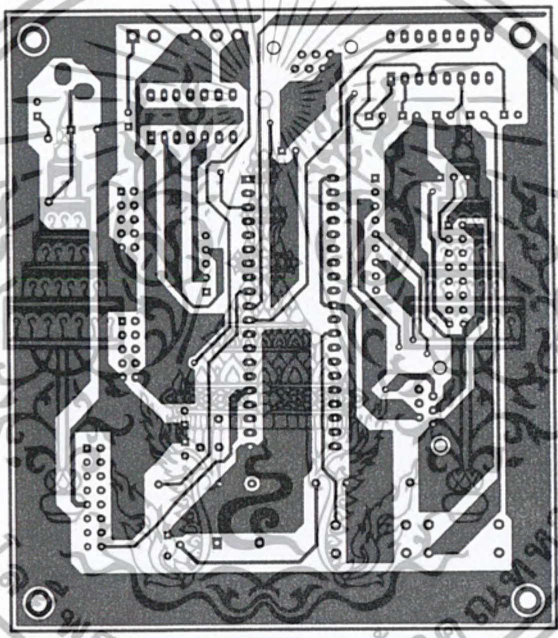
รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



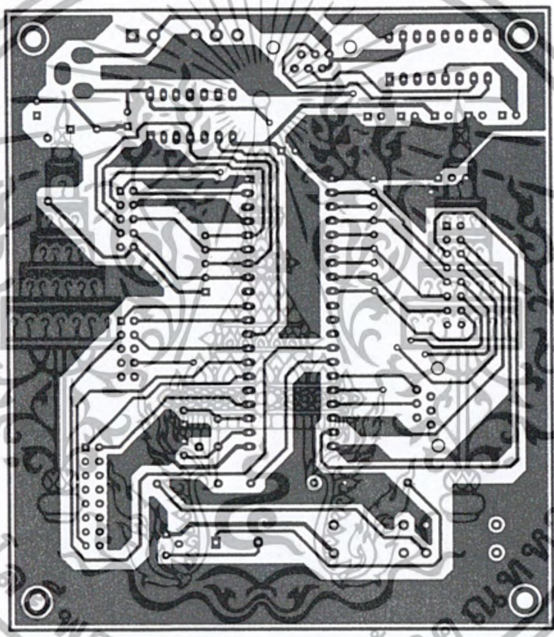
รูปที่ ข.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



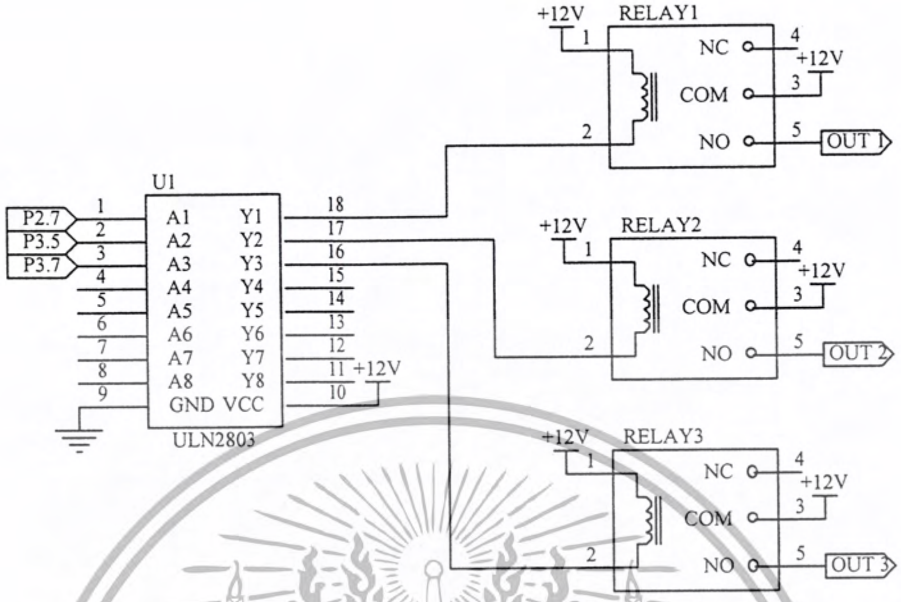
รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

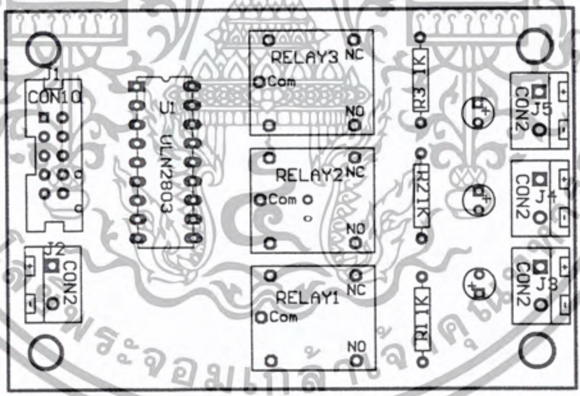


รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดควบคุมการทำงานหลัก (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

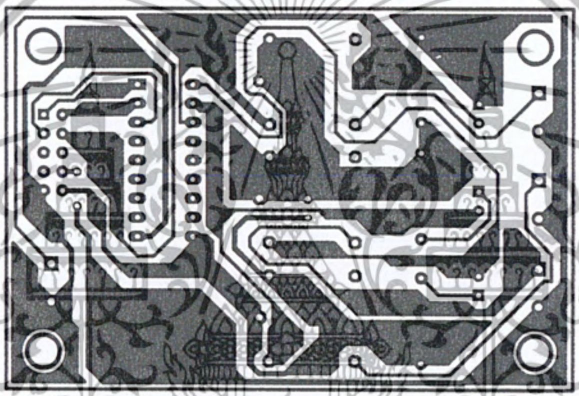


รูปที่ ข.5 วงจรควบคุมโซลินอยวาล์ว



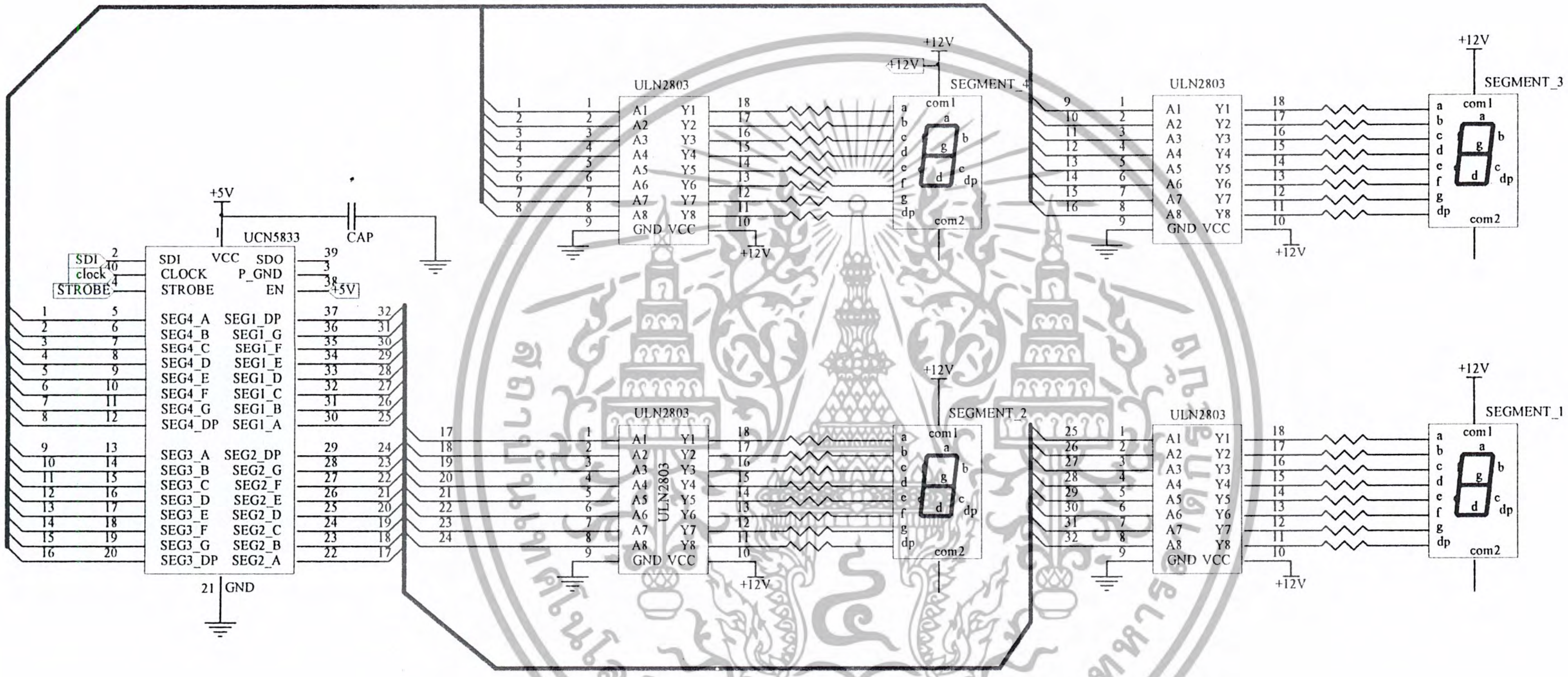
รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมโซลินอยวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

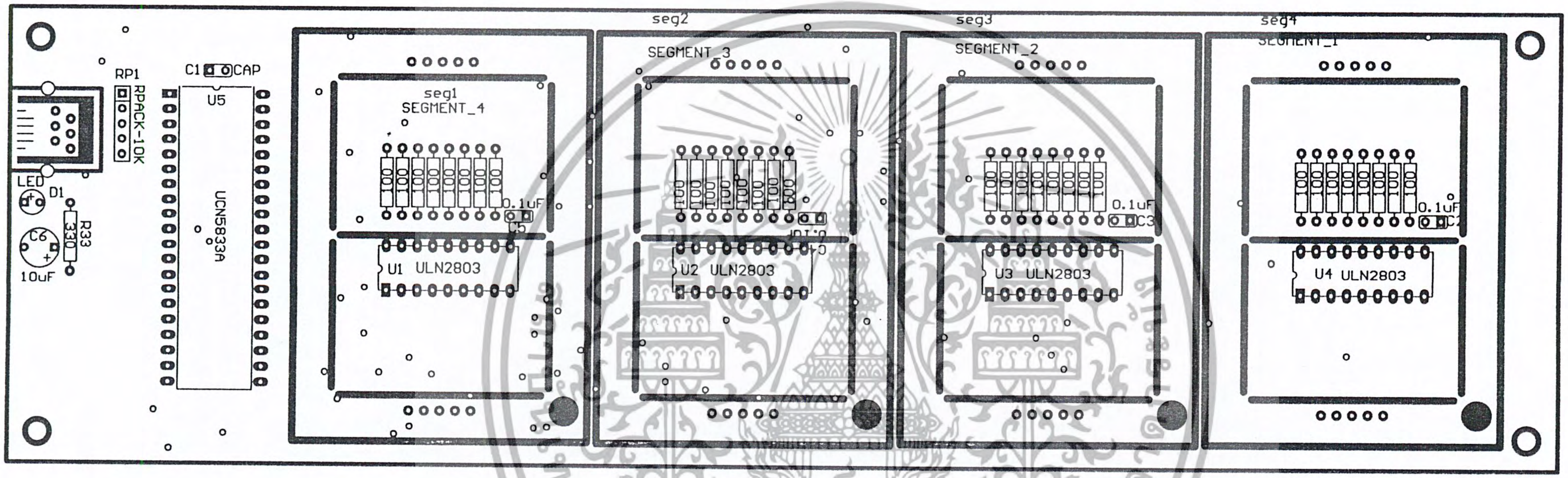


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดควบคุมโซลินอยวาล์ว

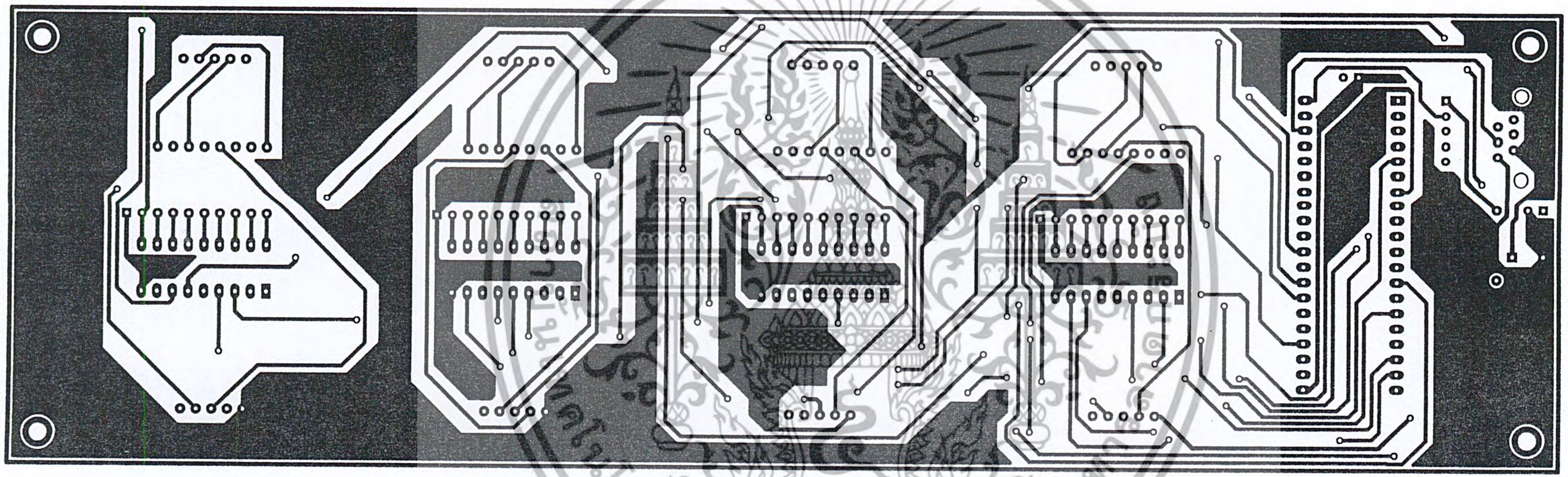
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



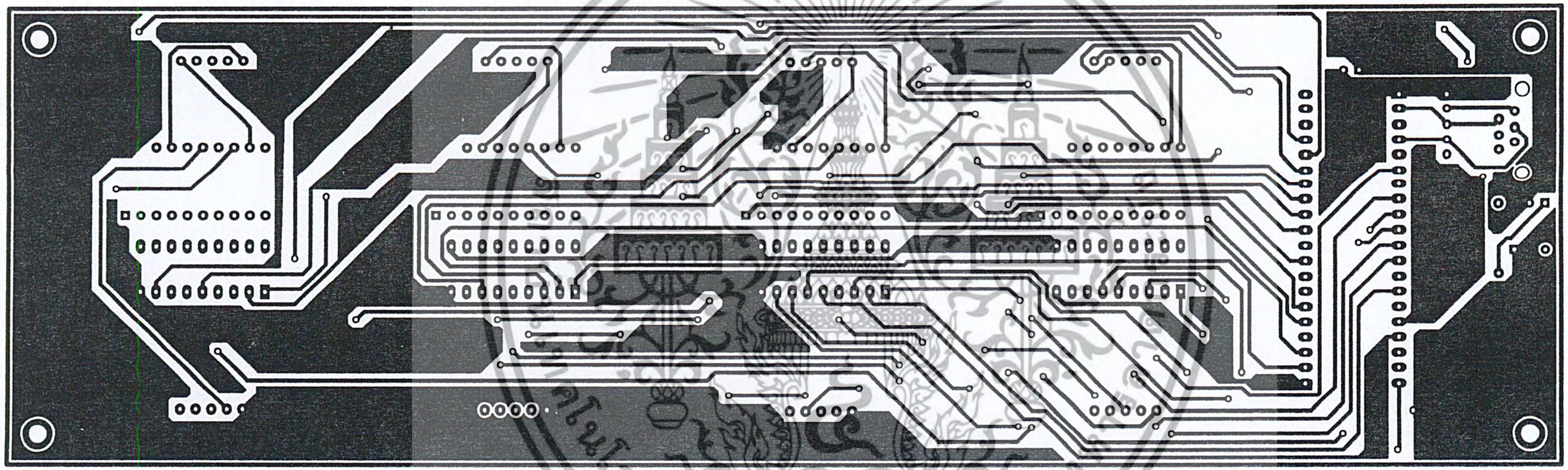
รูปที่ ข.8 วงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน (ด้านบน)



รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน (ด้านล่าง)

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC21	1 ตัว
IC2	P89C51RD2HBP	1 ตัว
IC3	MAX 232	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีเขียว	1 ตัว
Q1	BC557	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2,C3,C4,C5	10 µF 25V	5 ตัว
C6,C7	30 pF เซรามิค	2 ตัว
C8	470 µF 50V	1 ตัว
C9,C10	0.1µF มัลติเลเยอร์	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1,R2	1 KΩ	2 ตัว
R3	330 Ω	1 ตัว
R4	10 KΩ	1 ตัว
R5	30 Ω	1 ตัว
RP1	10k Rpack 10 Pin	1 ตัว
RP2	43.7k Rpack 5 Pin	1ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Crytral	11.0592 MHz	1 ตัว
Buzzer	5 Volt	1 ตัว
J1	2 Pin	1 ตัว
J2	3 Pin	1 ตัว
J3, J4	IDE connector 10 Pin	2 ตัว
J5, J6	IDE connector 16 Pin	2 ตัว
J7	Socket 16 Pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรบอร์ดควบคุมการทำงานหลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
J8	Socket 14 Pin	1 ตัว
J9	Socket 16 Pin	1 ตัว
J10	ขั้วต่อสายโทรศัพท์ 6 Pin	1 ตัว
Sw1, Sw2	Dif Switch	2 ตัว
W1, W2	เคเบิ้ลสายแพรชนิด 10 เส้น	1 เมตร
W3	เคเบิ้ลสายแพรชนิด 16 เส้น	1 เมตร
W4	เคเบิ้ลสายโทรศัพท์ชนิด 6 เส้น	2 เมตร

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2, IC3, IC4	ULN2803	4 ตัว
IC5	UCN5833A	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีเขียว	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2, C3, C4, C5	0.1 μF มัลติเลเยอร์	5 ตัว
C6	10 μF 50 V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1 – R32	100 Ω	32 ตัว
R33	330 Ω	1 ตัว
RP1	10 KΩ Rpack 10 Pin	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	ขั้วต่อสายโทรศัพท์ 6 Pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ULN2803	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1 – LED3	สีเขียว	3 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1, R2, R3	1 KΩ	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE connector 10 Pin	1 ตัว
J2 – J5	Connector 2 Pin	4 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	LM7805	1 ตัว
IC2	LM7905	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1 – D4	1N4001	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	4700 μF 25 V	2 ตัว
C3, C4	0.1 μF มัลติเลเยอร์	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220 / 9-0-9 2 Amp	1 ตัว
J1, J2	Connector 3 Pin	2 ตัว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์อื่นๆ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
โหลดเซลล์	50 Kg	2 ตัว
อินดิเคเตอร์	40,000 DIV	1 ตัว
แอลซีดี	20 ตัวอักษร 4 บรรทัด	1 ตัว
กระบอกสูบ	2 ทิศทาง	3 ตัว
วาล์วควบคุม	แบบ 3/2	3 ตัว
สวิตช์	ลิมิตสวิตช์เท้าเหยียบ	1 ตัว
เมตริกซ์สวิตช์	ขนาด 4 x 4	1 ตัว
บัตท่อมสวิตช์	ทอกเกิ้ลสวิตช์	2 ตัว
สวิตช์พาวเวอร์	2 คอนแทค	1 ตัว
รีเลย์	220 V / 2 คอนแทค	1 ตัว
ตู้คอนโทรล	ขนาด 30 x 45 ซม.	1 ตู้
สายลม	4 x 5 มม.	3 เมตร
สายลม	8 x 10 มม.	3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

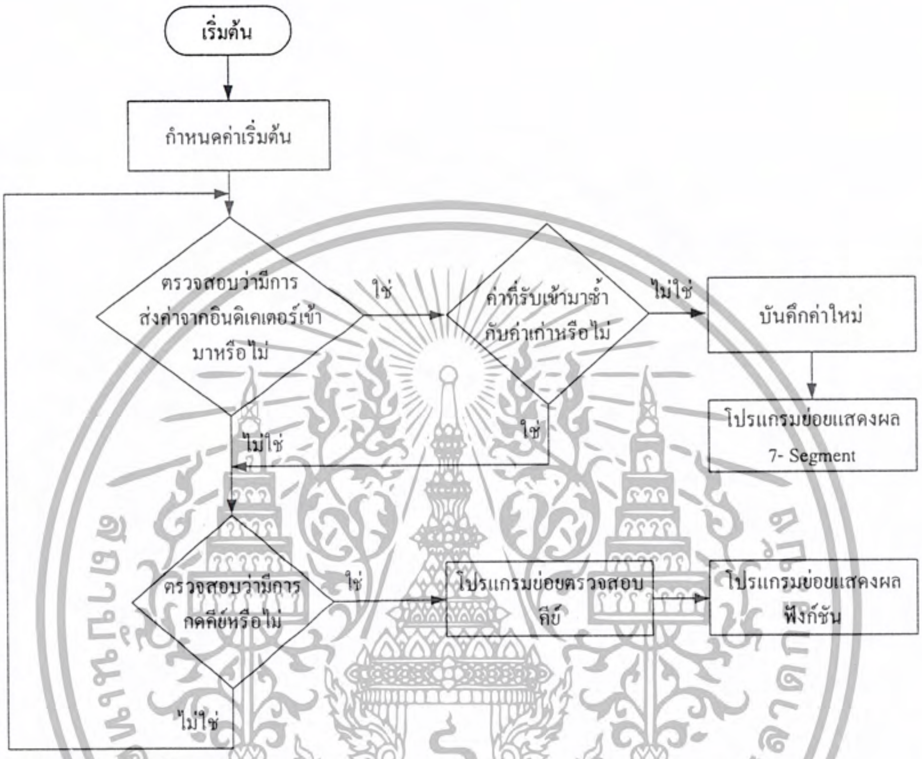
ภาคผนวก ง

แผนผังการทำงานและโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การออกแบบแผนผังควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

1.1 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก



รูปที่ ง.1 ผังงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานหลัก

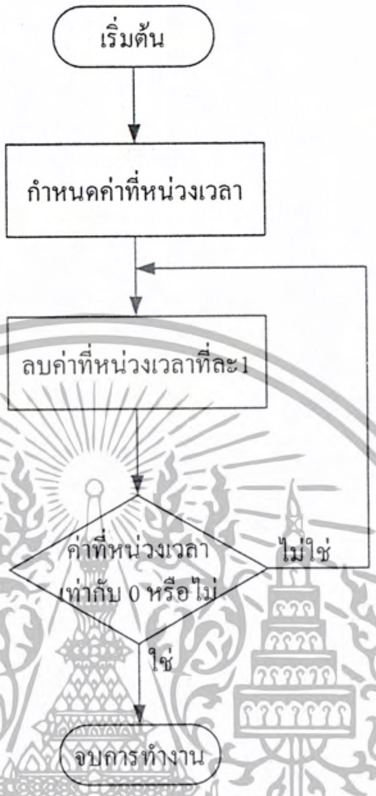
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับค่าจากอินดิเคเตอร์

รูปที่ ง.2 ผังงานของโปรแกรมย่อยรับค่าจากอินดิเคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

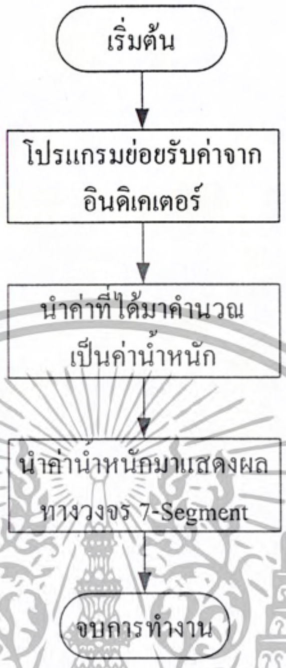
1.3 ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา



รูปที่ ง.3 ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลทาง 7-Segment



รูปที่ ง.4 ผังงานของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลแบบผลึกเหลว

รูปที่ ง.5 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลแบบผลึกเหลว

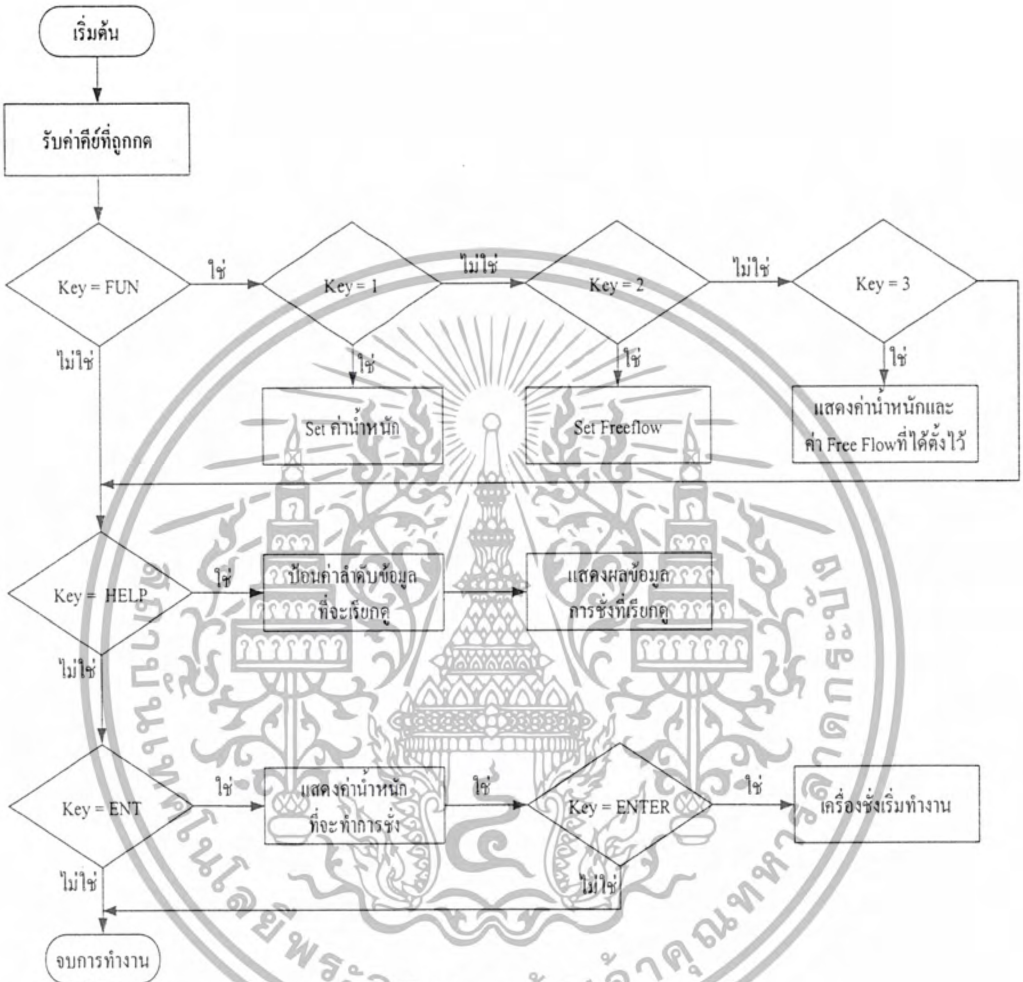
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

รูปที่ ง.6 ผังงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลฟังก์ชั่น



รูปที่ ง.7 ผังงานของโปรแกรมย่อยแสดงผลฟังก์ชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์

```
/*--------------------------Main  Program------------------------*/
#include "LCD.h"
#include "SEGMENT.h"
#include "scankey.h"
#include "DISP_FUNC.h"
#include "CYLINDER.h"
#include <absacc.h>
#include <stdlib.h>

unsigned char ch;
unsigned char value[7];
unsigned char ivalue[5];
bit flag=0;

float  old_value;
unsigned char cursor=0xC0;
unsigned char j=0;

void serial(void) interrupt 4
{
    if(RI)
    {
            ch=SBUF;
            if(ch>='.')
            {
                    if(ch=='g')
                    {
                            value[j]=ch;
                            j=0;
                            flag=1;
                    }
                    else
                    {
                            value[j]=ch;
                            j++;

                    }
            }
            RI=0;
    }
    if(TI)
            TI=0;
}
main()
{
    unsigned char i;
    delay(1000);

    clock = 0;
    data_in = 0;
    strobe = 0;
    SCON=0x52;
    TMOD=0x20;
    TH1=0xFA;
    TF1=0;
    TR1=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ES=1;
    EA=1;

    LCD_INIT();
    LCD_WSTR(0x88,"KMITL");
    LCD_WSTR(0xc2,"Grain  Pack  and");
    LCD_WSTR(0x97,"Scale  Machine");
    LCD_WSTR(0xd4,"--------------------");

    while(1)
         {
                  if(flag)
                   {
                        for(i=0;i<5;i++) ivalue[i]=value[i];
                        new_value=atof(ivalue);
                        if(new_value!=old_value)
                              {
                                    display();
                                    old_value=new_value;
                              }
                        flag=0;
                   }
                  cylinder();
                  key=scankey();
                  if(keypress ==1) checkkey(key);
         }
}
/*------------------------End Main Program---------------------------*/

/*-------------------------- INIT LCD-------------------------------*/
#include <REG51F.H>
#include <string.h>
#include <intrins.h>

sbit RS = P2^0;
sbit RW = P2^1;
sbit EN = P2^2;
sfr  WI = 0x80;

unsigned char data LCDBUF[20];

void delay (unsigned long count)

{
     while(count) count--;
}

void LCD_WCMD (unsigned char cmd)
{
     EN = 0;
     WI = cmd;
     RS = 0;
     RW = 0;
     EN = 1; delay(300);
     EN = 0; delay(100);
}

void LCD_WDAT (unsigned char dat)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    EN = 0;
    WI = dat;
    RS = 1;
    RW = 0;
    EN = 1; delay(100);
    EN = 0; delay(100);
}

void LCD_INIT ()
{
    LCD_WCMD(0x38);
    LCD_WCMD(0x0c);
    LCD_WCMD(0x06);
    LCD_WCMD(0x01);

}

void LCD_WSTR(unsigned char x,unsigned char *mess)
{
    unsigned char i,len;
    len = strlen(mess);
    LCD_WCMD(x);
    for(i=0;i<len;i++)
      LCD_WDAT(mess[i]);
}

/*-------------------------End INIT LCD--------------------------------*/

/*----------------------INIT  7-Segment--------------------------------*/
#include <REG51F.H>
#include <intrins.h>

sbit clock = 0xa5;
sbit data_in = 0xa4;
sbit strobe = 0xa3;

int x;
float  new_value;
unsigned char code show[] =
{
0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f};
unsigned char buffer[4];
unsigned int count;

void shift_data (unsigned char buff)
{
    unsigned char i;
    for(i=0;i<8;i++)
      {
          data_in =(buff & 0x80);
          buff = (buff << 1);
          clock = 1;
          clock = 0;
      }
    data_in = 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void display(void)
{
    unsigned char j;
    x=(int)(new_value*100);

    buffer[3]=show[x/1000];
    buffer[2]=show[(x/100)%10]|0x80;
    buffer[1]=show[(x/10)%10];
    buffer[0]=show[x%10];

    for(j=0;j<4;j++) shift_data(buffer[j]);
          strobe = 1;
          strobe = 0;
}
/*--------------------End INIT 7-Segment-----------------------*/

/*-------------------------Scan Key---------------------------*/
#include <REG51F.H>

sfr keyport = 0x90;
sbit sound = P2^6;
bit keypress,z;
bit specialkey;
unsigned char key_buffer[4];
unsigned char free[2];
unsigned char freeflow;
unsigned char idata getkey,key;
unsigned char code keyset[4] = {0xfe,0xfd,0xfb,0xf7};
unsigned char code keymap[16] =
{
0x7d,0xee,0xed,0xeb,0xde,0xdd,0xdb,0xbe,0xbd,0xbb,0x7e,0x7b,0xe7,
0xd7,0xb7,0x77};
unsigned char code keycode[16] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10  , 11 , 12 , 13 , 14  , 15
};
//CLR  HELP  UP  DOWN  FUN  ENTER

void k_sound (unsigned char freq,int time)
{
     unsigned char d;
     while(time>0)
      {
            sound = 0;
            for(d=0;d<=freq;d++) time--;
            sound = 1;
            for(d=0;d<=freq;d++) time--;
      }
}

unsigned char scankey(void)
{
     unsigned char k,r,keyret;
     keyret = 0xff;
     keypress=0;
     for(k=0;k<4;k++)
       {
             keyport = 0xff;
             getkey  = 0xff;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                delay(500);
                keyport = keyset[k];
                getkey = keyport;

                if(getkey != keyset[k])
                 {
                           keypress = 1;
                           for(r=0;r<16;r++)
                             {
                                if(getkey == keymap[r])
                                 {
                                 keyret = keycode[r];
                                 if(keyret > 9) specialkey =1;
                                 getkey = 0xff;
                                 return(keyret);
                                 }
                             }
                 }
        }
    return(keyret);
}
/*------------------------End  Scan Key--------------------------*/

/*------------------------Disp_Function--------------------------*/
#include <REG51F.H>

unsigned int set;
unsigned char u=0;
unsigned int idata totel_buffer[15] = 0;
unsigned char s[2];
unsigned char select=0;

void disp_func (void)
{
    k_sound(100,10000);
    delay(10000);
    k_sound(100,10000);
    keypress = 0;
      while(!keypress) key=scankey();

                delay(20000);
          switch(key)
                   {
                    case 1:
                          {
                          LCD_WCMD(0x01);
                          LCD_WSTR(0x85,"Set Weight");
                          LCD_WSTR(0x9a,"00.00 kg");
                          LCD_WCMD(0x0f);
                          LCD_WCMD(0x9a);
                          k_sound(150,30000);

                          keypress = 0;
                          while(!keypress) key = scankey();
                          LCD_WDAT(key|0x30);
                          key_buffer[3] = key;
                          k_sound(100,30000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
keypress = 0;
while(!keypress) key = scankey();
LCD_WDAT(key|0x30);
key_buffer[2] = key;
k_sound(100,30000);

LCD_WCMD(0x9d);

keypress =0;
while(!keypress) key = scankey();
LCD_WDAT(key|0x30);
key_buffer[1] = key;
k_sound(100,30000);

keypress = 0;
while(!keypress) key = scankey();

LCD_WDAT(key|0x30);
key_buffer[0] = key;
k_sound(100,30000);
LCD_WCMD(0x0c);

keypress = 0;
while(!keypress)
    { key = scankey();
        if(key<15) keypress = 0;
    }

set = (0*10) + key_buffer[3];
set = (set*10) + key_buffer[2];
set = (set*10) + key_buffer[1];
set = (set*10) + key_buffer[0];

k_sound(100,10000);
delay(10000);
k_sound(100,10000);
}
break;

case 2:
{
LCD_WCMD(0x01);
LCD_WCMD(0x0c);
LCD_WSTR(0x83,"Set Free Flow");
LCD_WSTR(0x9b,"0.00 kg");
LCD_WCMD(0x0f);
LCD_WCMD(0x9d);
k_sound(150,30000);

keypress =0;
while(!keypress) key = scankey();
LCD_WDAT(key|0x30);
free[1] = key;
k_sound(100,30000);

keypress = 0;
while(!keypress) key = scankey();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_WDAT(key|0x30);
free[0] = key;
k_sound(100,30000);
LCD_WCMD(0x0c);

keypress = 0;
while(!keypress) key = scankey();
if(key==15)
   {
   freeflow = (0*10) + free[1];
   freeflow = (freeflow*10) + free[0];
   }

      keypress = 0;
      while(!keypress)
          {
            key = scankey();
            if(key<15) keypress = 0;
          }
            k_sound(100,10000);
            delay(10000);
            k_sound(100,10000);
  }
      break;

case 3:
{
      LCD_WCMD(0x01);
      LCD_WCMD(0x0c);
      LCD_WSTR(0x85,"SHOW  DATA");
      LCD_WSTR(0x95,"  Weight  =");
      LCD_WSTR(0xd5,"Free Flow =");
      LCD_WCMD(0xa1);
      LCD_WDAT(key_buffer[3]|0x30);
      LCD_WDAT(key_buffer[2]|0x30);
      LCD_WDAT('.');
      LCD_WDAT(key_buffer[1]|0x30);
      LCD_WDAT(key_buffer[0]|0x30);
      LCD_WDAT('k');
      LCD_WDAT('g');
      LCD_WCMD(0xe2);
      LCD_WDAT('0');
      LCD_WDAT('.');
      LCD_WDAT(free[1]|0x30);
      LCD_WDAT(free[0]|0x30);
      LCD_WDAT('k');
      LCD_WDAT('g');
      k_sound(150,30000);

      keypress = 0;
      while(!keypress)
          {
             key=scankey();
             if(key < 15) keypress = 0;
          }
             k_sound(100,10000);
             delay(10000);
             k_sound(100,10000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        }
                                  break;
                             }
}
/*--------------------End  Display Function--------------------*/

/*------------------------Checkkey----------------------------*/

void checkkey(unsigned char kp)
{
    if(keypress)
     {
          if(kp<14 && kp != 11)
           {
                LCD_WCMD(0x0c);
                LCD_WCMD(0x01);
                LCD_WSTR(0xc3,"ENTER FUNCTION");
                k_sound(150,30000);
                delay(100000);
           }

          if(kp == 11)
           {
                LCD_WCMD(0x01);
                LCD_WSTR(0x84,"Show Old Data");
                LCD_WSTR(0xc0,"Show Number : ");
                LCD_WSTR(0xce,"00");
                k_sound(200,30000);

                LCD_WCMD(0xce);
                LCD_WCMD(0x0f);

                keypress=0;
                while(!keypress) key=scankey();
                s[0]=key;
                LCD_WDAT(s[0] |0x30);
                k_sound(150,30000);

                keypress=0;
                while(!keypress) key=scankey();
                s[1]=key;
                LCD_WDAT(s[1] |0x30);
                LCD_WCMD(0x0c);
                k_sound(150,30000);

                keypress=0;
                while(!keypress)
                       {  key=scankey();
                          if(key<15) keypress = 0;
                       }

                LCD_WCMD(0x0c);
                select = (0*10) + s[0];
                select=(select*10)+s[1];
                select=select-1;

           k_sound(150,30000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCD_WSTR(0xd5,"Old DATA = ");
        LCD_WCMD(0xe0);
        LCD_WDAT((totel_buffer[select]/1000)|0x30);
        LCD_WDAT(((totel_buffer[select]/100)%10)|0x30);
        LCD_WDAT('.');
        LCD_WDAT(((totel_buffer[select]/10)%10)|0x30);
        LCD_WDAT((totel_buffer[select]%10)|0x30);
        LCD_WDAT('k');
        LCD_WDAT('g');
        delay(300000);
  }

if(kp == 14)
  {
        LCD_WCMD(0x01);
        LCD_WCMD(0x0c);
        LCD_WSTR(0x83,"Select  Number");
        LCD_WSTR(0xc0,"1.Set  Weight");
        LCD_WSTR(0x94,"2.Set Free Flow");
        LCD_WSTR(0xd4,"3.Show  Data");
        disp_func();
  }

if(kp == 15)
  {
              LCD_WCMD(0x01);
              LCD_WSTR(0x83,"Start  Machine");
              LCD_WSTR(0xc2,"Weight =");
              LCD_WCMD(0xcb);
              LCD_WDAT((set/1000)|0x30);
              LCD_WDAT(((set/100)%10)|0x30);
              LCD_WDAT('.');
              LCD_WDAT(((set/10)%10)|0x30);
              LCD_WDAT((set%10)|0x30);
              LCD_WDAT('k');
              LCD_WDAT('g');
              LCD_WSTR(0xdc,"ENTER");
              k_sound(150,30000);
              delay(10000);
              k_sound(150,30000);

              keypress = 0;
              while(!keypress)
                {  key=scankey();
                   keypress = 0;
                   if(key == 15)
                    {
                        if(u>=15) u=0;
                        totel_buffer[u]=set;
                        u++;
                        k_sound(100,10000);
                        delay(5000);
                        k_sound(100,10000);
                        delay(5000);
                        k_sound(100,30000);
                        k_sound(100,30000);
                        keypress = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                          }
                                      if(key == 10)
                                          {
                                              k_sound(100,30000);
                                              keypress = 1;
                                          }

                                 }
                    }
                keypress = 0;
            }


        LCD_WCMD(0x01);
        LCD_WCMD(0x0c);
        LCD_WSTR(0x88,"KMITL");
        LCD_WSTR(0xc2,"Grain  Pack  and");
        LCD_WSTR(0x97,"Scale  Machine");
        LCD_WSTR(0xd4,"--------------------");
}
/*-------------------------End  CheckKey-------------------------*/

/*--------------------------Cylinder-----------------------------*/
#include <REG51F.H>

sbit Relay_1 = P2^7;
sbit Relay_2 = P3^7;
sbit Relay_3 = P3^5;

void cylinder(void)
{
    if(x == 0)
     {
          Relay_1 = Relay_2 = Relay_3 = 0;
     }

    if(x >0 && x < (set-freeflow))
     {
          Relay_2 = Relay_3 = 0;
          Relay_1 = 1;
    }

    if(x >= (set-freeflow) && x<set)
     {
          Relay_1 = Relay_3 = 0;
          Relay_2 = 1;
     }

    if(x >= set)
     {
          Relay_1 = Relay_2 = 0;
          Relay_3 = 1;
     }
}

/*-----------------------End  Cylinder---------------------------*/
```

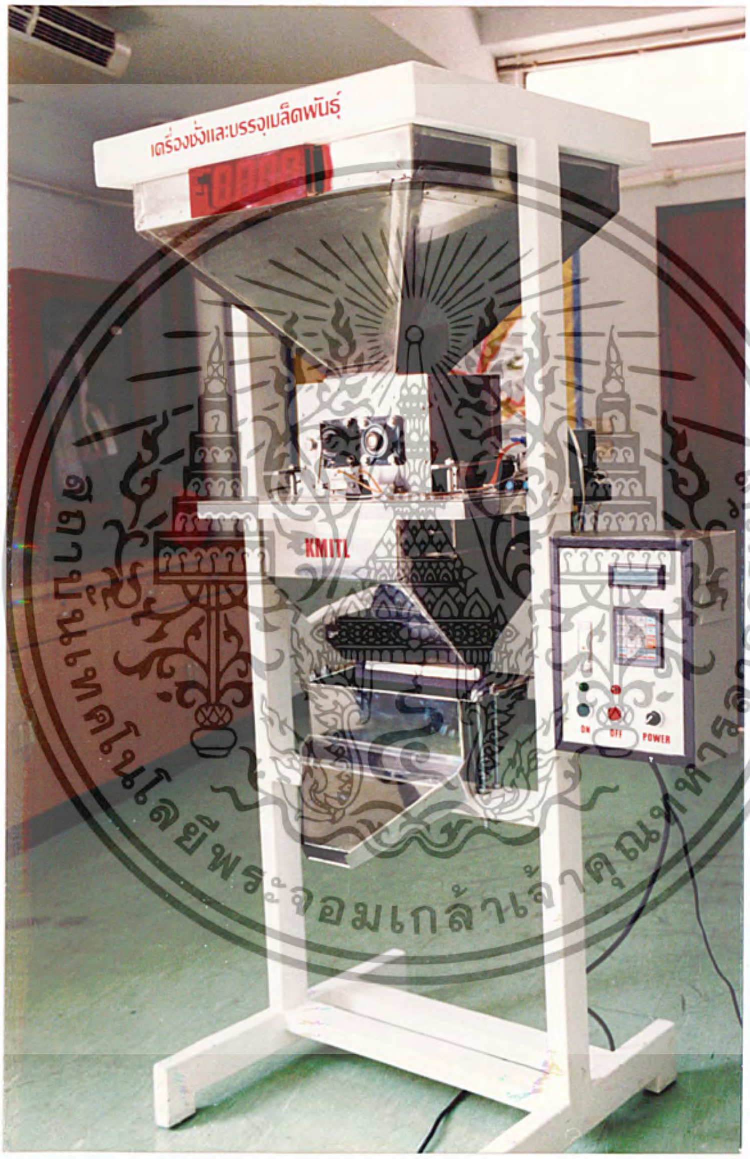
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

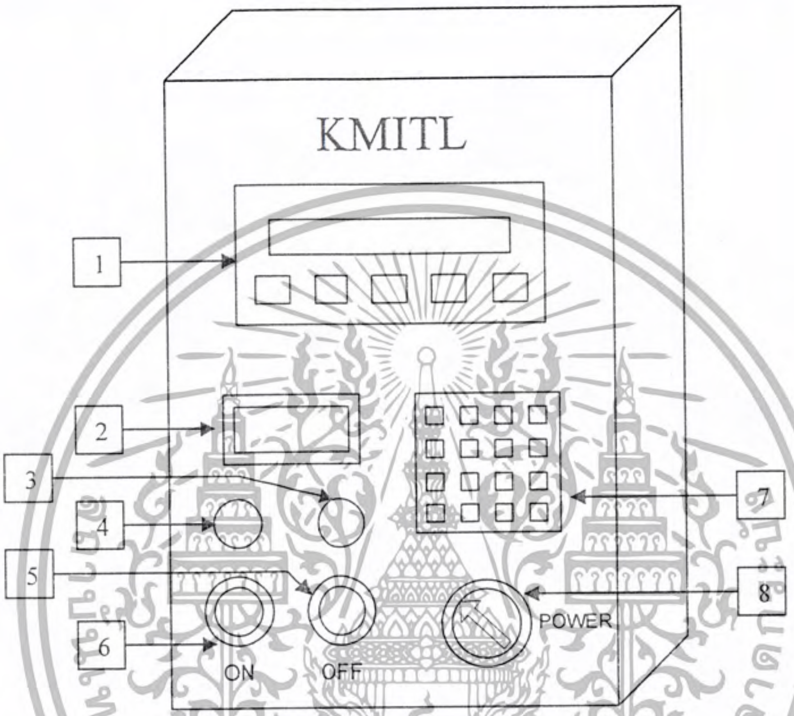
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวนำ

คู่มือการใช้งานนี้จะกล่าวถึง การใช้งานของเครื่องชั่งและบรรจุเมล็ดพันธุ์ซึ่งประกอบด้วย การเริ่มต้นใช้งาน การตั้งค่าน้ำหนัก และการใช้งานตัวอินดิเคเตอร์ ดังจะกล่าวต่อไปนี้



รูปที่ ง.1 กล่องคอนโทรล

หมายเลข 1 อินดิเคเตอร์

หมายเลข 2 LCD แสดงผลข้อมูลการตั้งค่าการทำงาน

หมายเลข 3 ไฟแสดงสถานะ OFF

หมายเลข 4 ไฟแสดงสถานะ ON

หมายเลข 5 สวิตซ์ OFF

หมายเลข 6 สวิตซ์ ON

หมายเลข 7 คีย์ตั้งค่าน้ำหนัก

หมายเลข 8 สวิตซ์สแตนบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งานและการตั้งค่าน้ำหนัก

1. เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายไฟเข้าสู่ระบบ (ไฟฟ้า 220 Volt AC)

2. กด FUNC +1 เพื่อทำการเข้าสู่โหมดการตั้งค่าน้ำหนัก ซึ่งสามารถกำหนดค่าน้ำหนักได้ตั้งแต่ค่า 1 ถึง 20 กิโลกรัม

3. กด FUNC + 2 เพื่อเข้าสู่โหมดการตั้งค่า FREE FALLเป็นการกำหนดค่าเพื่อชดเชยค่าของวัตถุดิบขณะลอยอยู่ในอากาศ ให้ใส่ค่า 10 แล้วกด ENTER

4. เมื่อต้องการเริ่มทำงานในโปรแกรมที่ตั้งไว้ให้ทำการกด ENTER เครื่องจะแสดงผลข้อมูลค่าน้ำหนักและค่า FREE FALL ที่ได้ตั้งไว้ และทำการกด ENTER อีกครั้งเพื่อยืนยันการชั่ง

5. กด FUNC + 3 เพื่อเข้าสู่โหมดการแสดงผลค่าน้ำหนักและค่า FREE FALL ที่ได้ตั้งไว้

6. เมื่อต้องการเรียกดูข้อมูลของการชั่งย้อนหลัง กด HELP จะเข้าสู่โหมดข้อมูลการชั่งแล้วกดหมายเลขครั้งที่ต้องการเรียกดูข้อมูล

การติดตั้งและการใช้งานจอแสดงน้ำหนัก GENIX GX – 2000

ด้านหน้าของเครื่อง มีปุ่มกดอยู่ 5 ปุ่ม โดยแต่ละปุ่มทำงานดังนี้

ZERO	เซ็ตน้ำหนักเท่ากับ 0
TARE	หักน้ำหนักภาชนะ
G/N	กดเลือกดูน้ำหนักรวม (GROSS) หรือ น้ำหนักสุทธิ (NET)
PRINT	พิมพ์น้ำหนัก ไปยังเครื่องพิมพ์
MENU	กดเลือกใช้โหมด: น้ำหนักโค๊ด CODE ---- SP (setpoint) ---- น้ำหนัก

ไฟแสดง

----0----	แสดงน้ำหนักกึ่งกลางศูนย์
NET	แสดงน้ำหนักสุทธิ
GROSS	แสดงน้ำหนักรวม

ขั้วต่อ J1

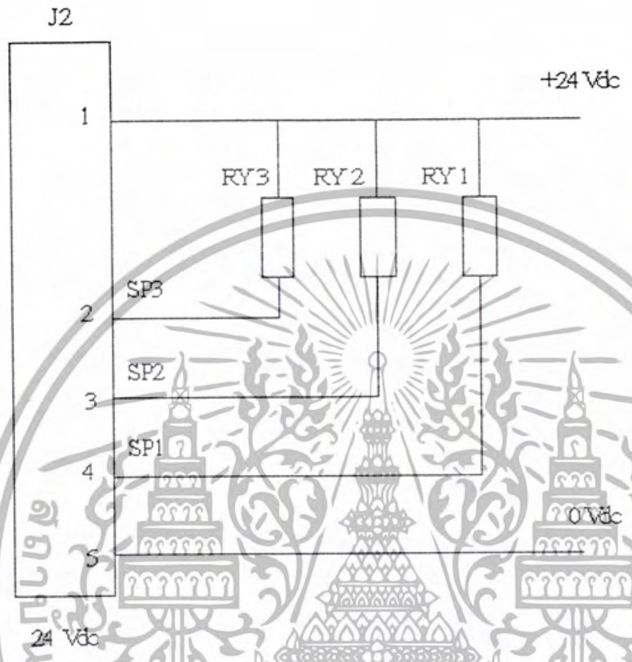
สำหรับต่อเข้ากับโหลดเซลล์โดยมีการจัดขั้วสัญญาณดังนี้

ขา 1	=	Shield
ขา 2	=	EX+
ขา 3	=	EX-
ขา 4	=	SIG+
ขา 5	=	SIG-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วต่อ J2

Setpoint output



รูปที่ ง.2 วงจรการต่อขั้ว J2

ขั้วต่อ J3

Serial port (RS – 232)

ขา 1 = GND

ขา 2 = Tx (ส่ง)

ขั้วต่อ J4

AC Power supply

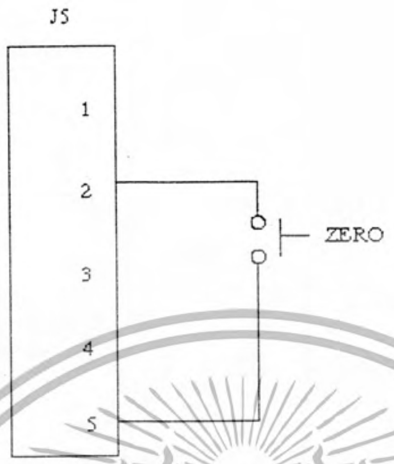
ขา 1 = 9 Vac

ขา 2 = 0 Vac

ขา 3 = 9 Vac

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้วต่อ J5



รูปที่ ง.3 วงจรการต่อขั้ว J5

EXT ZERO

ขา 1 = 5 Vdc

ขา 2 = ZERO

ขา 3 = NC

ขา 4 = NC

ขา 5 = GND

การติดตั้ง

การตั้งค่าขนาดพิกัดน้ำหนัก , จำนวนทศนิยม, ค่าอ่านละเอียด

1. ต่อขั้วโหลดเซลล์และเลือกค่า R3, R4 และ R10 ให้ถูกต้องตามจำนวนโหลดเซลล์

ตารางที่ ง-1 แสดงค่าความต้านทานของโหลดเซลล์แต่ละตัว

จำนวนโหลดเซลล์	R 3	R4	R10
1	40 k	40 k	40 k
2	20 k	20 k	20 k
3	12 k	12 k	12 k
4	10 k	10 k	10 k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเปิดสวิตซ์จ่ายไฟเข้าเครื่อง เครื่องจะทดสอบหน้าจอ โดยการนับ 0 – 9 แล้วแสดงน้ำหนัก 0

3. รอประมาณ 1 นาที

4. กดปุ่มเมนู ให้หน้าจอแสดง CODE

กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง 00000 ป้อนรหัสผ่าน 123 โดยใช้ปุ่ม ^ ในการเพิ่มตัวเลขและปุ่ม < ในการเลื่อนหลักตัวเลข
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง CAL
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดง CONF
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง CAP (พิกัดน้ำหนักสูงสุด)
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดงค่าพิกัดน้ำหนัก (รวมทศนิยม) เช่น100.00 แสดง 10000 ทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยใช้ปุ่ม ^ ในการเพิ่มตัวเลข และปุ่ม < ในการเลื่อนหลักตัวเลข
กดปุ่ม ENT	SAVE ค่า หน้าจอแสดง CAP
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดง DP (หลักทศนิยม)
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดงจุดทศนิยม แก้ไขได้โดยใช้ปุ่ม <
กดปุ่ม ENT	SAVE ค่าหน้าจอแสดง dp
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดง div (ค่าอ่านละเอียด)
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดงค่าอ่านละเอียด ใช้ปุ่ม < แก้ไขตามต้องการ
กดปุ่ม ENT	SAVE ค่า div หน้าจอแสดง div
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดงน้ำหนักปกติ

การปรับสัญญาณโหลดเซลล์

กดปุ่ม MENU	ให้หน้าจอแสดง CODE
กดปุ่ม ENT	ให้หน้าจอแสดง 00000 ป้อนรหัสผ่าน 123 โดยใช้ปุ่ม ^ ในการเพิ่มตัวเลข และใช้ < ในการเลื่อนหลักตัวเลข
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง CAL
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง ZERO
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดง SPAN F
กดปุ่ม MENU	หน้าจอแสดง ATD
กดปุ่ม ENT	จะปรากฏตัวเลขจำนวนหนึ่ง หรือ 00 ให้ปรับค่า VR1 ให้ตัวเลขมีค่าประมาณ -18000 (ไม่มีน้ำหนักได้วางอยู่บนเครื่องชั่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบค่าอ่านละเอียด

วางน้ำหนักเท่ากับค่าอ่านละเอียดบนแท่นชั่ง ตัวเลข ATD จะต้องเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ขึ้นไป จึงจะใช้งานได้ถ้าไม่ได้ให้เพิ่มค่า R3, R4 และ R10

กดปุ่ม ENT หน้าจอแสดง ATD

การปรับน้ำหนักศูนย์

กดปุ่ม MENU จนหน้าจอแสดง ZERO

น้ำหนักบนแท่นชั่งเท่ากับ 0 กดปุ่ม ENT หน้าจอแสดงค่าตัวเลขจำนวนหนึ่งประมาณ 5 วินาที หน้าจอจะกลับมาแสดง ZERO

การปรับน้ำหนัก

กดปุ่ม MENU	จนหน้าจอแสดง SPAN วางน้ำหนักบนแท่นชั่ง เช่น 100 ก.ก
กดปุ่ม ENT	หน้าจอแสดง 00000 ให้ป้อนค่าน้ำหนักเท่ากับที่อยู่บนแทนชั่ง (โดยใช้ปุ่ม ^ และ <) ให้หน้าจอแสดง 01000 (หน้าจอไม่แสดงทศนิยม) แล้วกดปุ่ม ENT เครื่องแสดงค่าตัวเลขจำนวนหนึ่งประมาณ 5 วินาที หน้าจอจะกลับมาแสดง SPAN
กดปุ่ม MENU	จนหน้าจอแสดง END กดปุ่ม ENT หน้าจอจะแสดง CODE
กดปุ่ม MENU	จนหน้าจอแสดงค่าน้ำหนัก

------ จบขั้นตอน ------

การตั้งค่าน้ำหนัก SP (OPTION)

1. กดปุ่ม MENU ให้หน้าจอแสดง SP

2. กดปุ่ม ENT หน้าจอแสดงค่าน้ำหนักเดิม ที่ตั้งไว้ (1 xxxxx สำหรับ setpoint 1, 2 xxxxx สำหรับ setpoint 2, 3 xxxxx สำหรับ setpoint 3)

3. ใช้ปุ่ม < , ^ เปลี่ยนแปลงแก้ไขตัวเลข

4. เมื่อได้ค่าที่ต้องการ กดปุ่ม ENT หน้าจอแสดง SP กดปุ่ม MENU ให้หน้าจอแสดงน้ำหนักปกติ

------ จบขั้นตอน ------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

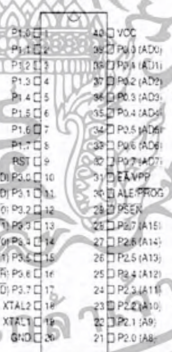
AT89C51

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

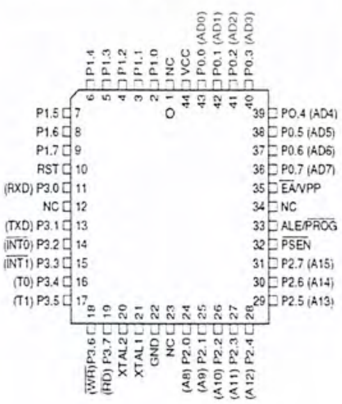
Pin Configurations

PDIP



PQFP/TQFP

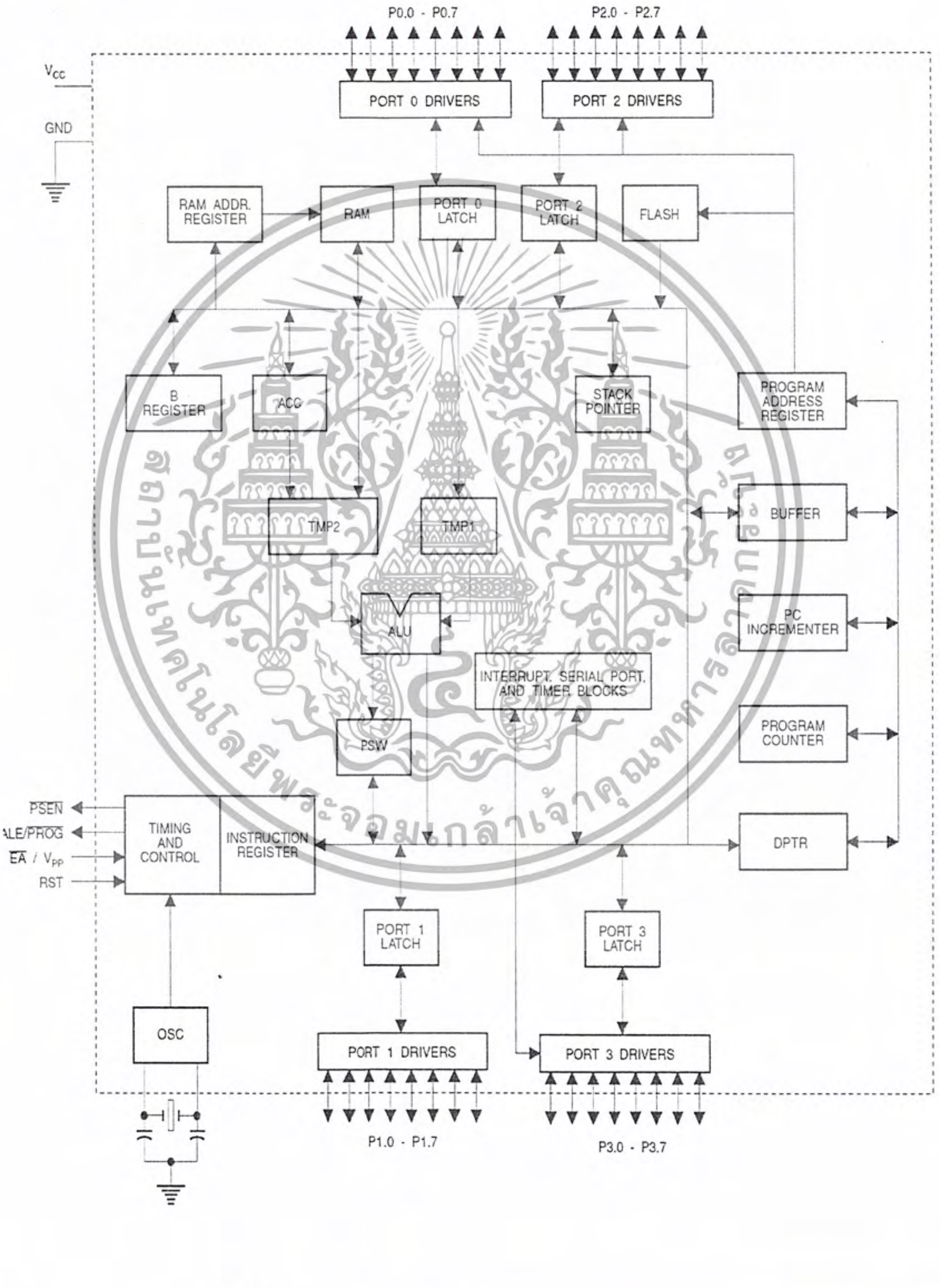
PLCC



Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

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

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

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

Port 1

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

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

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

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

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

Port 3

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

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

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

RST

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

ALE/$\overline{\text{PROG}}$

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

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pulse is skipped during each access to external Data Memory.

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

PSEN

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

When the AT89C51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

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

EA should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

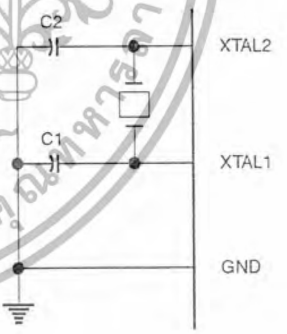
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

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

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

Figure 1. Oscillator Connections



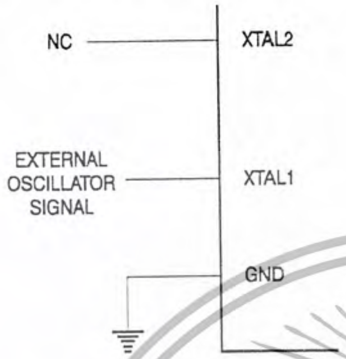
Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

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

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

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

Lock Bit Protection Modes

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = FFH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

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

$\overline{\text{Data}}$ Polling: The AT89C51 features $\overline{\text{Data}}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{\text{Data}}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

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

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

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

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

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

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

Figure 3. Programming the Flash

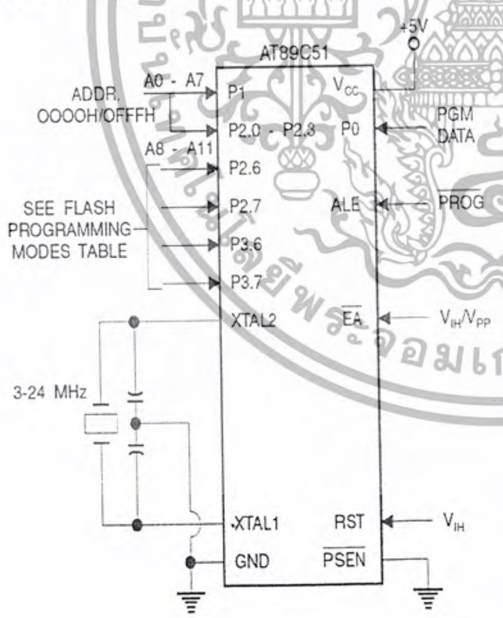
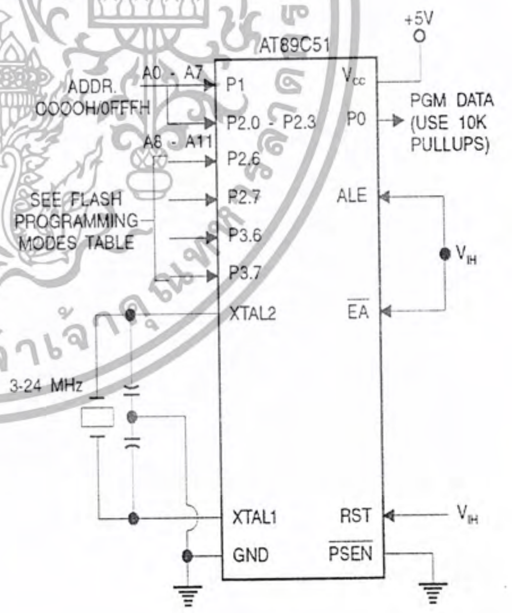
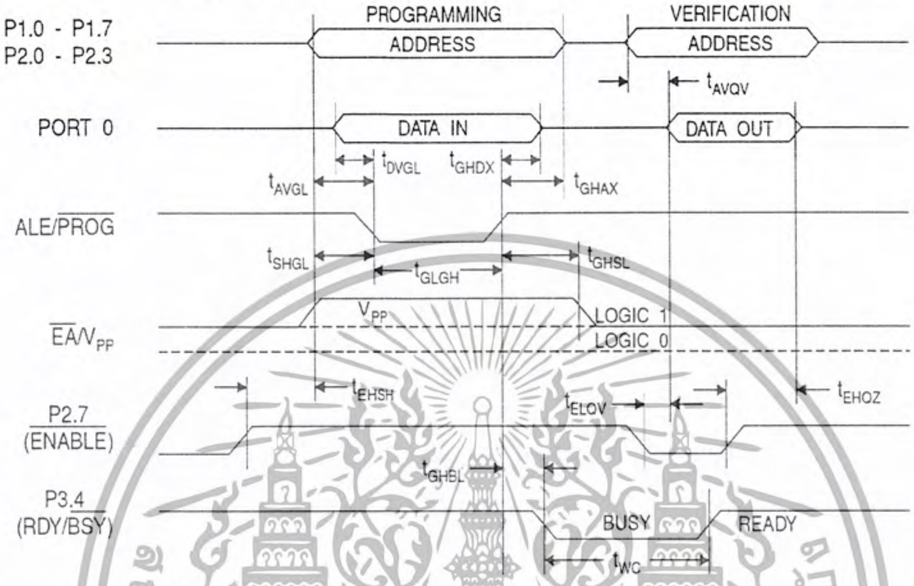


Figure 4. Verifying the Flash

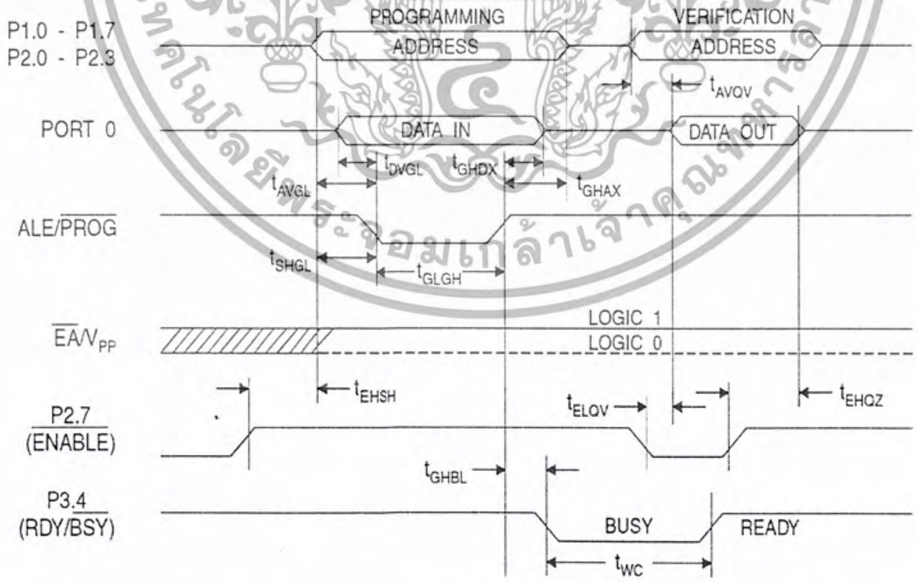


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำห ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

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

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

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, VCC = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

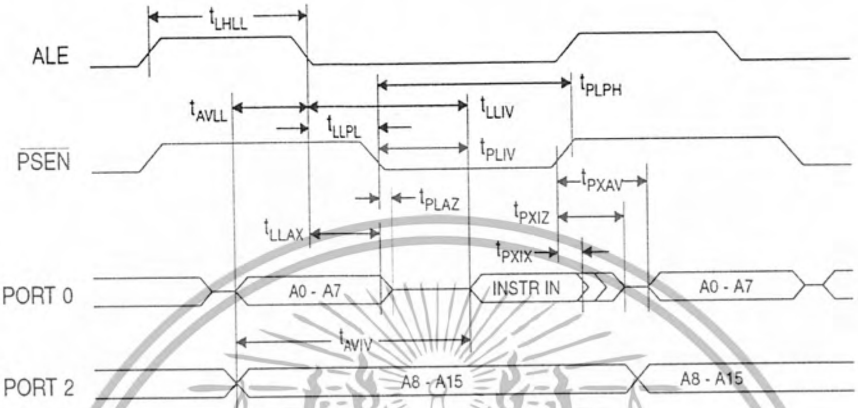
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

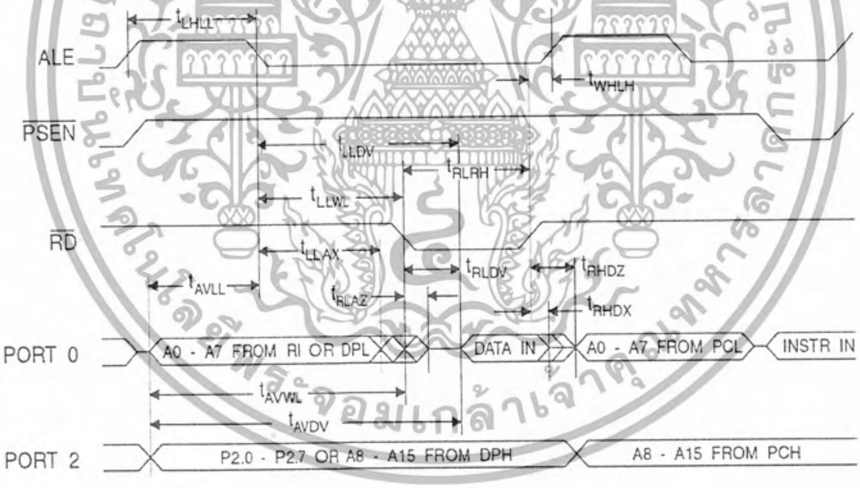
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ... เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

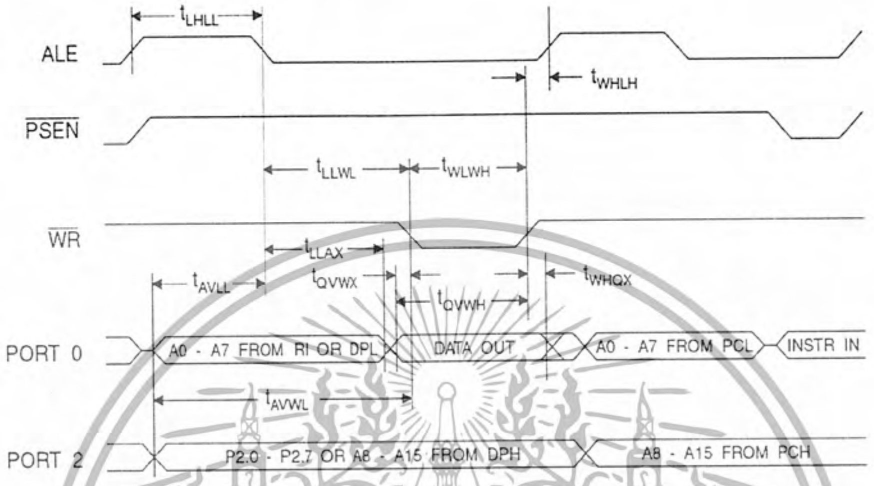


External Data Memory Read Cycle

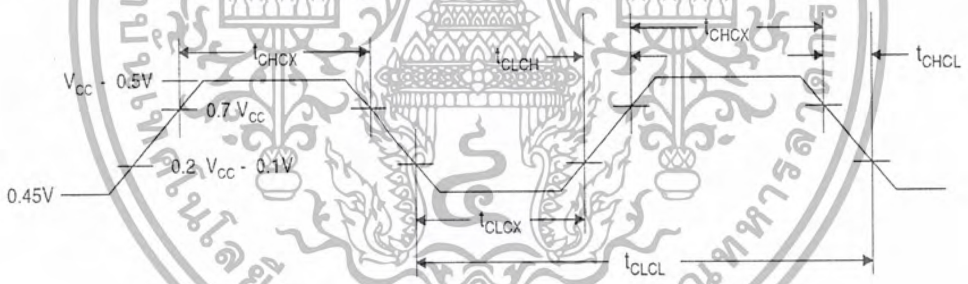


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

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

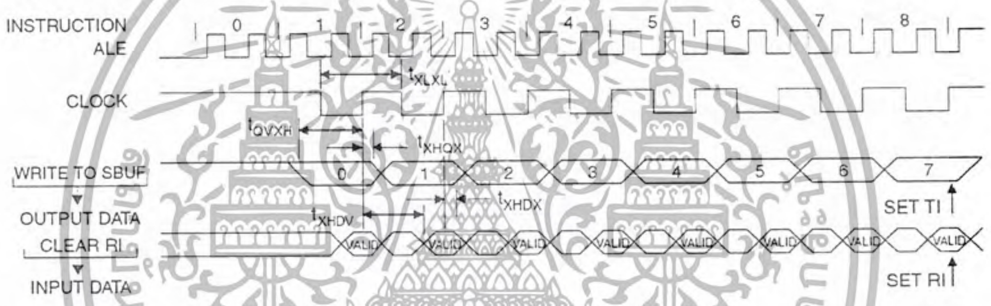
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

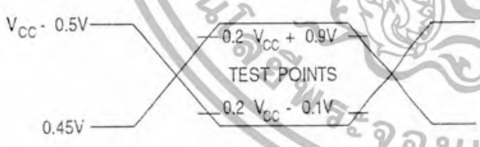
(V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

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

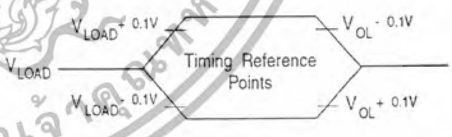
Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Float Waveforms[1]



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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

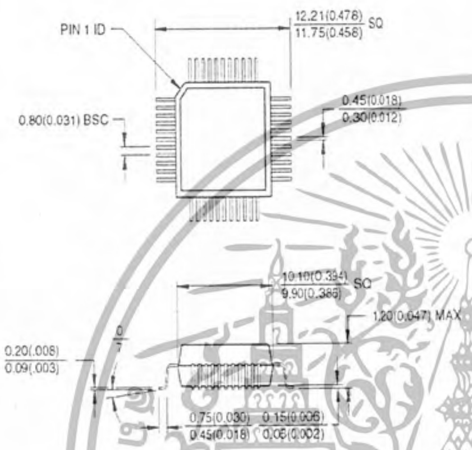
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

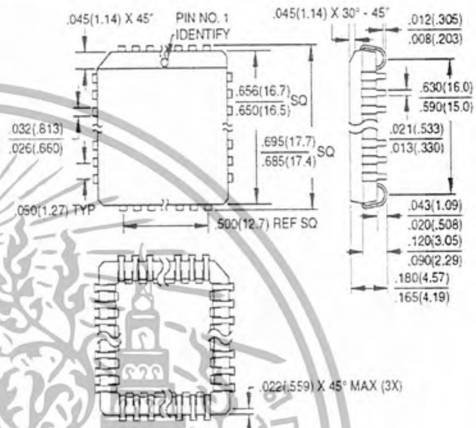
Packaging Information

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

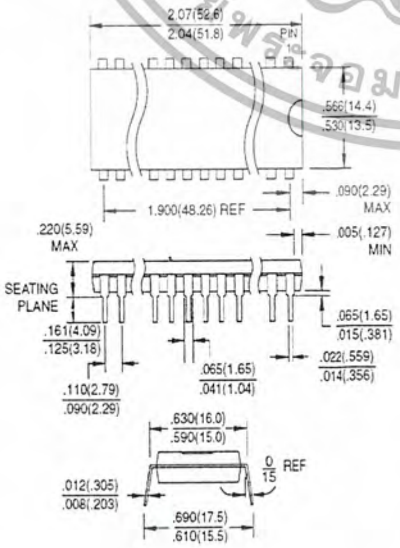


Controlling dimension: millimeters

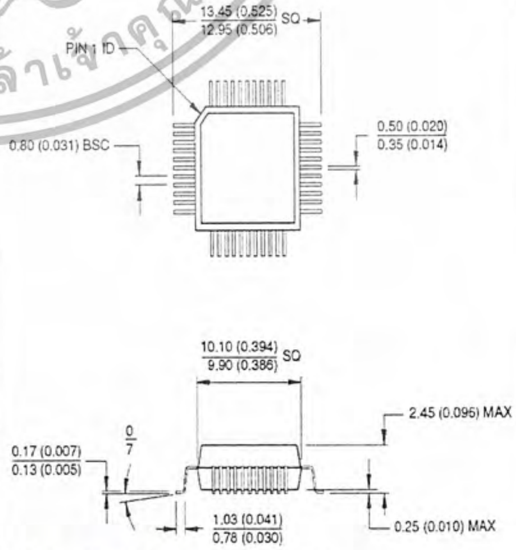
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC



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



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



Controlling dimension: millimeters

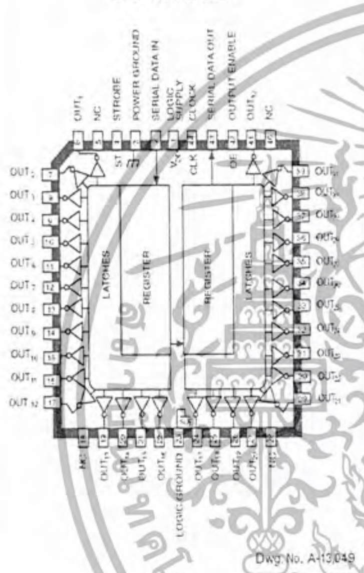
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ...ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833

Data Sheet
26185.16A*

BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

UCN5833EP



Designed to reduce logic supply current, chip size, and system cost, the UCN5833A/EP integrated circuits offer high-speed operation for thermal printers. These devices can also be used to drive multiplexed LED displays or incandescent lamps within their 125 mA peak output current rating. The combination of bipolar and MOS technologies gives BiMOS II smart power ICs an interface flexibility beyond the reach of standard buffers and power driver circuits.

These 32-bit drivers have bipolar open-collector npn Darlington outputs, a CMOS data latch for each of the drivers, a 32-bit CMOS shift register, and CMOS control circuitry. The high-speed CMOS shift registers and latches allow operation with most microprocessor-based systems at data input rates above 3.3 MHz. Use of these drivers with TTL may require input pull-up resistors to ensure an input logic high.

The UCN5833A is supplied in a 40-pin dual in-line plastic package with 0.600" (15.24 mm) row spacing. At an ambient temperature of +75°C, all outputs of the DIP-packaged device will sustain 50 mA continuously. For high-density applications, the UCN5833EP is available. This 44-lead plastic chip carrier (quad pack) is intended for surface-mounting on solder lands with 0.050" (1.27 mm) centers. CMOS serial data outputs permit cascading for applications requiring additional drive lines.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
at +25°C Free-Air Temperature

Output Voltage, V_{OUT} .... 30 V
Logic Supply Voltage, V_{DD} .... 7.0 V
Input Voltage Range,
V_{IN} .... -0.3 V to V_{DD} + 0.3 V
Continuous Output Current,
I_{OUT} (each output) .... 125 mA
Package Power Dissipation, P_D
(UCN5833A) .... 3.5 W*
(UCN5833EP) .... 2.5 W*
Operating Temperature Range,
T_A .... -20°C to +85°C
Storage Temperature Range,
T_S .... -55°C to +150°C

* Derate linearly to 0 W at +150°C.

Caution: CMOS devices have input static protection but are susceptible to damage when exposed to extremely high static electrical charges.

FEATURES

- To 3.3 MHz Data Input Rate
- 30 V Minimum Output Breakdown
- Darlington Current-Sink Outputs
- Low-Power CMOS Logic and Latches

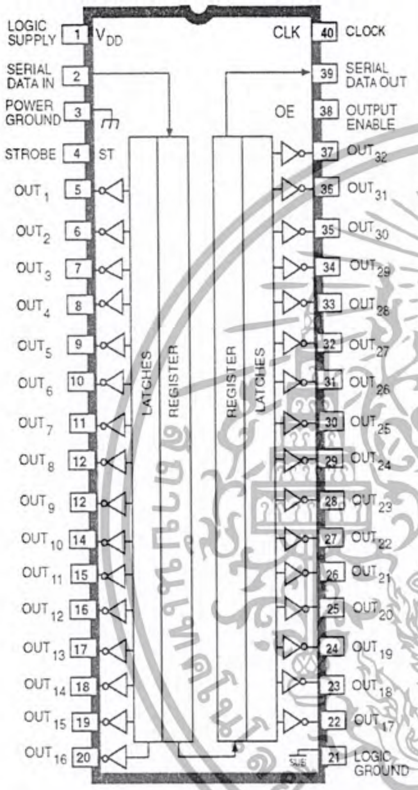
Always order by complete part number:

Part Number	Package
UCN5833A	40-Pin DIP
UCN5833EP	44-Lead PLCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

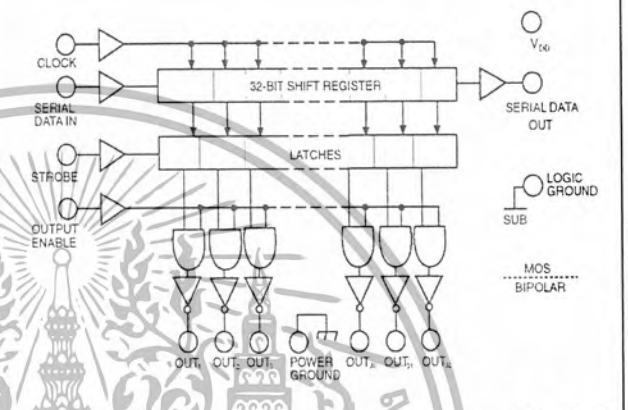
5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

UCN5833A



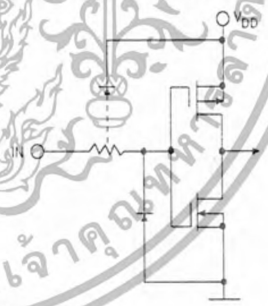
Dwg. No. A-13,048

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



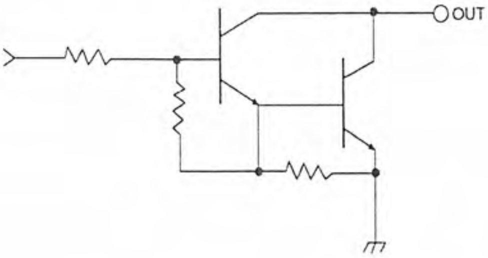
Dwg. No. A-13,057

TYPICAL INPUT CIRCUIT



Dwg. No. A-13,050

TYPICAL OUTPUT DRIVER



Dwg. No. A-13,051

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1986, 1995, Allegro MicroSystems, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = +25°C, V_{DD} = 5 V (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits Min.	Limits Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	V_{OUT} = 30 V, T_A = 70°C	—	10	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	I_{OUT} = 50 mA	—	1.2	V
		I_{OUT} = 100 mA	—	1.7	V
Input Voltage	$V_{IN(1)}$		3.5	5.3	V
	$V_{IN(0)}$		-0.3	+0.8	V
Input Current	$I_{IN(1)}$	V_{IN} = 5.0 V	—	1.0	µA
	$I_{IN(0)}$	V_{IN} = 0 V	—	-1.0	µA
Serial Output Voltage	$V_{OUT(1)}$	I_{OUT} = -200 µA	4.5	—	V
	$V_{OUT(0)}$	I_{OUT} = 200 µA	—	0.3	V
Supply Current	I_{DD}	One output ON, I_{OUT} = 100 mA	—	1.0	mA
		All outputs OFF	—	50	µA
Output Rise Time	t_r	I_{OUT} = 100 mA, 10% to 90%	—	500	ns
Output Fall Time	t_f	I_{OUT} = 100 mA, 90% to 10%	—	500	ns

NOTE: Positive (negative) current is defined as going into (coming out of) the specified device pin.

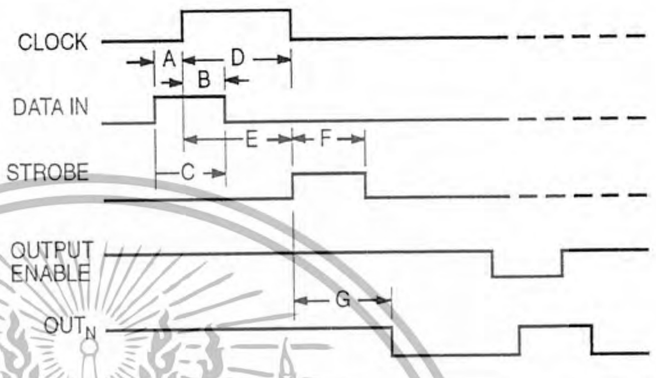
TRUTH TABLE

Serial Data Input	Clock Input	Shift Register Contents I_1 I_2 I_3 ... I_{N-1} I_N	Serial Data Output	Strobe Input	Latch Contents I_1 I_2 I_3 ... I_{N-1} I_N	Output Enable Input	Output Contents I_1 I_2 I_3 ... I_{N-1} I_N
H	↑	H R_1 R_2 ... R_{N-2} R_{N-1}	R_{N-1}				
L	↑	L R_1 R_2 ... R_{N-2} R_{N-1}	R_{N-1}				
X	↓	R_1 R_2 R_3 ... R_{N-1} R_N	R_N				
		X X X ... X X	X	L	R_1 R_2 R_3 ... R_{N-1} R_N		
		P_1 P_2 P_3 ... P_{N-1} P_N	P_N	H	P_1 P_2 P_3 ... P_{N-1} P_N	H	P_1 P_2 P_3 ... P_{N-1} P_N
					X X X ... X X	L	H H H ... H H

L = Low Logic Level H = High Logic Level X = Irrelevant P = Present State R = Previous State

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER



Dwg. No. A-12,276A

TIMING CONDITIONS

(V_{DD} = 5.0 V, Logic Levels are V_{DD} and Ground)

A. Minimum Data Active Time Before Clock Pulse (Data Set-Up Time) .... 75 ns
B. Minimum Data Active Time After Clock Pulse (Data Hold Time) .... 75 ns
C. Minimum Data Pulse Width .... 150 ns
D. Minimum Clock Pulse Width .... 150 ns
E. Minimum Time Between Clock Activation and Strobe .... 300 ns
F. Minimum Strobe Pulse Width .... 100 ns
G. Typical Time Between Strobe Activation and Output Transition .... 500 ns

Serial Data present at the input is transferred to the shift register on the logic "0" to logic "1" transition of the CLOCK input pulse. On succeeding CLOCK pulses, the registers shift data information towards the SERIAL DATA OUTPUT. The SERIAL DATA must appear at the input prior to the rising edge of the CLOCK input waveform.

Information present at any register is transferred to its respective latch when the STROBE is high (serial-to-parallel conversion). The latches will continue to accept new data as long as the STROBE is held high. Applications where the latches are bypassed (STROBE tied high) will require that the OUTPUT ENABLE input be low during serial data entry.

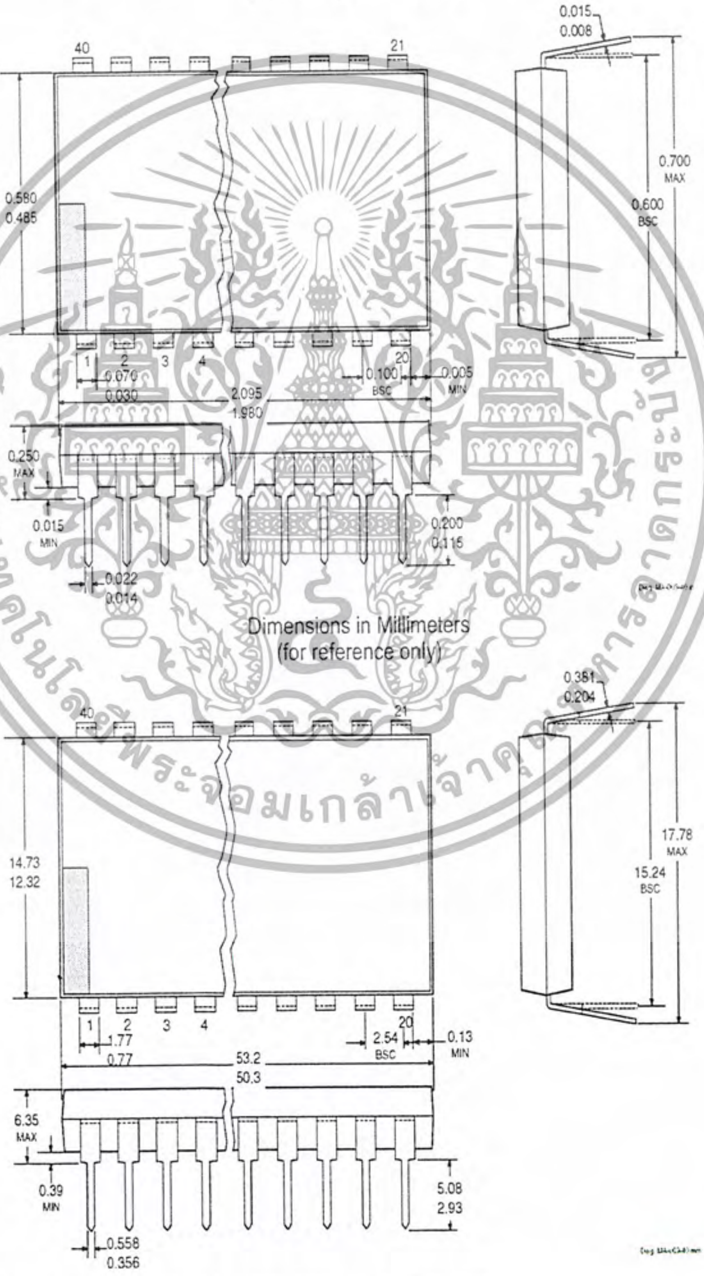
When the OUTPUT ENABLE input is low, all of the output buffers are disabled (OFF) without affecting the information stored in the latches or shift register. With the OUTPUT ENABLE input high, the outputs are controlled by the state of the latches.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

UCN5833A

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)

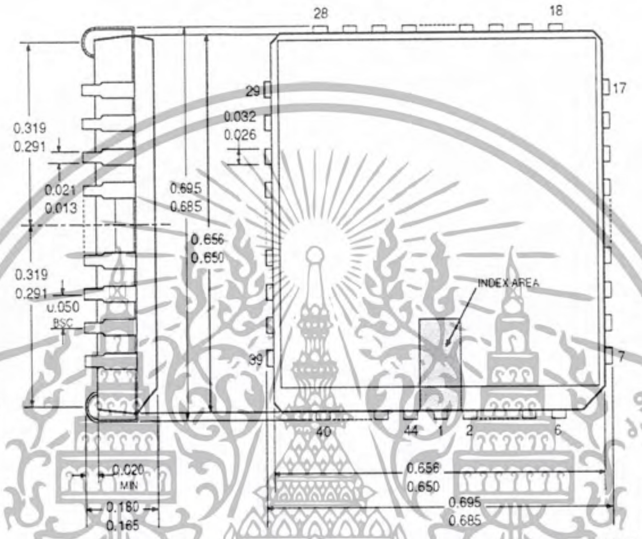


NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
2. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
3. Lead thickness is measured at seating plane or below.

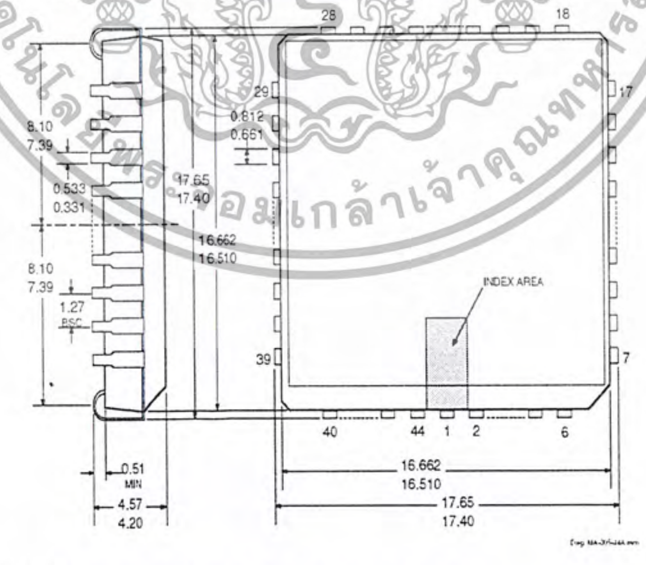
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

UCN5833EP
Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dimensions in Millimeters
(for reference only)



NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
2. Lead spacing tolerance is non-cumulative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5833
BiMOS II 32-BIT SERIAL-INPUT, LATCHED DRIVER

POWER INTERFACE DRIVERS

Function	Output Ratings*		Part Number†
SERIAL-INPUT LATCHED DRIVERS			
8-Bit (saturated drivers)	-120 mA	50 V‡	5895
8-Bit	350 mA	50 V	5821
8-Bit	350 mA	80 V	5822
8-Bit	350 mA	50 V‡	5841
8-Bit	350 mA	80 V‡	5842
8-Bit (constant-current LED driver)	75 mA	17 V	6275
8-Bit (DMOS drivers)	250 mA	50 V	6595
8-Bit (DMOS drivers)	350 mA	50 V‡	6A595
8-Bit (DMOS drivers)	100 mA	50 V	6B595
10-Bit (active pull-downs)	-25 mA	60 V	5810-F and 6809/10
12-Bit (active pull-downs)	-25 mA	60 V	5811 and 6811
16-Bit (constant-current LED driver)	75 mA	17 V	6276
20-Bit (active pull-downs)	-25 mA	60 V	5812-F and 6812
32-Bit (active pull-downs)	-25 mA	60 V	5818-F and 6818
32-Bit	100 mA	30 V	5833
32-Bit (saturated drivers)	100 mA	40 V	5832
PARALLEL-INPUT LATCHED DRIVERS			
4-Bit	350 mA	50 V‡	5800
8-Bit	-25 mA	60 V	5815
8-Bit	350 mA	50 V‡	5801
8-Bit (DMOS drivers)	100 mA	50 V	6B273
8-Bit (DMOS drivers)	250 mA	50 V	6273
SPECIAL-PURPOSE DEVICES			
Unipolar Stepper Motor Translator/Driver	1.25 A	50 V‡	5804
Addressable 8-Bit Decoder/DMOS Driver	250 mA	50 V	6259
Addressable 8-Bit Decoder/DMOS Driver	350 mA	50 V‡	6A259
Addressable 8-Bit Decoder/DMOS Driver	100 mA	50 V	6B259
Addressable 28-Line Decoder/Driver	450 mA	30 V	6817

* Current is maximum specified test condition, voltage is maximum rating. See specification for sustaining voltage limits. Negative current is defined as coming out of (sourcing) the output.

† Complete part number includes additional characters to indicate operating temperature range and package style.

‡ Internal transient-suppression diodes included for inductive-load protection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2545. **“การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี.”** กรุงเทพ : ส.ส.ท.

บัณฑิต จามรภูมิ. 2544. **“คู่มือการใช้งาน Protel 99.”** เชียงใหม่.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. 2535. **“การควบคุมนิวแมติกส์.”** กรุงเทพฯ.

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **“เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์.”** กรุงเทพฯ.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล	นายธราพงษ์ ถวิลการ
วัน เดือน ปีเกิด	14 ธันวาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดพังงา
ภูมิลำเนา	552/1 ถ.เพชรเกษม ต.ท้ายช้าง อ.เมือง จ.พังงา 82000
ที่อยู่ปัจจุบัน	วีพีอพาร์ตเมนต์ ซ.รามคำแหง 65 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
เบอร์โทรศัพท์	0-7641-3564
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลพังงา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	“ไม่มีอะไรเป็นไปไม่ได้ ถ้าเราตั้งใจและพยายาม”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล	นายบุญฤทธิ์ วาสนกมล
วัน เดือน ปีเกิด	21 พฤษภาคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสระบุรี
ภูมิลำเนา	112 หมู่ 1 ต.บ้านป่า อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 18110
ที่อยู่ปัจจุบัน	72/1 หมู่ 7 ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000
เบอร์โทรศัพท์	0-3630-6263
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศาลาแดง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	"ทำวันนี้ให้ดีที่สุด"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ - สกุล	นายภาสกร จินานุกูลวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	1 มกราคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนครสวรรค์
ภูมิลำเนา	202-206 ถ.ตาคลีพัฒนา ต.ตาคลี อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ 60140
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/53 ซ.ลาดกระบัง 48 แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
เบอร์โทรศัพท์	0-6734-5368
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนจงซันเซียะเซียว
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	"ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า เพื่อวันหน้าก้าวถึงฝัน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้