ปีการศึกษา 2533

ชุดควบคุมเครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์

โดย

นายพรสวรรค์ ชูสุ่น 30.0407

นายอนุชาติ เฉลิมชัยโกศล 30.0423

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.พิชิต กิตตินนท์

อ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี

028804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13 ก.ค. 2554

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุดควบคุมเครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์

ผู้จัดทำ

1.นายพรสวรรค์ ชูสุ่น 30.0407

2.นายอนุชาติ เฉลิมชัยโกศล 30.0423

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พิชิต กิตตินนท์)

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมเครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์

พรสวรรค์ ชูสุ่น
อนุชาติ เฉลิมชัยโกศล
อ.พิชิต กิตตินนท์ อ.ที่ปรึกษา
อ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณโพธิ์ศรี
อ.ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เรียบเรียงขึ้นจากการประดิษฐ์เครื่องมือคัดขนาดผลไม้โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการคัดขนาด โดยเน้นการนำเทคโนโลยีใช้ เช่น สเตรนเกจเป็นตัวตรวจรับสัญญาณจากการชั่ง ประมวลผลโดย ไมโครโปรเซสเซอร์ และคัดขนาดโดยใช้การแตะของก้านโซลินอยด์ ส่วนขับเคลื่อนโดยใช้มอร์เตอร์ 1/4 Hp ใช้โซ่ลำเลียง ชุดเฟืองทด การปฏิบัติใช้คนป้อนผลไม้ สามารถคัดได้ 4 ขนาด ขนาดน้ำหนักคัดตั้งได้ที่โปรแกรม ในส่วนของตัวรับสัญญาณและนำมาประมวลผล สามารถทำได้ถูกต้องมากกว่าระบบทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL FOR FRUIT GRADING BY MICROPROCESSOR

Mr. PORNSAWAN CHOOSOON

Mr. ANUCHART CHALERMCHAIKOSOL

ADVISOR Mr. PICHIT KITTINON

ADVISOR Mr. KRIENGSAK SUWANAPOSRI

ACADEMIC YEAR 1990

Abstract

This thesis name"Control For Fruit grading by microprocessor" that use pressent technology as strain gage and microprocessor(Z80),selecting by solenoid.The machine connect with 1/4 Hp , electronic motor , reduction gear 1:60 and chain conveyor. Loading use manual. This machine can select fruit sample into 4 size with setting value in program. Efficiency of grading by Transducer and CPU (Computer Processing Unit) is more than Mechanic system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสามารถและข้อกำหนด	3
1.2 ลักษณะและการทำงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและการทำงาน	6
2.1 สเตรนเกจ	6
2.2 TRANSDUCER BRIDGE AMPLIFIERS	13
2.3 INSTRUMENT AMPLIFIER	19
2.4 เครื่องแปลงสัญญาณ A/D	23
2.5 การใช้ 8255 PIA กับ Z-80	26
2.6 วงจรขับรีเลย์และโซลินอยด์	34
บทที่ 3 การสร้างและการคำนวณ	36
3.1 การต่อวงจร FORCE MEASUREMENT	36
3.2 การติดสเตรนเกจ	37
3.3 การคำนวณหาค่าภาคขยาย	38
3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณ CLOCK	39
3.5 FLOW CHART	40
3.6 PROGRAM	44
3.7 การคำนวณโครงสร้าง	49
3.8 โครงสร้างของเครื่องคัดขนาด	52
3.9 วงจรขับชนิด ลิเนียร์ แอมปริไฟร์	52
3.10 โซลินอยด์และโครงสร้าง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ลักษณะการชั่งผลไม้โดยใช้หลักโมเมนต์	2
1.2	ลักษณะแรงที่กดแต่ละจุด	2
1.3	ลักษณะการทำงานของชุดควบคุม	4
1.4	แสดงการชั่ง	4
2.1	แสดงแผนภูมิการทำงานของชุดควบคุม	6.1
2.2	Wheatstone bridge	11
2.3a)	Without changing resistance of strain gage	11
2.3b)	changing resistance of strain gage(R)	11
2.4a)	การแบ่งค่าความต่างศักย์	14
2.4b)	การต่อเข้าInstument Amplifier	14
2.5	วงจรบริดจ์ปรับค่าความต้านทานได้	16
2.6	แสดงความต่างศักย์ตกคร่อม	18
2.7	การใช้ทรานสดิวเซอร์แบบคู่	19
2.8	ดิฟเฟอร์เรนเชียล แอมปลิไฟร์	20
2.9	แสดงอัตราการขยายตอบสนองเชิงเส้น	21
2.10	แสดงผังเวลาของรูปคลื่น	24
2.11	แสดงลักษณะภายใน ADC 0809	25
2.12	แสดงลักษณะภายในของ 8255	27
2.13	แสดงผังวงจรการถอดรหัสการเลือกพอร์ทที่ติดต่อกับ 8255	28
2.14	แสดงวิธีการต่อขา WR และ RD เข้ากับระบบของ Z-80	29
2.15	แสดงผังวงจรสมบูรณ์ของการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับระบบของ Z-80	30
2.16	แสดงรายละเอียดแต่ละบิทของรีจีสเตอร์ควบคุมของ 8255	32
2.17	บล็อกไดอะแกรมแสดงลักษณะการทำงานของ 8255	34
3.1	แสดงแรงที่กระจายบนแผ่นเหล็กเหนียว	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แสดงการต่อวงจรบริดจ์สโตนบริดจ์ 36
3.3 ติดสเตรนเกจตามขวาง 37
3.4 ติดสเตรนเกจตามยาว 38
3.5 Instrument Amplifier ใช้งาน 38
3.6 การต่อสัญญาณ Clock เข้ากับ ADC 0809 39
3.6.1 แสดงหลักการทำงานของ PROGRAM 42
3.6.2 แสดงหลักการทำงานของ PROGRAM 43
3.7 แสดงการทดความเร็วรอบ 51
3.8 โครงสร้างของชุดชั่ง 52
3.9 วงจรขับรีเลย์ 53
3.10 โครงสร้างของโซลีนอยด์ 55
4.1 กราฟความสูญเสีย 58

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์(ครั้งที่ 1)	56
4.2	ผลการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์(ครั้งที่ 2)	56
4.3	ผลเฉลี่ยของการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์	57
4.4	ผลการทดลองค่าความสูญเสีย	57
4.5	ผลการทดลองแปลงความต่างศักย์เป็นการคัดเกรด(ครั้งที่ 1)	59
4.6	ผลการทดลองแปลงความต่างศักย์เป็นการคัดเกรด(ครั้งที่ 2)	60
4.7	ผลการคลองคัดเกรดมะม่วง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

(INTRODUCTION)

ปัจจุบันธุรกิจต่างๆ ให้ความสนใจกับมาตราฐานของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและยุติธรรมในการจัดซื้อขายผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่ามาตราฐานของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยเบื้องต้นประการหนึ่งในการกำหนดคุณภาพ หากผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตราฐานและการยอมรับของผู้สั่งซื้อก็ไม่สามารถเกิดขึ้นได้

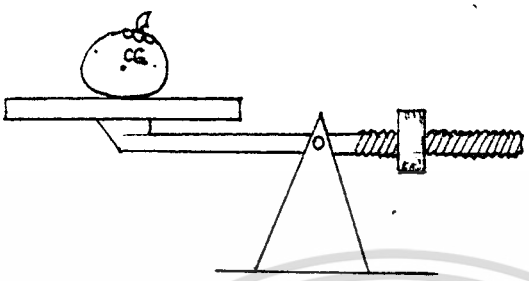
ธุรกิจอย่างหนึ่งที่สำคัญนั่นก็คือด้านผลไม้ โดยอย่างยิ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลไม้เป็นจำนวนมากและต้องให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นพิเศษ ในการที่จะพัฒนามาตราฐานของผลิตภัณฑ์(ผลไม้) และขีดความสามารถในด้านต่างๆ เช่น การคัดขนาด การเก็บรักษา การบรรจุหีบห่อ การจัดส่ง ฯลฯ ให้ดีขึ้นเพื่อให้ผลไม้จากประเทศไทยเราเป็นที่ยอมรับและมีการส่งออกสู่ต่างประเทศต่อไป

การกำหนดมาตราฐานของผลไม้นั้น อาจอาศัยน้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเกรดของผลไม้โดยแบ่งออกเป็นขนาดน้ำหนักแตกต่างกันไป ทั้งนี้การแบ่งเกรดโดยทั่วไปจะใช้แรงงานของมนุษย์ทำการชั่งน้ำหนักผลไม้และแยกออกเป็นกองๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกิดการสูญเสียแรงงานโดยไม่จำเป็นและอาจเกิดการผิดพลาดได้เมื่อทำการชั่งไปนานๆ เพราะเกิดจากการล้าของการทำงานของมนุษย์ อีกทั้งยังสามารถทดแทนด้วยวิธีที่ดีกว่าได้โดยการใช้เครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์

ข้อเปรียบเทียบกับเครื่องคัดขนาดผลไม้ชนิดอื่น ๆ

จากรูป 1.1 แสดงลักษณะการชั่งของเครื่องคัดมังคุด โดยใช้หลักโมเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



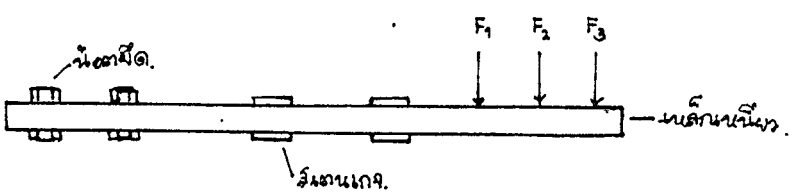
รูป 1.1 ลักษณะการชั่งผลไม้โดยใช้หลักโมเมนต์

ข้อเสีย

1. จุด C_G ของผลไม้ไม่แน่นอน ทำให้ค่าน้ำหนักผิดพลาด
2. เกลียวด้านขวาของรูป 1.1 เมื่อใช้งานไปนาน ๆ จะคลายตัวทำให้ต้องมาตั้งค่าใหม่อยู่บ่อย ๆ ทำให้เสียเวลามาตั้งค่าใหม่

เหตุผล การใช้สเตรนเกจเป็นตัวตรวจรับสัญญาณ

การติดตั้งบนแผ่นเหล็กกล้ารับแรงสามารถติดตั้งได้ง่าย และรับสัญญาณเป็น Force ไม่ใช่การรับแบบโมเมนต์ เพราะฉนั้นไม่ว่าจะกดที่ จุด 1 , จุด 2 หรือจุด 3 แสดงดังรูป 1.2 ก็จะส่งสัญญาณให้ทำออกมาได้ค่าเท่ากัน ก็ตัดปัญหาเรื่องจุด C_G ที่ไม่แน่นอนของผลไม้ได้ และใช้แผ่นเหล็กรับแรงซึ่งไม่มีเกลียว ดังนั้นจึงไม่มีการคลายตัว ไม่ต้องมาตั้งค่าใหม่บ่อย ๆ



รูป 1.2 ลักษณะแรงที่กดแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>เหตุผล</u> การใช้ microprocessor เพราะสามารถทำงานได้รวดเร็ว สามารถเพิ่ม line การคัดขนาดได้อีกจนถึง 8 line แต่ในปริญญานิพนธ์นี้ ใช้เพียง 1 line การคัดขนาดเท่านั้น จึงมีแนวทางที่คัดได้มากกว่า และถูกต้องกว่า

เครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์ที่นำเสนอในปริญญานิพนธ์นี้ มุ่งที่จะนำเทคโนโลยีอันทันสมัยในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม และพัฒนาขีดความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพของผลไม้เป็นสำคัญ โดยมีลักษณะและความสามารถต่างๆ ดังจะแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

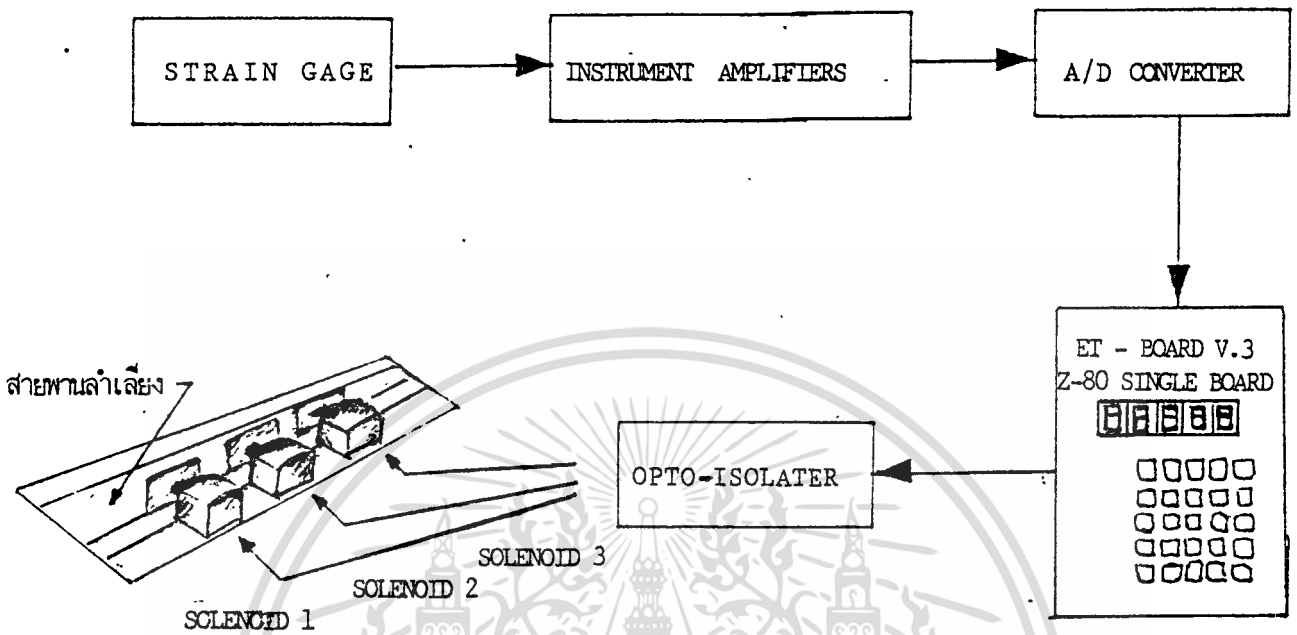
1.1 ความสามารถและข้อกำหนด

ในเจตนาตอนต้นของการสร้างเครื่องคัดขนาดผลไม้โดยไมโครโปรเซสเซอร์ คือ ต้องการคัดขนาดของ "มะม่วง" ซึ่งเป็นผลไม้ของประเทศไทยที่มีการส่งออกมากที่สุดในบรรดาผลไม้อื่นๆ แต่เมื่อได้ทำการค้นคว้าและสร้างขึ้น เครื่องคัดเกรดมะม่วงโดยน้ำหนักนี้สามารถดัดแปลงทำการคัดผลไม้อื่นๆได้อีกด้วย ทั้งนี้อ้างอิงจากข้อมูล ข้อกำหนดของระบบข้างล่างนี้

น้ำหนักผลไม้ที่คัด	0-500 กรัม
ขนาดของผลไม้	ใหญ่ไม่เกินมะม่วง
การคัดเกรด	แบ่งออกเป็น 4 ช่วงน้ำหนักแล้วแต่การกำหนดของการใช้งาน แต่น้ำหนักสูงสุดไม่เกิน 500 g
ประสิทธิภาพในการคัด	1800 ลูกต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ลักษณะและการทำงาน



รูป 1.3 ลักษณะการทำงานของชุดควบคุม

จะเห็นว่าการทำงานของเครื่องคัดเกรดผลไม้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยผลไม้จะถูกปล่อยลงในแอ่งผ้า จากนั้นจะเคลื่อนออกไปสัมผัสกับแผ่นที่ใช้เป็นตัวเซนเซอร์ในการชั่งน้ำหนักซึ่งได้ติด Strain gage ไว้

รูป 1.4 แสดงการชั่ง

ในขณะที่แอ่งผ้าซึ่งมีผลไม้เคลื่อนผ่านอยู่แล้วผ่านตัวเซนเซอร์ น้ำหนักของผลไม้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าโดย Strain gage และจะถูกส่งต่อไปที่ไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Microprocessor)เพื่อทำการประมวลผล ในการประมวลผลไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลในตัวมันเองซึ่งถูกตั้งค่าไว้ในโปรแกรม เพื่อจะทำให้เครื่องตัดสินใจว่าผลไม้นั้นควรจะจัดอยู่ในเกรดน้ำหนักใด จากนั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะสั่งการไปที่โซลินอยด์เพื่อทำการเตะผลไม้ให้ลงในช่องที่กำหนดไว้ นั่นคือผลไม้ได้ถูกคัดเกรดเรียบร้อยแล้ว

วัตถุประสงค์

1. ในการชั่งผลไม้จุดศูนย์ถ่วงจะเป็นปัญหาเพราะไม่แน่นอน แก้ปัญหานี้โดยใช้สเตนเกจวัดแรงมาเป็นตัวรับรู้น้ำหนัก โดยจุดศูนย์ถ่วงที่ไม่แน่นอนจะไม่มีผลต่อตัวรับรู้นี้
2. เพื่อให้สามารถทำการชั่งและประมวลได้เร็วกว่าแบบทางกลที่ใช้หลักโมเมนต์
3. เพื่อไม่ต้องปรับค่าใหม่บ่อย ๆ เหมือนชุดชั่งที่ใช้หลักโมเมนต์
4. มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนโปรแกรมให้ใช้กับการชั่งผลไม้ชนิดอื่นได้ หรืองานทางด้านอื่น ๆ เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและการทำงาน

การทำงานของเครื่องคัดเกรดผลไม้โดยน้ำหนัก เกิดจากการประสานงานกันระหว่างระบบทางกล ส่วนควบคุม วงจรอิเล็กทรอนิคส์ และไมโครโปรเซสเซอร์โดยมีโปรแกรมแอสแซมบลี(CPU คือ Z80) ช่วยในการทำงาน

ทฤษฎีหรือหลักการนั้น สามารถแยกออกเป็นส่วนแต่ละส่วนได้ดังนี้

ก)ส่วนระบบทางกล นับตั้งแต่การออกแบบโครงสร้างทางกลของเครื่องคัดขนาดผลไม้ การออกแบบส่วนส่งกำลัง และต้นกำลัง ซึ่งจะกล่าวในตอนต่อไป

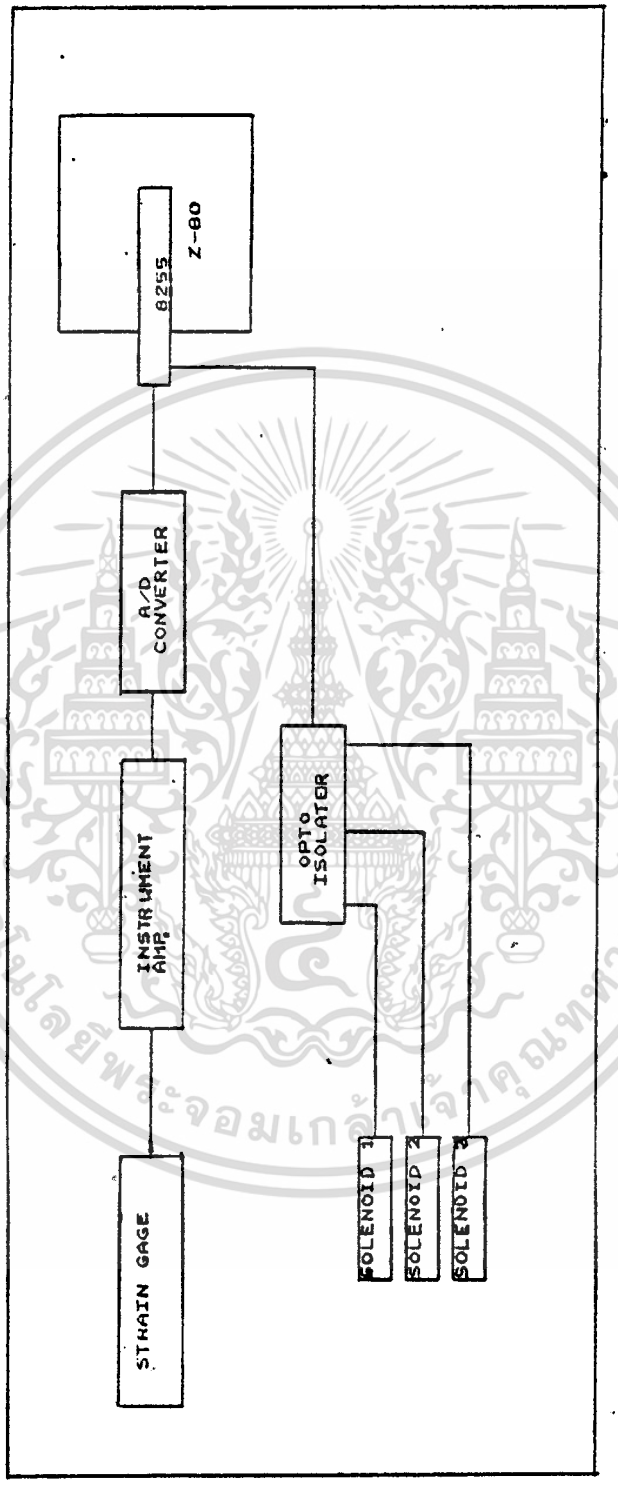
ข)ส่วนควบคุมและวงจรอิเล็กทรอนิคส์ เริ่มตั้งแต่แอ่งผ้าซึ่งมีมะม่วงเคลื่อนที่ผ่านส่วนชั่ง แล้ว Strain gage จะทำการส่งสัญญาณไฟฟ้าซึ่งมีขนาดเล็กมาก จนไม่สามารถนำไปใช้งานได้ทันที จะต้องผ่านส่วนขยายสัญญาณ(Instrument Amplifier) โดยสัญญาณที่ออกมาจะอยู่ในรูปสัญญาณอนาล็อก(Analog signal) จะต้องแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital signal) เสียก่อน ข้อมูลดิจิตอลนี้จะถูกส่งเข้าไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อทำการประมวลผลต่อไป เมื่อประมวลผลแล้วก็จะส่งสัญญาณเพื่อไปควบคุมการ ปิด-เปิดของโซลินอยด์ที่ใช้ในการคัดขนาดผลไก้ แสดงดังรูป 2.1

ค)ส่วนโปรแกรมในไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานซึ่งในส่วนของโปรแกรมนั้น เราจะใช้ภาษา แอสแซมบลี ในการออกแบบโปรแกรม

2.1 สเตรนเกจ(Strain gage)

เราสามารถกล่าวได้ว่า สปริงสเกล(Spring scale) เป็นเครื่องแปลงอย่างง่าย เพราะน้ำหนักที่ชั่งได้จากการยืดของสปริง ระยะยืดจะแปรผันตามขนาดน้ำหนักซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่วัดขนาดของการเปลี่ยนความยาวของสปริงและคำนวณหาขนาดน้ำหนักได้ คือสปริงจะเป็นตัวเปลี่ยนขนาดทางฟิสิกส์โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นการวัดจากการเปลี่ยนความยาวของสปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 แสดงแผนภูมิการทำงานของชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตรนเกจจะเป็นตัวรับสัญญาณ ความเครียดในเนื้อเหล็ก คือเมื่อมีแรงมากระทำกับเหล็กจะทำให้เนื้อเหล็กมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากจุดนี้เองที่ใช้สเตรนเกจไปเปลี่ยนความเครียดในเนื้อเหล็กมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า

โดยทั่วๆไปสเตรนเกจที่ใช้อยู่มี 2 อย่างคือ จะใช้ในการทดลองการวิเคราะห์ความเค้น(Stress)ของเครื่องจักรและโครงสร้างต่างๆ กับจะใช้ในการวัดแรง(Force) กำลังบิด (Torque) การไหลของความดัน(Pressure flow) และความเร่งของเครื่องแปลงกำลัง (Acceleration transducers)

2.1.1 หลักสำคัญของสเตรนเกจ

การรับรู้ของสเตรนเกจ จะจัดอยู่ในเทอม "เกจแฟกเตอร์"(Gage factor) สูตรสำหรับ เกจแฟกเตอร์ อธิบายได้ดังนี้

กฎของ Hooke ที่ใช้กับวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นโลหะ แสดงได้ดังนี้

$$\varepsilon = dL/L$$

$$\varepsilon = \sigma / E \qquad (2.1)$$

โดยที่

ε = ความเครียด

L = ความยาวเดิม

dL = ความยาวที่เปลี่ยนเนื่องจากความเครียด

σ = ความเค้น

E = ค่ายังโมดูลัส

จากสมการ(2.1) พอที่จะบอกได้ว่าความเค้นสามารถคำนวนหาความเครียดในขอบเขตของความยืดหยุ่น ถึงแม้ว่าการคำนวนหาความเครียดมีหลายวิธี สเตรนเกจ มีใช้อย่างแพร่หลายในการวัดค่าความเครียดเพราะง่ายในการใช้และความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีความเครียดเกิดขึ้น ความต้านทานของเกจจะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งตรงกับกฎของโอมห์(Ohm) ตามสมการดังนี้

$$V = R*I \tag{2.2}$$

โดยที่

V = ความต่างศักย์ไฟฟ้า

R = ความต้านทาน

I = กระแสไฟฟ้า

และความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานกับความเครียด คือ

$$dR/R = K\varepsilon \tag{2.3}$$

โดยที่

R = ความต้านทานที่ปราศจากความเครียด

dR = ความเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานขณะมีความเครียด

K = ค่าคงที่

ε = ความเครียด

ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน กับพื้นที่หน้าตัดของวัสดุแสดงได้ดังสมการดังนี้

$$R = \rho*(L/A) \tag{2.4}$$

โดยที่

ρ = พิกัดความต้านทาน

L = ความยาว

A = พื้นที่หน้าตัด

จากผลของความเครียด จะได้สมการ

$$(dR/1)*(1/R) = (A/\rho L)*dR$$

$$dR/R = (AdR/\rho L)_{\varepsilon} \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากผลของอุณหภูมิ จะได้สมการ

$$dR/R = (AdR/\rho L)_t \qquad (2.6)$$

ดังนั้น

$$dR/R = (AdR/\rho L)_\varepsilon + (AdR/\rho L)_t \qquad (2.7)$$

จากสมการ(2.5)

$$\log dR - \log R = \log A + \log dR - \log \rho - \log L$$

$$\log R = \log \rho + \log L - \log A$$

$$(\log R/\partial R)*(\partial R/d) = [(\log \rho/\partial \rho)*(\partial \rho/\partial \varepsilon) + (\log L/\partial L) *(\partial L/\partial \varepsilon) - (\log A/\partial A)*(\partial A/\partial \varepsilon)]$$

กำหนดให้ $y = \log x \Rightarrow dy/dx = 1/x$ เพราะฉนั้น

$$1/R*dR/d = (1/\rho*\partial \rho/\partial \varepsilon) + (1/L*\partial L/\partial \varepsilon) - (1/A*\partial A/\partial \varepsilon)$$

$$dR/R = [(1/\rho*\partial \rho/\partial \varepsilon) + (1/L*\partial L/\partial \varepsilon) - (1/A*\partial A/\partial \varepsilon)]d\varepsilon \qquad (2.8)$$

จากสมการ 2.7 และ 2.8 สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$dR/R = [(1/L*\partial L/\partial \varepsilon) - (1/A*\partial A/\partial \varepsilon) + (1/\rho*\partial \rho/\partial \varepsilon)]d\varepsilon + [(1/L*\partial L/\partial t) - (1/A*\partial A/\partial t) + (1/\partial*\partial \rho/\partial t)]dt \qquad (2.9)$$

ถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง หมายความว่า

$$dt = 0$$

เพราะฉนั้นสมการ 2.9 จะเป็น

$$dR/R = [(1/L*\partial L/\partial \varepsilon) - (1/A*\partial A/\partial \varepsilon) + (1/\rho*\partial \rho/\partial \varepsilon)]d\varepsilon \qquad (2.10)$$

ดังนั้น

$$dR/R = (dL/L) - (dA/A) + (d\rho/\rho) \qquad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า Poisson's ratio (μ)

$$dA/A = -2\mu(dL/L) \qquad (2.12)$$

แทนค่าสมการ 2.12 ใน 2.11 จะได้

$$dR/R = (dL/L)+2\ (dL/L)+(d\rho/\rho)$$

$$dR/R = (d\rho/\rho)+(dL/L)*(1+2\mu) \qquad (2.13)$$

ถ้า ε = dL/L คือความเครียดที่วัดตรงผิวของ BONDED GAGE ค่าคงที่ K จะแสดงได้ดังนี้

$$K = (dR/R)/\varepsilon$$

$$K = (dR/R)/(dL/L) \qquad (2.14)$$

แทนค่า K ในสมการ 2.13 ค่า "เกจแฟกเตอร์" K จะเป็น

$$K = (d\rho/\rho\varepsilon)+(1+2\mu) \qquad (2.15)$$

$1+2\mu$ ในสมการ 2.15 เป็นค่าคงที่ ส่วนค่าของ $d\rho/\rho\varepsilon$ จะมีผลต่อสมการมาก

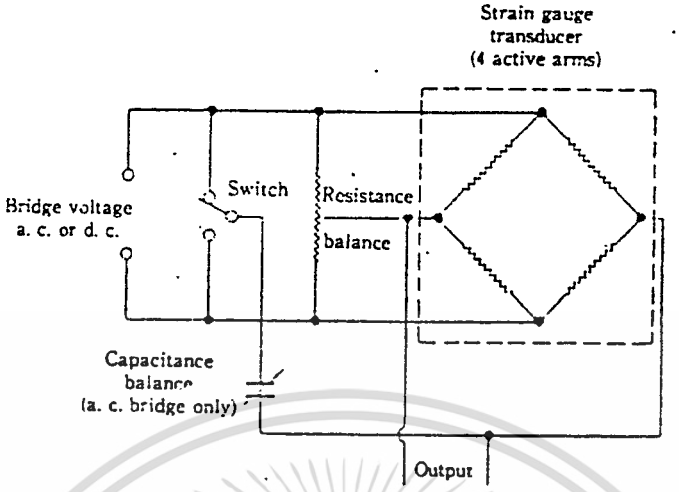
ถ้ารู้ค่า dR/R ก็สามารถหาค่าความเครียดได้ ในการหาค่า dR/R จะใช้วงจรบริด์จ(Bridge) ในการหาค่า

2.1.2 WHEATSTONE BRIDGE

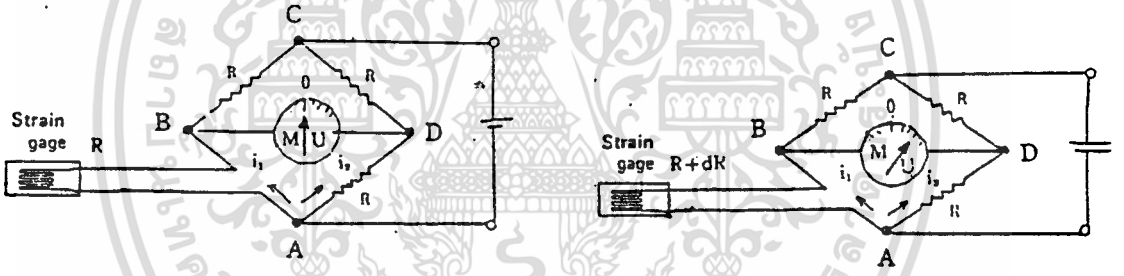
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แปลงค่า dR/R ไปเป็นค่าของความเครียดคือ Potention meter และ Wheatstone bridge ซึ่งแสดงดังรูป 2.2 ค่าที่อ่านได้จากสเตรนเกจ สามารถที่จะคำนวณได้ทั้งทาง Dynamic และ Static จาก Wheatstone bridge ค่าความต่างศักย์ที่จะใช้ในวงจร(V_{ex}) จะใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC แต่จะพิจารณาเฉพาะ DC เท่านั้น

จากรูปวงจร Bridge เต็ม ๆ ABCD จะแบ่งออกเป็น ABC และ ADC โดยให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าไป แสดงดังรูป 2.3 และมีค่าความต่างศักย์ U ความต่างศักย์ระหว่างจุด B และจุด D นี้จะวัดได้โดย Voltage meter "M" โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของสเตรนเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 Wheatstone bridge



รูป 2.3a) Without changing resistance of strain gage (R)

รูป 2.3b) Changing resistance of strain gage (dR+R)

จากกฎของ Ohm กระแสไฟฟ้า i_1 ที่ไหลผ่าน ABC สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$i_1 = U/2R \qquad (2.16)$$

และค่าความต่างศักย์ระหว่างจุด A และจุด B คือ

$$V_{ab} = i_1 R$$

$$V_{ab} = (U/2R)R$$

$$V_{ab} = (1/2)U \qquad (2.17)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกด้านหนึ่งคือ ADC จะเป็นกระแสไฟฟ้า i_2 คือ

$$i_2 = U/2R \tag{2.18}$$

และค่าความต่างศักย์ระหว่างจุด A และจุด D คือ

$$V_{ad} = i_2R$$

$$V_{ad} = (U/2R)R$$

$$V_{ad} = (1/2)U \tag{2.19}$$

ดังนั้นค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมระหว่างจุด B และจุด D สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$V_{bd} = V_{ab}-V_{ad}$$

$$V_{bd} = (1/2)U-(1/2)U$$

$$V_{bd} = 0 \tag{2.20}$$

เมื่อสเตรนเกจ เปลี่ยนค่าความต้านทาน(แสดงดังรูป 2.3b) เมื่อค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นเท่ากับ dR ค่าความต่างศักย์ V_{ab} สามารถคำนวณได้ดังนี้ คล้ายกับวิธีการหาครึ่งบริดจ์ ทาง ABC

$$i_1 = U/[R+(R+dR)] \tag{2.21}$$

ความต่างศักย์ที่จุด A และจุด B คือ

$$V_{ab} = i_1R$$

$$V_{ab} = U*R/(2R+dR) \tag{2.22}$$

อีกครึ่งหนึ่งของบริดจ์ คือ ADC จะพิจารณาได้จากวิธีข้างต้น

$$i_2 = U/2R$$

$$V_{ab} = (1/2)U \tag{2.23}$$

ความต่างศะกดิ์ระหว่างจุด A และจุด D สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$V_{bd} = V_{ab}-V_{ad}$$

$$Vbd = (1/2)U-U*R/(2R+dR)$$

$$V_{bd} = U*[dR/(4R+2dR)] \tag{2.24}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ค่า dR มีค่าน้อยมาก ดังนั้น

$$V_{bd} = U*dR/4R$$

$$V = (U/4)*dR/R \qquad (2.25)$$

ผลจากสมการข้างต้นนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ V_{bd} และ dR/R จะเห็นได้ว่ามีค่าแปรผันตรงกัน

2.2 TRANSDUCER BRIDGE AMPLIFIERS

Strain gage เป็นตัวรับสัญญาณ(Transducer)ที่มีส่วนของวงจรไฟฟ้า และสร้างสัญญาณทางไฟฟ้าออกมาหลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสม และรูปแบบอื่นๆของการประมวลสัญญาณในทางอุดมคติ ควรมีความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณขั้นสุดท้าย กับการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ในตอนเริ่มต้น ต้องเป็นเส้นตรง ทรานสดิวเซอร์มีหน้าที่สำคัญในการวัดและควบคุมการวัด และควรจะศึกษาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า ต่อไปนี้

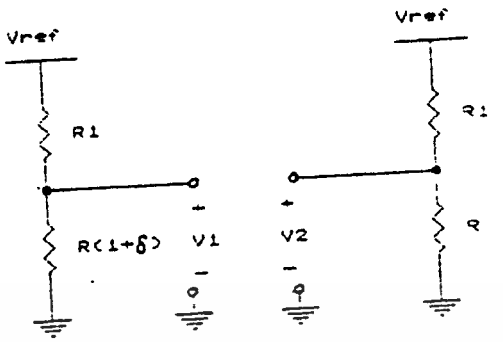
2.2.1 ค่าการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานในตัวทรานสดิวเซอร์

ค่าความต้านทานของทรานสดิวเซอร์อธิบายในรูป R+dR โดยที่ R คือค่าความต้านทานที่อุณหภูมิห้องและ dR แทนการเปลี่ยนแปลงจากค่าที่เปรียบเทียบ เนื่องมาจากการเปลี่ยนสภาพทางฟิสิกส์ซึ่งมีผลต่อตัวทรานสดิวเซอร์ บางครั้งค่าความต้านทานของทรานสดิวเซอร์มีการเปลี่ยนในรูป $R(1+\delta)$ โดยที่ $\delta = dR/R$ เรียกว่า"Fractional deviation" ค่าของ δ คูณด้วย 100 จะเป็นค่า"เปอร์เซนต์เตจดีวิเอชั่น"(Percentage deviation) ของค่าความต้านทานของทรานสดิวเซอร์

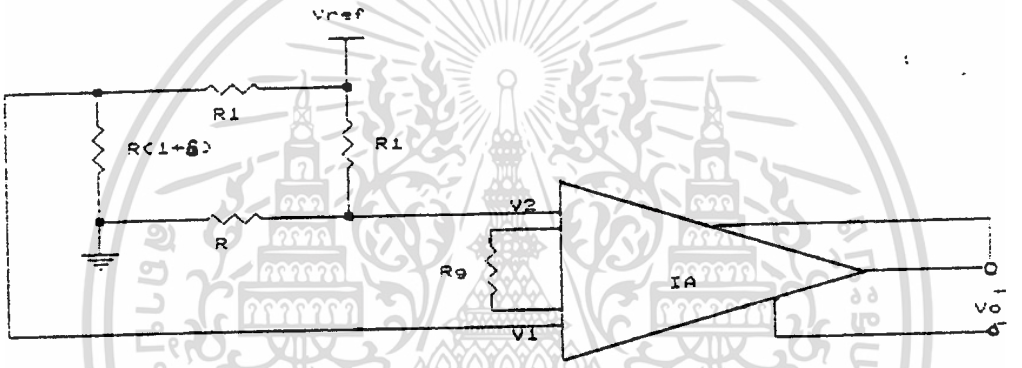
2.2.2 ทรานสดิวเซอร์บริดจ์(Transducer bridge)

ในการวัดค่าเปลี่ยนแปลงของความต้านทานต้องหาวิธีที่เปลี่ยนค่า dR ไปเป็นค่าเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์ (dV) เทคนิคในการทำที่ง่ายที่สุดในส่วนของทรานสดิวเซอร์ ในการแบ่งค่าความต่างศักย์ แสดงดังรูป 2.4a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4a) การแบ่งค่าความต่างศักย์



รูป 2.4b) การต่อเข้าInstument Amplifier

โดยที่

$$V_1 = V_{ref}(R+dR)/(R_1+R+dR)$$

สามารถจัดอยู่ในรูปใหม่ ดังนี้

$$V_1 = V_{ref}*R/(R_1+R) + V_{ref}*[R/(R_1+R)]*[\delta/\{1+(R/R_1)(1+\delta)\}] \quad (2.26)$$

โดยที่

$$\delta = dR/R \quad (2.27$$

สมการ 2.26 แสดงถึง V_1 ประกอบด้วย 2 เทอมคือ เทอมคงที่(Fix term) จะมีค่าเท่ากับค่าเปรียบเทียบ R และเทอมแปรผัน(Variable term) กำหนดโดย δ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอมที่จะพิจารณา สำหรับค่า δ น้อยๆ เทอมแปรผันจะน้อยกว่าเทอมคงที่ เราสามารถที่จะขยายได้ แต่ควรขยายส่วนของเทอมคงที่ให้มากขึ้นจะได้ค่าที่เต็มที่ พิจารณารวมๆแล้วเทอมคงที่จะไม่ใช้ควรจะตัดออก ทำได้โดยพิจารณาที่ค่าความต่างศักดิ์ V_2 ซึ่งมีขนาดเท่ากับเทอมคงที่

$$V_2 = V_{ref}*R/(R_1+R) \qquad (2.28)$$

และนำมาลบจากค่า V_1 เพื่อที่จะตัดค่าเทอมคงที่ออกจากสมการ

$$V_1-V_2 = V_{ref}*R/(R_1+R)* /[1+(R/R_1)(1+\delta)] \qquad (2.29)$$

ถ้าพิจารณาให้ดีจะเห็นว่า V_2 จะถูกกำหนดโดยการแบ่งตัวต้านทานหรือค่า R_1 และ R (แสดงดังภาพ 2.4a)โครงสร้างประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ของ Resistor bridge เมื่อ Output จะถูกขยายจนถึงระดับที่ต้องการ ตัวทำหน้าที่นี้คือ"Instrument Amplifier"(IA)ทั่วไป

อัตราการขยาย IA แทนด้วย A จะได้

$$V_o = A*[R/(R_1+R)]*V_{ref}*\delta/[1+(R/R_1)(1+\delta)] \qquad (2.30)$$

ค่าของ δ ในสมการ 2.29 V_o จะไม่เป็นฟังก์ชันเส้นตรง ของ δ จะพบว่าค่าของ $\delta << 1$ จะได้

$$V_o = AV_{ref}*R_1R/(R_1+R)^2*\delta \qquad (2.31)$$

ค่าของ δ ที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรงในส่วนของข้อมูลทาง Microprocessor ที่ได้มา การตอบสนองที่ไม่เป็นเส้นตรงของ bridge สามารถที่จะทำให้เป็นเส้นตรงได้ด้วย Software

การออกแบบวงจร Bridge หลาย ๆ อย่างจะกำหนดค่า R_1=R ในสมการ 2.29 และ 2.31 เราจึงได้สมการ

$$V_o = (A/4)V_{ref}*\delta/(1+\delta/2) \qquad (2.32)$$

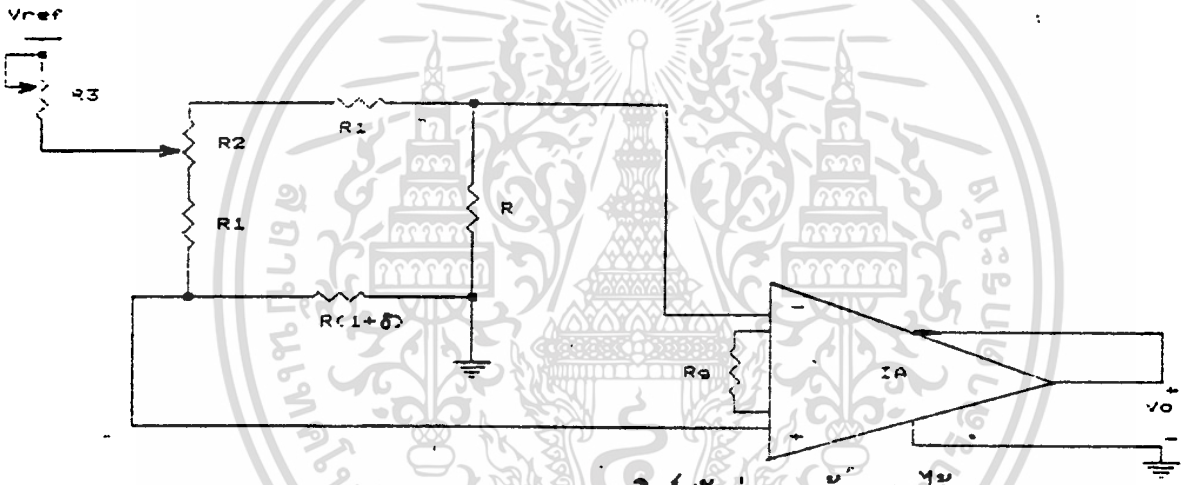
และ

$$V_o = (A/4)V_{ref}*\delta \qquad (2.33)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การปรับค่าของ Bridge

เมื่อ dR = 0 Transducer Bridge ควรจะสมดุล และค่าความแตกต่างของค่าความต่างศักย์ควรจะเป็นศูนย์ในทางปฏิบัติ เพราะค่าความต้านทานประกอบด้วยค่าเปรียบเทียบของ Transducer Bridge มักจะไม่สมดุลย์และควรจะมีตัวปรับค่าประกอบเข้าไปด้วย ค่าความต้านทานที่ทนได้นี้จะเป็นค่าที่ทนได้ของ V_{ref} จะมีผลในการรับรู้ของวงจร Bridge ดังนั้นค่า Ratio ของ $(V_1-V_2)/\delta$ ที่สร้างขึ้นเป็นค่าที่ใช้ในการปรับแสดงดังรูป 2.5 ซึ่งแสดงถึงวงจร Bridge ที่ปรับค่าได้



รูป 2.5 วงจรบริดจ์ปรับค่าความต้านทานได้

การสมดุลย์ Bridge จะกระทำที่ R_2 มีการผันแปรที่ตัวสัมผัสของตัวต้านทานจากค่าน้อยไปยังอีกด้านหนึ่ง ดังนั้นการยอมให้มีการชดเชยในตัวเองจะมีค่าผิดพลาดได้ การปรับค่า R_3 ในวงจร Bridge และการเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อความต่างศักย์ตกคร่อม dV=dR ถูกกำหนดจากค่า dR ดังนั้นการปรับค่าจะมีความไวในการรับรู้

2.2.4 สเตรนเกจบริดจ์ (Strain gage Bridge)

สเตรนเกจเป็นตัว Transducer ที่ทำมาจากเส้นลวดเล็กๆ มาขดหลายๆ รอบ มีความต้านทานค่าหนึ่งดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน จะเกิดจากยืดหรือหดตัวของเนื้อเหล็กที่สเตรนเกจ ติดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$dR = 2R(dL/L) \qquad (2.34)$$

โดยที่ R เป็นค่าความต้านทานที่ปราศจากความเครียด และ dL/L เป็นค่าเศษส่วนของการยืดตัวที่เกิดจากเกจ (Gage) ดังตัวอย่างมีเกจ 2 ตัว ติดอยู่ด้านตรงข้ามกันของคานและคานนี้จะทำให้มีความเครียดเกิดขึ้น เกจตัวหนึ่งจะยืดออกและทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นลวดถูกทำให้ยาวและเล็กลง อีกด้านหนึ่งเกจจะเกิดการหดตัวและค่าความต้านทานจะลดลง เนื่องจากเส้นลวดถูกทำให้สั้นลง และมีความหนามากขึ้น

ค่าเปลี่ยนแปลงของ dR จะมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับค่า R ดังนั้นจึงต้องการกำลังขยายของ Instrument Amplifier(IA) ให้มีค่าสูงๆ เพื่อที่จะได้ค่าในการรับรู้ที่มีค่าถูกต้องมากขึ้นซึ่งยังมีใช้อยู่ในเครื่องมืออื่นๆ อีก สเตรนเกจ จะมีความไวต่ออุณหภูมิ ดังนั้นต้องระวังเป็นพิเศษในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากการเปลี่ยนค่าของความเครียด

ส่วนมากจะแก้โดยการใช้ สเตรนเกจมาเข้าคู่กัน ดังนั้นอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของสเตรนเกจตัวหนึ่งจะไปชดเชยกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของอีกตัวหนึ่ง ค่าอัตราส่วนที่ได้จากการเปรียบเทียบจะมีค่าคงที่ ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงต่อการตัดทิ้งของค่าที่เกิดจากความเครียดตัวหนึ่งของเกจทั้งสองต้องเป็นแบบ R+dR และอีกตัวหนึ่งจะเป็นแบบ R-dR และนำค่าเฉลี่ยของเกจทั้งคู่จะได้ค่าเป็นสองเท่าในการรับรู้ของวงจรบริดจ์ ตามความเป็นจริงสามารถนำความคิดนี้มาพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เกจเป็นส่วนประกอบ จากรูป 2.6 ค่าความต่างศักย์ตกคร่อมค่าหนึ่งคือ

$$V_1 = V_{ref}(R+dR)/(R+dR+R-dR)$$

$$V_1 = V_{ref}(R+dR)/2R$$

$$V_1 = (1+\delta)V_{ref}/2 \qquad (2.35)$$

และความต่างศักย์อีกด้านหนึ่งคือ V_2

$$V_2 = (1-\delta)V_{ref}/2 \qquad (2.36)$$

ดังนั้น

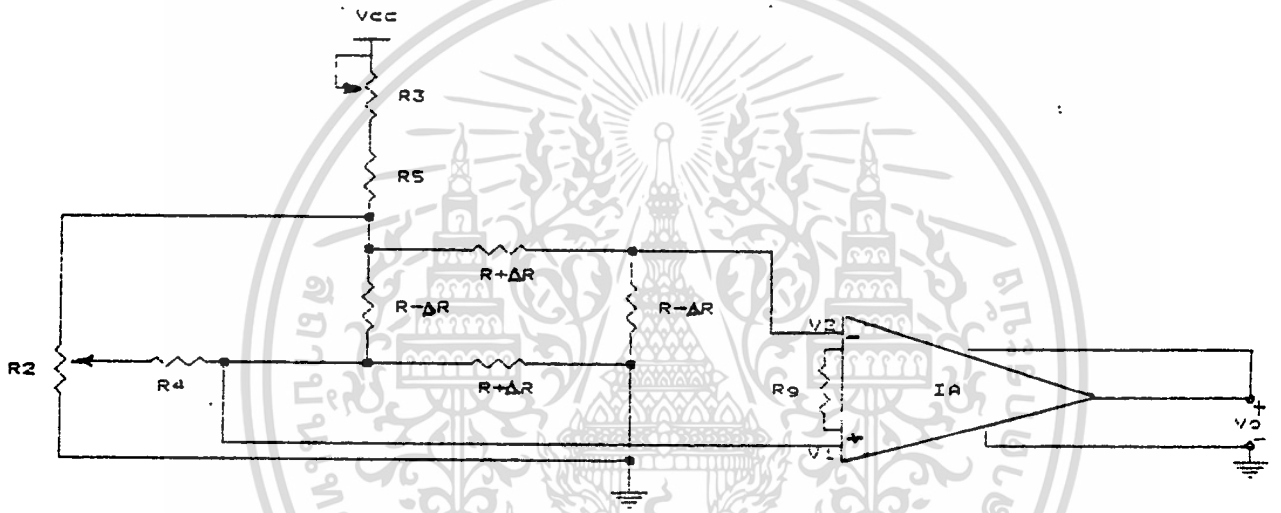
$$V_1-V_2 = \delta V_{ref} \qquad (2.37)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$V_o = AV_{ref}\,\delta \qquad (2.38)$$

เมื่อเปรียบเทียบกับสมการ 2.33 ค่าความรับรู้ทั้ง 4 ตัวจะมีค่ามาก ดังนั้นจะลดค่าการขยายที่ IA ได้มาก และยังขึ้นอยู่กับค่า V_o ที่ค่า δ จะเป็นเส้นตรงโดยสมบูรณ์อีกอย่างคือจะใช้ค่าเฉลี่ยของสเตรนเกจ ทั้งสองคู่นี้ด้วย



รูป 2.6 แสดงความต่างศักย์ตกคร่อม

2.2.5 Bridge เชิงเส้น

นอกจากข้อยกเว้นของวงจรสเตรนเกจแล้ว วงจร bridge ยังพิจารณาถึงค่าที่ยอมรับจากการตอบสนองที่ทำให้เกิดเส้นตรง ซึ่งค่าของ $\delta << 1$ ดังนั้นสิ่งที่ควรสนใจในการออกแบบให้ค่าที่ตอบสนองออกมาเป็นเส้นตรงโดยพิจารณาจากขนาดของ

การแก้ปัญหาทางหนึ่ง แสดงดังรูป 2.7 ค่าเชิงเส้นของ bridge โดยการจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าที่คงที่ จะได้ผลโดยการแทนค่า bridge ที่สมบูรณ์ภายในการป้อนกลับของ loop ใน V-I Converter ชนิดที่มี load แบบลูกลอย วงจร bridge จะตั้งค่าโดยการเปรียบเทียบ $I = V_{ref}/R_1$ = ค่าคงที่ โดยใช้ transducer แบบคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงดังรูป 2.7 จะมีกระแสไฟฟ้า I ผ่านเท่าๆ กันระหว่างสองครึ่งของวงจร ดังนั้น

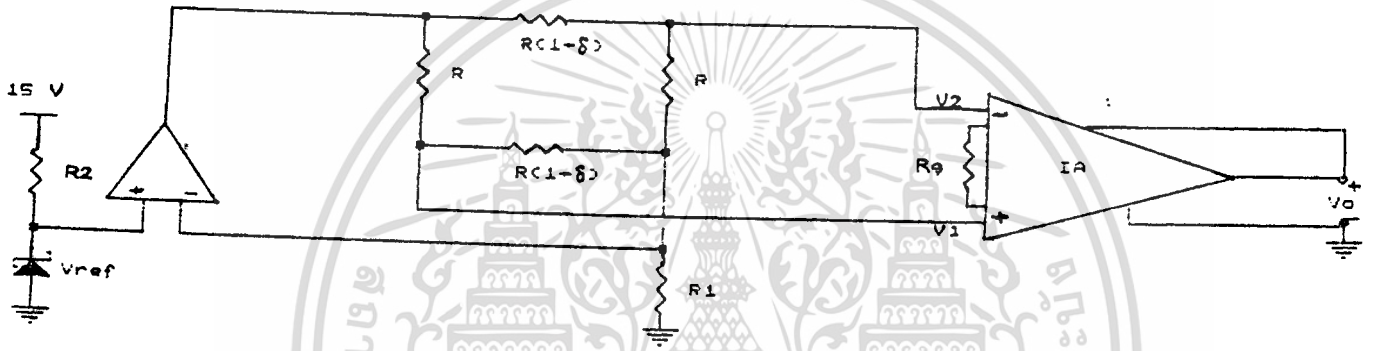
$$V_1 = V_{R1}+R(1+\delta)I/2 \qquad (2.39)$$

และ

$$V_2 = V_{R1}+RI/2 \qquad (2.40)$$

นำค่า V_1 และ V_2 มาลบกันและเพิ่มค่า A ขึ้น จะได้สมการ

$$V_o = A(R/2R)V_{ref} \qquad (2.41)$$



รูป 2.7 การใช้ทรานสดิวเซอร์แบบคู่

2.3 <u>อินสตรูเมนต์แอมปริไฟร์</u>[Instrument Amplifier(IA)]

อินสตรูเมนต์แอมป์ เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบหนึ่งที่ใช้วัดสัญญาณจากทรานสดิวเซอร์(Transducer)แบบต่างๆ โดยที่สัญญาณที่รับมานั้นจะถูกขยายโดยไม่ผิดเพี้ยนและมีความถูกต้องสูง

ดังนั้นอินสตรูเมนต์แอมป์(IA)จึงต้องมีคุณสมบัติที่เป็นวงจรขยายในอุดมคติ เมื่อพิจารณาระบบควบคุมแล้วจะพบว่าความถี่ที่ใช้มักจะอยู่ในช่วงความถี่ต่ำ คือตั้งแต่ 0 Hz ถึง 500 kHz ดังนั้นการนำออป-แอมป์(Op-Amp)มาใช้งานจึงเป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่เหมาะสมที่จะให้การตอบสนองความถี่ต่ำได้ดี แต่อิมพรีแดนซ์(Impredance)ทางเข้าของวงจรขยายแบบกลับเฟสของออปแอมป์ 1 สเตจมีค่าต่ำ ดังนั้นการพัฒนาอินสตรูเมนต์แอมปริไฟร์ ให้ใช้งานจริงได้จะต้องทำให้มีคุณสมบัติดังนี้

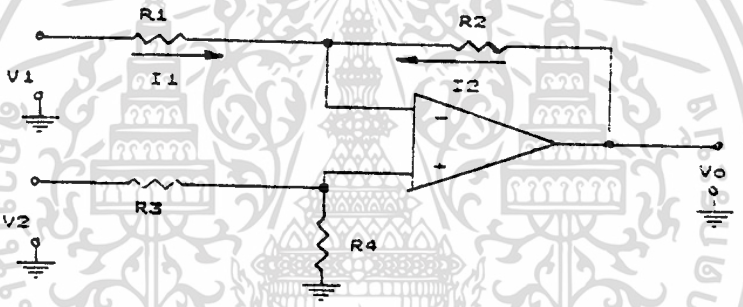
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.อิมพรีแดนซ์ที่ทางเข้ามีค่าเป็นอนันต์

2.กระแสออฟเซ็ทและแรงดันออฟเซ็ททางเข้า(Input offset Current and Input offset Voltage)มีค่าเป็นศูนย์

3.อัตราการขยายมีค่าเป็นอนันต์

ในเครื่องมือวัดส่วนใหญ่มักจะมีการปรับศูนย์(Zero) เพื่อเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นของการวัดและขณะเดียวกันกับการปรับสแปน(Span) ก็คือการปรับอัตราขยายเพื่อให้ทราบถึงค่าสูงสุดที่ได้จากการวัดจากหลักการทั้งสอง พบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับออฟเซ็ททางเข้า และอัตราการขยายของอินสตรูเมนต์แอมป์ หลักการของอินสตรูเมนต์แอมป์จึงเริ่มจาก ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมปริไฟร์(Differential Amplifier)



รูป 2.8 ดิฟเฟอร์เรนเชียล แอมปลิไฟร์

จากรูป 2.8 ใช้หลักการของ Kirchoff Current's Low

$$I_1 = I_2 \qquad (2.42)$$

เพราะฉะนั้นจะได้

$$(V_i - V_x)/R_1 = (V_o - V_x)/R_2 \qquad (2.43)$$

โดยที่

I = กระแสไฟฟ้า

V_i = ความต่างศักย์ทางเข้า(Input Voltage)

V_o = ความต่างศักย์ทางออก(Output Voltage)

เมื่อ

$$V_x = [R_4/(R_3+R_4)]*R_2 \qquad (2.44)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

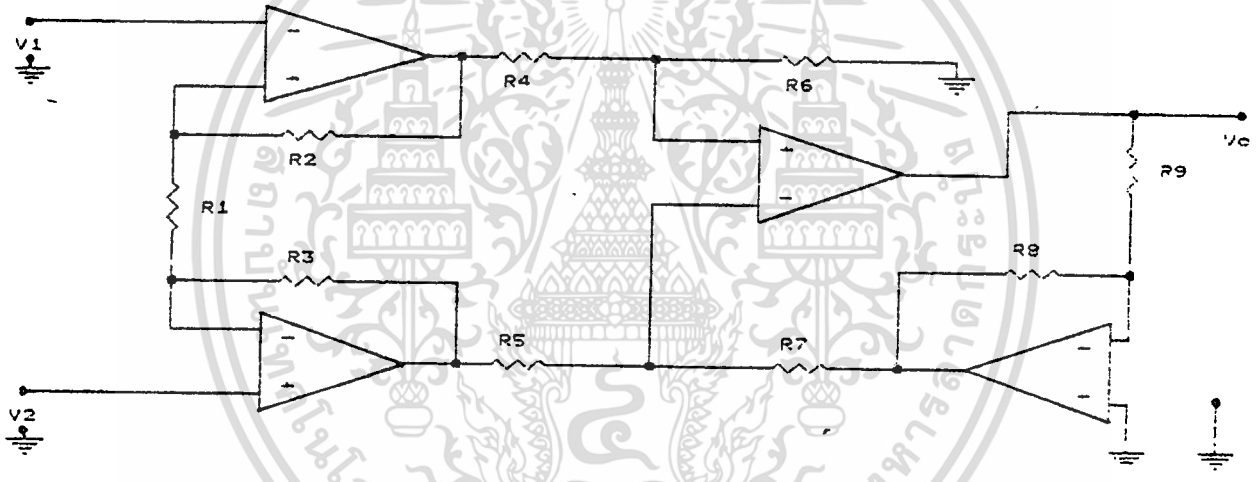
แทนค่าสมการ 2.44 ลงในสมการ 2.43 จะได้

$$V_o = [R_4(R_1+R_2)V_2-R_2(R_3+R_4)V_1]/[R_1(R_3+R_4)] \qquad (2.45)$$

พบว่าถ้าแทนค่า $R_1=R_2=R_3=R_4$ จะได้ว่า

$$V_o = V_2-V_1 \qquad (2.46)$$

จากรูป 2.8 วงจรยังไม่สามารถใช้งานได้ดีถ้านำไปขยายสัญญาณขนาดต่ำๆ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มภาคขยายให้กับวงจร และในขณะเดียวกันด้านทางเข้าของวงจรทั้งสองด้านจะต้องมีค่าอิมพริแดนซ์สูง และให้มีอัตราการขยายตอบสนองได้เป็นเชิงเส้น แสดงดังรูป 2.9



รูป 2.9 แสดงอัตราการขยายตอบสนองเชิงเส้น

เมื่อพิจารณาจาก V_{o1} และ V_{o2} ถึงทางออกสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$I_1 = I_2$$

$$V_1/V_6 = V_{o1}/(R_4+R_6)$$

$$V_1 = (V_{o1}*R_6)/(R_4+R_6) \qquad (2.47)$$

และจุดที่ V_1

$$I_3-I_4 = 0$$

$$[(V_{o2}-V_1)/R_5]-[(V_1-V_2)/R_7] = 0 \qquad (2.48)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เพราะว่า

$$V_2 = -(R_8/R_9)V_o \qquad (2.49)$$

เมื่อแทนค่าสมการ 2.47 และ 2.49 ลงในสมการ 2.48 จะได้ความสัมพันธ์ V_{o1}, V_{o2} และ V_o คือ

$$V_{o2}-V_{o1}[R_6/(R_4+R_6)+R_5R_6R_7/(R_4+R_6)] = [R_5R_8/R_7R_9]/V_o \qquad (2.50)$$

และเมื่อกำหนดให้ $R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = R$ จะได้ว่า

$$V_o/(V_{o2}-V_{o1}) = R_9/R_8 \qquad (2.51)$$

จากสมการที่ 2.51 พบว่า R_9 สามารถปรับระดับแรงดันทางออกได้ วงจรอินสตรูเมนต์แอมปริไฟร์ แสดงได้ดังรูป 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องแปลงสัญญาณ A/D(Analog to Dijital Converter)

A/D ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อคเป็นสัญญาณดิจิตอลสำหรับการใช้งานทั่วๆ ไป การแปลงสัญญาณควรมีจำนวนบิท(bit)อย่างน้อย 8 บิท สามารถให้ความเที่ยงตรงสูงพอสมควร คือมีความคาดเคลื่อนเพียง 10 ถึง 20 ไมโครเสค(μsec)ซึ่งพอสำหรับนำไปใช้กับระบบคอมพิวเตอร์(Computer)และไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor) ทั่วๆ ไป

2.4.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงสัญญาณ A/D

วิธีการแปลงสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital ใช้วิธีการนับจำนวนลูกคลื่นอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำเอาท์พุท(Output) จากวงจรนับไปขับตัวความต้านทานซึ่งต่อกันในระบบแลดเดอร์(Ladder) หรือวงจร R/2R สัญญาณเอาท์พุทที่ได้รับจะเป็นสัญญาณแรมพ์(Ramp) แรงดันของสัญญาณแรมพ์นี้จะถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุท(Input) ที่เข้ามา

เอาท์พุทจากวงจรเปรียบเทียบจะนำไปใช้เป็นสัญญาณสโตรป(Strope) สำหรับเก็บกักข้อมูล(latch)เอาท์พุทของวงจรนับ ซึ่งหมายความว่าการแปลงข้อมูลจะเสร็จทุกๆ หนึ่งรอบของการนับซึ่งประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกา 256 ลูก คิดเป็นค่าความถี่ประมาณ 20 MHz ดังนั้นการแปลงสัญญาณหนึ่งรอบจะใช้เวลาน้อยกว่า 13 μsec

2.4.2 ลำดับของการแปลงสัญญาณ A/D ในหนึ่งรอบ(แสดงดังรูป 2.10)

1) เริ่มแรกวงจรนับจะทำการนับจากศูนย์จนถึงค่าเลขฐานสิบหก ที่ค่า FF แรงดันที่จุด A จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุท

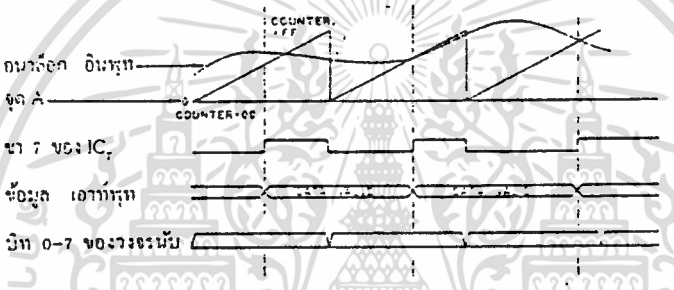
2) ค่าของวงจรนับจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งแรงดันที่จุด A เท่ากับแรงดันอินพุทที่จุดนี้เอาท์พุทจากวงจรเปรียบเทียบจะไปขับอินพุท clock(ขา 7)เพื่อแลทช์ในสภาวะลอจิกสูง

3) ขอบขาขึ้นจากพัลส์ทำให้เกิดการแลทช์ เพื่อเก็บค่าของวงจรนับไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ข้อมูลซึ่งเป็นค่าของวงจรนับจะถูกเก็บไว้จนกว่า การแปลงข้อมูลรอบต่อไปจะเสร็จสิ้นลง

ในการทำงานข้อมูลที่ป้อนเข้ามาที่อินพุทของวงจรนับที่ขาโหลด(ขา 11) จะอยู่ในระดับกราวด์(Ground) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลทาง Digital ถูกส่งไปยังวงจรแลตเดอร์ตัวต้านทานโดยตรง ดังนั้นการแปลงข้อมูลจึงเกิดขึ้นทันที



แสดงผังเวลาของรูปกลื่นที่จุดต่างๆ เมื่อแรงดันอ้างอิง (ที่จุด A) เพิ่มขึ้นจนมีระดับเท่ากับสัญญาณอนาล็อกทางอินพุท ซึ่งจะทำให้วงจรเปรียบเทียบแรงดันส่งสัญญาณสโตปไปกระตุ้นให้ไอซี 74173 แลทช์ เพื่อเก็บค่าจากวงจรนับเอาไว้ ค่าที่วงจรแลทช์เก็บไว้นี้จะคงอยู่จนกว่าวงจรเปรียบเทียบแรงดันส่งสัญญาณสโตปชุดใหม่มาอีก

รูป 2.10 แสดงผังเวลาของรูปคลื่น

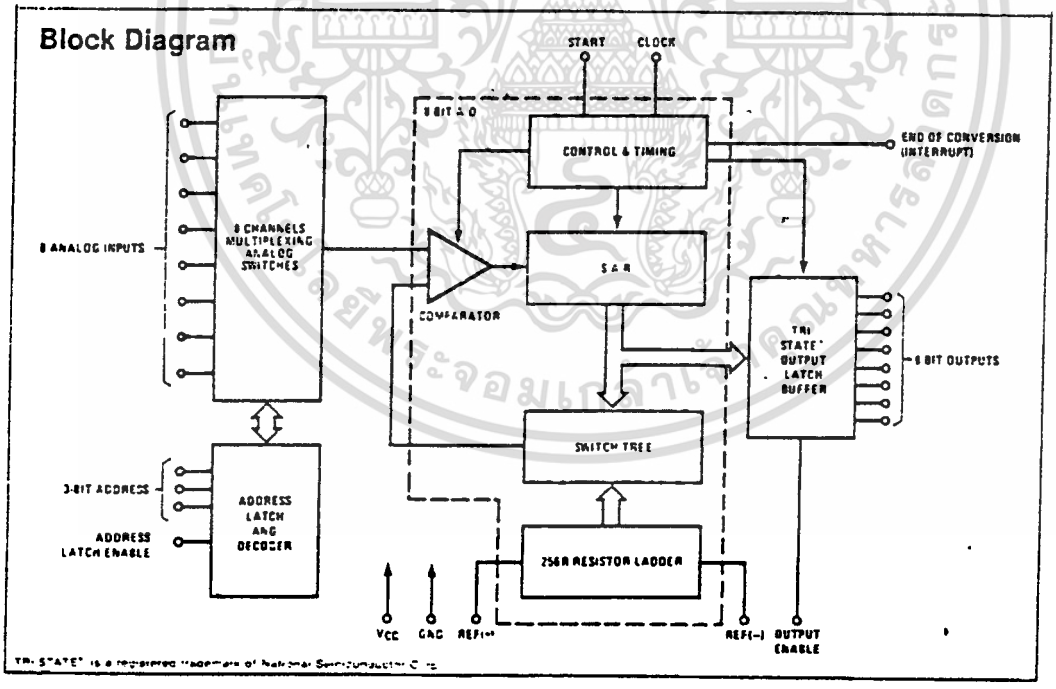
2.4.3 การทำงานของ ADC 0809 (Analog to Digital Convertor เบอร์ 0809)

ADC 0809 จะมี 8 Channals Multiplexing Analog Switches สามารถที่จะต่ออินพุทได้ 8 อินพุท แต่ในการทำงานจะถูกเลือกทีละอินพุท เราสามารถออกแบบวงจรให้ทำหน้าที่ Scan input ไปตามลำดับได้ แต่ในปริญญานิพนธ์นี้ จะใช้เพียง Channal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวเท่านั้น ดังนั้นขา A0 , A1 , A2 จึงต่อลงกราวด์ทั้งหมด Start(ขา 6) เป็นตัวบอกว่าควรอ่าน DATA ของเอาท์พุทที่เป็น Digital แล้วจะส่งสัญญาณไปยัง microprcessor ให้มารับข้อมูลนี้ได้แล้ว การทำงานจะได้สัมพันธ์กัน

ADC 0809 เป็น IC A/D ที่ทำงานแบบ SAR(Successive Approximation Register) โดยจะทำการ Set หรือ Reset bit ต่างๆ ทีละ bit ทั้ง 8 bit ตามการเปรียบเทียบระดับแรงดันอินพุทกับแรงดันที่มาจากการ Convert Digital ให้เป็น Analog โดยอาศัย Comparetor เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อตรวจว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า แล้วทำการแปลง bit ต่างๆ ต่อไป ทำเช่นนี้จนกว่าจะเสร็จการแปลงโดย บล็อกไดอะแกรม แสดงลักษณะภายใน ADC 0809 แสดงดังรูป 2.11



รูป 2.11 แสดงลักษณะภายใน ADC 0809

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การใช้ 8255 PIA กับ Z80

อุปกรณ์ที่ช่วยให้การติดต่อกับระบบภายนอกของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ อุปกรณ์ที่จะกล่าวถึงนี้คือ 8255PIA (Programmable Interface Adapter)

2.5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI(Large Scale Integrated circuit) บรรจุอยู่ใน Package 40 ขาแบบ DIP(Dual-In-Line Package) เริ่มผลิตโดยบริษัท INTEL COORPERATION ผู้ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 จุดประสงค์เพื่อใช้งานร่วมกับ 8080 โดยเฉพาะ แต่ในภายหลังได้มีการนำ 8255 ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่นๆ รวมทั้ง Z80 ด้วย ถ้าเข้าใจการใช้งาน 8255 กับ Z80 แล้ว ก็จะนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่นๆ ได้

2.5.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้จะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของ CPU สำหรับการจัดขาแสดงไว้ในรูป 2.12 รายละเอียดของแต่ละขามีดังนี้คือ

D0-D7 : เป็นสายข้อมูลอินพุท/เอาท์พุทแบบสองทิศทาง (BI-DIRECTIONAL BUS) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ทต่างๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ Z80

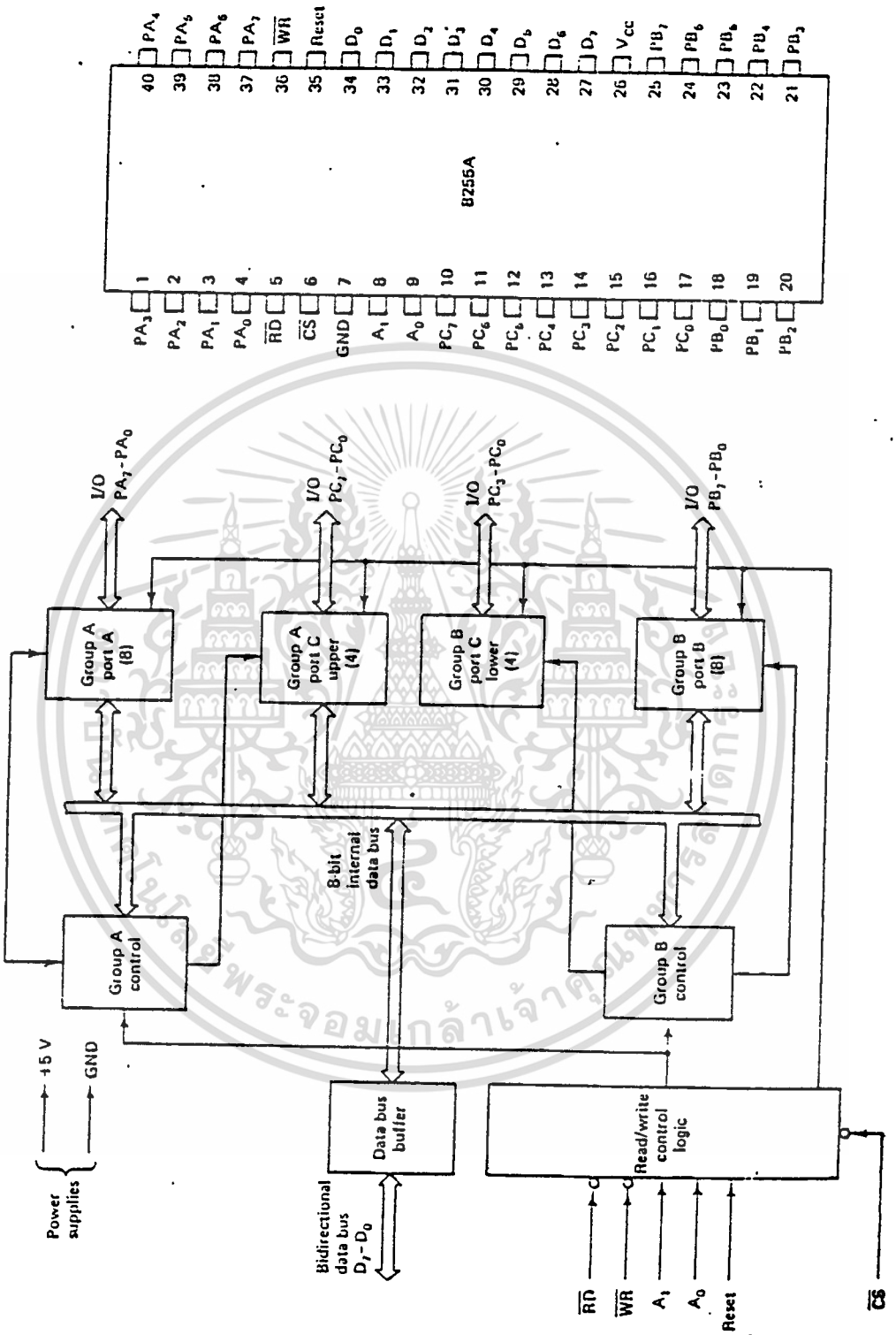
CS (CHIP SELECT INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น"0" CPU สามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD (READ INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น"0" และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น "0" ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูล CPU ก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้(ในกรณีการตั้งชื่อของขาสัญญาณนี้จะถือเอา CPU เป็นหลัก)

WR (WRITE INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น"0" และขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น"0" ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

A0-A1 (ADDRESS INPUT) : จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้รีจีสเตอร์ภายในของ 8255 จะถูกเซ็ทให้อยู่ในโหมดอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.12 แสดงลักษณะภายในของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

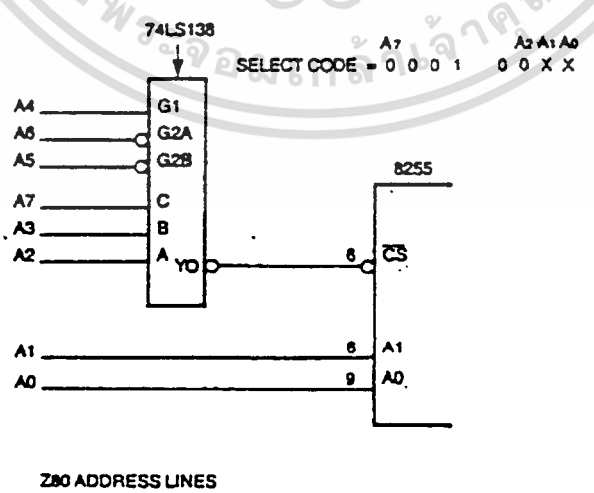
PA0-PA7,PB0-PB7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ท I/O ขนาด 8 บิท ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ

PC0-PC7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ท I/O ขนาด 8 บิท เช่นเดียวกับ PA0-PA7 และ PB0-PB7 แต่กลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิทได้ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PA0-PA7 (ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในภายหลัง)

2.5.3 การต่อ 8255 เข้ากับ Z80

ในการต่อ 8255 เข้ากับระบบของ Z80 นั้น สัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะเหมือนกับขบวนการติดต่อกับ I/O โดยจะต้องเอาสัญญาณ A0-A7 จาก Z80 มาถอดรหัสเพื่อสร้างสัญญาณเลือกพอร์ท แต่เนื่องจาก 8255 มีขา ADDRESS INPUT อยู่แล้ว 2 ขา(A0,A1) ซึ่งโดยปกติแล้วขา Ao,A1 นี้จะต่อเข้าโดยตรงกับ A0,A1 จากบัสแอดเดรส นั่นคือ 8255 หนึ่งตัวจะใช้ค่าพอร์ทแอดเดรสถึง 4 ค่า (2^2) ส่วนสัญญาณอีก 6 เส้น (A2-A7) จะนำไปถอดรหัสเพื่อทำสัญญาณเลือกชิพ (Chip Select) ให้แก่ 8255

ในที่นี้เราจะสมมติให้ 8255 มีพอร์ทแอดเดรสอยู่ที่ 10H, 11H, 12H และ 13H ซึ่งวิธีหนึ่งที่สามารถจะถอดรหัสพอร์ทเหล่านี้ได้ แสดงไว้ในรูป 2.13

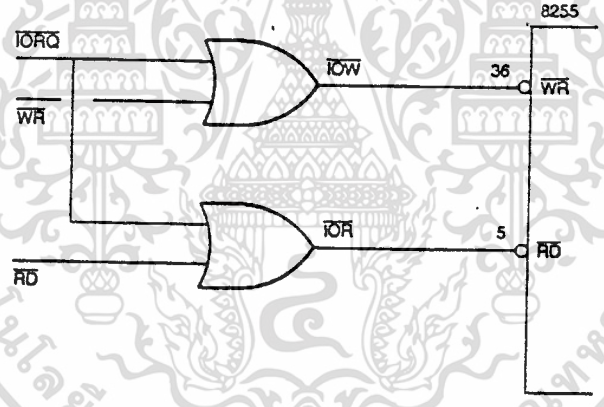


รูป 2.13 แสดงผังวงจรการถอดรหัสการเลือกพอร์ทที่ติดต่อกับ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.13 นี้ จะเห็นว่าอินพุท CS จะแอคทีฟก็ต่อเมื่อ A2-A7 มีเท่ากับ 000100XXB (2 บิทล่างจะใช้เพื่อเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายใน 4 ตัว)

ขั้นต่อไปที่จะทำคือ การต่อขา RD และ WR ของ 8255 เข้ากับสัญญาณควบคุม IOR และ IOW ของระบบ การที่เราไม่ต่อขา RD และ WD เข้าโดยตรง เพราะในตัวอย่างวิธีถอดรหัสนี้ อาจจะเกิดกรณีที่ A7-A0 มีค่าตรงกับ 000100XXB ซึ่งจะทำให้เกิดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 โดยไม่ต้องการได้ ในการแก้ปัญหานี้จึงใช้สัญญาณ IORQ จาก CPU มาทำเป็นสัญญาณ IOR และ IOW เพื่อแยกว่าเป็นการติดต่อกับ I/O ไม่ใช่หน่วยความจำ แสดงดังรูป 2.14

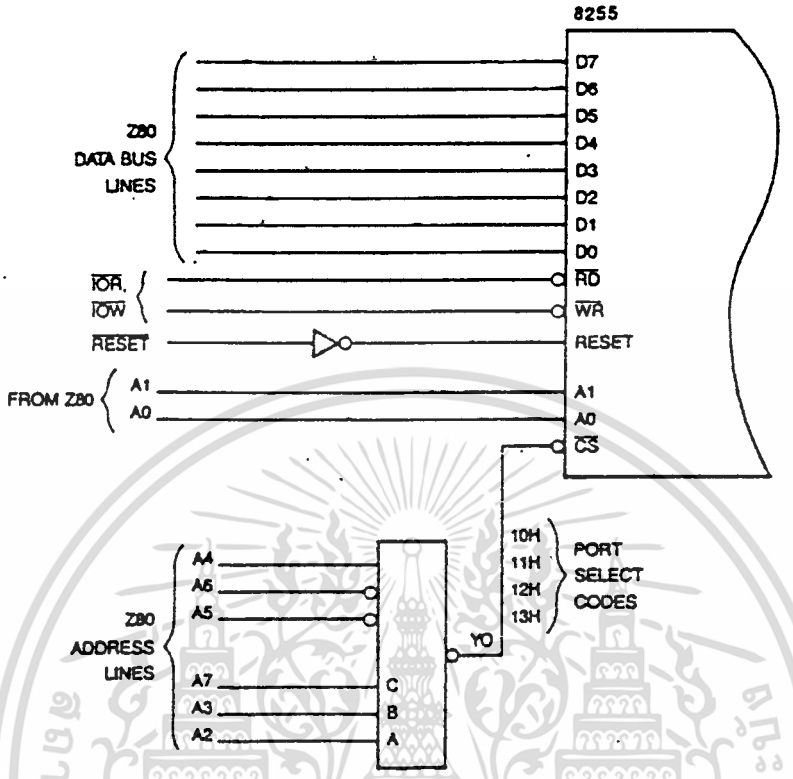


รูป 2.14 แสดงวิธีการต่อขา WR และ RD เข้ากับระบบของ Z80

ในการต่อขา RESET ของ 8255 ซึ่งจะแอคทีฟที่ลอจิก "1" เข้ากับขา RESET ของ Z80 ซึ่งแอคทีฟที่ลอจิก "0" นั้นจะต้องใช้ INVERTER คั่นกลางเสียก่อน

ในการต่อสายข้อมูล D0-D7 ของ 8255 เข้ากับระบบบัสข้อมูลของระบบ สมมติว่าไม่มีการโหลดบนบัสข้อมูล ดังนั้นเราจึงสามารถต่อสายสัญญาณเหล่านี้เข้าโดยตรงกับระบบบัสข้อมูล ดังแสดงวงจรสมบูรณ์ของการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับระบบของ Z80 ในรูป 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.15 แสดงผังวงจรสมบูรณ์ของการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับระบบของ Z80

2.5.4 8255 READ และ WRITE REGISTER

ขณะนี้ได้ทำการต่อ 8255 เข้ากับระบบของ Z80 แล้ว ต่อไปจะศึกษาโปรแกรมใช้งาน 8255 เพื่อที่จะใช้ทำงานตามที่เราต้องการได้ จะเริ่มต้นพิจารณาที่รีจีสเตอร์ภายใน 4 ตัว ของ 8255 สำหรับในตัวอย่างการถอดรหัสนี้ ตำแหน่งของรีจีสเตอร์จะอยู่ที่แอดเดรส 10H, 11H, 12H และ 13H ซึ่งรายละเอียดของรีจีสเตอร์มีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVICE PIN				REGISTER NAME
RD	WR	A1	A2	
1	0	0	0	WRITE PORT A DATA
0	1	0	0	READ PORT A DATA
1	0	0	1	WRITE PORT B DATA
0	1	0	1	READ PORT B DATA
1	0	1	0	WRITE PORT C DATA
0	1	1	0	READ PORT C DATA
1	0	1	1	WRITE CONTROL DATA
0	1	1	1	ILLEGAL READ REGISTER

หน้าที่ของรีจีสเตอร์หมายเลข 0-2 จะถูกกำหนดลักษณะการทำงานจากรีจีสเตอร์หมายเลข 3 (รีจีสเตอร์ควบคุม) รูปที่ 2.15 จะแสดงรายละเอียดของแต่ละบิทของรีจีสเตอร์ควบคุมนี้ ต่อไปจะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของ 8255 ทั้ง 3 โหมด และการโปรแกรมให้อยู่ในโหมดต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

2.5.5 โหมด 0 : BASIC REGISTER I/O

ในการเซ็ท 8255 ให้อยู่ในโหมด 0 นั้นเราจะต้องส่งคำสั่งควบคุม(CONTROL WORD) ให้แก่รีจีสเตอร์ควบคุมก่อน คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละพอร์ทของ 8255 ตัวอย่างหนึ่งของคำสั่งควบคุมที่จะสั่งให้ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 0 นี้ได้แก่

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 จะเห็นว่า

บิท D7 เป็นตัวกำหนดว่าเป็นคำสั่งควบคุม(CONTROL WORD)

บิท D6 และ D5 กำหนดโหมดทำงานของ พอร์ท A D6,D5 มีค่าเป็น "0" แสดงว่า อยู่ในโหมด 0

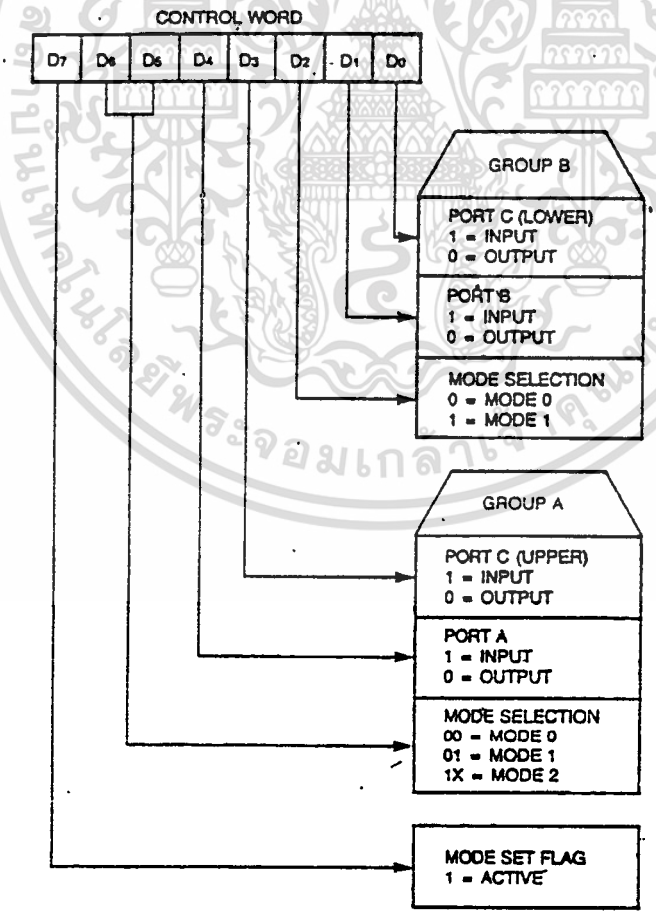
บิท D4 = "0" กำหนดให้ พอร์ท A เป็นพอร์ทเอาท์พุท

บิท D3 = "0" เซ็ทพอร์ท C 4 บิทบนเป็นพอร์ทเอาท์พุท

บิท D2 = "0" เซ็ทโหมดของพอร์ท B ให้พอร์ท B อยู่ในโหมด 0

บิท D1 = "0" เซ็ทพอร์ท B เป็นพอร์ทเอาท์พุท

บิท D0 = "0" เซ็ทพอร์ท C ให้ 4 บิทล่างเป็นพอร์ทเอาท์พุท



รูป 2.16 แสดงรายละเอียดแต่ละบิทของรีจีสเตอร์ควบคุมของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดให้พอร์ททั้ง 3 ของ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 0 และเป็นพอร์ทเอาท์พุทซึ่งจะได้สายสัญญาณซึ่งสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ถึง 24 สาย คำสั่งของ Z80 ที่จะเซ็ทให้ 8255 อยู่ในลักษณะดังกล่าวได้แก่

```
LD A, 80H              : เป็นคำสั่งควบคุม
OUT  (13H),A           : ส่งคำสั่งควบคุมให้ 8255
```

เมื่อ Z80 ทำการ EXECUTE คำสั่งข้างต้นแล้ว 8255 จะถูกเซ็ทให้พอร์ททุกพอร์ท เป็นพอร์ทเอาท์พุท และอยู่ในโหมด 0 จะส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ทต่างๆ ได้ด้วยคำสั่ง OUT ของ Z80 ตัวอย่างเช่น ต้องการส่ง 23H ไปยังพอร์ท A, 41H ไปยังพอร์ท B และ 73H ไปยังพอร์ท C จะต้องใช้ Z80 ทำตามโปรแกรมลักษณะดังนี้

```
LD A, 32H              : เซ็ทข้อมูลให้พอร์ท A
OUT (10H), A           : ส่งข้อมูลให้พอร์ท  A
LD A, 41H              : เซ็ทข้อมูลให้พอร์ท B
OUT (11H), A           : ส่งข้อมูลให้พอร์ท  B
LD A, 73H              : เซ็ทข้อมูลให้พอร์ท C
OUT (12H), A           : ส่งข้อมูลให้พอร์ท  C
```

หลังจากที่คำสั่งเหล่านี้ถูก EXECUTE แล้วพอร์ท A, B และ C ของ 8255 จะมีข้อมูลต่างๆ ที่ส่งไปให้ปรากฏอยู่

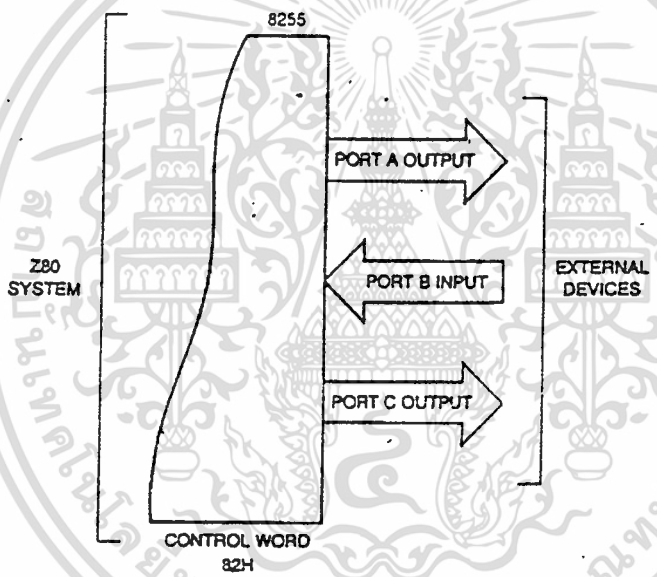
ในการทำงานในโหมด 0 ของ 8255 นี้อาจจะสั่งให้พอร์ทของ 8255 เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทก็ได้อย่างเช่น ให้พอร์ท A และพอร์ท C เป็นพอร์ทเอาท์พุท และพอร์ท B เป็นพอร์ทอินพุท จะต้องส่งคำสั่งควบคุมให้แก่รีจีสเตอร์ควบคุมในลักษณะดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	1	0

หลังจากที่ส่งคำสั่งควบคุมให้แก่รีจีสเตอร์ควบคุมแล้ว 8255 จะถูกเซ็ทให้มีลักษณะการทำงานดังรูป 2.17 ซึ่งจะใช้คำสั่ง IN อ่านข้อมูลจากพอร์ท B ได้

```
IN A, (11H)          : อ่านข้อมูลจากพอร์ท B
```



รูป 2.17 บล็อกไดอะแกรมแสดงลักษณะการทำงานของ 8255 ในโหมด 0 หลังจากส่งคำสั่งควบคุมให้ 8255 แล้ว

2.6 วงจรขับรีเลย์และโซลินอยด์

ในวงจรที่มีการควบคุม โดยใช้รีเลย์ทางกลและไฟฟ้า จะใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะมีหลักการใช้งานอย่างง่ายๆ และราคาถูก

ความหมายของ รีเลย์(RELAY) คือสวิทช์ทางกลแบบพื้นฐาน ที่ทำงานด้วยกำลังทางไฟฟ้า หน้าคอนแทคหรือหน้าสัมผัสของรีเลย์เข้าคู่อยู่กับอาร์เมเจอร์ของสารแม่เหล็กซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกยึดให้วางอยู่ใกล้ๆ ขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ก็จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น และเกิดแรงดึงดูดให้อาร์เมเจอร์เข้าหาขดลวด เพื่อปิดหรือเปิดหน้าคอนแทค และเมื่อกระแสหยุดไหลความเป็นแม่เหล็กก็จะหมดไป สปริงที่ยึดติดอยู่กับหน้าคอนแทค ก็จะดึงตัวกลับทำให้หน้าคอนแทคกลับไปอยู่ยังตำแหน่งเดิม

สำหรับค่าแรงดันที่เป็นตัวกำหนดการทำงานของรีเลย์จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 250 โวลท์ คือมีค่าเป็น 6, 12, 24, 48, 117 และ 240 โวลท์ ที่สำคัญควรจะรักษาระดับของแรงดันให้มีค่าอยู่ภายในช่วง $\pm$ 20 % ของค่าแรงดันขณะทำงาน ถ้าใช้ค่าแรงดันที่สูงมากเกินไป ขดลวดอาจจะไหม้ได้ หรือถ้าใช้แรงดันที่มีค่าต่ำเกินไป ก็อาจจะทำให้การทำงานของรีเลย์ผิดปกติไป

2.6.1 พารามิเตอร์บางค่าของรีเลย์

1) ค่าแรงดันหรือกระแสขณะทำงาน(Operating voltage or current) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคสัมผัสกัน(หรือแตะกัน)ได้แน่นอน

2) ค่าพูล-อินของแรงดันหรือกระแส(Pull-in voltage or current) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคเกือบๆ จะสัมผัสกัน(แต่ยังไม่สัมผัส)

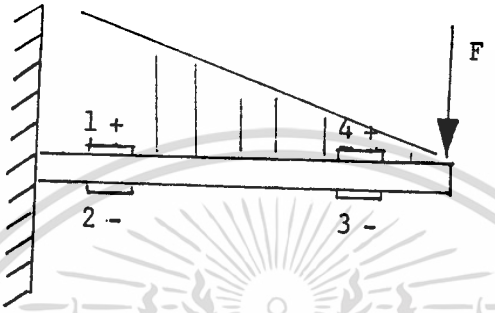
3) ค่าดรอป-เอาท์ของแรงดันหรือกระแส(Drop-out voltage or current) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคใกล้ๆ จะแยกออกจากกัน(แต่ยังสัมผัสกันอยู่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การสร้างและคำนวณ

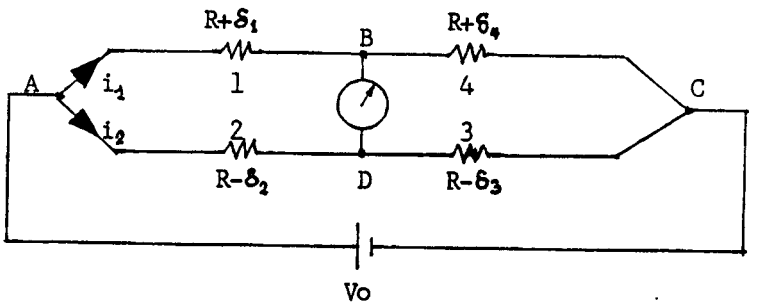
3.1 การต่อวงจร FORCE MEASUREMENT ซึ่งใช้ในปริญญานิพนธ์ นี้



รูป 3.1 แสดงแรงที่กระจายบนแผ่นเหล็กเหนียว

การสร้างในส่วนของตัว Sensor น้ำหนักโดยใช้ Strain gage แล้วขยายสัญญาณโดยอินสตรูเมนต์แอมป์ ซึ่งมี Transducer bridge Amplifier ในการปรับค่าศูนย์ การติดสเตรนเกจบนแผ่นเหล็กเหนียว High Carbon ต่อวงจรแบบ Force Measurement จะมีผลทำให้การวัดแรง ณ.จุดใดๆ ได้สัญญาณไฟออกมาเท่ากัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลัก เพราะว่าถ้าแรงที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดเป็นแรง Torque จะมีระยะทางเข้ามาเกี่ยวข้อง จะทำให้สัญญาณไฟออกมาแต่ละระยะที่ทำการวัด(แต่ละจุด)จะมีค่าไม่เท่ากัน ผลที่ได้ไม่สามารถนำสัญญาณไฟนี้เข้าทำการประเมินผลได้

Strain gage ที่ใช้มีค่า ความต้านทาน (R) โอห์ม และกระแสไฟ DC (Vo) เท่ากับ 5 โวลต์



รูป 3.2 แสดงการต่อวงจรบริดจ์สโตนบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$i_1 = V_0/(R+\delta_1+R+\delta_4)$$

$$= V_0/(2R+\delta_1+\delta_4)$$

$$i_2 = V_0/(R-\delta_2+R-\delta_3)$$

$$= V_0/(2R-\delta_2-\delta_3)$$

$$V_{ab} = V_0(R+\delta_1)/(2R+\delta_1+\delta_4)$$

$$V_{ad} = V_0(R-\delta_2)/(2R-\delta_2-\delta_3)$$

$$V_{bd} = V_{ab}-V_{ad}$$

$$= [V_0/(2R+\delta_1+\delta_4)(2R-\delta_2-\delta_3)][2R^2-R\delta_2-R\delta_3+2R\ _1-\delta_1\delta_2$$

$$-\delta_1\delta_3-2R^2-R\delta_1-R\delta_4+2R\delta_2+\delta_2\delta_1+\delta_2\delta_4]$$

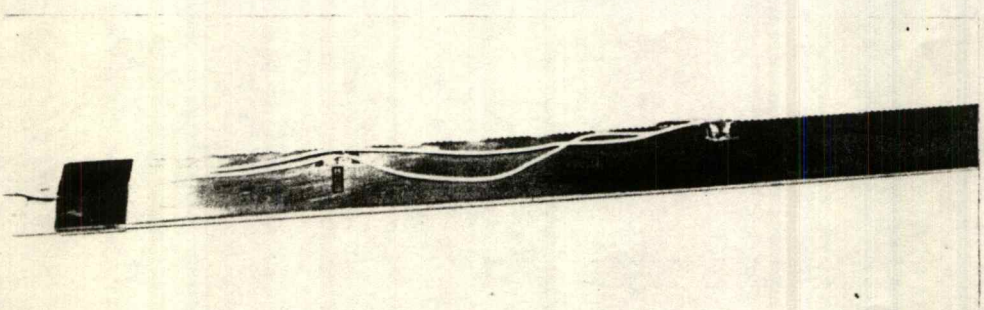
$$= [V_0/(2R+\delta_1+\delta_4)(2R-\delta_2-\delta_3)][R\delta_1+R\delta_2-R\delta_3-R\delta_4]$$

$$= [V_0R/(2R+\delta_1+\delta_4)(2R-\delta_2-\delta_3)][(\delta_1+\delta_2)-(\delta_3+\delta_4)]$$

ในกรณีนี้เทอม $[(\delta_1+\delta_2)-(\delta_3+\delta_4)]$ จะเป็นค่าคงที่ ทำให้ตัดปัญหาเรื่องตำแหน่งที่ F กระทำ นั่นหมายความว่า ขนาดของ F เท่านั้นที่มีผล

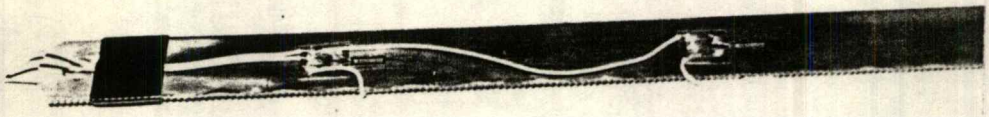
3.2 การติดสเตรนเกจ

การติดสเตรนเกจเพื่อให้ได้รูปแบบของ FORCE MEASUREMENT แสดงดังรูป3.3 และ รูป 3.4 แสดง 2 ด้านของการติดสเตรนเกจ จะติดตั้งฉากกัน



รูป 3.3 ติดสเตรนเกจตามขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 ติดสเตรนเกจตามยาว

3.3 การคำนวณหาค่าภาคขยายของ Instrument Amplifier

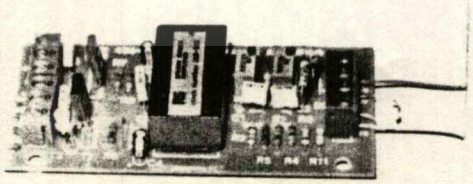
จากสมการ 2.51 เราสามารถแทนค่า R ลงในสมการ โดยแทนค่า R_9 = 10 M และ R_8 = 10 K

เพราะฉะนั้น

$$Vo = (1000000/1000)*(Vo_2-Vo_1)$$

$$= 1000(Vo_2-Vo_1)$$

ซึ่งจะได้กำลังขยายถึง 1000 เท่า



รูป 3.5 Instrument Amplifier ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

โดยใช้ IC ตั้งเวลาเบอร์ 555 เพื่อให้เครื่องทำงานที่ความเร็วสูง สัญญาณเอาท์พุท ควรเป็นสัญญาณคลื่น รูปสี่เหลี่ยมที่สมบูรณ์ เพื่อให้สามารถนำไปขับวงจรนับได้ถูกต้อง

Clock ที่ใช้ในการทำงานของ ADC 0809 จะมีค่าการใช้งานอยู่ในช่วงประมาณ 10k - 1280kHz

สำหรับการคำนวณหาความถี่ของ clock หาได้จาก การหาช่วงเวลาของวงจร จากสูตร

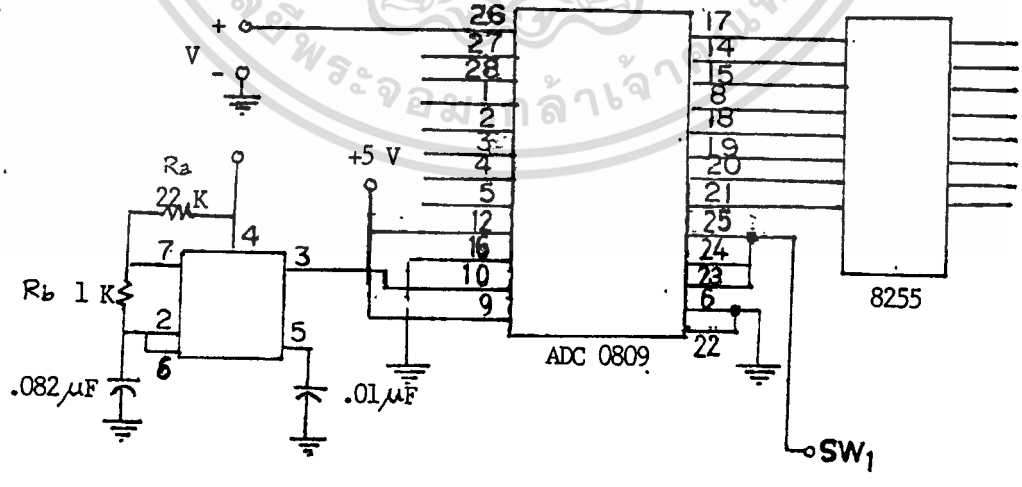
$$t_1 = 0.693(R_a+R_b)C \qquad (3.1)$$

$$t_2 = 0.693(R_b)C \qquad (3.2)$$

$$T = t_1+t_2$$

$$= 0.693(R_a+2R_b)C \qquad (3.3)$$

แสดงดังรูป 3.6 ในที่นี้จะเลือกใช้ค่า ความถี่ 596 kHz



รูป 3.6 การต่อสัญญาณ Clock เข้ากับ ADC 0809

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 FLOWCHART แสดงดังรูป 3.6.2

หลักการของ Software คือ เมื่อผลไม้ได้ถูกชั่งแล้ว Strain gage จะแปลงค่า Force เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้น ADC ก็จะแปลงสัญญาณไฟฟ้า Analog เป็นความหมายทาง Digital เพื่อให้ Solftware ได้เข้าใจว่า ผลไม้ที่ถูกชั่งนั้นหนักเท่าไร ใน Program จะเข้าใจเป็นเลขฐาน 16 แล้วจะนำค่าที่ได้นี้มาเปรียบเทียบกันใน Program ส่วน Program จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. ส่วน Input Data
2. ส่วน Compare
3. ส่วนแสดงผล (display)บนSingle Board
4. ส่วน Output Data

<u>ส่วนประกอบต่างๆจะสามารถอธิบายได้ดังนี้</u>

1. ส่วน Input Data จะนำข้อมูลที่แปลงค่า Force เป็น Digital มาเก็บไว้ใน CPU ของ Z-80

2. ส่วนเปรียบเทียบ(Compare) นำค่าใน CPU ของ Z-80 มาเปรียบเทียบซึ่งแบ่งชั้นการเปรียบเทียบเป็น 4 ขั้นคือ

GRADE EXTRA จะมีค่าทาง Digital ตั้งแต่ 16H - 19H

GRADE A จะมีค่าทาง Digital ตั้งแต่ 20H - 24H

GRADE B จะมีค่าทาง Digital ตั้งแต่ 25H - 29H

GRADE C จะมีค่าทาง Digital มากกว่า 30H

ใน Program ส่วนนี้ สามารถเปลี่ยนค่าเปรียบเทียบ (Compare) ได้ คือสามารถ ใช้ Program นี้กับการชั่งหรือวัดกับผลไม้อื่นได้

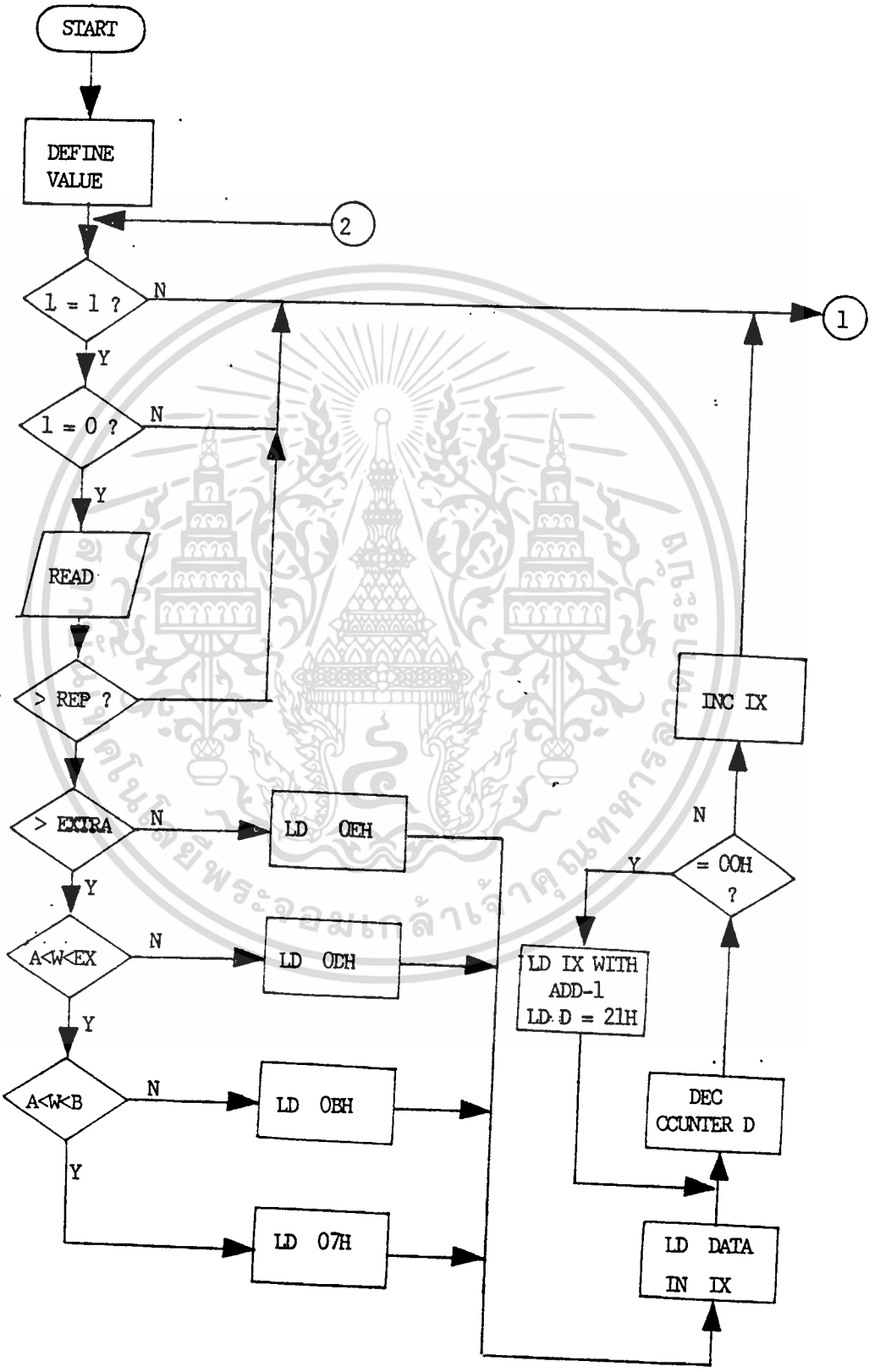
3. ส่วนแสดงผล(Display) เมื่อในขณะที่ Input Data เข้ามาเก็บใน CPU ของ Z-80 นี้จะแสดงผล (Display) ที่หน้าจอ ว่า "Input" ในทางเดียวกัน ถ้ามีการ Output หน้าจอก็จะแสดงผลว่า "Output" เพื่อจะง่ายต่อการเข้าใจ ว่า ตอนนี้มีการ Input หรือ Output แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วน Output Data เมื่อมีการประมวลผลแล้ว และมีสัญญาณจากภายนอกส่งเข้ามายัง Program ว่าผลไม้มาถึงจุดที่ Solenoid จะทำงานแล้ว Program ก็จะส่ง Data ออกไปเพื่อควบคุมการทำงานของ Solenoid ว่าจะให้ Solenoid ตัวไหนทำงาน

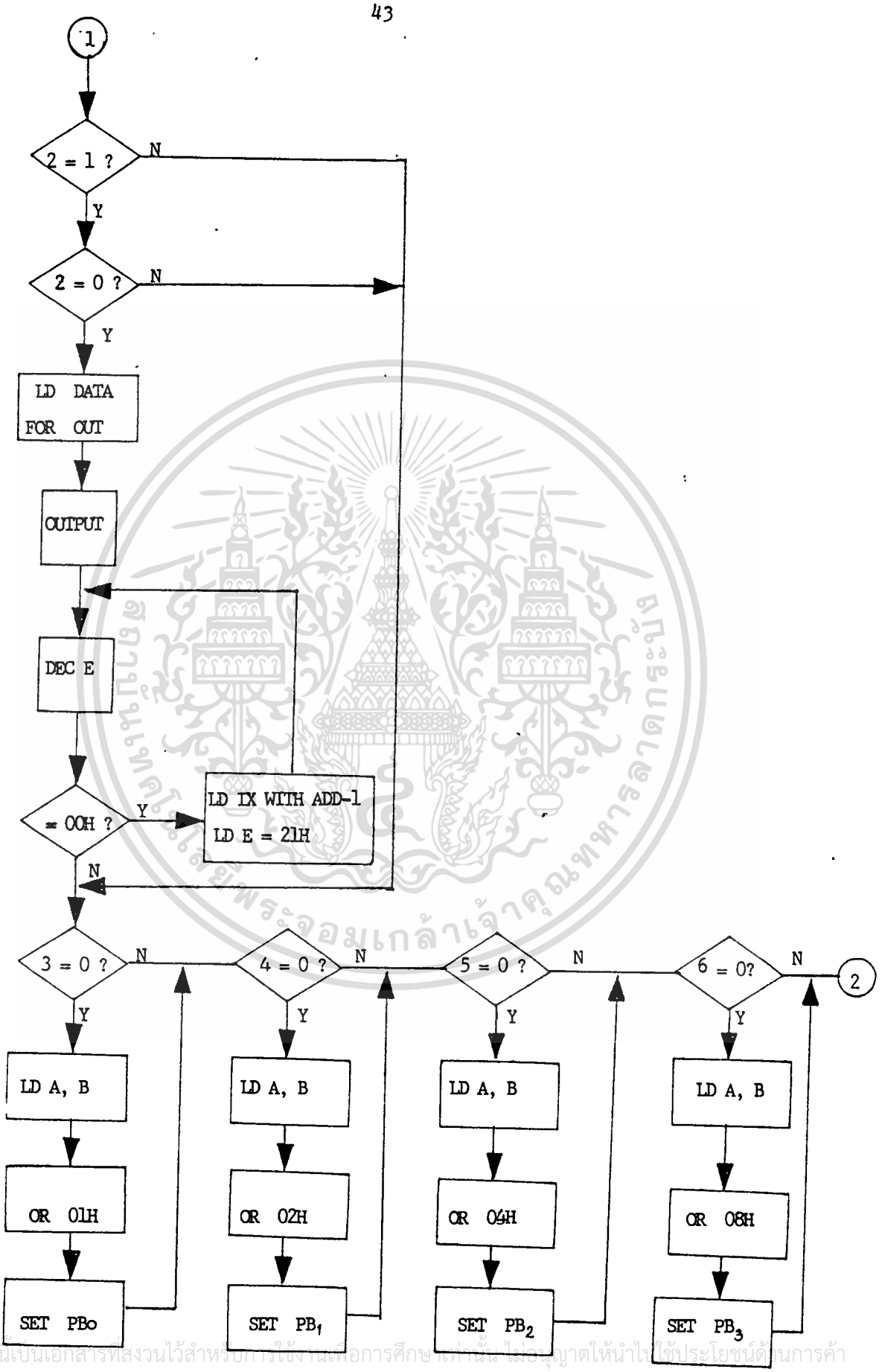
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART



รูป 3.6.1 แสดงหลักการทำงานของ PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6.2 แสดงหลักการทำงานของ PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM ใช้งาน Z-80

กำหนดให้

```
PORT A          EQU   20H
PORT B          EQU   21H
PORT C          EQU   22H
CON  P          EQU   23H
CON  WD         EQU   99H (PORT A,C-INPUT and
                           PORT B-OUTPUT)
ADD             EQU   2401H
REF             EQU   15H
GRADE B         EQU   20H
GRADE A         EQU   25H
GRADE EXTRA     EQU   30H
```

Program Z-80 เริ่มที่ 2000

```
2000  3E99          LD A, CONWD          ;SET UP THE 8255
2002  D323          OUT (CON P), A       PORT A IS INPUT,P_B O
2004  3EFF          LD A, FFH            P_C IS OUTPUT
2006  D321          OUT (PORT B), A      ;SET PORT B OUTPUT DA
2008  160F          LD D, 0FH            ;D IS CIUNTER FOR INP
200A  1E0F          LD E, 0FH            ;E IS COUNTER FOR OUT
200C  DD210124      LD IX, ADD           ;FIRST ADDRESS FOR IN
2010  FD210124      LD IY, ADD           ;FIRST ADDRESS FOR OU
2014  2600          LD H, 00H            ;CHECK DATA IN
2016  2E00          LD L, 00H            ;CHECK DATA OUT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN PROGRAM

2018	7C	1	LD A, H
2019	CB47		BIT O, A
201B	C22720		JP NZ, 1.1
201E	DB22		IN A, (PORT C)
2020	CB47		BIT O, A
2022	CAB020		JP Z, 2
2025	2601		LD H, 01H
2027	DB22	1.1	IN A, (PORT C)
2029	CB47		BIT O, A
202B	C2B020		JP NZ, 2

INPUT

202E	DB20		IN A, (PORT A)
2030	2600		LD H, 00H
2032	FE15		CP REF
2034	FAB020		JP M, 2

SYSTEMCALL "INPUT"

2037	D5		PUSH DE
2038	E5		PUSH HL
2039	3E03		LD A, 03H
203B	D7		RST 10H
203C	215021		LD HL,EXAM 3T
203F	11E73F		LD DE, 3FE7H
2042	010500		LD BC, 0005
2045	EDB0		LDIR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2047  3E04                    LD A, 04H
2049  0640                    LD B, 40H
204B  D7                      RST 10H
204C  0680                    LD B, 80H
204E  0E10                    LD C, 10H
2050  21C800                  LD HL, 00C8
2053  3E01                    LD A, 01H
2055  D7                      RST 10H
2056  E1                      POP HL
2057  D1                      POP DE
2058  DB20                    IN A, (PORT A)
205A  EE30                    CP EXTRA
205C  F27020                  JP P, LD EXTRA
205F  FE25                    CP GRADE A
2061  F27520                  JP P, LD GA
2064  FE20                    CP GRADE B
2066  F27A20                  JP P,LD GB
2069  C37F20                  JP LD GC
2070  0E0E    LD EXTRA        LD C, 0EH
2072  C39020                  JP MEMO
2075  0E0D    LD GA           LD C, 0DH
2077  C39020                  JP MEMO
207A  0E0B    LD GB           LD C, 0BH
207C  C39020                  JP MEMO
207F  0E07    LD GC           LD C, 07H
2081  C39020                  JP MEMO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2090  DD7100   MEMO          LD (IX+d), C
2093  15       SUBMEMO       DEC D
2094  7A                     LD A, D
2095  F600                   OR 00H
2097  CAA020                 JP Z, CLEARMEMO
209A  DD23                   INC IX
209C  C3B020                 JP 2

20A0  DD210024 CLEARMEMO     LD IX, ADD
20A4  160F                   LD D, 0FH
20A6  C39320                 JP SUBMEMO

20B0  7D       2             LD A, L
20B1  CB4F                   BIT 1, A
20B3  C2BF20                 JP NZ, 2.1
20B6  DB22                   IN A, (PORT C)
20B8  CB4F                   BIT 1, A
20BA  CA1820                 JP Z, 1
20BD  2E02                   LD L, 02H
20BF  DB22     2.1           IN A, (PORT C)
20C1  CB4F                   BIT 1, A
20C3  C21820                 JP NZ, 1
                SYSTEMCALL "OUTPUT"
20C6  D5                     PUSH DE
20C7  E5                     PUSH HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
20C8  3E03                    LD A, 03H
20CA  D7                      RST 10H
20CB  216021                  LD HL, EXAM 4T
20CE  11E73F                  LD DE, 3FE7H
20D1  010500                  LD BC, 0005H
20D4  EDB0                    LDIR
20D6  3E04                    LD A, 04H
20D8  0640                    LD B, 40H
20DA  D7                      RST 10H
20DB  0680                    LD B, 80H
20DD  0E10                    LD C, 10H
20DF  21C800                  LD HL, 00C8H
20E2  3E01                    LD A, 01H
20E4  D7                      RST 10H
20E5  E1                      POP HL
20E6  D1                      POP DE
20E7  2E00                    LD L,00H
20E9  FD7E00                  LD A, (IY+d)
20EC  D321                    OUT (PORT B), A

20EE  17        SUBOUTPUT     DEC E
20EF  7B                      LD A, E
20F0  F600                    OR 00H
20F2  CA0021                  JP Z, CLEAROUTPUT
20F5  FD23                    INC IY
20E7  C31820                  JP 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2100  FD210024 CLEAROUTPUT     LD IY, ADD
2104  1E0F                     LD E, 0FH
2106  C3EE20                   JP SUBOUTPUT

2150  EXAM 3T (INPUT. ) : C6 54 73 1C F8
2160  EXAM 4T (OUTPUT.) : 3F 1C 78 73 1C F8
```

3.7 การคำนวณโครงสร้าง

ในที่นี้จะส่งกำลังโดยมอร์เตอร์กระแสสลับ(AC) จะทำการส่งกำลังเข้าเฟืองทดซึ่งมีขนาดของอัตราทด 1:60 และจากเฟืองทดจะส่งกำลังไปยังเพลาที่ใช้ขับในการลำเลียง โดยในการส่งการกำลังจะใช้สายพานในการส่งกำลังและที่เพลาลำเลียงนี้ จะมีเฟือง เป็นส่วนที่ใช้ขับโซ่ในการลำเลียงและความเร็วของการลำเลียงสามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสูตร

$$d_2/d_1 = n_1/n_2 \qquad (3.4)$$

โดยที่ d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเลย์ของมอร์เตอร์

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเลย์ที่เข้าเฟืองทด

n_1 = ความเร็วรอบมอร์เตอร์

n_2 = ความเร็วรอบที่เข้าเฟืองทด

เพราะฉะนั้น

$$n_2 = n_1 * d_1/d_2 \qquad (3.5)$$

ที่อัตราทด 1:60 คำนวณหาความเร็วรอบที่ออกจากเฟืองทด จากสูตร

$$n_3 = n_2/60 \qquad (3.6)$$

แทนค่าสมการ 3.5 ลงใน 3.6 จะได้

$$n_3 = (n_1 * d_1)/(d_2 * 60) \qquad (3.7)$$

โดยที่ n_3 = ความเร็วที่ออกจากเฟืองทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาความเร็วรอบที่เพลาลำเลียง

$$d_4/d_3 = n_3/n_4 \qquad (3.8)$$

โดยที่ d_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเลย์ที่ออกจากเฟืองทด

d_4 = เส้นผ่านศูนย์กลางมูเลย์ที่เพลาลำเลียง

n_4 = ความเร็วรอบของเพลาลำเลียง

ดังนั้น

$$n_4 = d_3*n_3/d_4 \qquad (3.9)$$

แทนค่าสมการ 3.7 ลงในสมการ 3.9 จะได้

$$n_4 = d_3(n_1*d_1)/(d_2*60)d_4 \qquad (3.10)$$

และที่เพลาลำเลียง

$$n_4 = n_5 \qquad (3.11)$$

โดยที่ n_5 = ความเร็วรอบของเฟืองที่เพลาลำเลียง

ระยะทางที่เฟืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง d_5 เคลื่อนที่ได้

$$S = \pi*d_5 \qquad (3.12)$$

โดยที่ S = ระยะทางการเคลื่อนที่

d_5 = เส้นผ่านศูนย์กลางเฟืองที่เพลาลำเลียง

เพราะฉะนั้น ความเร็วในการเคลื่อนที่ จะได้สมการ

$$v = n_5*\pi*d_5 \qquad (3.13)$$

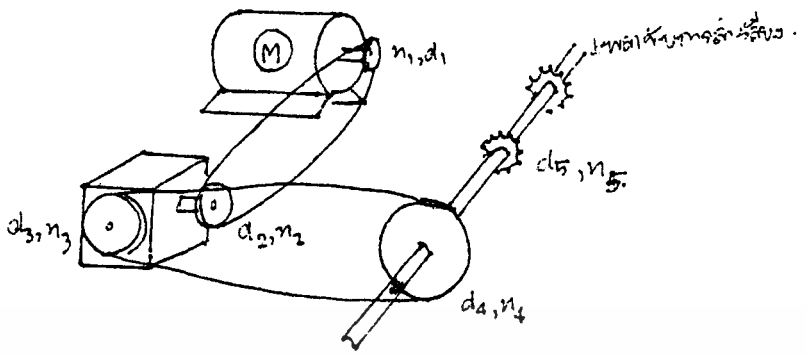
โดยที่ v = ความเร็วในการเคลื่อนที่

จำนวนมะม่วงที่สามารถคัดได้

รวมสมการทั้งหมด จะได้

$$v = [d_3*(n_1*d_1)*(\pi*d_5)]/[(d_2*60)*d_4] \qquad (3.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.7 แสดงการหาความเร็วรอบ

<u>การคำนวณ</u>

กำหนดให้ w = 1800 ผล/ชม.

D = 18 cm/ผล

d_5 = 7 cm

โดยที่ w = อัตราการคัดมะม่วง (ผลต่อเวลา)

D = ระยะห่างของมะม่วงต่อผล

เพราะฉะนั้น

v = w*D

= (1800*18)/60

= 540 cm/นาที

จากสมการ 3.14

$$v = [d_3*(n_1*d_1)*(\pi*d_5)]/[(d_2*60)*d_4]$$

แทนค่า

$$v = d_3*(1450*d_1)*\pi*7/d_2*60*d_4$$

เพราะฉะนั้น

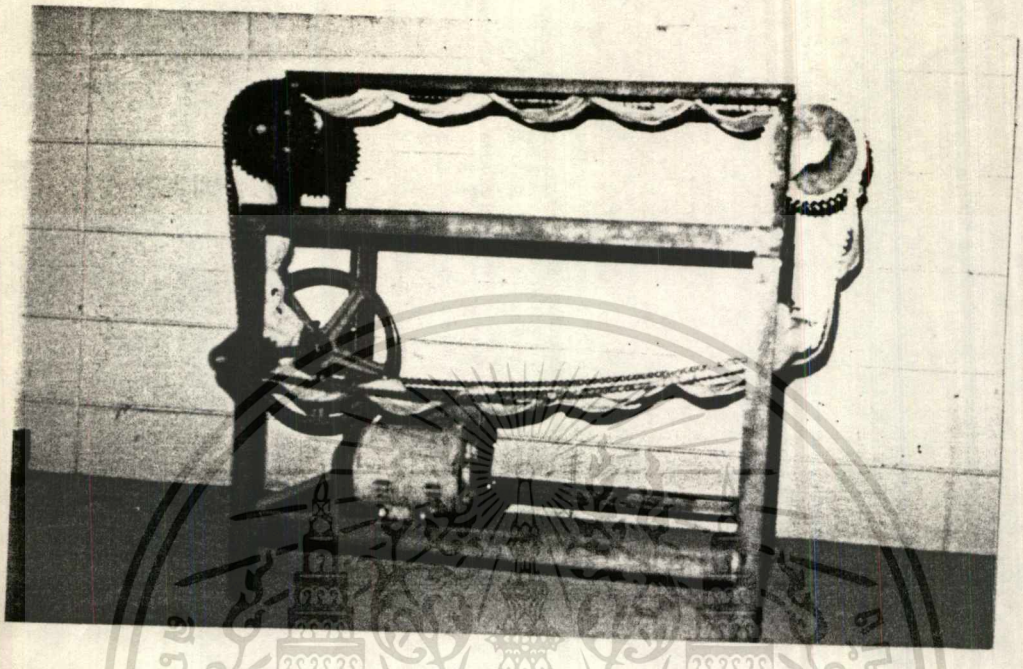
$$d_3*d_1/d_2*d_4 = 540*60/(1450*7*\pi)$$

$$= 1.01$$

เลือกใช้เส้นผ่านศูนย์กลางแต่ละอัน ให้ได้อัตราส่วนตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 โครงสร้างของเครื่องคัดเกรด (แสดงดังรูป 3.8)



รูป 3.8 โครงสร้างของชุดชั่ง

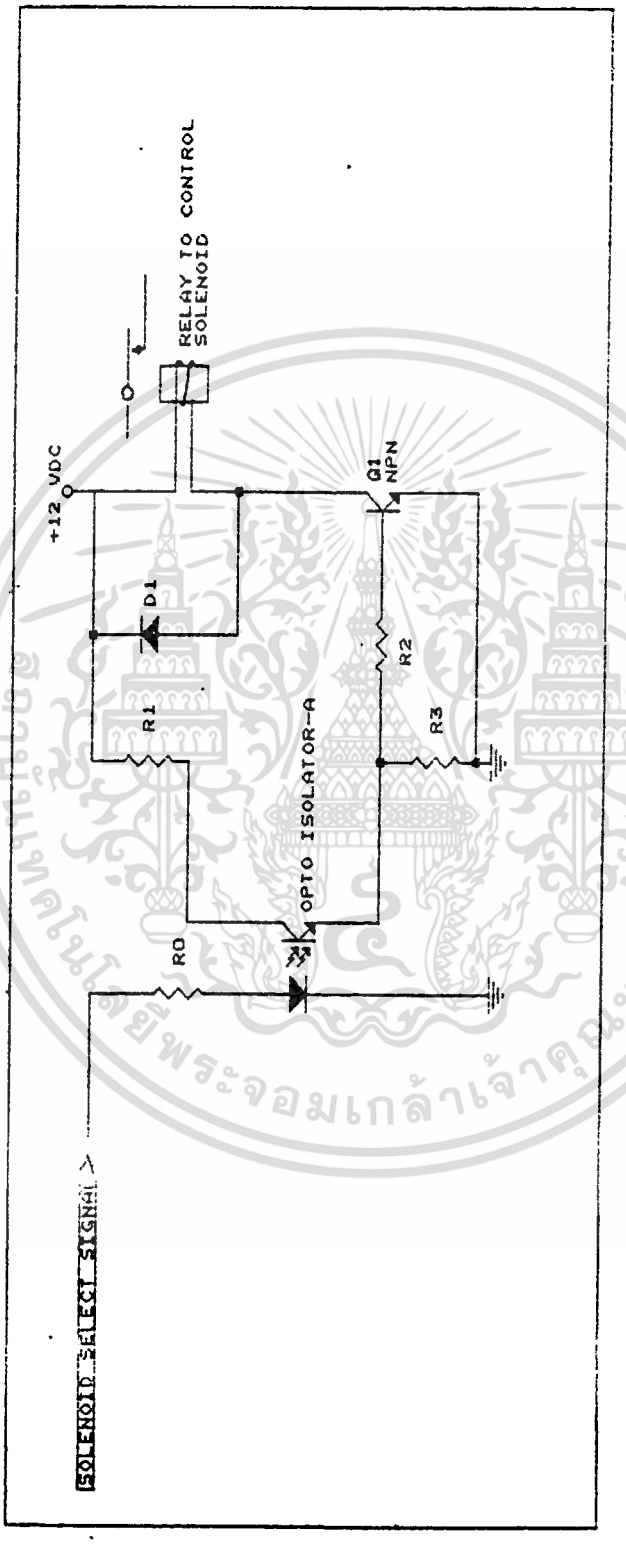
3.9 วงจรขับชนิดลิเนียร์-แอมปริไฟร์

แรงดันที่เกิดขึ้นขณะที่หน้าคอนแทคแยกออกเรียกว่า"แรงดันทรานเซี้ยน" ซึ่งเป็นค่าแรงดันในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ในตอนเริ่มต้น เนื่องจากค่าแรงดันนี้อาจมีค่าสูงมากจนสามารถทำลายหน้าคอนแทคได้ จึงต้องอาศัยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาช่วยแก้ปัญหานี้

ในรูป 3.6 เราใช้ไดโอดตกคร่อมโหลดเอาไว้ เมื่อมีแรงดันทรานเซี้ยนช่วงบวกมาปรากฏที่หน้าคอนแทค ไดโอดตัวนี้จะช่วยป้องกันแรงดันไม่ให้เกิดค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ และไดโอดที่ใช้ในวงจรต้องทนแรงดันย้อนกลับได้มากกว่าค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ อีกทั้งต้องทนกระแสได้อย่างน้อย 2 เท่าของกระแสผ่านโหลดขณะใช้งาน

ในการขับกระแสของขดลวดรีเลย์ด้วยกระแสต่ำๆ สามารถทำได้โดยใช้วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ตัวหนึ่งดังรูป 3.9 ทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.9 วงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

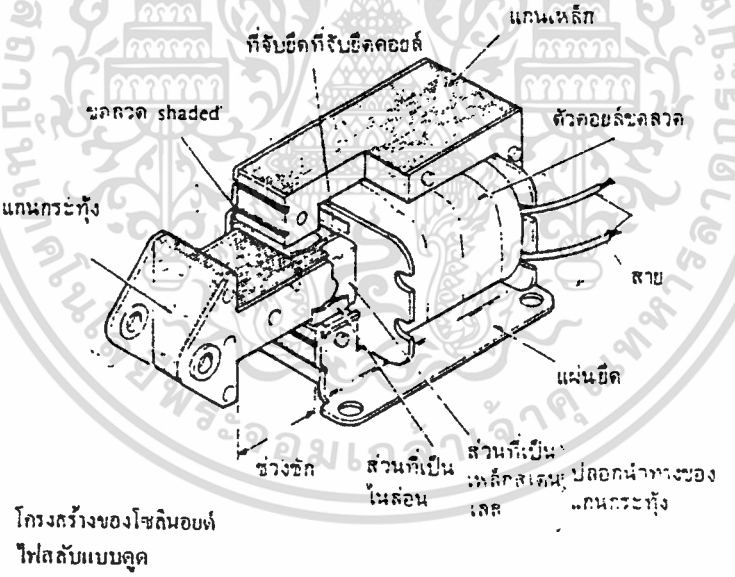
1) เมื่อ Opto Isolate ยังไม่ทำงาน ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะไม่นำกระแส จะไม่มีกระแสให้กับขดลวดของรีเลย์ รีเลย์จะไม่ทำงาน

2) เมื่อ Opto Isolate มีสัญญาณไฟผ่าน R0 เข้ามายัง Opto Isolate ทำรนซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว ทำให้รีเลย์ทำงาน

3.10 โซลินอยด์และโครงสร้าง

โซลินอยด์จะใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้า มาเป็นพลังงานโดยตรง โดยสัญญาณที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่เรานำไปใช้ประโยชน์

โครงสร้างของโซลินอยด์ไฟสลับแบบดูด ซึ่งเป็นชนิดที่เราใช้งานในบริญญานิพนธ์นี้(แสดงดังรูป 3.10)



รูป 3.10 โครงสร้างของโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เราได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1) การทดลองการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักให้เป็นความต่างศักย์

2) การทดลองเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์เป็นการคัดเกรดมะม่วง

3) การทดลองเปลี่ยนน้ำหนักเป็นการคัดเกรดมะม่วง

4.1 การทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์

ในการทดลองนี้เพื่อทำการตรวจสอบสัญญาณไฟที่เกิดขึ้น ในแต่ละจุดว่าจะมีค่าตรงตามทฤษฎีหรือไม่ เป็นอย่างไร

วิธีการทดลองในส่วนของ Sensor ทำการติดสเตรนเกจแบบ Force Measurement บนเหล็กเหนียวตามรูป 3.3 และ 3.4 แล้วต่อเข้ากับ Instrument Amplifier โดยมี Supply 5 Volt เป็นไฟเลี้ยง แล้วใช้ Volt meter วัดค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นของวงจร bridge แล้วทำการปรับค่าศูนย์

นำมะม่วงน้ำหนักต่างๆ กัน มาทดลองชั่งที่เหล็กเหนียว ณ.จุดต่างๆ กัน โดยวัดจากปลายของเหล็กเหนียว แล้วอ่านค่าความต่างศักย์จะได้ผลตามตาราง 4.1 , 4.2 และ 4.3 ตามลำดับการทดลอง

ตาราง 4.4 เป็นผลของการทดลอง เพื่อต้องการหาค่า Hysteresis โดยทำการเพิ่มน้ำหนักของมะม่วง แล้วบันทึกผลผารทดลองของ Voltage ที่ได้ และทดลองโดยการลดน้ำหนักของมะม่วงลงเรื่อย ๆ แล้วนำผลที่ได้ทั้งสองนำมาเขียนกราฟดังรูป 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะ (cm)	ความต่างศักย์ (mV)			
	115 g	210 g	330 g	540 g
1	0.17	0.32	0.46	0.63
3	0.18	0.32	0.48	0.66
5	0.18	0.34	0.48	0.66
7	0.16	0.33	0.46	0.67
9	0.16	0.33	0.48	0.68

ตาราง 4.1 ผลการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์ (ครั้งที่ 1)

ระยะ (cm)	ความต่างศักย์ (mV)			
	115 g	210 g	330 g	540 g
1	0.18	0.31	0.48	0.64
3	0.17	0.30	0.48	0.67
5	0.18	0.30	0.48	0.68
7	0.18	0.30	0.48	0.69
9	0.18	0.30	0.48	0.72

ตาราง 4.2 ผลการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์ (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะ (cm)	ความต่างศักย์ (mV)			
	115 g	210 g	330 g	540 g
1	0.18	0.32	0.47	0.64
3	0.18	0.31	0.48	0.67
5	0.18	0.32	0.48	0.67
7	0.18	0.32	0.47	0.68
9	0.17	0.32	0.48	0.70

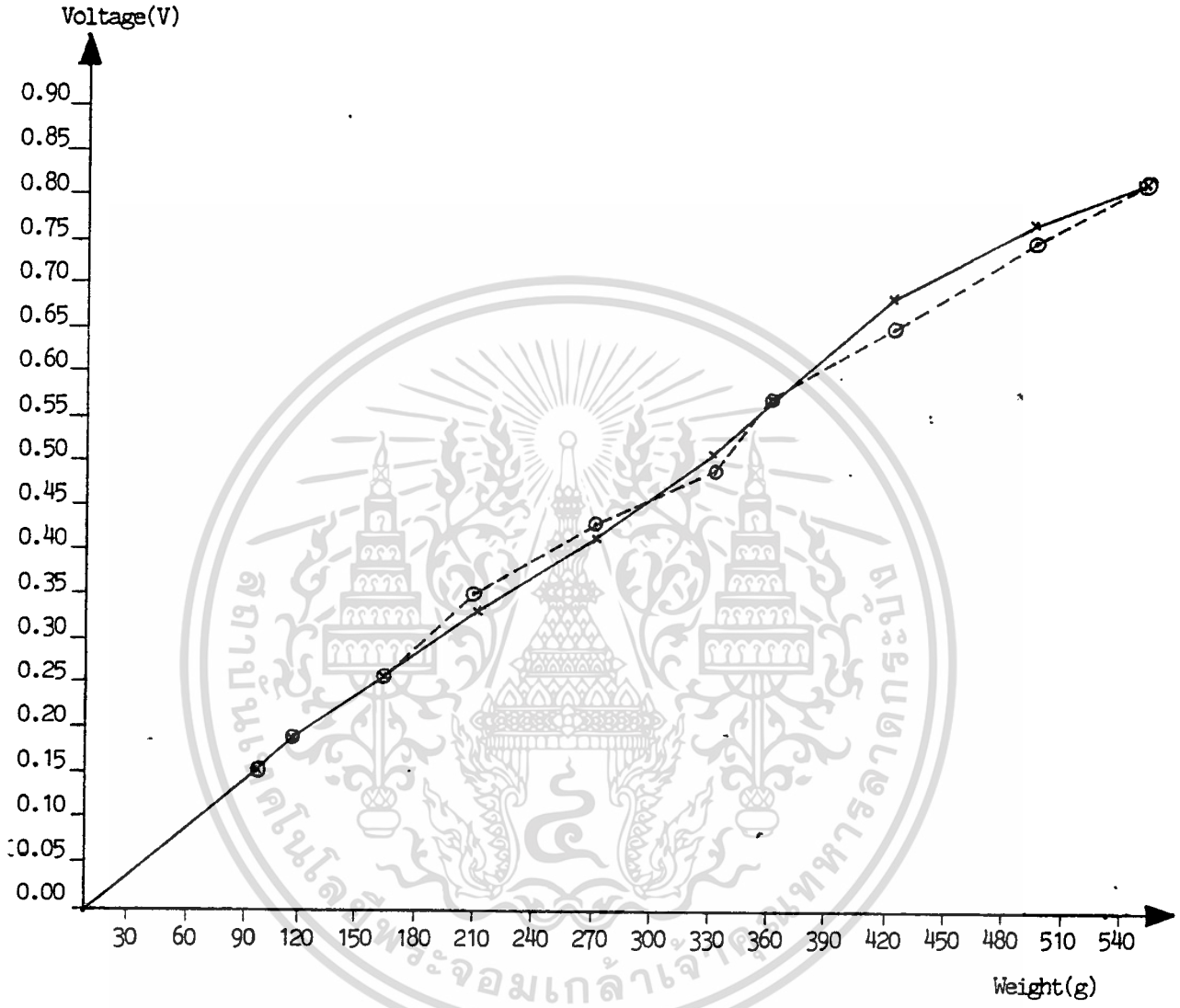
ตาราง 4.3 ผลเฉลี่ยของการทดลองแปลงน้ำหนักเป็นความต่างศักย์

น้ำหนัก (g)	$Volt(up)_1$	$Volt(down)_1$	$Volt(up)_2$	$Volt(down)_2$
98	0.16	0.16	0.16	0.15
115	0.18	0.18	0.19	0.20
171	0.26	0.26	0.24	0.24
210	0.33	0.35	0.35	0.35
271	0.42	0.43	0.41	0.40
330	0.52	0.50	0.52	0.53
365	0.57	0.57	0.59	0.61
427	0.68	0.66	0.67	0.69
493	0.77	0.76	0.78	0.76
543	0.83	0.83	0.84	0.84

ตาราง 4.4 ผลการทดลองค่าความสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงค่า ความสูญเสีย



รูป 6.1 กราฟค่าความสูญเสีย

——— Volt(UP)

- - - - - - - - Volt(DOWN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความผิดพลาดจากกราฟ

จากการทดลองที่ได้ มีความผิดพลาดน้อย ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะว่าช่วงห่างของกราฟมีน้อย

4.2 การทดลองแปลงความต่างศักย์เป็นการคัดเกรด

หลักการคือค่า Voltage ที่ได้ในแต่ละค่า เราจะแปลงเป็นเลข ฐานสิบหกก่อนแล้วนำไปประเมินผลโดย Single Board การประเมินผลจะออกมาเกรดต่างๆ ในที่นี้จะให้แสดงผลทาง LED แทน SOLENOID ซึ่งได้ผลดังตาราง 4.5 , 4.6 และ 4.7

V_{in} (V)	GEX	GA	GB	GC
2.6				/
3.0			/	
3.4			/	
3.8		/		
4.2	/			
4.6	/			
5.0	/			

ตาราง 4.5 ผลการทดลองแปลงค่าความต่างศักย์(ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{in} (V)	GEX	GA	GB	GC
5.0	/			
4.6	/			
4.2	/			
3.8		/		
3.4			/	
3.2			/	
2.8				/

ตาราง 4.6 ผลการทดลองแปลงค่าความต่างศักย์(ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

GEX = GRADE EXTRA

GA = GRADE A

GB = GRADE B

GC = GRADE C

4.3 การทดลองการคัดเกรดมะม่วง

จากค่าเปรียบเทียบที่ตั้งไว้ ค่า 15H สามารถแปลงเป็น Votage ได้ดังนี้

REF = 15H คิดได้เป็น 21 STEP = 411 mV

GB = 20H คิดได้เป็น 32 STEP = 627 mV [22-31:GC]

GA = 25H คิดได้เป็น 37 STEP = 725 mV [32-36:GB]

GEX = 30h คิดได้เป็น 48 STEP = 940 mV [37-47:GA]

[> 48:GEX]

ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักกับการประมวลผลการคัดเกรดมะม่วง แสดงดังตาราง 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก (g)	Volt (mV)	GEX	GA	GB	GC	< GC
98	160					/
115	180					/
171	260					/
210	330					/
271	420				/	
330	520				/	
365	570				/	
427	680			/		
493	770		/			
543	830	/				

ตาราง 4.7 ผลการทดลองคัดเกรดมะม่วง

<u>หมายเหตุ</u> การทำงานของส่วน Hardware กรณีการ input data 1 ข้อมูล ก็ต้องกด Switch input เพียง 1 ครั้งเท่านั้น ถ้ากด n ครั้ง ก็จะ input data n ข้อมูล ในกรณีของการ output data ก็เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ข้อสรุปและวิจารณ์

ความก้าวหน้าของปริญญานิพนธ์นี้ สิ่งที่ได้ทำและประสบผลสำเร็จแล้วมีดังนี้

1.การแปลงสัญญาณ Analog เป็น สัญญาณ Digital

2.ชุดTransducer(ชุดแปลงสัญญาณจาก Force เป็น Voltage)ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ Strain gage ในการแปลงสัญญาณ

3.ชุดจ่ายไฟกระแสตรง(DC) 12 Volt และ 5 Volt ขนาด 1 Amp

4.ชุดหน่วงเวลา เพื่อให้ Microprocessor กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายนอกทำงาน

5.ชุดควบคุมการ Reset การทำงานของ Solenoid ให้เคลื่อนที่เข้าออก

6.ชุดขับรีเลย์ 12 Volt

จากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้ทำมานี้ สามารถทำไปได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในส่วนของ หน่วยควบคุมการทำงาน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1.จากผลการทดลองต่างๆ ชุดเซนเซอร์ เช่นสเตรนเกจสามารถแก้ปัญหาการชั่งผลไม้ที่มีจุดศูนย์ถ่วงได้เป็นอย่างดี เพราะชุดเซนเซอร์ตรวจรับรู้แรง ที่กระทำ ณ.จุดใดๆ จะมีค่าเท่ากัน

2.การทำงานสามารถประมวลผลได้เร็วกว่าแบบทางกล

3.มีความยืดหยุ่นในการชั่งได้สูงกว่าระบบทางกล

การทำงานในส่วนต่างๆ นับว่ามีปัญหามากจะกล่าวดังต่อไปนี้

1. เริ่มด้วยปริญญานิพนธ์มีส่วนควบคุมโดยใช้ Microprocessor และอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ปัญหาแรกที่พบคือ ไม่มีอุปกรณ์สนับสนุนอย่างเพียงพอ ต้องหาซื้อใหม่ เพราะแหล่งที่ขายก็ไม่ได้มีอยู่ทั่วไป ต้องเดินทางไปไกลถึงบ้านหม้อ การจราจรก็ติดขัด แล้วไม่ใช่ว่าเข้าร้านก็จะได้ของตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบการทำงานผิดพลาดทางด้าน Solfware และ Hardware ต้องใช้เวลามาก

3. ระบบทาง Mechanic ทำให้เกิดการสั่น ส่งผลให้สเตรนเกจที่มีความไวในการรับสัญญาณทำงานผิดพลาดจากความเป็นจริง

4. ความรู้ทางด้าน Microprocessor และ Electronic มีน้อยทำให้ต้องใช้เวลาศึกษานานเป็นผลทำให้งานไม่สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

<u>สิ่งที่ต้องพัฒนาต่อไป</u> คือ

1. ส่วนที่คัดขนาดโดยใช้ Solenoid ต้องมีส่วนที่เพิ่มเติมคือส่วนของชุดคัดที่ใช้โซลีนอยด์

2. ส่วนที่ป้อนผลไม้เข้าทำการชั่งต้องมีเพิ่มเติม

3. ปัญหาสัญญาณรบกวนต้องศึกษาและหาวิธีแก้ไข

4. ส่วนของ Amplifier ต้องมีการปรับปรุงให้มีการขยายได้ 10000 เท่า โดยมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สัญญาลักษณ์

ε : ความเครียด

L : ความยาว

δ : ความเค้น

E : ค่ายังโมดูลัส

dL : ความยาวที่เปลี่ยนแปลง

V : ความต่างศักย์ไฟฟ้า

R : ความต้านทาน

I : กระแสไฟฟ้า

K : ค่าคงที่

ρ : พิกัดความต้านทาน

A : พื้นที่หน้าตัด

t : อุณหภูมิ

μ : Poisson's Ratio

U : ความต่างศักย์เซลล์ไฟฟ้า

dR : ความต้านทานที่เปลี่ยนแปลง

δ : dR/R

d : เส้นผ่านศูนย์กลาง

n : ความเร็วรอบ

S : ระยะทาง

v : ความเร็ว

D : ระยะห่างระหว่างมะม่วง

w : อัตราการคัดขนาดมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จไปไม่ได้ ถ้าไม่มีผู้ให้คำแนะนำและผู้ให้การสนับสนุน ดังรายนามต่อไปนี้

1. อ.พิชิต กิตตินนท์
2. อ.เกรียงศักดิ์ สุวรรณพิธิศรี } อ. ภาควิชาวิศวกรรมการเกษตร
3. อ.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ } พระจอมเกล้าลาดกระบัง
4. อ.อัคคพล เสนาณรงค์ , กองเกษตรวิศวกรรม บางเขน
5. คุณเกรียงไกร มั่นเสถียรสิน , ที่ปรึกษาทางด้าน Software
6. คุณเกรียงศักดิ์ ฐานิกเกษตร , ที่ปรึกษาทางด้าน Transducer
7. คุณอนุพงษ์ เพชรศรีอุดม
8. คุณพิจารณ์ ประกิจ } ที่ปรึกษาทางด้าน Electronic
9. คุณอภิศักดิ์

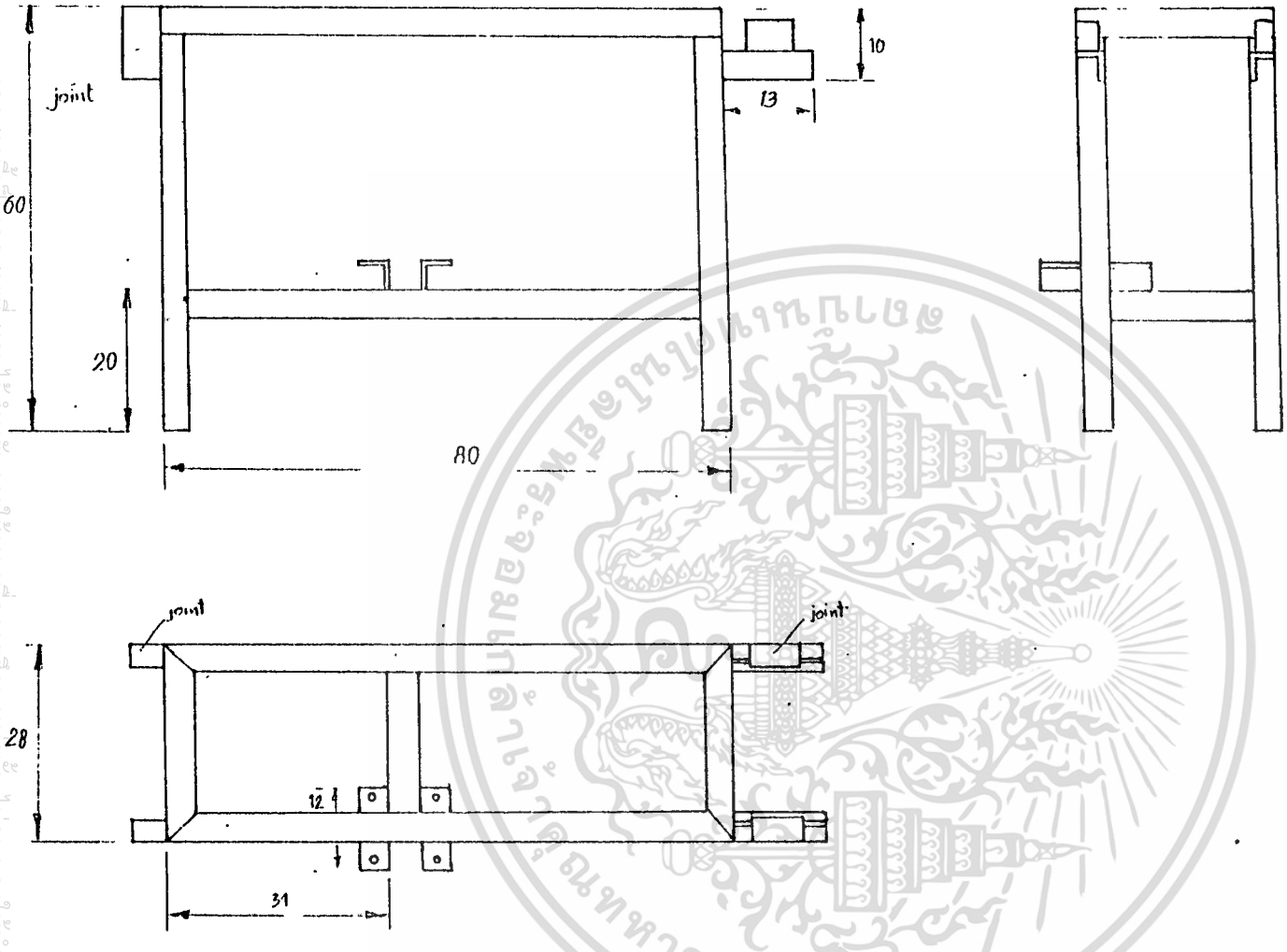
ท้ายสุดนี้กลุ่มผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณอย่างจริงใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

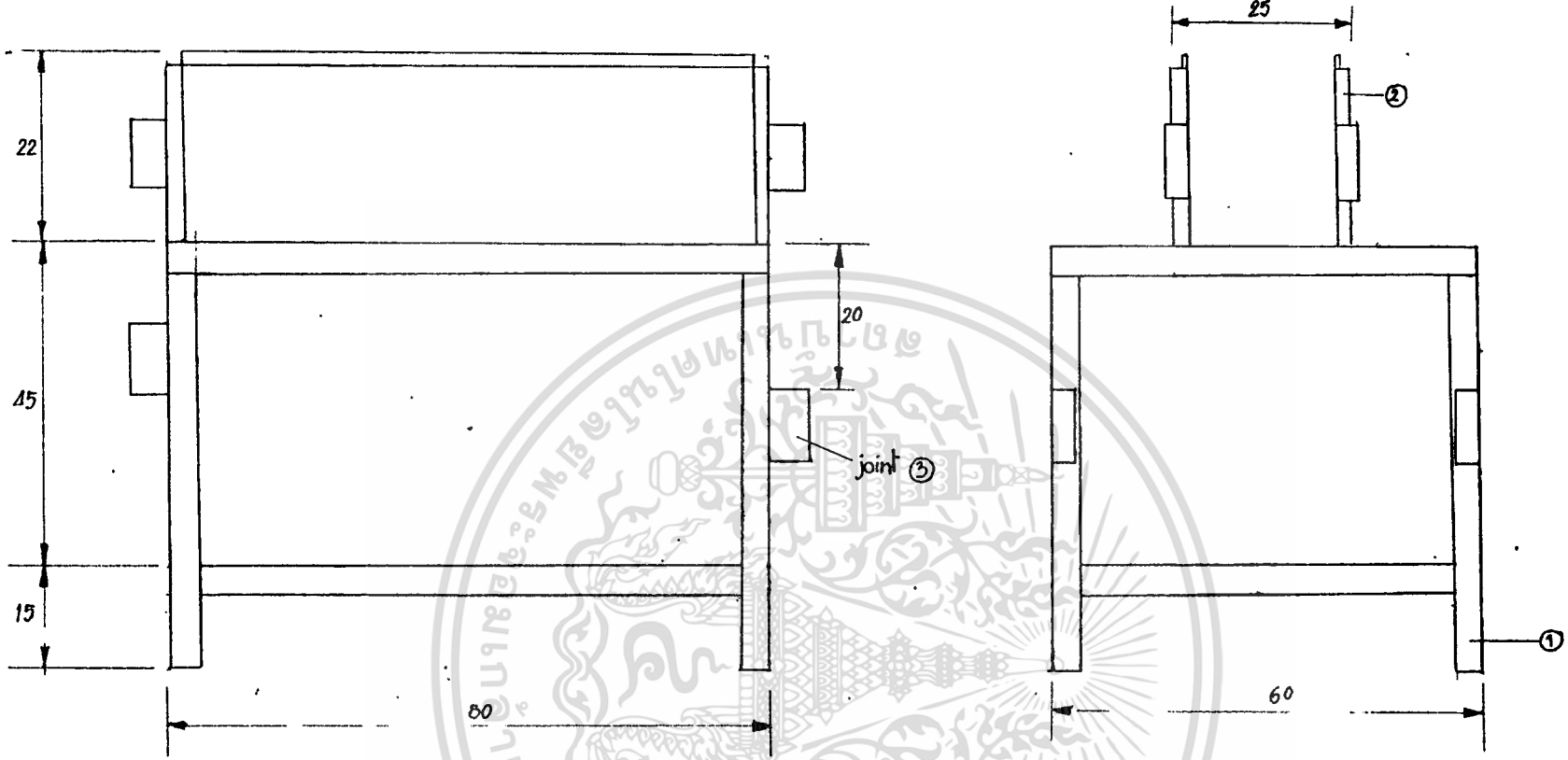
1. นรินทร์ เนาวประทีป, "การใช้งาน Z-80", ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, 2532, pp 215.
2. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, "คู่มือดูฆาไอซี", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2533, pp 87.
3. ยืน ภู่วรรณ และ วัฒนา เชียงกุล, "ไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ (Z-80)", พิมพ์ครั้งที่ 8, 2532, pp 223.
4. EET Co,Ltd., "Z-80 ET-BOARD Single Board Microcomputer", Version 3, พิมพ์ครั้งที่ 1, 253, pp 205.
5. LAM VAN HAI, "An Application Of Strin Gages To The Agricultural Machinery", Tsukuba International Agricultural Training Centre, January 1987, pp 1-8.
6. WILLIAM BARDEN JR., "Microprocessors Z-80", Mc. Graw Hill, 1979, pp 1-8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts	โครงเหล็กสำหรับตากผลไม้		
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale 1:10			Date:
			Class:

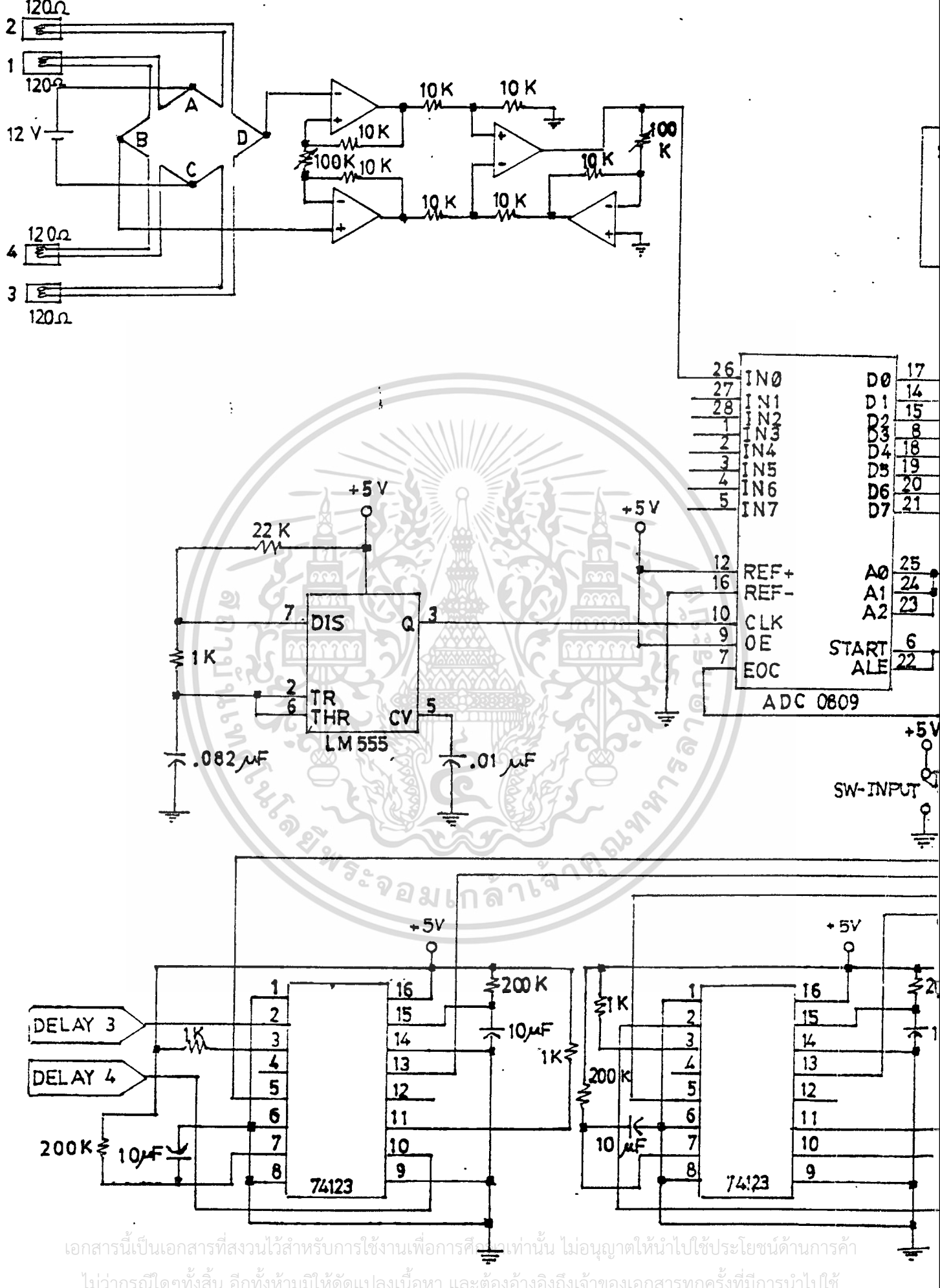


① — ไม้เหลี่ยมขนาด 4×4 cm.

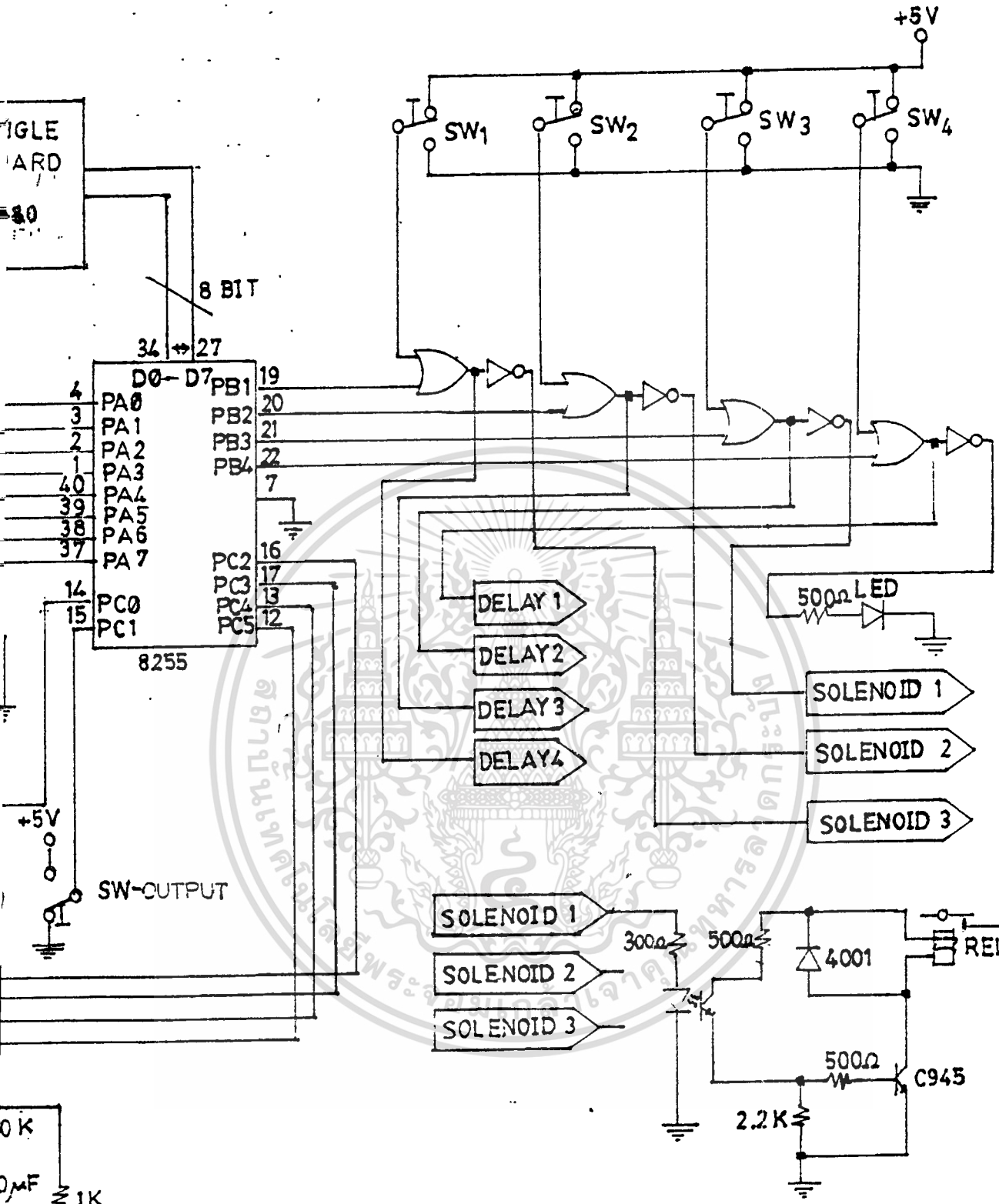
② — ไม้ขนาดเล็กขนาด 2×2 cm.

③ — Bearing ขนาด (7×10×5.5)

No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts	โครงสร้างของส่วนชั้นน้ำหนักของไม้		
King Mongkut's Institute of Technology		Name:	
Scale		Date:	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale			Date:
			Class:

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้