เครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศ

TOMATO COLOR SORTER

โดย

นายกิตติ เธียรธาดากุล

นางสาวประนอม หวังใจชื่น

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2536

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศ

ผู้จัดทำ

1.นายกิตติ เธียรธาดากุล

2.นางสาวประนอม หวังใจชื่น

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(นายสาทิป รัตนภาสกร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(นางพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศ

กิตติ เธียรธาดากุล

ประนอม หวังใจชื่น

อาจารย์สาทิป รัตนภาสกร อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

เครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศ สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แทนแรงงานคนในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ โดยมีส่วนประกอบของเครื่องดังนี้ คือ 1)รางน้ำป้อนมะเขือเทศ 2)ชุดสายพานป้อนมะเขือเทศ ซึ่งเป็นตัวลำเลียงมะเขือเทศขึ้นจากรางน้ำ 3)ชุดสายพานลำเลียงเป็นตัวลำเลียงมะเขือเทศทีละผล 4)ชุดตรวจวัดด้วยแสง ซึ่งใช้ LDR เป็นตัววัดความเข้มของสี 5)ชุดคัดแยกด้วยระบบนิวแมติก ซึ่งจะทำงานเมื่อมะเขือเทศมีสีไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน ในผลการทดสอบ พบว่าที่มุมระหว่างสายพานป้อนมะเขือเทศและสายพานลำเลียงเท่ากับ 50° (การทดลองใช้มุม 40°,45°,50°) ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที เป็นสภาวะที่มะเขือเทศเคลื่อนที่ได้ดีที่สุด โดยมีอัตราการป้อนเท่ากับ 96 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สำหรับการคัดแยกสี เครื่อทำงานได้ดีที่อัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกและไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:7 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการคัดสีเป็น 36 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOMATO COLOR SORTER

KITTI TIANTADAKUL

PRANOM WANGJAICHUEN

SATIP RATTANAPASSAKORN ADVISOR

PIMPEN PORNCHALERMPONG ADVISOR

Abstract

The Tomato Color Sorter was developed to sort the color of tomato up to their color standard for processing.It will be useful for tomato processing industry because of decreaseing labor cost.The components of this machine are 1)water tank 2)belt feeder which feeds tomato from water tank 3)belt conveyor which conveys tomato from the belt feeder one by one 4)photo sensor, using LDR for catching intensive color signal and 5)pneumatic rejector for rejecting the tomato when its color is not standard.The three different angles between belt feeder and belt conveyor were determined at the 20 rpm belt speed.The result (40°,45°,50°) shows that the effectiveness angle is 50°.In this case,the capacity is 96 kg/hr.In grading test,the percentage of correction is 36 % when the combition of undesirable and desirable of tomato is 1:7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(ก)
สารบาญรูปภาพ	(ข)
สารบาญตาราง	(ค)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
สถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมมะเขือเทศ	3
คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่ออุตสาหกรรม	4
ความสำคัญของสีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์	5
มาตรฐานสีของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ	6
ปัจจัยที่มีผลต่อสีของมะเขือเทศ	6
คุณสมบัติทางคุณภาพของแสง	7
การเกิดสีของวัตถุ	7
วิธีการวัดสีของผลิตภัณฑ์อาหาร	9
Munsell Color System	10
ปัจจัยที่ผลต่อการวัดเนื่องจากตัวอย่างวัสดุ และตำแหน่งตรวจวัด	10
ผลการวิจัยของผู้ที่เคยทำ	14
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	16
การคำนวณ	16
ขั้นตอนการสร้างเครื่อง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ(ต่อ)

		หน้า
	วงจรและหลักการทำงานของsensor วัดสี	25
	ระบบนิวแมติก	39
บทที่ 4	การทดลองและผลการคำนวณ	41
	การทดลอง	41
	ผลการทดลอง	50
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	57
ภาคผนวก		60
กิตติกรรมประกาศ		65
เอกสารอ้างอิง		66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงการวัดค่าสีในระบบ Munsell	11
2. แสดงปัญหาที่เกิดจากการตรวจวัดวัสดุที่รูปร่างไม่สม่ำเสมอ	13
3. แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการคัดแยก	26
4. แสดงวงจร WINDOW COMPARATOR	28
5. แสดงวงจรที่ใช้ในส่วน sensor สี	30
6. แสดงวงจรที่ใช้ในส่วน sensor ตำแหน่งของมะเขือเทศ	32
7. แสดง TIMING DIAGRAM ของสัญญาณ	34
8. แสดงวงจรรวมในการคัดแยก	37
9. แสดงวงจรส่วนรับสัญญาณจาก sensor สี	38
10. แสดงวงจรนิวแมติกที่ใช้ในการ Reject มะเขือเทศ	40
11. รางน้ำใส่มะเขือเทศ	42
12. สายพานป้อนลำเลียงมะเขือเทศ	43
13. สายลำเลียงมะเขือเทศ	44
14. แสดงการลำเลียงมะเขือเทศจากสายพานชุดที่ 1 ไปยังชุดที่ 2	44
15. แสดงชุดขับสายพานลำเลียง	45
16. แสดงแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในการทดลอง	46
17. แสดงวงจรนิวแมติกที่ใช้ในการ Reject มะเขือเทศ	46
18. แสดงการต่อวงจรนิวแมติกเข้ากับวงจร sensor สี	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพต่อ

หน้า

19. แสดงการ Reject มะเขือเทศที่ไม่ต้องการ 47

4.1 กราฟแสดงผลจากการทดลองป้อนมะเขือเทศผ่านสายพานลำเลียง 53

4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นการคัดที่ถูกต้องที่ความเร็วรอบสายพาน 20 rpm 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการทดลองป้อนมะเขือเทศผ่านสายพานลำเลียง	50
4.2	ผลการทดลองหาจำนวนมะเขือเทศที่ Feed ได้ใน ระยะเวลา 2 นาที	52
4.3	แสดงจำนวนผลมะเขือเทศที่คัดได้ถูกต้อง ที่ความเร็วรอบ สายพานลำเลียง 20 rpm	54
4.4	แสดงเปอร์เซ็นต์การคัดที่ถูกต้องที่ความเร็วรอบ สายพานลำเลียง 20 rpm	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร มีความสำคัญต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ อุตสาหกรรมการผลิตซ๊อสปรุงรส และน้ำผลไม้ก็นับว่าเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร โดยเฉพาะการผลิตซ๊อสมะเขือเทศ และน้ำมะเขือเทศ ซึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกนี้ สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ สีของผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏออกมาต้องตรงตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ เพราะสีของผลิตภัณฑ์จะแสดงถึงคุณสมบัติเฉพาะของอาหาร และยังบ่งถึงคุณภาพได้อีกด้วย นอกจากนี้สีก็ยังเป็นสิ่งที่ดึงดูดใจผู้บริโภคให้หันมาสนใจที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ภายใต้ประกาศขององค์การอาหารและยา ว่าด้วยพระราชบัญญัติอาหาร 2522 (กุลยา,2533) ห้ามผสมสีลงไปในอาหาร ต้องไม่มีการปรุงแต่งสี (มอก.305-2522:มอก.100-2517) ดังนั้นการคัดเลือกสีของมะเขือเทศสดเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ซึ่งแต่เดิมผู้ผลิตจะใช้แรงงานคน เป็นผู้คัดแยกวัตถุดิบ จึงเกิดปัญหาเนื่องจากประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ เพราะสายตาของมนุษย์มีความสามารถในการมองหรือแยกสิ่งของได้ต่างกัน ขึ้นอยู่กับอารมณ์และจิตใจช่วงนั้นๆ จึงทำให้มีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย และการทำงานนี้ยังต้องอาศัยบุคคล ที่มีความชำนาญเป็นพิเศษซึ่งหาได้ยาก ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์และการสิ้นเปลืองเวลาในการผลิต

ปัจจุบันทางโรงงานได้นำเครื่องมือคัดแยกสีมาใช้ในสายการผลิต โดยสั่งมาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงมาก และอาจไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ดังนั้นในการศึกษาโครงงานนี้จึงได้มีการนำเอาอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์เชิงแสงที่มีความแม่นยำสูงและรวดเร็ว มาใช้กับเครื่องจักรที่ใช้ในการคัดแยก ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกมะเขือเทศโดยใช้แสงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ในขั้นตอนการผลิตจริง เพื่อใช้ทดแทนแรงงานในระบบอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. ศึกษาและพัฒนาระบบการป้อนมะเขือเทศให้มีประสิทธิภาพและสามารถรับปริมาณการผลิตได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้คน

2. ศึกษาและพัฒนาระบบการคัดแยกมะเขือเทศด้วยอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์เชิงแสง ให้มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

สถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมมะเขือเทศ

ในอดีตมะเขือเทศเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่ส่งเป็นสินค้าออกน้อย แต่ปัจจุบันผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเริ่มเป็นที่นิยมในการบริโภคมากขึ้น ปี 2530 มีผลผลิตมะเขือเทศที่ผลิตได้ประมาณ 79,000 ตันต่อปี บริเวณที่ปลูกกันมากคือจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัด หนองคาย สกลนคร และ นครพนม มะเขือเทศทั้งหมดสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายประเภท ซึ่งสามารถนำมาผลิตได้ 2 ลักษณะ คือ การใช้ประโยชน์จากมะเขือเทศทั้งผล และ การแยกเฉพาะเนื้อและน้ำมะเขือเทศ ซึ่งแต่ละลักษณะมีผลิตภัณฑ์ดังนี้

<u>การใช้ประโยชน์จากมะเขือเทศทั้งผล</u> ได้แก่

-มะเขือเทศทั้งผลบรรจุกระป๋อง

-มะเขือเทศแช่อิ่ม

-มะเขือเทศดองปรุงรส

<u>การแยกเฉพาะเนื้อและน้ำมะเขือเทศ</u> ได้แก่

-น้ำมะเขือเทศ(Tomato Juice)

-น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ซึ่งยังจำแนกเป็นมะเขือเทศข้น(Tomato Pure)มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 แต่ไม่ถึงร้อยละ 24 และน้ำมะเขือเทศข้นมาก (Tomato Paste) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศตั้งแต่ร้อยละ 24 ขึ้นไป

-ซ๊อสมะเขือเทศ(Tomato Sauce หรือ Ketchup) ซึ่งมีหลายชนิดทั้งเป็นมะเขือเทศธรรมดา ซ๊อสมะเขือเทศผสมพริก แฮมเบอร์เกอร์ซ๊อส และบาร์บีคิวซ๊อส

-ซุปมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-มะเขือเทศผง

จากผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่กล่าวมานี้ ผลิตภัณฑ์ที่ทำรายได้ ในการส่งออกมากที่สุดคือ น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ซึ่งได้มีการจัดส่งให้โรงงานผลิตปลากระป๋อง เพื่อนำไปใช้ผลิตปลากระป๋องในซ๊อสมะเขือเทศ สำหรับผลิตภัณฑ์อื่นๆมีการส่งออกบ้าง แต่ไม่มากนัก ส่วนมากมักจะใช้บริโภคภายในประเทศ กล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมมะเขือเทศ เป็นอุตสาหกรรมเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร

<u>คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่ออุตสาหกรรม</u>

มะเขือเทศเพื่อการอุตสาหกรรมผลิตซ๊อสมะเขือเทศ ควรเป็นมะเขือเทศที่มีลักษณะเฉพาะและมีคุณสมบัติเพื่อการอุตสาหกรรมโดยตรงที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

<u>1.ลักษณะภายนอก</u>

1.1 เป็นพันธุ์ที่สามารถติดผลได้ดีในช่วงอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศที่กว้าง ขนาดผลสม่ำเสมอ สุกแก่พร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อประโยชน์ในการเก็บเกี่ยว

1.2 ขั้วและกลีบรองควรจะแยกออกจากผลในขณะเก็บเกี่ยวได้ง่าย เพราะถ้าทิ้งเหลือไว้กับผลจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ดี

1.3 สีของผลตอนเก็บเกี่ยวต้องแดงจัด โดยเฉพาะที่ใช้ทำน้ำมะเขือเทศ และ CATCHUP

1.4 ขนาดรูปร่างต้องเหมาะสม เช่น กลมหรือค่อนข้างกลม แต่ในการทำน้ำมะเขือเทศ และ CATCHUP รูปร่างและขนาดไม่สำคัญ เพราะในกระบวนการผลิตจะต้องส่งเข้าเครื่องตีและกรอง

1.5 ไส้กลาง(CORE) ของผลหรือขั้วผลควรจะสั้น เล็ก และไม่แข็ง ถ้าโตและลึกมักจะมีสีขาว ซึ่งทำให้ได้สีแดงของน้ำมะเขือเทศหรือซ๊อสจางลง คุณภาพไม่ดี

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ความหนาแน่นของผลและความเหนียวของผิว ผลที่แข็งจะเก็บไว้ได้นาน

ขนส่งได้ไกลโดยไม่ช้ำง่าย ผิวที่หนาและเหนียวจะสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร และทำให้ผลไม่แตกง่าย เพราะผลที่แตกจะมีเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียได้ง่ายขึ้น

2.ลักษณะภายในหรือทางเคมี

2 .1 ความเป็นกรดด่าง หรือค่า pH ต่ำไม่เกิน 4.4 และวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 0.35% ในรูปกรดซิตริก

2.2 มีค่าปริมาณเนื้อมะเขือเทศทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 5.5%

2.3 มีวิตามินซี วัดได้ไม่ต่ำกว่า 20 mg ต่อ 100 g มะเขือเทศ

ความสำคัญของสีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์แปรรูปของมะเขือเทศทั้งหมด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากมะเขือเทศสด โดยไม่มีการเติมสี ดังนั้นสีของผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏออกมาจะแสดงถึงคุณภาพและลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้สียังเป็นสิ่งที่ดึงดูดใจผู้บริโภคให้หันมาสนใจที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆมากขึ้น โดยมีวิธีวัดความสำคัญของสีจากมาตรฐานของ USA. ที่ได้กำหนดขึ้นเพื่อวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้

Factors:	Points
Color	30
Consistency	15
Defects	15
Flavor	40
Total score	100

จากคะแนนดังกล่าว จะเห็นได้ว่าสีมีความสำคัญในอันดับ 2 รองจากกลิ่นรส ดังนั้นการคัดแยกสี จึงมีความสำคัญอย่างมาก กับการผลิตผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสีของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ

มาตรฐานสีของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศทั้งหมดนั้น จะใช้ผลจากการทดลองค้นคว้าของ Macgillvray ซึ่งได้ทดลองโดย disc colorimetry วิธีการวัดสีนี้มีพื้นฐานมาจาก Munsell disc ปัจจุบันโรงงานในประเทศไทยใช้มาตรฐานสีมะเขือเทศเช่นเดียวกับประเทศสหรัฐอเมริกา คือ

-เกรด A จะมีมาตรฐานสีดังนี้

-65% disc No.1 , 21% disc No.2 , 14% disc No.3 and/or No.4

-เกรด C จะมีมาตรฐานสีดังนี้

-53% disc No.1 , 28% disc No.2 , 19% disc No.3 and/or No.4

โดยที่ disc No.1 กำหนดค่าโดย Munsell disc ซึ่งเท่ากับ 5R2.6/13

disc No.2 กำหนดค่าโดย Munsell disc ซึ่งเท่ากับ 2.5YR5/12

disc No.3 คือค่าความสว่างของสีมีค่าเท่ากับ 1

disc No.4 คือค่าความบริสุทธิ์ของสีมีค่าเท่ากับ 4

ปัจจัยที่มีผลต่อสีของมะเขือเทศ

1. พันธุ์ของมะเขือเทศ มะเขือเทศแต่ละชนิดจะมีสีต่างๆกันไป ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเม็ดสี(Lycopene) ที่อยู่ในผลของมะเขือเทศเอง ปัจจุบันพบว่าพันธุ์มะเขือเทศที่นิยมใช้ในการแปรรูปคือพันธุ์ PETO 502 เพราะมีผลขนาดใหญ่และสีแดงค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งผล

2. สภาพแวดล้อมในการปลูก ได้แก่ อุณหภูมิในขณะพัฒนาของผลมะเขือเทศไม่เหมาะสมอาจจะสูงหรือต่ำเกินไป ทำให้เม็ดสี(Lycopene) ซึ่งเป็นสารเม็ดสีแดงถูกสร้างออกมาน้อยเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีคุณภาพสีต่ำ

3. ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรมักจะเก็บผลสดระยะแรก ซึ่งเป็นผลขนาดใหญ่ไปขายตามตลาดสด เพราะได้ราคาดีกว่าส่งโรงงาน แล้วเก็บผลเล็กซึ่งอาจมีโรคและแมลงติดอยู่ส่งโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้เกษตรกรนิยมเก็บมะเขือเทศที่ยังสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เต็มที่มาบ่มเอง ซึ่งมีผลทำให้สีของมะเขือเทศแดงไม่เต็มที่และไม่สม่ำเสมอ บางผลมีสีแสดปนแดง บางผลมีสีแสด เมื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีสีไม่สม่ำเสมอทำให้สีผลิตภัณฑ์สู้ผลิตภัณฑ์ที่มาจากต่างประเทศไม่ได้ ดังนั้นขั้นตอนสำคัญที่เห็นได้ชัด คือ ขั้นตอนการคัดแยกสีของมะเขือเทศนั่นเอง

คุณสมบัติทางกายภาพของแสง

การออกแบบเครื่องจักรที่สามารถคัดเกรดมะเขือเทศในระหว่างสายการผลิต ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่างๆที่ใช้วัดคุณภาพของวัตถุดิบ ซึ่งเป็นตัวแปรที่จะกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่น สี ความสุกดิบของมะเขือเทศ ความแข็ง(firmness)และลักษณะปรากฏทางกายภาพอื่นๆ แต่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ผู้บริโภคใช้ในการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ สีของมะเขือเทศ ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือในการตรวจวัดหาค่าสีของวัตถุดิบที่ เรียกว่า Wide-Range Spectrophotometer ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดแบบที่ไม่ทำลายวัสดุ และสามารถวัดสีได้ทั้งภายในและภายนอกวัสดุ โดยอาศัยหลักการและทฤษฎีดังนี้

การเกิดสีของวัตถุ

เมื่อมีแสง ซึ่งเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาตกกระทบวัตถุ จะเกิดปรากฏการณ์ดังต่อไปนี้

1.การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุ

2.การหักเหของแสงเข้าไปในวัตถุ

3.การส่งผ่านของแสงเข้าไปในวัตถุ

4.การแผ่กระจายของแสง

5.การดูดกลืนพลังงานแสงในวัตถุ

สำหรับปรากฏการณ์อื่นที่มีความสำคัญน้อยกว่าจะไม่นำมาคิด เพราะเกิดเป็นลักษณะเฉพาะ แต่ก็อาจมีผลต่อสีของวัตถุบ้าง เช่น การเกิด polarization การกระเจิงของแสง การสะท้อนที่ผิววัตถุ จะขึ้นอยู่กับชนิดของผิววัตถุที่แสงตกกระทบ ในวัตถุที่ประ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กอบด้วยผิว 2 ชั้นโดยมีช่องว่างห่างกันน้อยมาก ในผิวโลหะหยาบ รังสีแสงใดๆ ที่เข้าสู่ตัวกลางจะถูกฟรีอิเล็กตรอนดูดกลืนพลังงานอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นจะมีแต่แสงที่เกิดจากการสะท้อนเท่านั้นที่ออกมา และบางรังสีจะตกกระทบผิววัตถุมากกว่าหนึ่งครั้งจึงเสียพลังงานไปมาก ดังนั้นแสงสะท้อนทั้งหมดจากวัตถุผิวหยาบจะน้อยกว่าวัตถุผิวเรียบ โดยทั่วไปจะมีการสะท้อนแสงที่ผิวที่เราสนใจอยู่ 2 ลักษณะคือ

1.แสงตกกระทบผิวชั้นแรกที่เป็นผิวเรียบ จะเกิดความเงามันวาว สุกใส การสะท้อนแบบนี้ไม่จัดว่าทำให้เกิดสี

2.การส่งผ่านของแสงจากผิวชั้นแรก ผ่านการดูดกลืนพลังงานตามกฎของ Beer และ Lambert ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของระยะทาง มีการสะท้อนที่ผิวด้านใน และบางส่วนสะท้อนกลับเข้าไปยังผิววัตถุ รังสีที่มีการสะท้อน แบบแผ่กระจายจะเกิดขึ้นในชั้นในนี้ และเกิดเป็นสีที่เรามองเห็น

การหักเหของแสง เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ 2 ชนิด จะมีความเร็วเปลี่ยนไป และมีแสงบางส่วนหักเหออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับดัชนีการหักเหของผิวสัมผัสแต่ละชนิด คิดเป็น 4% ของแสงที่สะท้อนออกมาซึ่งมีค่าไม่มาก แต่ถ้าอนุภาคประกอบนั้นมีดัชนีหักเหสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวกลางที่อยู่รอบๆและมีการสะท้อนกลับลงมา แสงสะท้อนจากการหักเหอาจเป็นถึง 80-90 %

การส่งผ่านของแสง คือแสงที่ผ่านออกจากตัววัตถุและต่อเนื่องจากแสงตกกระทบ ซึ่งสามารถมาใช้ในการวัดค่าได้

การแผ่กระจายของแสง คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีแสงมาสัมผัสกับเนื้อวัสดุที่ไม่ใช่สารเนื้อเดียว (non homogeneous)โดยมี 2 รูปแบบดังนี้

1.การแผ่กระจายแสงที่ผิววัตถุ สีและความสว่างของผิวจะขึ้นอยู่กับความหยาบของผิว ซึ่งเกิดจากคลื่นแสงถูกสะท้อนไปมาที่ผิวหยาบ แสงจะมีการเสริมหรือหักล้างกัน เมื่อรังสีแสงสะท้อนจากผิวหยาบในช่วงเวลาที่ต่างกันจะมีเฟสต่างกัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับมุมที่มองด้วย รังสีแสงจะมีเฟสต่างกันน้อยลงเมื่อมองในแนวระดับกับพื้นผิวเทียบกับการมองสีลงจากข้างบน(มุมที่ตั้งฉากกับผิว) ดังนั้นจะมีความสุกสว่างมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแผ่กระจายจากภายในวัตถุนับเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญที่สุดในการเกิดสีของวัตถุ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนและการหักเหของแสงที่ตกกระทบอนุภาค นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคในตัวกลาง ถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคลดลงการแผ่กระจายของแสงจะเพิ่มขึ้นเป็นส่วนกลับกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคกำลังสอง จนถึงค่าขีดจำกัดสูงสุด เมื่อขนาดอนุภาคประมาณ 0.1μ ซึ่งประมาณ 1/2 ของความยาวคลื่นแสง ขนาดอนุภาคจะเล็กเกินกว่าจะมีการสะท้อน และการหักเหจะลดลงอย่างรวดเร็ว ประโยชน์ของหลักการนี้ใช้ในการทำให้ขนาดอนุภาคของสีมีขนาดประมาณ 1/4 λ

สุดท้าย คือการดูดกลืนพลังงานแสงของวัตถุ แสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนและที่เหลือจะสะท้อน และส่งผ่านออกมา ดังนั้นสีที่เราเห็นของวัตถุเกิดจากการดูดกลืนแสงทุกความยาวคลื่น ยกเว้นช่วงความยาวคลื่นที่ผสมเป็นสีที่เรามองเห็น

<u>วิธีการวัดสีของผลิตภัณฑ์อาหาร</u>

R.S.Hunter อธิบายถึงวิธีการวัดค่าสีของอาหารไว้ทั้งหมด 7 วิธีดังนี้

1. วัดโดยใช้ Spectrophotometer แล้วเทียบกับกราฟอ้างอิง

2. วัดค่าสีโดยการหาสีที่สมมูลย์กับสีที่เกิดจากการผสมแสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน

3. ระบุสีโดยบอกค่าตำแหน่งในแกนหลัก 3 แกนของสี เช่น

   a. ระบบ CIE มีสัมประสิทธิ์ 3 ตัวคือ x,y,%Y

   b. ส่วนประกอบของสีที่มีสีเทาอยู่กลางแกนหลัก (L,a,b ในระบบHunter)

4. ความเข้มข้นของแม่สีหลัก 3 สี ที่ต้องใช้ผสมกันเพื่อแทนสีที่วัด (สีจากรูปภาพ)

5. วัดค่าสีโดยระบุตำแหน่งเทียบกับระบบแผนภูมิเทียบสี (ระบบมันเซล)

6. วัดค่าสีโดยระบุตำแหน่งเทียบกับแถวของแถบสีที่เกิดจากการผสมสีระหว่างสีขาว สีดำ และเม็ดสีที่แยกกันแต่ละสีที่ความเข้มข้นอ่อนลงเรื่อยๆ

7. การประมาณค่าสีจากสูตรที่ใช้คำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033191

Munsell Color System

เป็นระบบเปรียบเทียบค่าสี โดย นาย เอ เอช มันเซลล์ มีค่า 3 ค่า คือ

1. Hue คือ ส่วนที่แสดงสีของวัสดุ มีแม่สีหลัก 5 สี คือ แดง(R) เหลือง(Y) เขียว(G) น้ำเงิน(B) และม่วง(P) แล้วแบ่งเป็นสีย่อยฯ รวมต่างกัน 100 สี

2. Value คือ ค่าแสดงความสว่างของสี (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 เป็นสีเข้ม ไม่มีความสว่างเลย 10 เป็นสีอ่อน

3. Chroma คือ ค่าแสดงความบริสุทธิ์ของสี ซึ่งเป็นผลมาจากแสงสีเทาผสมสีขาวมากระทบวัตถุ ทำให้เรามองเห็นสีต่างจาก 100 สีที่กำหนดไว้ มีค่าตั้งแต่ 1-13 ดังรูป บริเวณแกนจะมีความบริสุทธิ์น้อย มีแสงสีเทามาก

การบอกค่าสีในระบบ Munsell แทนค่าด้วย Hue Value/Chroma เช่น สีมาตราฐานของมะเขือเทศเป็น 5R 2.6/13 เป็นต้น แสดงค่าดังรูปที่ 1

ปัจจัยที่มีผลต่อการวัดเนื่องจากตัวอย่างวัสดุและตำแหน่งตรวจวัด

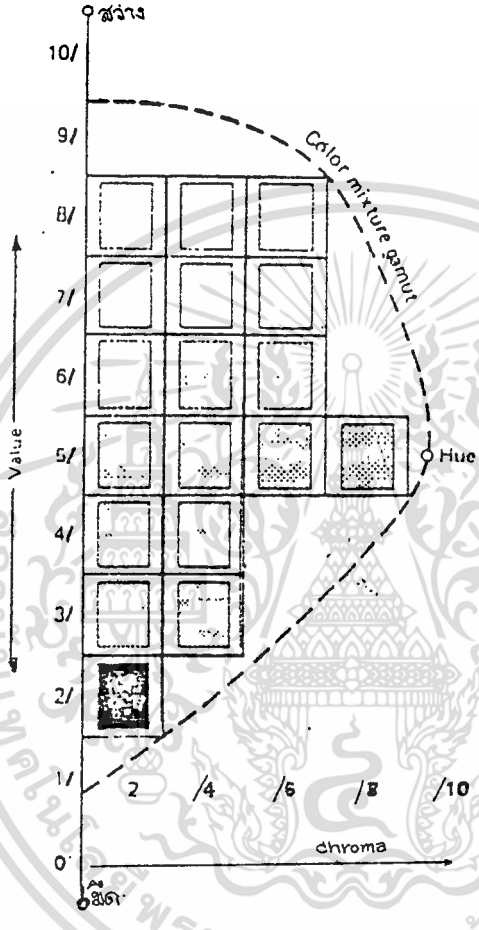
ปัญหาที่พบง่ายที่ในการวัดค่าสีของตัวอย่างคือ ลักษณะการวางชิ้นตัวอย่างบนเครื่องวัด ซึ่งขึ้นกับชนิดของตัวอย่างว่าเป็นของแข็ง ของเหลว หรือขึ้นกับวิธีการที่ใช้วัดค่า เช่น การวางในแนวตั้งหรือแนวนอนให้แสงผ่านข้างล่างหรือข้างบน นอกจากนี้ การที่ผลผลิตอาหารมีสีไม่สม่ำเสมอ เช่น บางส่วนเหลือง บางส่วนแดง

ปัญหาจากขนาดของตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างมีขนาดใหญ่ หรือมีสีไม่สม่ำเสมอ เราอาจใช้เทคนิคการหมุน (spinning technique) หรือใช้วิธีเปิดช่องรับแสงมีขนาดใหญ่ (a large area aperture)

1. การหมุน ถ้าเราให้ตัวอย่างหมุนด้วยความเร็วที่พอเพียง จะทำให้แสงที่สะท้อนออกจากตัวอย่างที่มีบางส่วนสีแดง สีเขียวมาผสมกันเกิดเป็นสัญญาณได้ที่ตัวรับแสง

2. การใช้ช่องเปิดขนาดใหญ่ ใช้กับตัวอย่างที่มีจำนวนมากและมีสีไม่สม่ำเสมอนำมาวัดค่าพร้อมกันหรือใช้กับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่ตัดมาจากตัวอย่าง ซึ่งอาจใช้วิธีการหมุนก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงการวัดค่าสีในระบบ Munsell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลเช่นเดียวกัน

การวัดเหล่านี้ ตัวอย่างมักประกอบด้วยสีหลายสี ค่าที่อ่านออกมาได้ต้องมีความสัมพันธ์กับสีที่มองเห็นด้วยตาเปล่า การใช้วิธีที่สองจะเป็นวิธีที่สะดวกกว่าวิธีแรก เพราะสามารถทำได้รวดเร็วกว่าและทำลายลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้อยกว่า แต่ก็ไม่สามารถใช้ได้ทุกกรณีถ้ามีปัญหาเรื่องทิศทางมาเกี่ยวข้อง

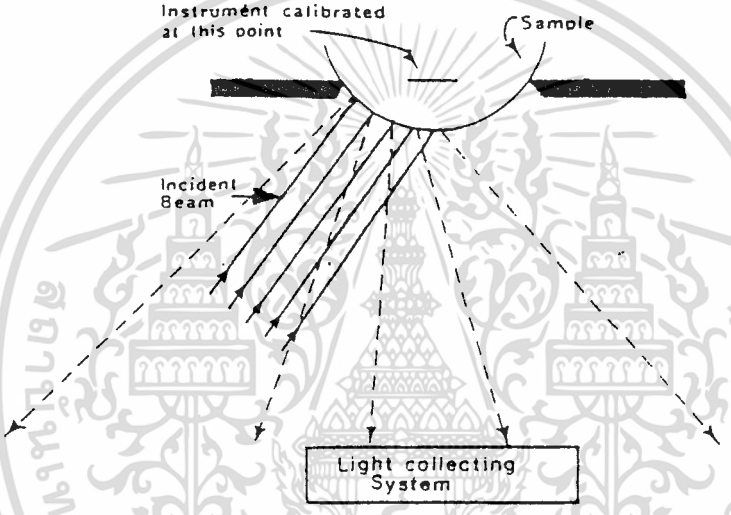
ปัญหาจากตำแหน่งตัวตรวจวัด ถ้าวัสดุอาหารมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ซึ่ง RS Hunter เรียกว่า pillowing problem ซึ่งประกอบไปด้วยปัญหา 2 ลักษณะ คือ ปัญหาทางเรขาคณิต (geometrical problem) และปัญหาลักษณะเป็นเลนส์ (len problem)

1. ปัญหาเรขาคณิต เกิดจากการปรับระยะเครื่องมือเพื่อให้แสงส่องไปที่ตัวอย่างโดยให้มีระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับแหล่งกำเนิดแสง และกับตัวรับแสงมีค่าเฉพาะค่าหนึ่ง เนื่องจากรูปร่างของตัวอย่างไม่สม่ำเสมอและยื่นเลยส่วนช่องเปิดรับแสง ดังในรูปที่ (2) ซึ่งส่วนที่ยื่นจะอยู่ใกล้ตัวรับแสงมากกว่าระนาบช่องเปิดที่เราได้ปรับค่าไว้ ในกรณีนี้ทำให้ค่าสีที่อ่านออกมาได้จะน้อยกว่าค่าสีจริงที่สะท้อนออกมา หรืออาจเกิดจากการใช้ลำแสง 2 ลำที่ทำมุม 45 องศากับตัวอย่าง ที่ปรับโฟกัสให้ทับกันสนิทพอดีในระนาบของช่องเปิดรับแสง ซึ่งจะไม่ทับกันสนิทเมื่อตัวอย่างอยู่ในระนาบที่ใกล้ตัวรับแสงเพิ่มขึ้น จะทำให้พื้นที่ของแสงสะท้อนออกจากตัวอย่างมากขึ้น ถ้าระบบตัวรับแสงไม่มีพื้นที่รับแสงขนาดใหญ่พอเพื่อรับแสงสะท้อนทุกเส้นไว้ก็จะอ่านค่าสีได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

2. ปัญหาลักษณะเลนส์ เนื่องจากพื้นที่ผิวตัวอย่าง เป็นผิวโค้งแล้วทำตัวเสมือนเลนส์ขยาย ลำแสงสะท้อนออกไป ทำให้มีลำแสงส่วนหนึ่งไม่ตกลงบนตัวรับทำให้ค่าที่อ่านได้ น้อยกว่าความเป็นจริง

สำหรับการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยพยายามทำให้ตัวอย่างมีลักษณะแบน หรือ ไม่ก็ใช้เทคนิคการหมุน หรือการใช้ช่องเปิดรับแสงขนาดใหญ่ หรือใช้ตัวอย่างในการวัดให้มากขึ้น หรือใช้แหล่งกำเนิดแสงที่หมุนได้เป็นวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The 'pillowing' problem. Some specular reflection as well as diffused reflection may enter the light collecting system. The sample surface is closer to the collecting system than the plane of calibration.

รูปที่ 2 แสดงปัญหาที่เกิดจากการตรวจวัดวัสดุที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยของผู้ที่เคยทำ

เนื่องจากการวัดค่ามาตราฐานสีของผลมะเขือเทศ คิดจากเปอร์เซนต์ความเป็นสีแดงของผิววัตถุดิบ วิธีการค้นคว้าส่วนใหญ่มุ่งไปที่การใช้แสงสะท้อนจากผิวของผลมะเขือเทศ โดยอาศัยหลักการจากผลการวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เป็นที่ยอมรับแล้ว คือ

1. การวัดค่าอัตราส่วนของแสงสะท้อนระหว่างแสงค่าความยาวคลื่น 2 ค่า จะให้ผลที่น่าเชื่อถือได้มากกว่า การวัดโดยใช้แสงเชิงเดี่ยว(Power et al,1953)

2. การใช้แสงความยาวคลื่น 3 ค่า จะไม่ให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้แสงความยาวคลื่น 2 ค่า (Bittner and Stephenson,1968)

3. ไม่พบว่ามีคู่แสงความยาวคลื่นหนึ่งใดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในทุกสถานการณ์ในการคัดแยกที่แตกต่างกัน

J.W. Von Beckmann และ N.R. Bully ได้ทำการทดสอบโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพในการใช้อัตราส่วนของแสงสะท้อนที่ค่าความยาวคลื่นแสง 2 ค่า เพื่อใช้แยกมะเขือเทศเป็น 4 กลุ่ม จากสีเขียวถึงสีแดง ได้แก่ สีเขียว, กำลังเปลี่ยนสี, กึ่งดิบกึ่งสุก, สีแดง(สุก)

การทดลองใช้ spectrophotometer ที่สามารถปรับค่าได้จาก 350 nm ถึง 800nm โดยมีการสะท้อน 100% และวัดค่าโดยใช้ช่วงความยาวคลื่นต่างกัน 10 nm

ได้ผลการทดลองดังนี้ อัตราส่วนความยาวคลื่น 670 nm/730 nm (BitterและStepenson,1968), 540 nm/670 nm (Goddard et al,1975) ; 520 nm/670 nm (Heron,Zachariah,1974) ; 525 nm/670 nm (Hood et al,1968) สามารถใช้สำหรับการคัดแยกมะเขือเทศ เป็น 2 กลุ่ม คือ เขียวกับแดง ยกเว้นค่าแรกสามารถใช้แยกเป็น 4 กลุ่มได้ โดยได้ผลสรุปจากการทดลอง คืออัตราส่วนความยาวคลื่น 600 nm/660 nm เหมาะสมที่สุดในการคัดแยกเป็น 4 กลุ่มข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปริญญานิพนธ์ของชัยศักดิ์ ประกอบมัน และ ธวัชชัย นาวาล้ำเลิศ (2535) ได้ทดลองสร้างเครื่องคัดแยกมะเขือเทศด้วยลำแสง เพื่อคัดแยกสีของมะเขือเทศประกอบด้วยชุดป้อนผลิตภัณฑ์ด้วยจานหมุน ชุดสายพานลำเลียง ชุดตรวจวัดด้วยแสง(TL10) โดยใช้คุณสมบัติการสะท้อนแสงคือสี และ ชุดคัดแยกด้วยสริงควบคุมการเคลื่อนที่กลับของ Soliniod ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการคัดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกต่อไม่ต้องการคัดออกมากขึ้น และ ความเร็วของสายพานลำเลียงไม่มีผล ต่อ ความสามารถในการคัดแยก จากการทดสอบด้วยความเร็วรอบ 20 รอบ/นาที และ 38 รอบ/นาที สำหรับอัตราส่วนมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกกับที่ไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:5 จะให้ผลการทำงานที่ดี โดยมีเปอร์เซนต์ความถูกต้องถึง 94.58%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

การคำนวณหาขนาดของเครื่อง

จากข้อมูลของโรงงานพบว่า

อัตราการคัดแยกต่อ 1 สายการผลิต = 25 ตันต่อวัน

= 1,047.67 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คิดปริมาณการคัดแยกเผื่อ 10% = 1,150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม มี 15 ผล ดังนั้น

อัตราการคัดแยก = 17,250 ผลต่อชั่วโมง

กำหนดช่องว่างที่จะบรรจุผล = 0.08 เมตร

ความเร็วสายพานลำเลียง = (17,250)*(0.08) เมตรต่อชั่วโมง

= 1380 เมตรต่อชั่วโมง

= 0.383 เมตรต่อวินาที

การคำนวณความเร็วรอบเกียร์ทด

เมื่อ ความเร็วรอบมอเตอร์ (N_1) = 1440 rpm

ความเร็วรอบของเกียร์ (N_2)

เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ย์มอเตอร์ (D_1) = 100 mm

เส้นผ่านศูนย์กลางมู่เล่ย์เกียร์ (D_2) = 50 mm

อัตราทดของเกียร์ทด = 60:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตร $N_1/N_2 = D_2/D_1$

จะได้ $N_2 = (1440)*(100/50)$ rpm

= 2880 rpm

ความเร็วรอบของเกียร์ทางออก (N_g) = (2880)*(60) rpm

= 48 rpm

การคำนวณความเร็วรอบของสายพานแบนลำเลียง

ใช้มู่เล่ย์ขับสายพาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 12.5 cm (5"*5")

จากสูตร ความเร็วเชิงมุม(ω) = (ความเร็วเชิงเส้น)/(รัศมี) (v/r)

= (0.383)/(0.0625) s^{-1}

= 6.128 s^{-1}

= 367.68 s^{-1}

ความเร็วรอบสายพาน = (ความเร็วรอบเชิงมุม)/(2*3.141)

= (368)/(2*3.141) rpm

= 59 rpm

คิดที่ ความเร็วรอบสายพาน = 60 rpm

เลือกใช้ ขนาดโซ่ขับเฟือง ที่มีขนาดพิตช์ = 1.25 cm (4 หุน)

เฟืองโซ่ที่ใช้ขับมู่เล่ย์ขับสายพาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 10 cm (4")

การคำนวณความยาวโซ่ขับสายพานลำเลียงจากถัง

จากสูตร $L = 2C + 1.57*(D_p+d_p) + [(D_p-d_p)^2/4C]$

C : ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์ = 53.15 cm

D_p : เส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองโซ่ตัวขับ = 8 cm

d_p : เส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองโซ่ตัวตาม = 10 cm

$L_p = 2*(53.15)+1.57*(10+8)+[(10-8)^2/4*53.15)]$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 134.58 cm

ความยาวโซ่ขับสายพานลำเลียงเข้าเครื่องตรวจวัด

C = 76.25 cm

D_b = 8 cm

d_b = 10 cm

$L_b = 2*(76.25)+1.57*(10+8)+[(10-8)^2/4*53.15]$

= 180.79 cm

<u>คำนวณหาแรงลัพธ์และความดันที่กระทำกับมะเขือเทศ</u>

มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม มี 15 ผล

ดังนั้น มะเขือเทศ 1 ผล มีน้ำหนัก 66.67 กรัม

คิดน้ำหนักเผื่อ 20% คือ มะเขือเทศ 1 ผล หนัก 80 กรัม

<u>แรงเสียดทานของมะเขือเทศ</u>

จากสูตร $F = \mu N$

จากตารางค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของมะเขือเทศมีค่าประมาณ 0.49-0.67

ดังนั้น $F = (0.67) * (0.08) * (9.81)$

= 0.5258 N

F_t = Friction + Weight

= 0.5258 + ((0.08)* 9.81)

= 0.5258 + 0.7848

= 1.3106 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบลมนิวแมติก

สำหรับลูกสูบชนิดทำงานสองทาง

ในขณะที่ลูกสูบวิ่งออก

$$F_{n1} = 10(A*P) - F_R$$

$$F_n = 10\{(\pi/4)*D^2)*P\} - F_R$$

ในขณะที่ลูกสูบวิ่งเข้า

$$F_{n2} = 10(A'*P) - F_R$$

แต่ $$A' = (\pi/4)*(D^2 - d^2)$$

นั่นคือ $$F_n = 10\{(\pi/4)*(D^2 - d^2)*P\} - F_R$$

เมื่อ F_n = แรงที่ได้สุทธิในการทำงาน (N)

F_R = แรงที่เกิดจากการเสียดทาน (N)

A = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)

P = ความดันใช้งาน (bar)

A' = พื้นที่วงแหวนของลูกสูบ (cm^2)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ (cm)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบ (cm)

การคำนวณ

กำหนดให้ กระบอกสูบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 mm และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่า 10% ของแรงทางทฤษฎี ค่าความดันใช้งานมีค่า 5 bar และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ 6 mm

วิธีทำ

หาพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

$$A = (\pi/4)*D^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A = (\pi/4)*(1.6)^2$$

$$= 2.011 \quad cm^2$$

หาพื้นที่วงแหวน

$$A' = (\pi/4)*(D^2 - d^2)$$

$$= (\pi/4)*((1.6)^2 - (0.6)^2)$$

$$= (\pi/4)*(2.56 - 0.36)$$

$$= 1.7279 \quad cm^2$$

แรงดันทางทฤษฎี

$$F_{th} = 10(A*P)$$

$$= 10*(2.011)*5$$

$$= 100.55 \quad N$$

แรงดึงทางทฤษฎี

$$F_{th} = 10(A*P)$$

$$= 10*(1.7279)*5$$

$$= 86.395 \quad N$$

แรงดันสุทธิ ค่าแรงเสียดทานมีค่า (F_R)

$$F_R = (10/100)* F_{th}$$

$$= (10/100)*100.55$$

$$= 10.055 \quad N$$

$$F_{n1} = 10(A*P) - F_R$$

$$= 100.55 - 10.055$$

$$= 90.495 \quad N$$

แรงดึงสุทธิ ค่าแรงเสียดทานมีค่า (F_R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_R = (10/100)* F_{th}$$

$$= (10/100)* 86.395$$

F_R = 8.6395 N

F_{ne} = 10(A*P) - F_R

= 86.395 - 8.6395

= 77.7555 N

เนื่องจากการคำนวณเบื้องต้นมีความต้องการแรงลัพธ์เพียง 1.3106 N เท่านั้น ดังนั้นจากการคำนวณหาขนาดกระบอกสูบที่ใช้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 mm ก็ให้แรงที่มากพอที่จะผลักมะเขือเทศที่ไม่ต้องการออกไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างเครื่อง

การสร้างเครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศมีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างสำหรับยึดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการป้อนลำเลียงมะเขือเทศ อุปกรณ์การตรวจวัดสี อุปกรณ์คัดแยกและวงจรควบคุม ชุดต้นกำลังขับ และโครงสร้างรองรับรางบรรจุสำหรับลำเลียงมะเขือเทศ โดยใช้เหล็กฉากขนาด 1.5 นิ้วหนา 1 หุน ตัดขนาดตามแบบด้วยเลื่อนไฟเบอร์ แล้วเชื่อมยึดโครงสร้างด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เจาะรูทำสไลด์ยาวในตำแหน่งที่ติดแบริ่งตุ๊กตา

2. รางลำเลียงมะเขือเทศ ตัดแผ่นสังกะสีตามแบบ แล้วพับขอบขึ้นรูปยึดติดด้วยริเว็ท แล้วอุดรอยพับและรูริเว็ทด้วยยางซิลิโคน เพื่อกันการรั่วของน้ำ

3. ชุดสายพานป้อนมะเขือเทศ (Feeder)ประกอบด้วย

3.1เพลาขนาด 1นิ้ว ท่อนแรกยาว 13นิ้ว สำหรับใส่มู่เลย์แบนขนาด 5*5 และเฟืองโซ่ขนาด 25 ฟัน ระยะพิทช์ 1/2 เป็นตัวขับสายพานลำเลียง ท่อนที่สองยาว 9นิ้ว ใช้สำหรับมู่เลย์ที่แช่อยู่ในน้ำ โดยที่เพลาตัดแล้วต้องเจียร์ลดพื้นที่หน้าตัดด้านนอกลงเล็กน้อย เพื่อเวลาตอกเพลาเข้าแบริ่งและมู่เล่ย์แบนปลายจะได้ไม่บานออกจนปรับไม่ได้ อีกทั้งยังเป็นการลบรอยคมและนำร่องได้ดียิ่งขึ้น

3.2สายพานแบน ใช้สายพาน Fruit Grade สีขาว กว้าง 5 นิ้ว ยาว 320 cm นำมาแบ่งเป็นช่องละ 10 cm ติดตัวตักที่ตัดจากแผ่นสังกะสี แล้วดัดให้เป็นรูปร่างตามแบบ เจาะรูเพื่อให้น้ำไหลผ่านได้ การติดที่ตักทำโดยยึดแผ่นสายพานด้วยการเจาะรูยิงริเว็ท การต่อสายพานทำโดยการยิงริเว็ทและใช้กาวยางติดยึดอีกที

3.3มู่เล่ย์ที่แช่น้ำ ทำจากเหล็กสตีลดรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 5 หนา 2 หุน ตัดมายาว 5 นิ้ว และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2นิ้วครึ่ง หนา 2 หุน ยาว 3นิ้ว นำมากลึงผิวด้านในเพื่อใส่แบริ่งและซีลกันน้ำที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 2นิ้ว 2 หุน รู 1นิ้ว โดยกลึงทั้งสองด้าน ลึกพอที่จะใส่แบริ่งที่อัดจารบีเข้าไปแล้วและแผ่นซีลตามลำดับ ให้แผ่นซีลอยู่ที่ผิวหน้าตัดพอดีทั้งสองข้าง จากนั้นตัดแผ่นเหล็กหนา 1/2นิ้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเหล็กสตีลดรัมตัวแรกและเส้นผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์กลางภายในเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเหล็กสตีลดรัมตัวตัวเล็ก แล้วนำเหล็กนี้มาเชื่อมติดกับสตีลดรัมทั้งสอง ก่อนเชื่อมต้องเซ็ทให้ได้จุดศูนย์กลางเพื่อไม่ให้มู่เลย์ถ่วง ซึ่งอาจทำให้สายพานไม่ได้ศูนย์ จากนั้นจึงนำมาใส่เพลายาว 9 นิ้ว ให้ได้กึ่งใช้อีแปะประกบทั้งสองข้าง เจาะรูเพลาเพื่อใส่ตัวล็อกกันมู่เลย์เลื่อน

3.4แขนรับเพลาและสลิงยึดเพื่อการปรับมุมเอียงในการป้อน ทำได้โดย ตัดเหล็กฉากยาว 65 cm เจาะรูทำสไลด์เพลาตัวตามขนาด 1นิ้ว และน๊อต M10เกลียวยาว 4นิ้วครึ่ง เพื่อเป็นตัวปรับความตึงหย่อนของสายพาน โดยแขนเหล็กนี้ด้านบนจะเชื่อมติดกับอัดตลับลูกปืนขนาดรู 1นิ้ว เพื่อให้แขนที่ยึดติดกับเพลาเป็นอิสระในการหมุนจากเพลา ด้านบนของแขนจะใช้เหล็กฉากสูงขึ้น เพื่อเจาะรูเป็นที่เกี่ยวสลิง และที่ปรับโยงไปด้านท้ายของเครื่องซึ่งตัวเหล็กฉากเป็นตัวรั้งอยู่ โดยมีที่ปรับรัดสายสลิง 2อัน ทำให้ปรับมุมของแขนเหล็กได้

4.ชุดสายพานลำเลียงเข้าเครื่องตรวจวัด

4.1สะพานรับมะเขือเทศที่ตกมาจากชุดสายพานป้อน ทำจากแผ่นสังกะสี ดัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ติดยึดกับโครงสร้างด้วยการยิงริเว็ท

4.2สายพานลำเลียง ใช้เหมือนกับสายพานป้อน แต่เปลี่ยนที่ยึดแผ่นสังกะสีเป็นแผ่นพับ 2 ทบ เพื่อกั้นเป็นช่องห่างกัน 10 cm

4.3ใช้เพลารู 1นิ้ว ใส่ในมู่เลย์ขนาด 5*5 สอดรับด้วยแบริ่งตุ๊กตารู 1นิ้ว โดยที่ทำตัวตามเป็นแบบสไลด์ได้

5.ชุดตรวจวัดสีด้วยแสง นำวงจรและกล่องตรวจวัดมาครอบบนร่องสายพาน แล้วต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ

6.ชุดคัดแยก ต่อวงจรนิวแมติกตามแบบ ต่อวาล์วทิศทาง 5/2 บังคับด้วยลวดโซลินอยส์ซึ่งจะต่อเข้ากับวงจรรับสัญญาณไฟและแหล่งจ่ายไฟขนาด 24 V และแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรรับสัญญาณขนาด 12 V, 5 V แล้วนำมาต่อร่วมกับวงจรในเครื่องตรวจวัดสี ส่วนกระบอกสูบนำมาติดแผ่นไม้สำหรับผลักมะเขือเทศ

7.ต้นกำลังและตัวส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1มอเตอร์กระแสสลับ 220 โวลท์ ขนาด 1/3 แรงม้า มีความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที และทำการปรับรอบมอเตอร์ เพื่อปรับความเร็วของสายพาน โดยเปลี่ยนขนาดของมู่เล่ย์ที่ติดอยู่กับมู่เล่ย์และเกียร์ทด

7.2เกียร์ทดขนาด 1:60 ด้านออกติดกับเฟืองโซ่ขนาด 32 ฟัน ระยะพิทช์ 1/2 นิ้ว 2 ตัว เพื่อใส่โซ่ขนาด 1/2 นิ้ว นำไปขับสายพานทั้ง 2 ชุด โดยที่ฐานเกียร์ทดทำเป็นลักษณะสไลด์ได้เพื่อปรับความตึงหย่อนของโซ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรและหลักการทำงานของระบบการ SENSOR สี

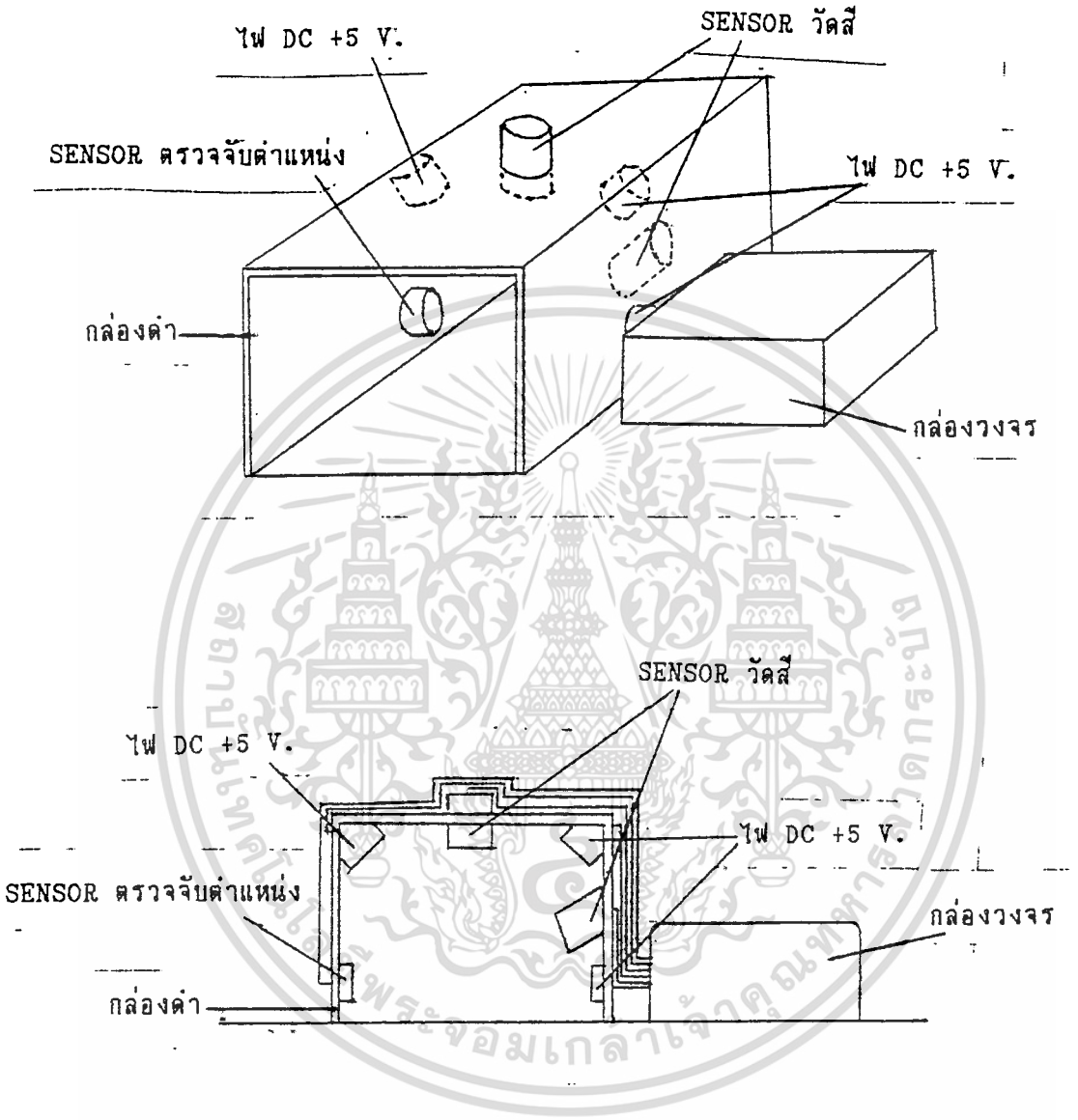
หลักการทำงาน

จากที่กล่าวมาแล้วว่า หลักการทำงานของอุปกรณ์จะใช้หลักการสะท้อนแสงของวัตถุ ซึ่งวัตถุที่มีสีต่างกันก็จะสะท้อนแสงที่มีความเข้มต่างกันออกมา นอกจากนี้ในตัวอุปกรณ์ในตัวอุปกรณ์ยังต้องมี SENSOR อีกตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวรับรู้ว่าในขณะนี้มีมะเขือเทศผ่านเข้ามาในตำแหน่งที่เราจะทำการวัดสีแล้ว

จากรูปที่ 3 ในการจัดวางอุปกรณ์เมื่อมีมะเขือเทศผ่านเข้ามาในตำแหน่งที่เราจะทำการวัดสี มะเขือเทศจะบังแสงไฟที่มาตกกระทบ ทำให้ตัว SENSOR ซึ่งเป็น LDR อีกตัวหนึ่ง รับรู้ได้ว่ามีมะเขือเทศผ่านเข้ามาแล้ว ซึ่งจะ ได้สัญญาณ pulse ออกมา

เมื่อมะเขือเทศอยู่ในตำแหน่งที่สามารถวัดสีแล้ว ตัว SENSOR ที่ใช้วัดสีทั้ง 2 ตัว ซึ่งจัดวางตำแหน่งดังรูปที่ 3 ก็จะเปลี่ยนค่าความต้านทานไป โดยที่เราจะนำค่าเฉลี่ยจากตัว SENSOR ทั้ง 2 ตัวมาเป็นเครื่องตัดสินว่า จะยอมรับสีของมะเขือเทศลูกนั้นหรือไม่ ถ้าสีของมะเขือเทศอยู่สูงกว่าเกณฑ์ที่เราตั้งไว้ ก็จะไม่มีสัญญาณ reject ออกมาจากวงจร แต่ถ้าสีของมะเขือเทศที่วัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ปรับไว้ วงจรก็จะส่งสัญญาณ reject ออกมาเป็น pulse 1 ลูก เพื่อส่งไปยังอุปกรณ์อื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเครื่องตรวจวัดสีที่ใช้นี้ เป็นระบบที่ประกอบด้วยวงจรย่อยๆหลายวงจรทำงานร่วมกัน ซึ่งวงจรย่อยๆเหล่านี้มีหลักการทำงานดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

วงจร WINDOW COMPARATOR

วงจร WINDOW COMPARATOR เป็นวงจรที่ใช้เปรียบเทียบระดับโวลเตจว่าอยู่ในช่วงที่ต้องการหรือไม่ โดยใช้ IC Comparator 2 ตัวทำงานร่วมกัน สำหรับวงจรที่ใช้งานนี้เลือกใช้ IC Comparator เบอร์ LM 311 ในการเปรียบเทียบ

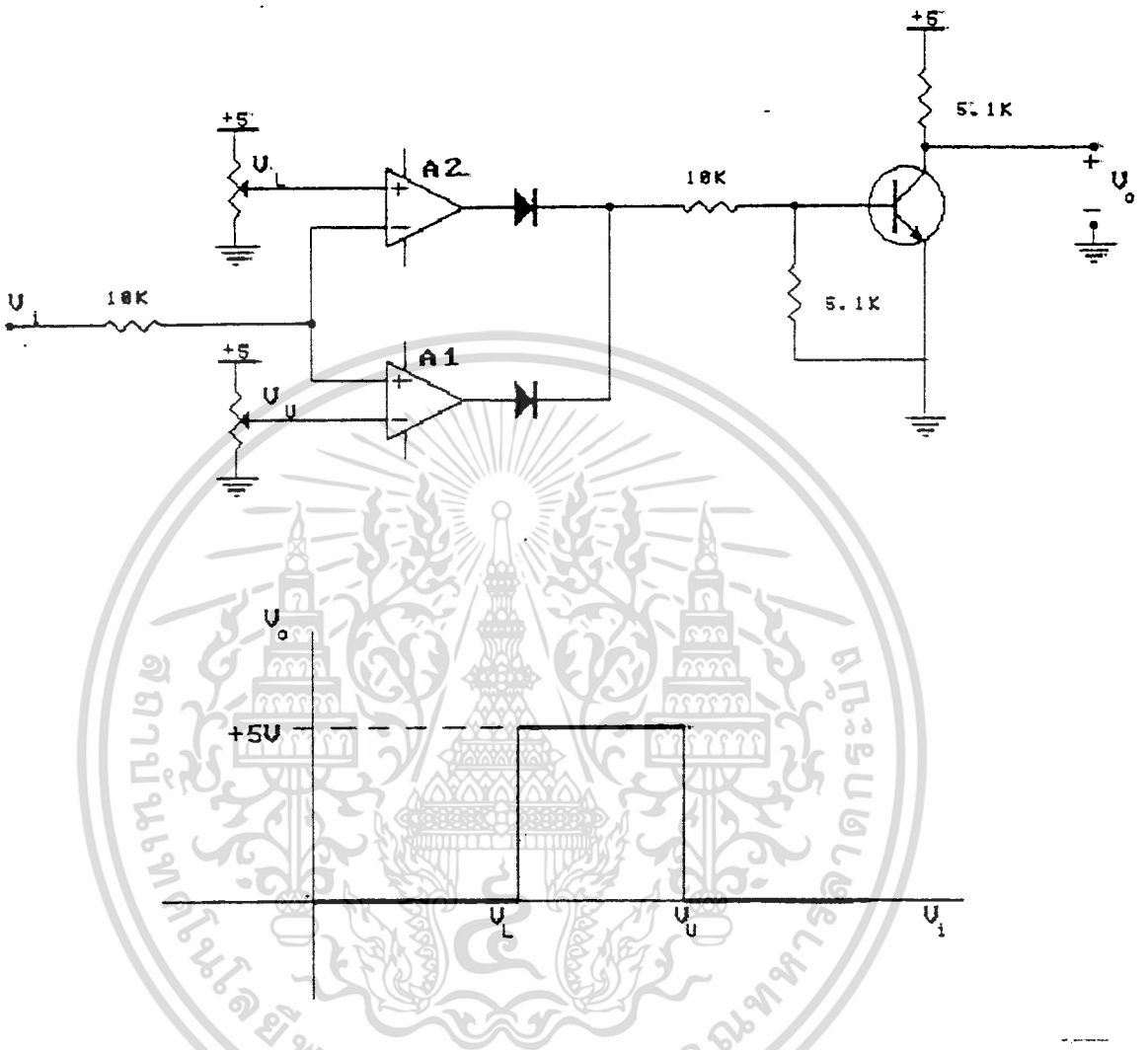
การทำงานของวงจรเป็นดังนี้คือ Comparator A_1 และ A_2 จะถูกตั้งค่าของ voltage limit (V_U และ V_L) ไว้ โดยที่ระดับของ V_U สูงกว่า V_L เพื่อใช้เป็นระดับสัญญาณที่เราอ้างอิง ถ้า Amplitude ของสัญญาณ Input (V_I) มีค่าต่ำกว่า V_L ซึ่งก็จะได้ว่า V_U มากกว่า V_I ด้วย ดังนั้น จะได้ Output ของ A_1 เป็น LOW (0 V.) และ Output ของ A_2 เป็น HIGH (5 V.) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ Transistor Q_1 ทำงานผ่านทาง D_2 (D_1 off)และ Output ของ Q_1 เป็น LOW

ในทางกลับกัน ถ้าระดับสัญญาณของ V_I สูงกว่าทั้ง V_U และ V_L เราจะได้ Output ของ A_1 เป็น LOW ส่วน Output ของ A_2 เป็น HIGH จึงมีผลทำให้ Q_1 SATURATED และ สัญญาณ V_O เป็น LOW

ส่วนกรณีที่ระดับสัญญาณของ V_I อยู่ระหว่าง V_U และ V_L ($V_L<V_I<V_U$) จะได้ว่า Output ของทั้ง A_1 และ A_2 เป็น LOW และ Q_1 ไม่ทำงาน ซึ่งจะมีผลทำให้สัญญาณ Output เป็น HIGH

ในวงจรที่ใช้งาน เรานำวงจร WINDOW COMPARATOR มาใช้ในส่วนของตัว SENSOR เพื่อรับรู้ระดับสัญญานโวลเตจว่าอยู่ในช่วงที่ต้องการหรือไม่ และในส่วนวงจรที่ใช้ในการปรับหรือตั้งค่าต่างๆก่อนการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงวงจร WINDOW COMPARATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

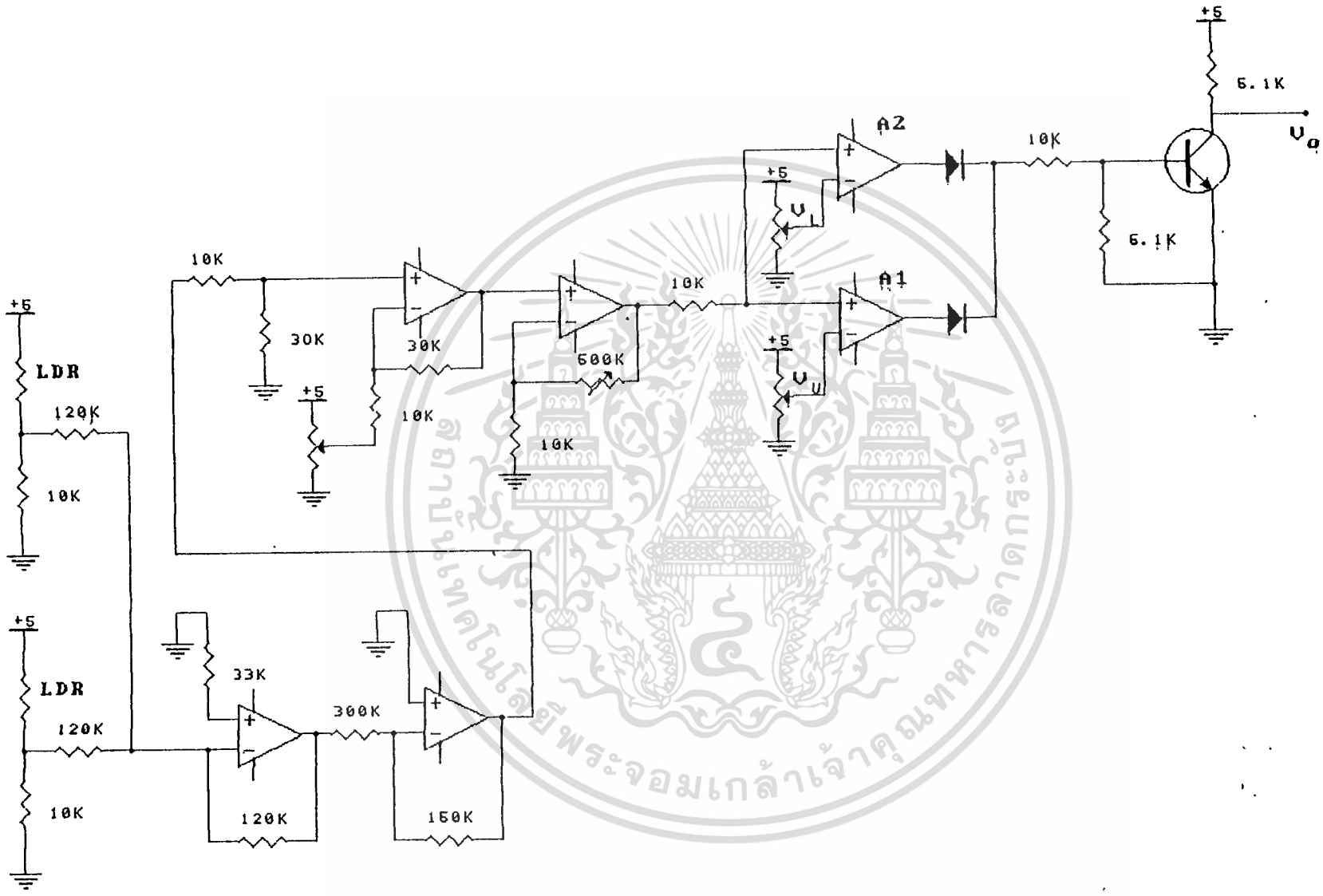
วงจรที่ใช้ในส่วน SENSOR สี

จากที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า SENSOR ที่เราใช้งานคือ LDR ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์เชิงแสง ประเภท Photoconductive โดยที่ตัว LDR นี้ จะมีค่าความต้านทานแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ถ้าความเข้มของแสงมากค่าความต้านทานของ LDR ก็จะน้อยลง และถ้าความเข้มแสงที่ตกกระทบน้อยค่าความต้านทานของ LDR ก็จะมากขึ้น

เมื่อมะเขือเทศเข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่จะทำการวัด ความเข้มของแสงที่มาตกกระทบที่ตัว LDR ก็จะเปลี่ยนไปตามสีของผลมะเขือเทศนั้น มีผลทำให้ความต้านทานของ LDR ทั้ง 2 ตัว มี การเปลี่ยนค่าตามไปด้วย ระดับโวลเตจ จากวงจร Divider ของ LDR ทั้ง 2 ตัว จะถูกส่งผ่านมายังวงจร Summing Amplifier และวงจร Inverting Amplifier ซึ่งมีอัตราขยายเป็น 1/2(V_o=[V_1+V_2]/2) เพื่อจะหาค่าเฉลี่ยของระดับโวลเตจทั้งสองว่าจะเป็นค่าที่ยอมรับหรือไม่

สัญญาณ output ที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ย จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับระดับสัญญาณ V_U และ V_L ในวงจร WINDOW COMPARATOR ซึ่งเราตั้งระดับโวลเตจมาตรฐานไว้แล้ว ถ้าระดับสัญญาณไม่อยู่ในช่วงที่ต้องการ (สีของมะเขือเทศไม่ได้มาตรฐานที่เรากำหนดไว้) จะได้ระดับสัญญาณ output ของวงจร WINDOW COMPARATOR เป็น HIGH (5V.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 แสดงวงจรที่ใช้ในส่วน SENSOR สี

วงจรที่ใช้ในส่วน SENSOR ตำแหน่งของมะเขือเทศ

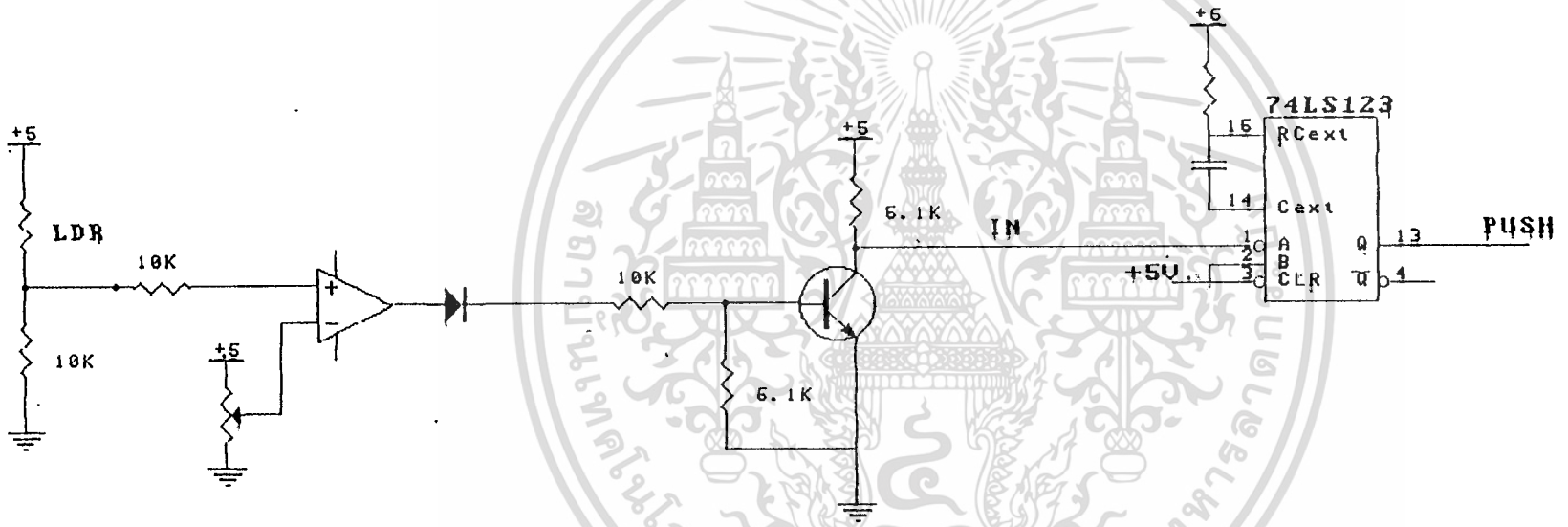
วงจรนี้เป็น วงจรที่ใช้ในการตรวจสอบว่า มีมะเขือเทศเข้ามาอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการจะวัดแล้วหรือยัง โดยที่อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับรู้ก็จะใช้ LDR เช่นเดียวกับในส่วนที่ใช้ในการวัดสี

จากรูปในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ เราจะใช้แสงไฟจากหลอดไฟส่องไปที่ตัว LDR เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาบังแสงที่มาตกกระทบ ก็จะทำให้ค่าความต้านทานของ LDR เปลี่ยนแปลงไป (เพิ่มขึ้น)

สัญญาณ output จากวงจร divider จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับระดับโวลเตจอ้างอิงว่ามากกว่าระดับโวลเตจที่เราปรับค่าไว้หรือไม่ ถ้าระดับสัญญาณ output ของวงจร divider สูงกว่า แสดงว่ามีมะเขือเทศเข้ามาแล้ว ซึ่งเราจะได้ output ของ Comparator เป็น HIGH ส่วนในขณะที่ไม่มีมะเขือเทศ จะได้ output ออกมาเป็นLOW

สัญญาณoutputของ Comparator จะถูกส่งผ่านมาที่วงจร Monostable ที่ใช้ในการตรวจสอบ ขอบขาลงของสัญญาณ เพื่อที่จะใช้ในการรับรู้ว่ามะเขือเทศที่ทำการวัดสี ได้ทำการวัดสีเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงวงจรที่ใช้ในส่วน SENSOR ตำแหน่งของมะเขือเทศ

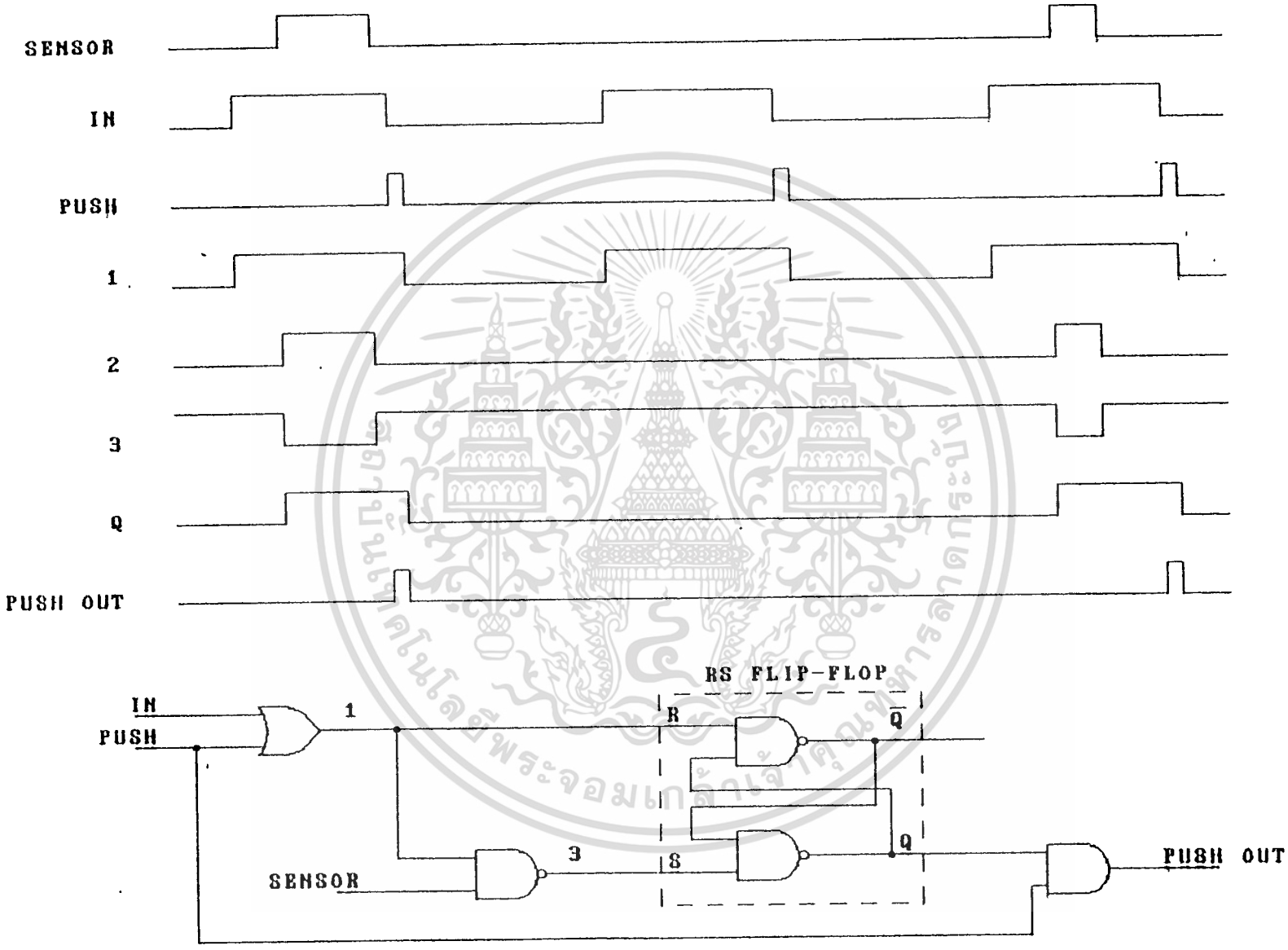
TIMING ของสัญญาณ

จาก TIMING DIAGRAM ของสัญญาณทั้งหมดจะเห็นได้ว่า เมื่อมะเขือเทศผ่านเข้ามาสัญญาณ IN ซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้บอกตำแหน่งของมะเขือเทศจะเป็น HIGH จนกระทั่งมะเขือเทศลูกนั้นได้เคลื่อนออกไป จากตำแหน่งที่ต้องการวัดแล้ว ถ้าหากว่าสีของมะเขือเทศนั้นไม่ได้มาตรฐาน สัญญาณจาก SENSOR ก็จะเป็น HIGH ส่วนลูกที่มีสีได้มาตรฐานก็จะได้สัญญาณจาก SENSOR เป็น LOW

สัญญาณ PUSH หมายถึง สัญญาณที่ตรวจสอบขอบขาลงของสัญญาณ IN ซึ่งความกว้างของสัญญาณ pulse จะมีค่าเท่ากับ R*C (resistance และ capacitance ที่ต่ออยู่ในวงจร MONOSTABLE)

เมื่อนำสัญญาณทั้งสามมาผ่านเกท (Gate) และ RS-FLIPFLOP ตามรูปวงจร จะได้ว่า ถ้าสีของมะเขือเทศนั้นไม่ได้มาตรฐาน ก็จะได้สัญญาณ output (reject) ออกมาเป็นสัญญาณ pulse 1 ลูก ซึ่งความกว้างของ pulse จะเท่ากับความกว้างของสัญญาณ PUSH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แสดง TIMING DIAGRAM ของสัญญาณ

วงจรรวมของระบบ SENSOR สี

วงจรที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงจะเป็นไปตาม รูปที่ 8 จากรูปวงจรจะเห็นได้ว่า ใช้ LDR 2 ตัว จะสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า ซึ่งทำให้ผลการตรวจวัดได้ถูกต้องแม่นยำมากกว่า หลังจากนั้นจะนำค่าโวลเตจจาก LDR ทั้งสองมาทำการเฉลี่ยสัญญาณโดยผ่านวงจร Summing Amp.และวงจร Inverting Amp. นำสัญญาณที่เฉลี่ยได้นี้ไปผ่านวงจร SENSOR ในการใช้งานวงจร SENSOR จะต้องปรับค่า ZERO และ SPAN ซึ่งในการปรับนี้จะกระทำเพื่อให้ ระดับโวลเตจระหว่างการทำงานอยู่ภายในช่วงของ SPAN นี้ เพื่อสะดวกสำหรับวงจร WINDOW COMPARATOR ในการเปรียบเทียบกับค่าของสีมาตรฐาน

การปรับตั้งค่าสีมาตรฐานนี้สามารถทำได้โดย นำมะเขือเทศที่มีสีมาตรฐาน (มีความเข้มของสีแดงน้อยที่สุดเท่าที่จะยอมรับได้) ตามที่ต้องการใส่เข้ามาในเครื่องตรวจวัด หลังจากนั้นทำการปรับค่าของ LOWER ในวงจร WINDOW COMPARATOR ให้ได้ค่าเท่ากับค่าโวลเตจที่อ่านได้จากการวัดในขณะนั้น

หลังจากปรับตั้งค่าสีมาตรฐานเรียบร้อยแล้ว สามารถใช้งานวงจรได้โดยผ่านผลมะเขือเทศเข้ามาในเครื่องตรวจวัด ในขณะที่มีมะเขือเทศผ่าน วงจร SENSOR ก็จะทำการตรวจวัดสี ถ้าสีของมะเขือเทศต่ำกว่ามาตรฐาน ระดับสัญญาณ input ที่เข้ามาในวงจร WINDOW COMPARATOR ก็จะสูงกว่าค่า LOWER ที่ตั้งไว้ ทำให้ได้ output ของวงจร WINDOW COMPARATOR เป็น HIGH (5V.) แต่ถ้าสีของมะเขือเทศได้มาตรฐาน โวลเตจที่วัดได้ก็จะต่ำกว่าค่า LOWER จึงทำให้ได้สัญญาณ output ออกมาเป็น LOW (0V.)

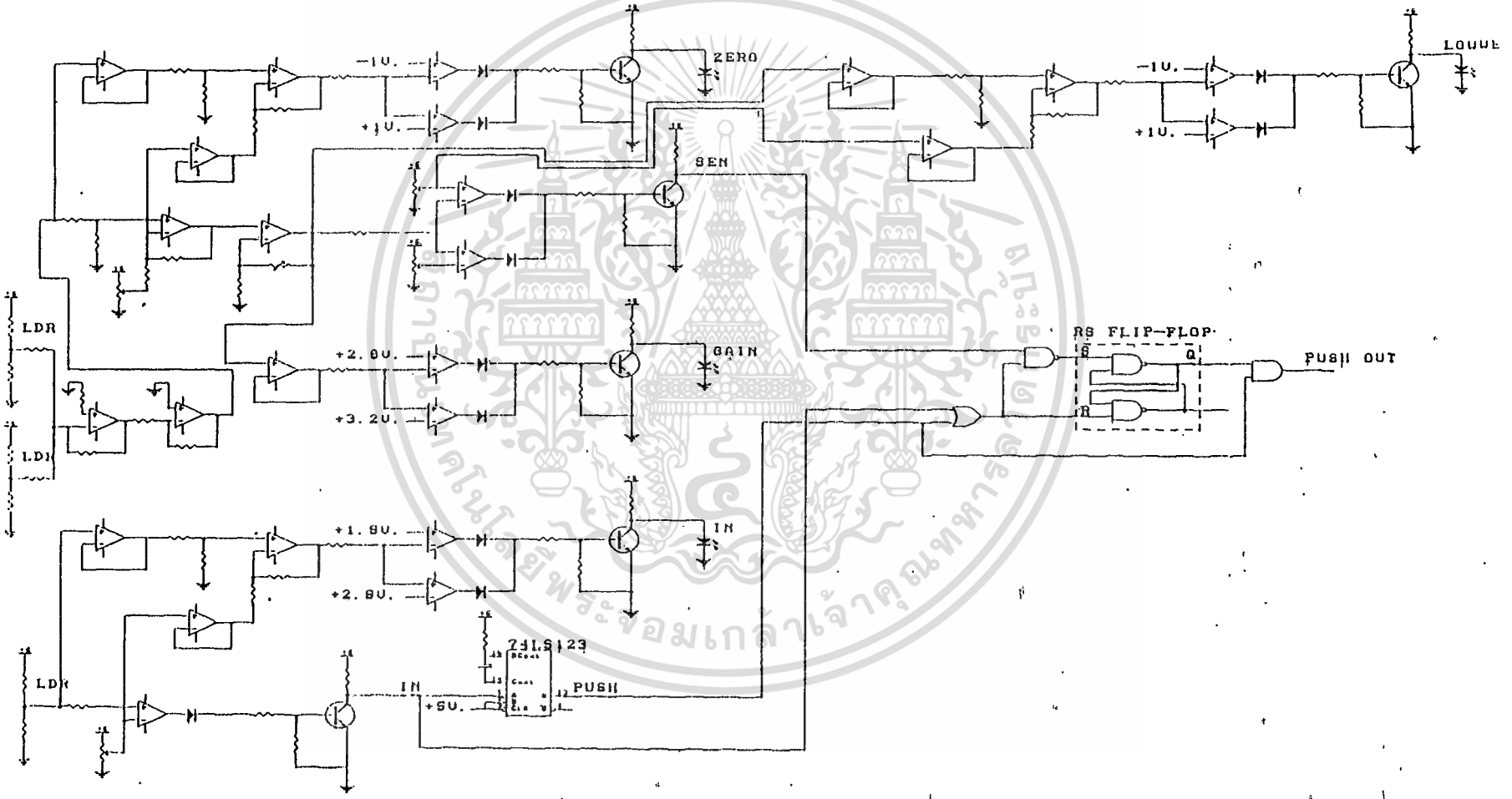
สัญญาณที่ได้จากวงจร SENSOR สีนี้ เราจะนำมาประมวลผลรวมกับสัญญาณที่ได้จาก วงจรตรวจจับตำแหน่งของมะเขือเทศ ซึ่งในการทำงานของวงจรตรวจจับตำแหน่งนี้ ในขณะที่ไม่มีมะเขือเทศผ่านจะต้องทำการปรับค่า โวลเตจอ้างอิงที่ Inverting input ของ Comparator ให้มีค่าสูงกว่าค่าโวลเตจจาก LDR ซึ่งอยู่ที่ Non-inverting input เล็กน้อย ในขณะที่มีมะเขือเทศผ่านเข้ามาจะทำให้ระดับโวลเตจจาก LDR สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

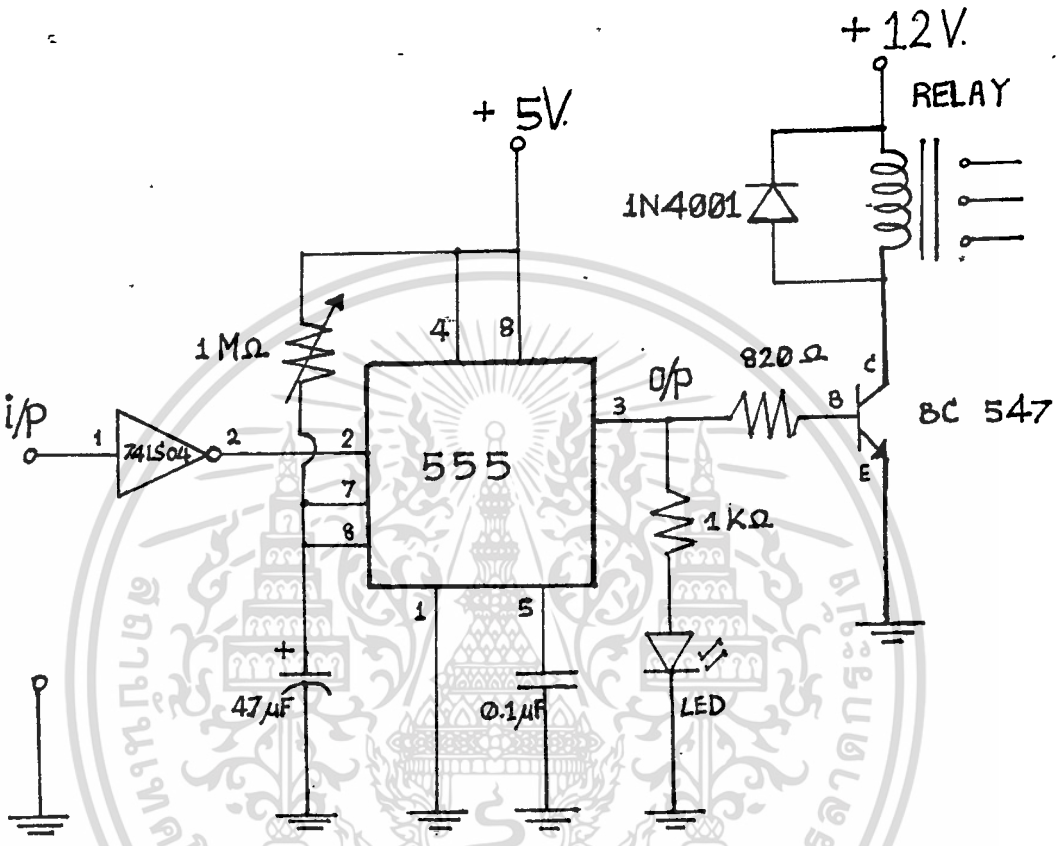
มากกว่าโวลเตจอ้างอิง จึงทำให้ได้ output ของ Comparator เป็น HIGH (5V.) จนกระทั่งมะเขือเทศผ่านไปแล้ว ระดับสัญญาณก็จะกลับมาเป็น LOW จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้นี้ไปผ่านวงจร Monostable (IC 74LS123) เพื่อตรวจจับขอบขาลงของสัญญาณนี้ ดังนั้นเราจะ ได้สัญญาณ pulse ออกมาเมื่อมะเขือเทศผ่านออกมาจากเครื่องตรวจวัดแล้ว

ในการทำงานวงจรที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณก็จะเป็นไปตาม TIMING DIAGRAMที่ได้แสดงมาแล้ว ซึ่งจาก TIMING DIAGRAM แสดงให้เห็นว่าสามารถคัดแยกสีของมะเขือเทศได้ ถ้าสีของมะเขือเทศต่ำกว่ามาตรฐานก็จะให้สัญญาณ pulse ออกมาเมื่อมะเขือเทศผ่านเครื่องตรวจวัดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดงวงจรรวมในการคัดแยก



รูปที่ 9 แสดงวงจรส่วนรับสัญญาณจาก SENSOR วัดสี

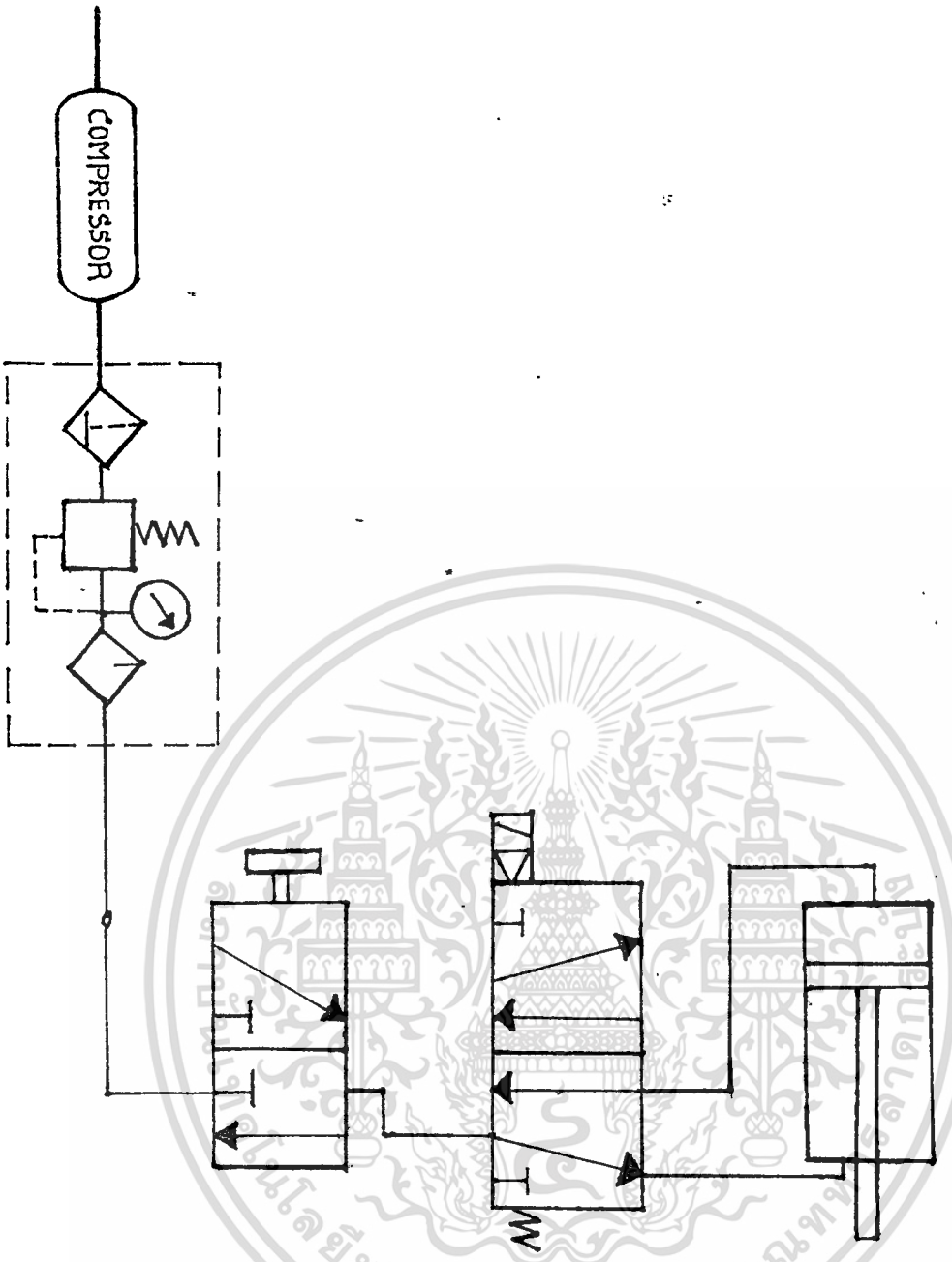
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนิวแมติก

เป็นเวลานานมาแล้วที่มนุษย์รู้จักการนำเอาลมอัดมาใช้งานให้เป็นประโยชน์ โดยที่ใช้แรงดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ ผลออกมาจะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น หลักการนี้ได้มาจากการนำเอาความคิดจากการใช้ไม้ซางสำหรับเป่าลูกดอกเพื่อการล่าสัตว์ และการต่อสู้ป้องกันตัว ปัจจุบันได้พัฒนานำเอาลมอัดมาใช้งานด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมากเช่นเครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องจักรงานไม้ เครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ เครื่องพิมพ์ ฯลฯ สาเหตุที่มีการนำลมอัดมาอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเป็นการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่ายๆ มีความปลอดภัยในการการทำงานสูง เพราะมีอุณภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนั้นระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่น สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะห่างได้ เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย ในปัจจุบันระบบลมอัดที่ได้พัฒนามาใช้งานอุตสาหกรรมจึงได้ผลเป็นอย่างมาก เราเรียกระบบนี้ว่า ระบบนิวแมติก

ระบบนิวแมติกประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ คือ เครื่องอัดลม เครื่องระบายความร้อนลมอัด เครื่องกรองท่อเมน เครื่องทำลมให้แห้ง กรองลม วาล์วลดความดัน อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น อุปกรณ์เก็บเสียง วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม วาล์วบังคับความเร็วกระบอกสูบ ซึ่งมีหลักการทำงาน ดังนี้ เริ่มจากเครื่องอัดลมผลิตลมแล้วปล่อยผ่านอุปกรณ์ต่างๆทั้งหมด และการทำงานสามารถใช้ทั้งสัญญาณไฟฟ้าหรือลมในการบังคับวาล์วเปลี่ยนทิศทางทำงาน ซึ่งมีผลให้กระบอกสูบทำงาน และได้กำลังงานมาใช้ในการทำงานต่างๆที่ต้องการต่อไป ในการทำโครงงานเรื่องเครื่อคัดแยกสีมะเขือเทศนี้ ได้มีการใช้ระบบนิวแมติกในส่วนของการคัดมะเขือเทศที่ไม่ต้องการทิ้ง มีวงจรการทำงาน ดังรูปที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงวงจรนิวแมติกที่ใช้ในการ REJECT มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทำงานของเครื่อง

1.การทำงานของชุดส่งกำลัง

เริ่มจากการป้อนไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อส่งกำลังไปขับเกียร์ทด เกียร์ทดจะส่งกำลังไปยังเพลาขับสายพานลำเลียงทั้ง 2 ชุด โดยใช้เฟืองโซ่เป็นตัวส่งกำลัง

2.การทำงานของชุดป้อนผลิตภัณฑ์

เริ่มจากการใส่มะเขือเทศในรางน้ำ แล้วเปิดมอเตอร์ให้สายพานลำเลียงหมุน โดยที่สายพานลำเลียงจะติดใบตักไว้ เพื่อให้มะเขือเทศลำเลียงขึ้นมาทีละลูก จากนั้นจึงมีสะพานมารองรับมะเขือเทศ ให้เคลื่อนที่ลงไป ในสายพานลำเลียงแนวระดับเข้าสู่เครื่องตรวจวัดสี

3.การทำงานของชุดคัดแยก

ต่อไฟเลี้ยงเข้ากับทุกๆวงจร โดยที่ sensor เป็นอุปกรณ์ที่จะทำการตรวจวัดสีของผลิตภัณฑ์ ถ้าพบสีที่ต้องการคัดออก sensorจะส่งสัญญาณไปยังวงจรรับสัญญาณ ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานของ relay ที่ควบคุมการทำงานของ solinoid valve ในวาล์วปรับทิศทางลม ทำให้กระบอกสูบนิวแมติกดันออกไปผลักมะเขือเทศที่ไม่ต้องการออกไป 1 ครั้ง แล้วกลับด้วยแรงดึงของสปริง

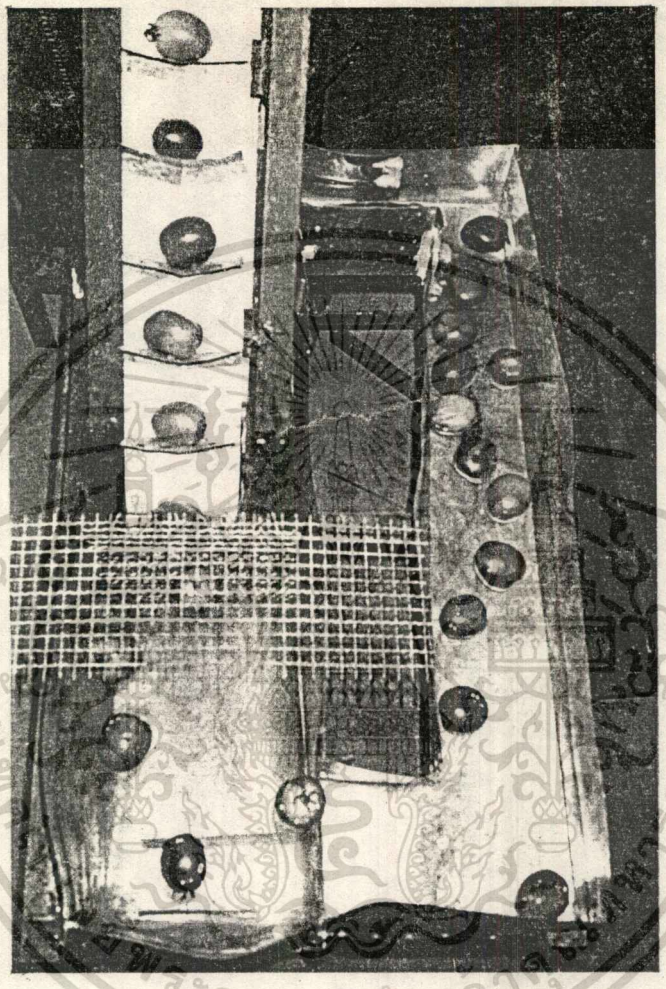
การทดสอบเครื่อง

<u>วิธีการทดลอง</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

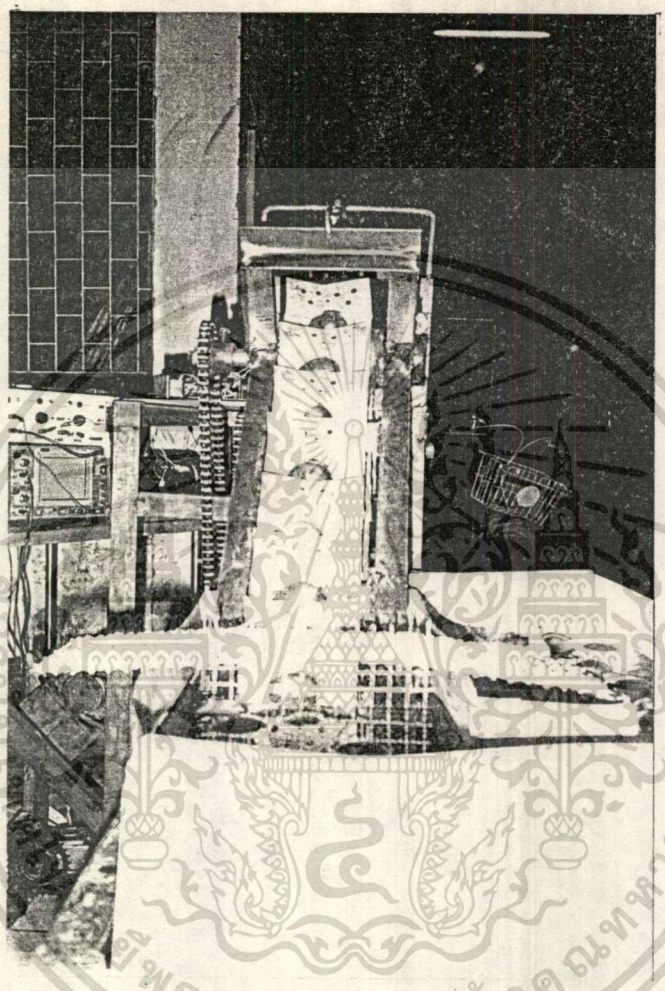
แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1.การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการป้อนมะเขือเทศ



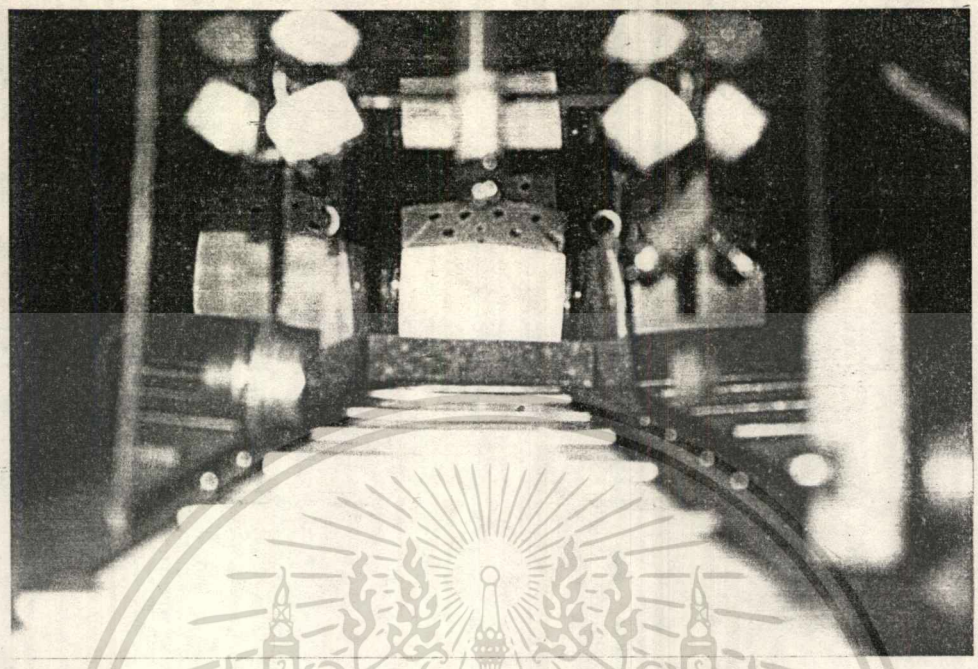
รูปที่ 11 รางน้ำใส่มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

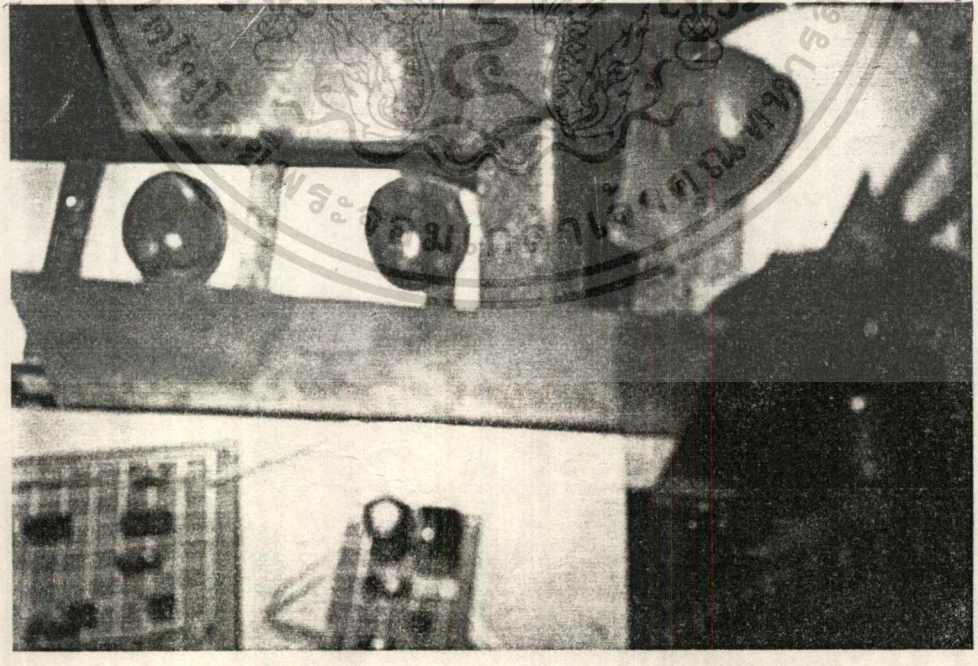


รูปที่ 12 สายพานป้อนลำเลียงมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

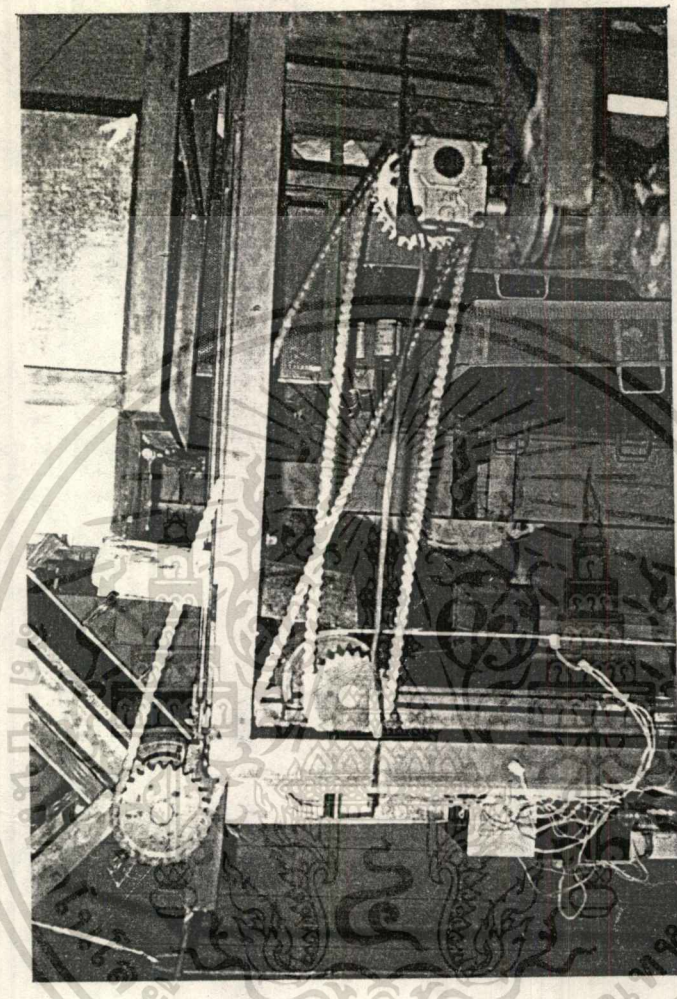


รูปที่ 13 สายพานลำเลียงมะเขือเทศ



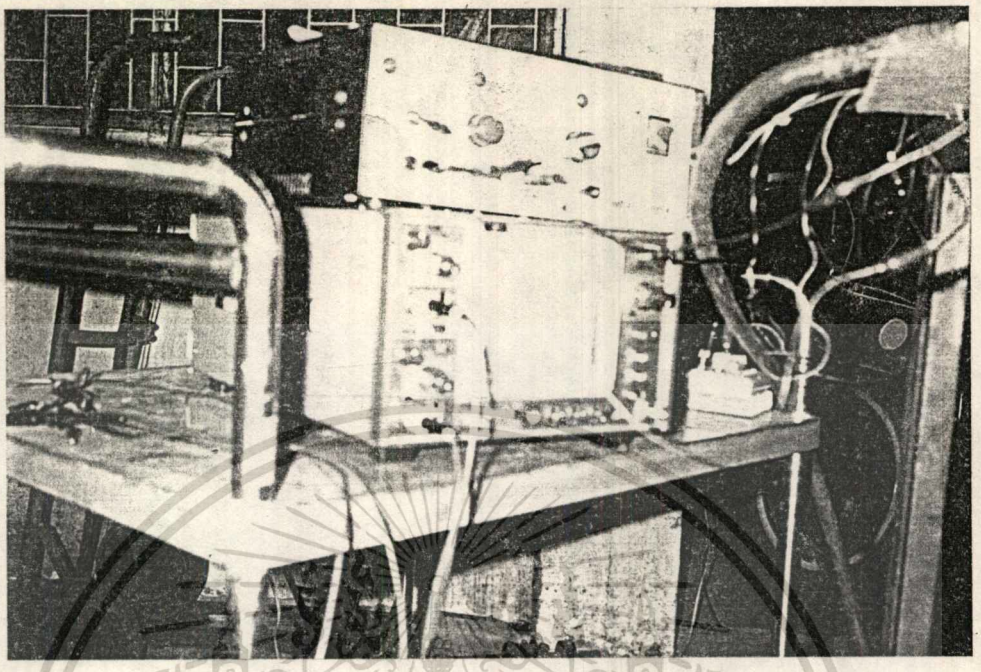
รูปที่ 14 แสดงการลำเลียงมะเขือเทศจากสายพานชุดที่ 1 ไปยังชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

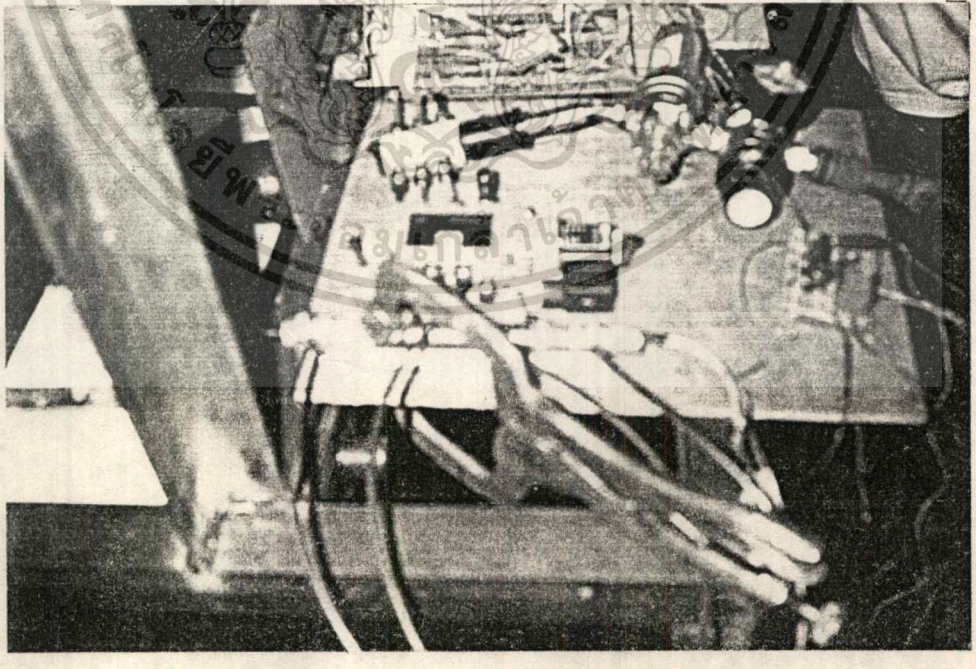


รูปที่ 15 แสดงชุดขับสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

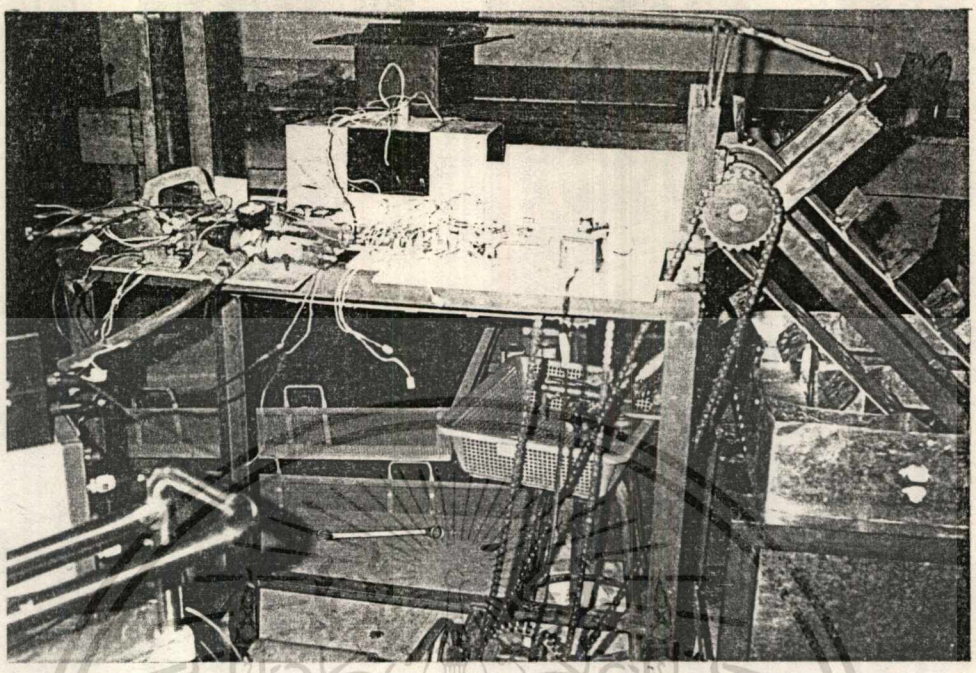


รูปที่ 16 แสดงแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในการทดลอง

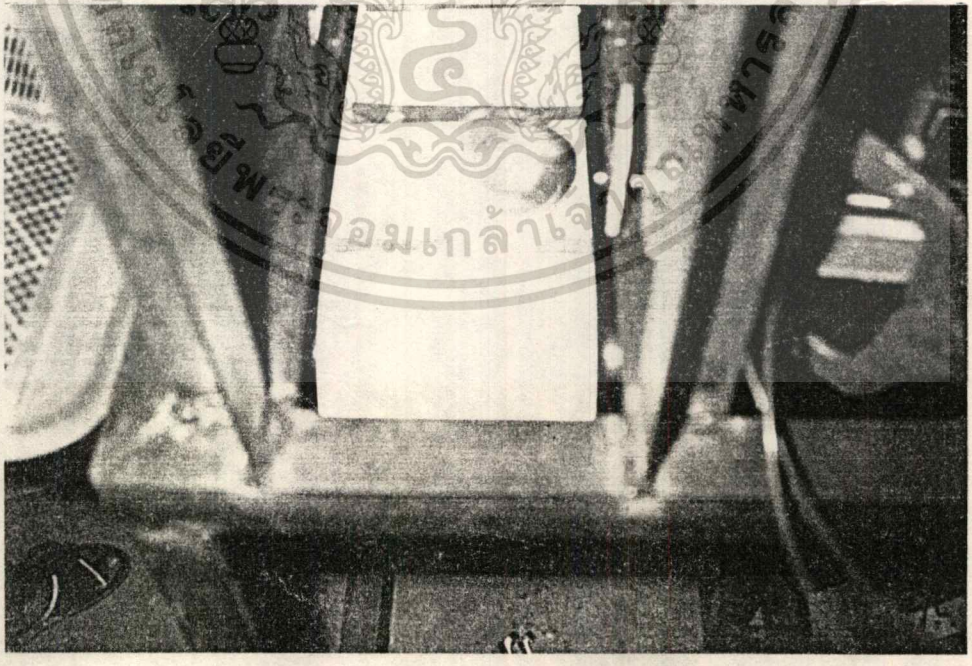


รูปที่ 17 แสดงวงจรนิวแมติกที่ใช้ในในการ Reject มะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 แสดงการต่อวงจรนิวแมติกเข้ากับวงจร sensor สี



รูปที่ 19 แสดงการ Reject มะเขือเทศที่ไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การทดลองหาอัตราการป้อนมะเขือเทศ

3.การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก

<u>การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการป้อนมะเขือเทศ</u>

มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.มะเขือเทศจำนวน 35 ผล

2.ปรับมุมการป้อนมะเขือเทศเป็น 40°

3.ทดลองโดยการเปิดมอเตอร์ นับจำนวนมะเขือเทศที่ Feed ได้และที่ Feed ไม่ได้ จับเวลาตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งมะเขือเทศผลสุดท้ายผ่านสายพานลำเลียงชุดที่ 2 แล้ว

4.เปลี่ยนมุมการป้อนมะเขือเทศเป็น 45°, 50° แล้วทำการทดลองตามข้อ 3

<u>การทดลองหาอัตราการป้อนมะเขือเทศ</u>

มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.ใส่มะเขือเทศลงในรางน้ำโดยให้มีมะเขือเทศเต็มรางตลอดเวลา

2.เปิดเครื่องเพื่อทำการป้อนมะเขือเทศ จับเวลา 2 นาที

3.นับจำนวนมะเขือเทศที่ป้อนได้ทั้งหมด

<u>การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก</u>

ในที่นี้จะคิดประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก จากเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคัดแยกสีของ sensor ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.ใช้ผลมะเขือเทศที่มีสีต่างกันทั้งสีแดงซึ่งเป็นที่ต้องการ และสีเหลือง สีเขียว ซึ่งเป็นสีของมะเขือเทศที่ไม่ต้องการ

2.จัดกลุ่มการทดออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองจะทดลอง 5 ครั้ง โดยจัดกลุ่มการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 1 จำนวนมะเขือเทศ 40 ผล มีอัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัด

ออกและไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:7

กลุ่มที่ 2 จำนวนมะเขือเทศ 40 ผล มีอัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกและไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:4

กลุ่มที่ 3 จำนวนมะเขือเทศ 40 ผล มีอัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกและไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:3

3.ทำการทดลองที่ความเร็วสายพานลำเลียง 20 รอบต่อนาที

การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวอยู่ภายใต้สมมติฐานดังนี้

1.มุมของการ Feed มีผลต่อประสิทธิภาพในการ Feed มะเขือเทศเข้าสู่สายพานลำเลียง

2.อัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกและไม่ต้องการคัดออกมีผลต่อประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1

ตาราง 4.1 ผลจากการทดลองป้อนมะเขือเทศผ่านสายพานลำเลียง

การทดลองครั้งที่	ลักษณะการลำเลียงมะเขือเทศ	มุมของสายพานลำเลียงป้อนมะเขือเทศ		
		40°	45°	50
1	ลำเลียงได้	27	27	27
	ตกสายพาน	6	6	5
	ไม่ขึ้นใบตัก	2	2	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.13	3.12	3.03
2	ลำเลียงได้	24	25	28
	ตกสายพาน	5	5	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	6	5	4
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.16	3.14	3.05
3	ลำเลียงได้	24	24	29
	ตกสายพาน	7	5	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	4	6	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.07	3.08	3.00
4	ลำเลียงได้	25	26	29
	ตกสายพาน	5	5	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	5	4	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.10	3.09	3.01
5	ลำเลียงได้	24	25	27
	ตกสายพาน	6	6	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	5	4	5
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.17	3.13	3.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	ลำเลียงได้	24	25	29
	ตกสายพาน	6	6	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	5	4	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.08	3.06	3.02
7	ลำเลียงได้	26	27	27
	ตกสายพาน	7	5	5
	ไม่ขึ้นใบตัก	2	3	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.14	3.13	3.02
8	ลำเลียงได้	24	24	28
	ตกสายพาน	5	6	5
	ไม่ขึ้นใบตัก	6	5	2
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.13	3.10	3.01
9	ลำเลียงได้	27	24	27
	ตกสายพาน	6	5	4
	ไม่ขึ้นใบตัก	2	6	4
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.07	3.07	3.01
10	ลำเลียงได้	25	26	29
	ตกสายพาน	7	6	3
	ไม่ขึ้นใบตัก	3	3	3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.14	3.11	3.03
ค่าเฉลี่ย	ลำเลียงได้	25	25.3	28
	ตกสายพาน	6	5.5	3.7
	ไม่ขึ้นใบตัก	3.9	4.2	3.3
เวลาที่วัดได้(นาที)		3.12	3.10	3.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ค่าประสิทธิภาพ(%)การลำเลียง ที่มุม 40° , 45° และ 50° เป็น 71.43 , 72.29 และ 80.00 ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ 2

ตาราง 4.2 ผลการทดลองหาจำนวนมะเขือเทศที่ Feedได้ในระยะเวลา 2 นาที

ครั้งที่	จำนวนมะเขือเทศต่อ 2 นาที(ผล)	ครั้งที่	จำนวนมะเขือเทศต่อ 2 นาที(ผล)
1.	32	9.	49
2.	42	10.	48
3.	49	11.	50
4.	49	12.	52
5.	48	13.	51
6.	50	14.	49
7.	53	15.	48
8.	51		

จากผลการทดลองจะได้ว่า

จำนวนมะเขือเทศเฉลี่ยที่ Feed ได้ในระยะเวลา 2 นาที = 48 ผล

ระยะเวลา 2 นาที Feed มะเขือเทศได้ 48 ผล

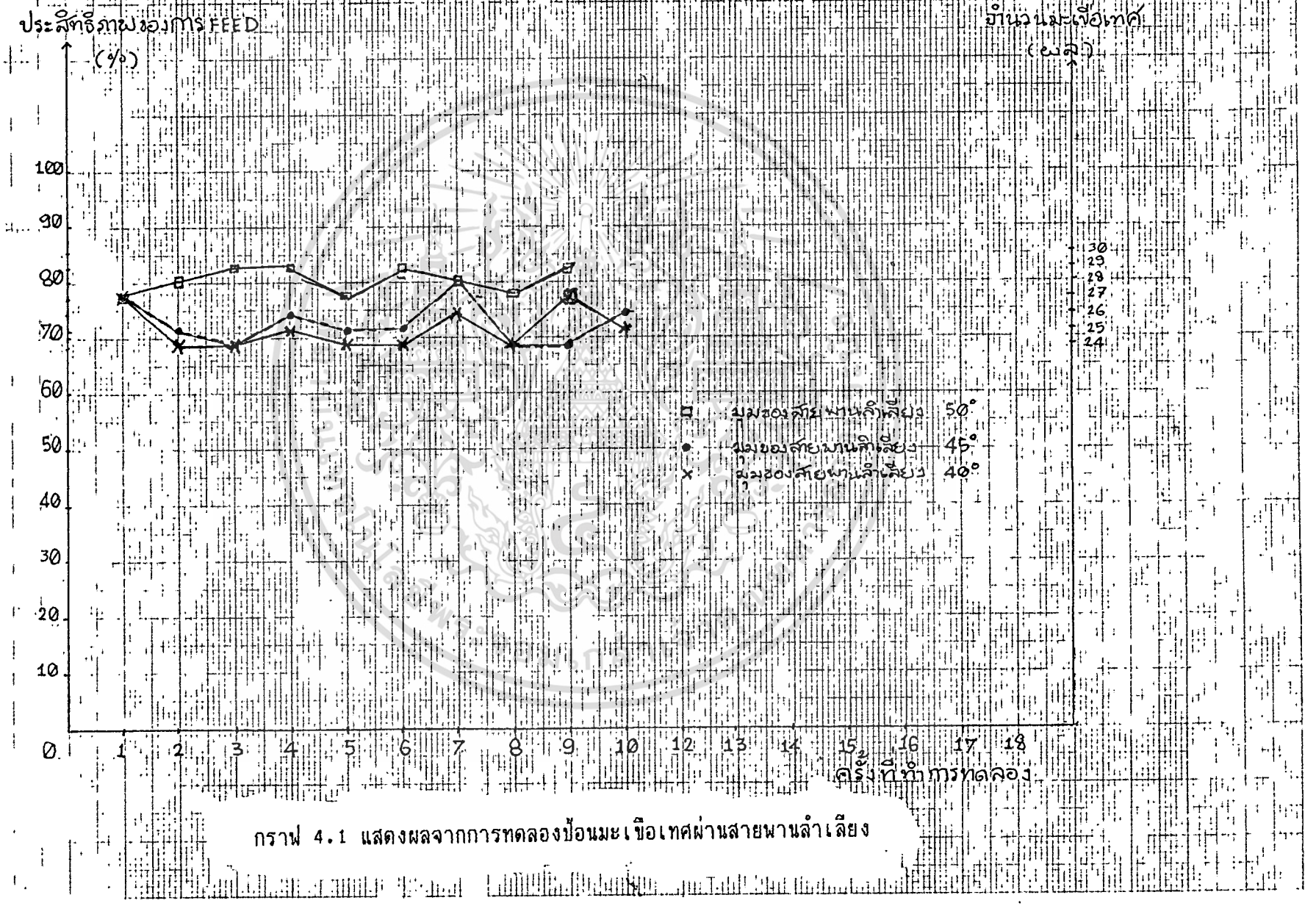
ระยะเวลา 60 นาที Feed มะเขือเทศได้ (48*60)/2 =1440 ผล

จาก มะเขือเทศ 15 ผล มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

มะเขือเทศ 1440 ผล มีน้ำหนัก 1440/15 = 96 กิโลกรัม

ดังนั้น อัตราการ Feed มะเขือเทศ เท่ากับ 96 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟ 4.1 แสดงผลจากการทดลองป้อนมะเขือเทศผ่านสายพานลำเลียง

ผลการทดลองที่ 3

ตาราง 4.3 แสดงจำนวนผลมะเขือเทศซึ่งคัดได้ถูกต้องที่ความเร็วรอบสายพานลำเลียง 20 รอบต่อนาที

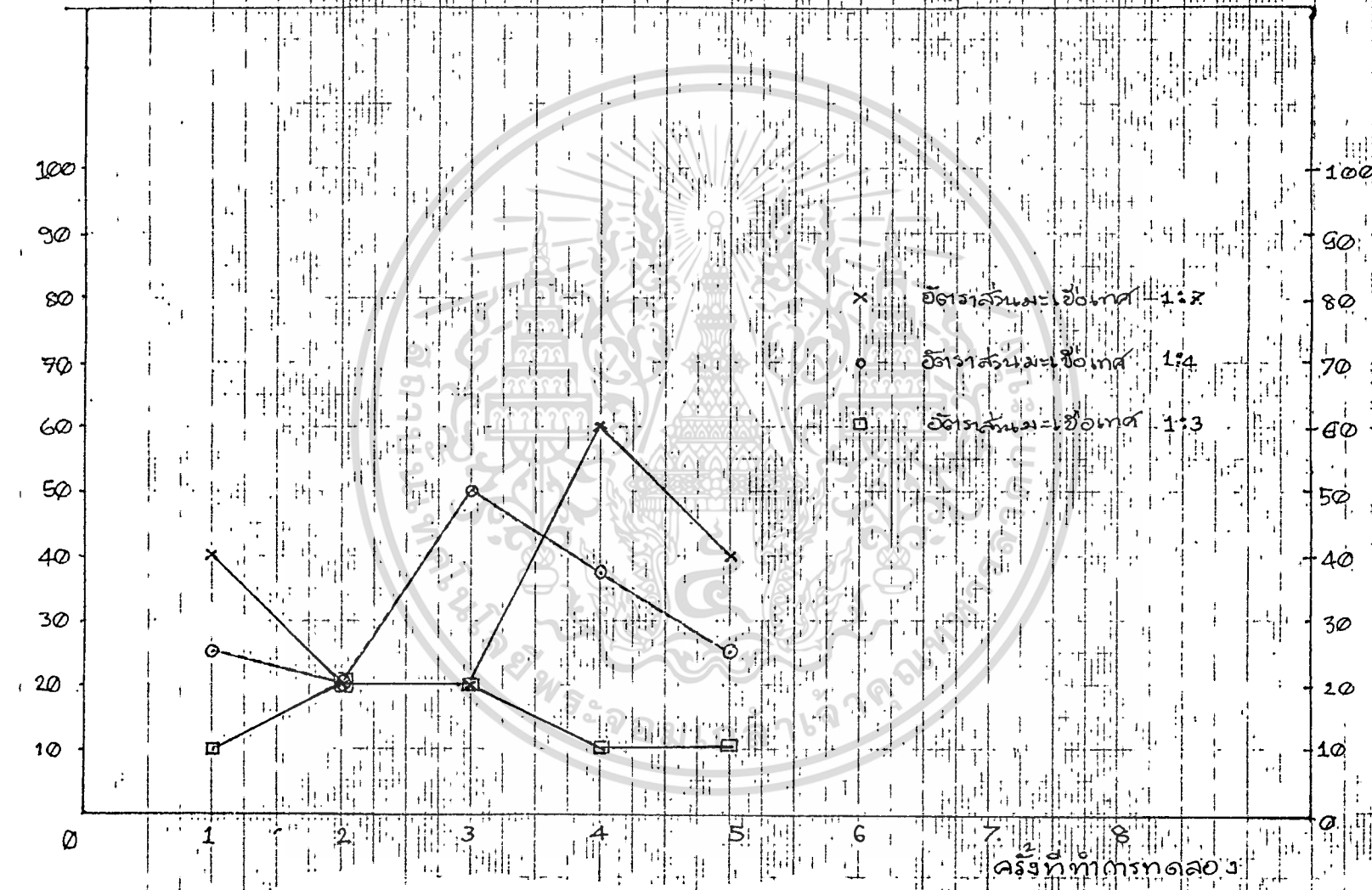
อัตราส่วนของมะเขือเทศที่ ต้องการคัดออก และไม่ต้องการคัดออก	จำนวนมะเขือเทศที่คัดออก (ผล) ครั้งที่ทำการทดลอง				
	1	2	3	4	5
1:7 (คัดออก 5 ผล)	2	1	1	3	2
1:4 (คัดออก 8 ผล)	2	2	4	3	2
1:3 (คัดออก 10 ผล)	1	2	2	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การคัดถูกต้องที่ ความเร็วรอบ สายพานลำเลียง 20 รอบต่อนาที

อัตราส่วนของมะเขือเทศที่ ต้องการคัดออก และไม่ต้องการคัดออก	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ครั้งที่ทำการทดลอง					%เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
1:7	40.0	20.0	20.0	60.0	40.0	36.0
1:4	25.0	20.0	50.0	37.5	25.0	32.5
1:3	10.0	20.0	20.0	10.0	10.0	14.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟ 4.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การคัดที่ถูกต้อง ที่ความเร็วรอบสายพาน 20 rpm

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและบทวิจารณ์

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองตอนที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อหามุมของการ Feed มะเขือเทศ จากโครงสร้างที่ออกแบบสร้างสามารถปรับมุมการ Feed ได้ 3 มุม คือ มุม 40°,45°,50° ภายหลังการทดสอบพบว่า มุม 50° เป็นมุมที่มีการ Feed ได้ดีที่สุด คือ ทำให้มีประสิทธิภาพการ Feed ถึง 80 % ของอัตราการ Feed และพบว่าในการ Feed ของแต่ละมุมใช้เวลาไม่ต่างกันมากนัก ซึ่งอาจสรุปได้ว่าเมื่อมุมเปลี่ยน ระยะเวลาในการ Feedจะค่อนข้างคงที่และ จากตาราง 4.2 พบว่า ความสามารถในการ Feed มะเขือเทศเท่ากับ 96 Kg/hr

จากผลการทดลองตอนที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก ซึ่งคิดจากการที่มีสัญญาณ Reject เมื่อมะเขือเทศมีสีไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งจากการทดสอบพบว่า เครื่องคัดแยกสี (sensor)มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ คือสามารถทำงานได้ดีที่สุด ที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเพียง 36 % เท่านั้นและสามารถคัดแยกมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกต่อมะเขือเทศที่ไม่ต้องการคัดออกเป็น 1:7

วิจารณ์ผลการทดลอง

การสร้างเครื่องคัดแยกสีมะเขือเทศนี้ เมื่อทดสอบแล้วพบว่า ส่วนประกอบของเครื่องที่ทำงานได้ดีคือส่วนของการ Feed มะเขือเทศ คือสามารถ Feed มะเขือเทศได้ถึง 80%ของอัตราการ Feed แต่จากการทดสอบ ได้อัตราการ Feedเพียง 96 kg/hr เพราะว่าในการสร้างเครื่องใช้ความเร็วรอบสายพานลำเลียงเพียง 20rpmซึ่งค่อนข้างต่ำ และ ไม่สามารถปรับความเร็วรอบสายพานลำเลียงได้แต่ถ้าสามารถปรับความเร็วรอบสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พานลำเลียงได้ อัตราการ Feed ก็จะเพิ่มขึ้น จนสามารถใช้เครื่องแทนแรงงานคนได้ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการคัดสี ซึ่งได้นำเครื่องคัดสีมาจากการทำโครงงานของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมีประสิทธิภาพเพียง 36 % ซึ่งต่ำมาก ทำให้มีผลต่อการคัดมะเขือเทศที่ไม่ต้องการออก คือเครื่องจะทำงานได้ดีที่อัตราส่วนของมะเขือเทศที่ต้องการคัดออกต่อมะเขือเทศที่ไม่ต้องการคัดออกเท่ากับ 1:7 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ไม่ใกล้เคียงกับการทำงานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งการคัดแยกจริงในอุตสาหกรรมจะมีอัตราส่วนอยู่ประมาณ 1:4 หรือน้อยกว่านี้ (ชัยศักดิ์,2535)

ปัญหาที่พบในการทำงาน

1.การป้อนมะเขือเทศเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดแรกไม่ค่อยต่อเนื่อง เนื่องจากมีการไหลหมุนเวียนของน้ำในรางน้อย ทำให้มะเขือเทศเคลื่อนที่ช้า

2.ใบตักที่ติดบนสายพานป้อนมะเขือเทศมีความแข็งแรงไม่พอ เมื่อทดลองไปนานๆจะมีการเบี้ยวไม่ได้รูปแบบที่ตั้งไว้

3.การติดใบตักบนสายพาน ติดห่างเกินกว่าขนาดของผลมะเขือเทศทำให้ มีมะเขือเทศขึ้นมากันทั้ง 2 ลูก ในบางครั้ง

4.การลำเลียงมะเขือเทศระหว่างสายพานป้อนมะเขือเทศและสายพานลำเลียงไม่สม่ำเสมอเพราะมีช่องว่าง และได้แก้ปัญหาโดยการติดสะพานปิดช่องว่างทำให้มะเขือเทศเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น แต่บางครั้งก็หล่นเนื่องจากแรงส่งไม่พอ

5.สายพานลำเลียงมีการสลิบมากเนื่องจากมู่เล่ย์ที่ใช้เป็นลายนูน ทำให้ต้องปรับแต่งบ่อยๆระหว่างทดลอง ซึ่งเสียเวลามาก

6.เมื่อนำวงจรส่วนของ sensor และส่วนรับสัญญาณมาต่อกันแล้วมีการทำงานที่ไม่แม็ช(Match)กัน ทำให้มีปัญหาในการนำไปควบคุมระบบนิวแมติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงมีการตัดไฟเร็วเกินไป เมื่อมีการใช้ไฟเกินเล็กน้อยทำให้ทั้ง sensor และนิวแมติกทำงานได้ไม่ต่อเนื่องกัน

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1.ควรทำการทดลองกับมะเขือเทศที่มีขนาดตามที่คำนวณไว้ คือ มะเขือเทศพันธุ์ PETO 502

2.ใบตักควรทำจากวัสดุที่แข็งแรงพอที่จะทนต่อการกระแทกระหว่างทดลอง

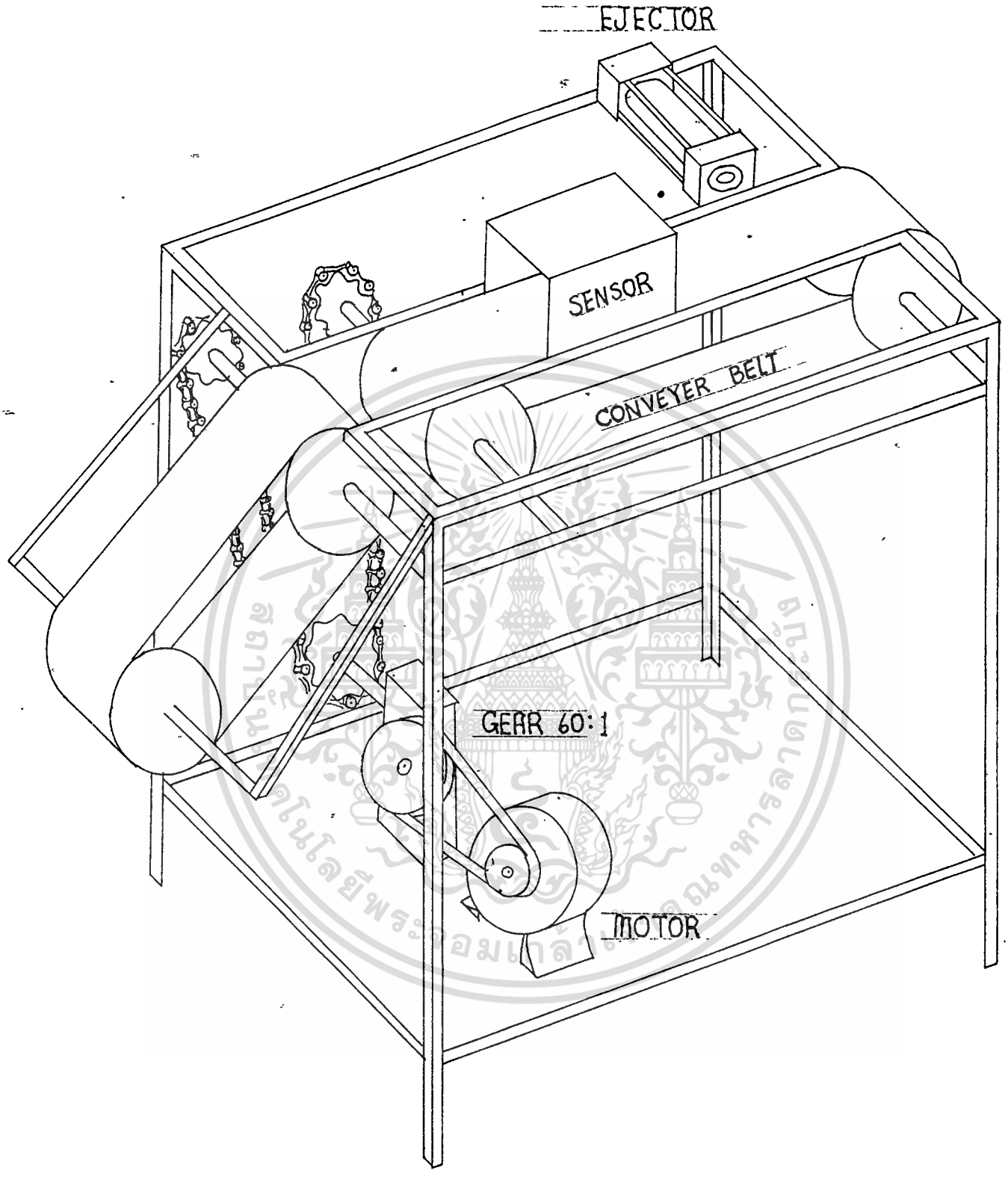
3.ถ้าใช้การ Feed มะเขือเทศแบบนี้ ควรมีปั๊มน้ำด้วยเพื่อเป็นการเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ

4.การทดลองครั้งต่อไปควรทำการทดลองที่ความเร็วสูงขึ้นไปเรื่อยๆเพื่อหาความเร็วที่สูงที่สุดในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

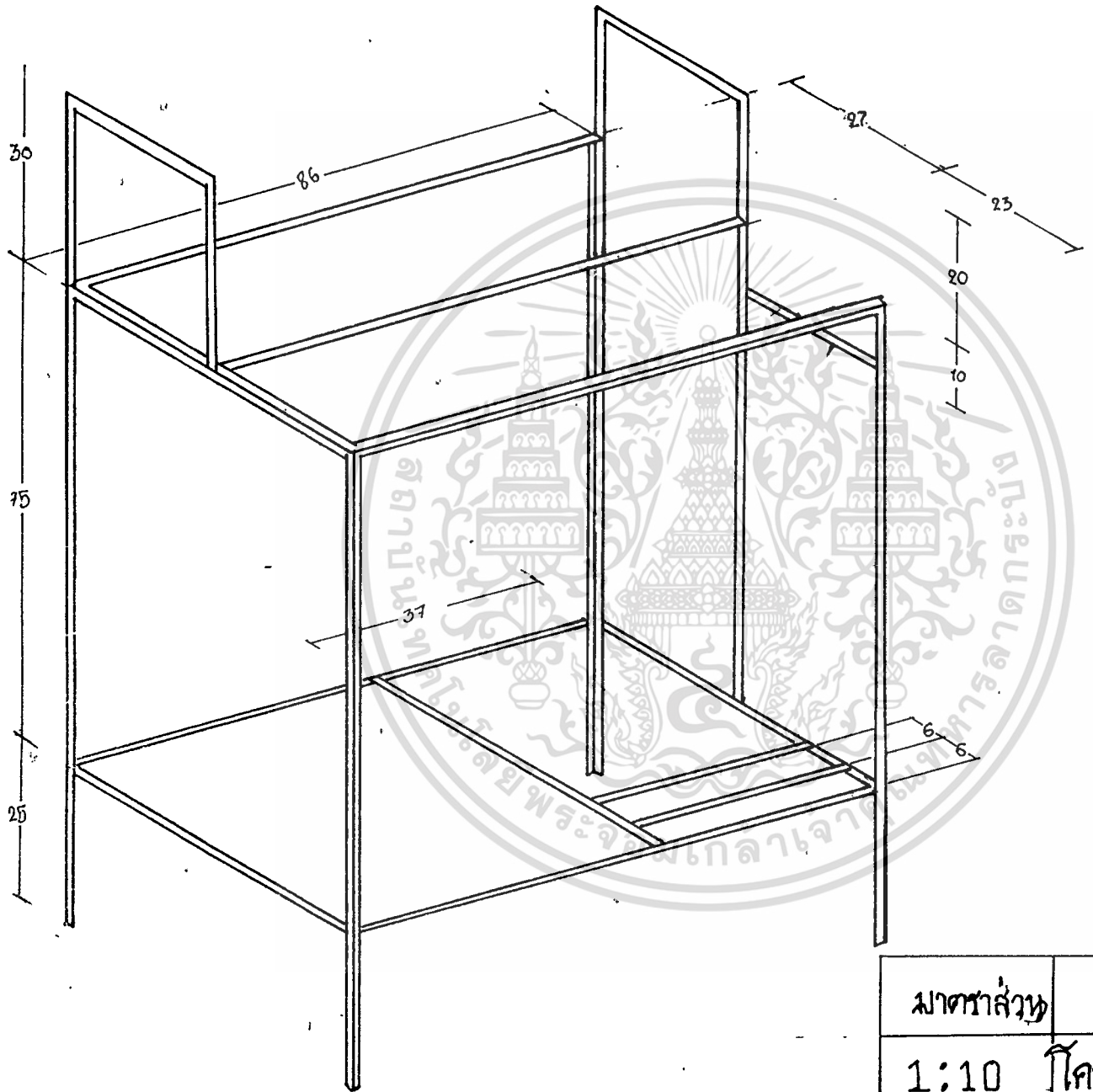
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOMATO COLOR SORTER		
รายประกอบเครื่องคัดแยก	19 เม.ย. 37	1

British Made
GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

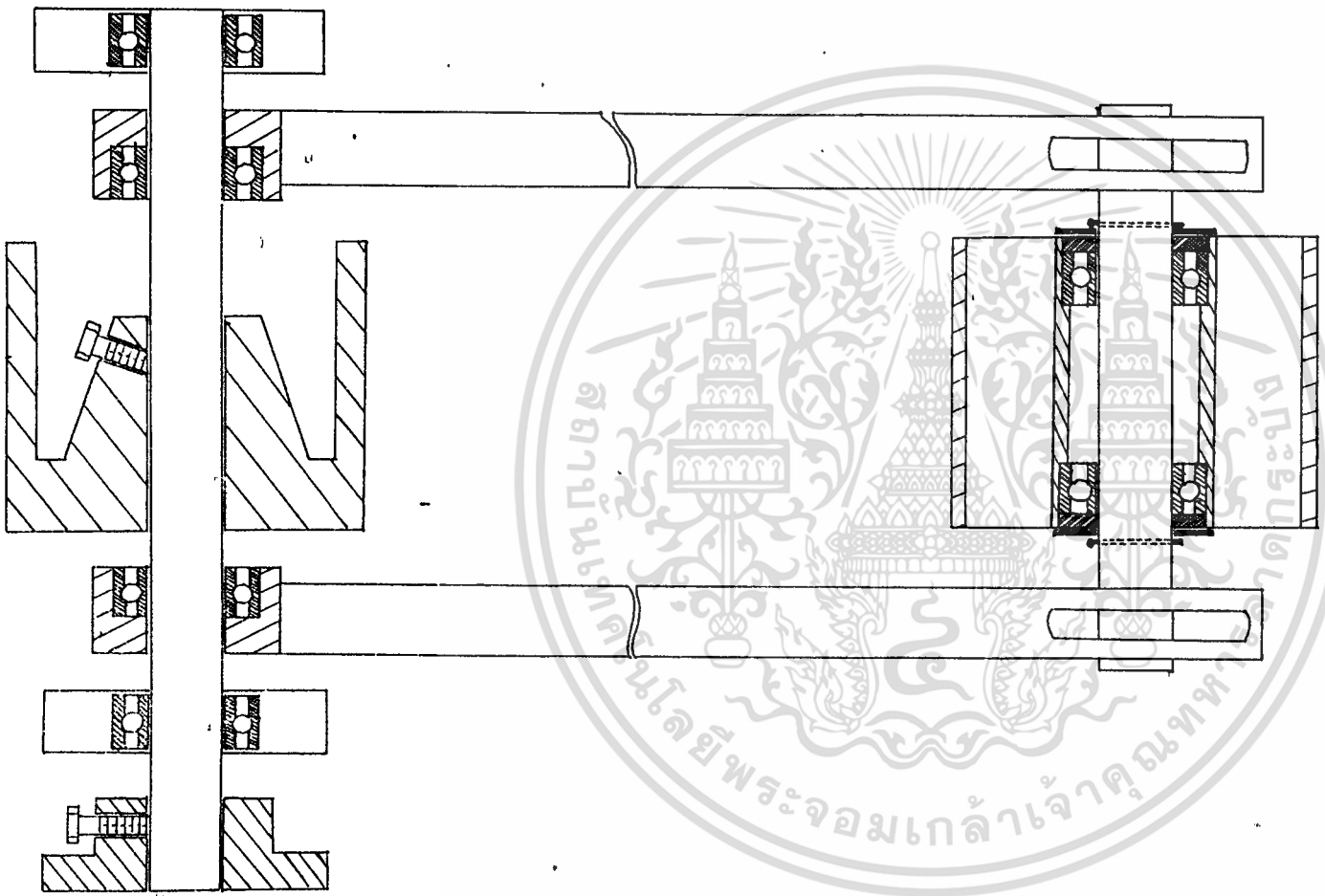


มาตราส่วน	TOMATO COLOR SORTER		
1:10	โครงสร้างเครื่องคัดแยก	19 เม.ย. 37	2

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made

63

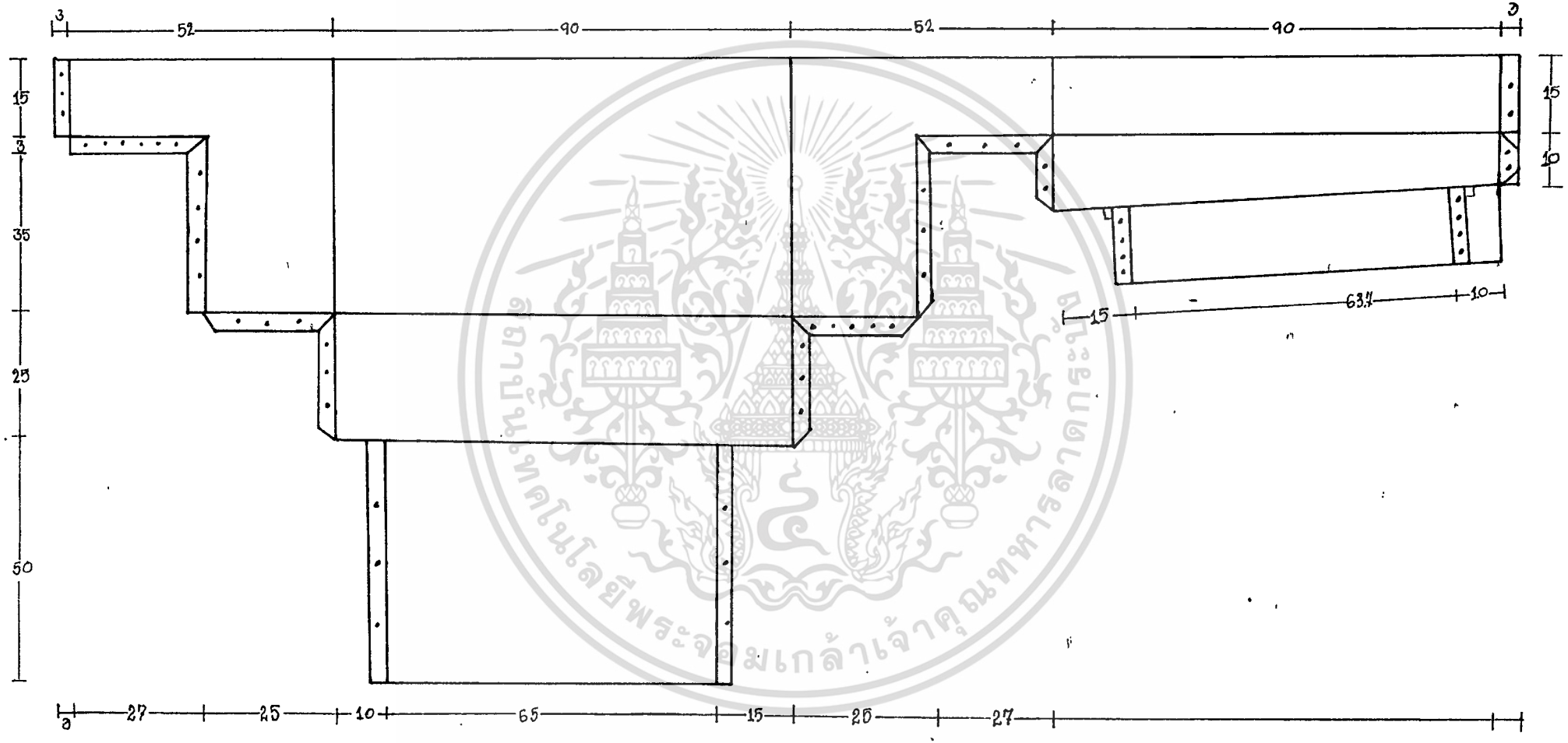


	ส่วนประกอบ	จำนวน
1	พูเล่ย์ 5"×5"	1
2	แบริ่งตุ๊กตา รู 1"	2
3	แบริ่ง รู 1"	4
4	ซีล รู 1"	2
5	ฉิแป๊ะ	2
6	สตีลดรัม ϕ 5"	1
7	สตีลดรัม ϕ 2½"	1

มาตราส่วน	TOMATO COLOR SORTER		
1 : 2.5	แขนสายพานลำเลียง	19 เม.ย. 37	3

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Mic



มาตราส่วน	TOMATO COLOR SORTER		
1 : 11.5	ถังใส่มะเขือเทศ	19 เม.ย. 37	4

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A4

British Made

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จขึ้นมาได้ด้วยความอนุเคราะห์ของหลายๆท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ซึ่งทางผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างมาก

อาจารย์สาทิป รัตนภาสกร

อาจารย์พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

อาจารย์พิชิต กิตตินนท์

ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางปฏิบัติ

นายปรีชา เลาวาณิชกุล นักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิคส์ ปี 4 ที่ให้คำปรึกษาและช่วยในการทำวงจรอิเล็กทรอนิคส์และการทดลอง

เจ้าหน้าที่ประจำอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร ได้แก่ พี่ตุ่ม พี่ไก่ พี่โต้ง พี่อ๊อด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงาน

นายกรกฎ อินทรทัต ,นายประวิทย์ อิ่มพรรุจี นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรม-ระบบควบคุม ปี 4 ที่ได้ให้วงจรที่ใช้ในการวัดสีมะเขือเทศมาติดตั้งกับตัวเครื่อง

นางสาวนารีนาถ รักสุนทร นักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิคส์ ปี 4 ให้เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าตรงมาใช้ในการทดลองพร้อมทั้งกำลังใจและคำปรึกษาที่ดี

ขอขอบคุณเป็นอย่างมากสำหรับกำลังใจที่ดีที่ได้จากเพื่อนๆทุกๆคน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่เป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้กำลังใจและโอกาสในการศึกษาตลอดมา

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กุลยา จันทร์อรุณ,"เคมีอาหาร",2533,ตำรา-เอกสารวิชาการฉบับที่ 35 หน่วยศึกษานิเทศก์,กรมฝึกหัดครู,หน้า 1-23

2. ชวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์,ปานเพชร ชินินทร,"นิวแมติกอุตสาหกรรม",2535, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด

3. ชัยศักดิ์ ประกอบนัน,ธวัชชัย นาวาล้ำเลิศ,"เครื่องคัดแยกผลิตภัณฑ์เกษตรด้วยลำแสง", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร,คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-ทหาร ลาดกระบัง,2534

4. ชาญ ถนัดงาน,วริทธิ์ อึ้งภากรณ์,"การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2",2533, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด,หน้า 251-304,309-340

5. ดรุณี ธนะนันท์กูล,"วารสารส่งเสริมการเกษตร",2519,ปีที่ 9,ฉบับที่ 6, สิงหาคม-กันยายน

6. ถาวร โกวิทยากร,"การประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 6", จังหวัดนครศรีธรรมราช,13-17 มกราคม,2529

7. ธนาคารกสิกรไทย,"ผักและผลิตภัณฑ์",2531,ฉบับที่ 1,หน้า 33-101

8. ณรงค์ ตันชีวะวงศ์,"รวมวงจรนิวแมติก",สถาบันพัฒนาอุสาหกรรมเครื่องจักรกล และโลหะการ,กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม,กระทรวงอุตสาหกรรม

9. วิชัย หฤทัยธนาสันต์,ผศ,"การประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 6", จังหวัดนครศรีธรรมราช,13-17 มกราคม,2529

10. วนิดา มุคตารี,"สารคดีอุตสาหกรรม",2532,ศูนย์บริการข้อมูลอุสาหกรรมชนบท, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

11. สาธิน มณีพันธุ์,"อุสาหกรรมข้าวโพดฝักอ่อนและมะเขือเทศ",การสัมมนาเทคโนโลยี เพื่อการส่งออกสินค้าอุตสากรรมเกษตรและประมง,ชลบุรี,18-20กันยายน,2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. สมาคมมาตรฐานอุตสาหกรรม,"มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปี 2532",
บริษัท คอสมิคเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด

13. สมภพ ฐิตะวสันต์,"วารสารเกษตรพระจอมเกล้า",ปีที่ 2,ฉบับที่ 2,
พฤษภาคม-สิงหาคม,2527

14.Phd,F.S. Franics,1975.Food Colorimetry:Theory and Applications.
Fm. Clydesdale.

15. Heron,J.R. and G.L.Zachariah,1974.Automatic sorting of
processing tomatoes.TRANSACTIONS of the ASAE 17(5):987-992.

16. R.D.King.Development in Food Analysis Techique-2.

17. Von Beckmann,J.W. and N.R.Bulley,1978.Electronic size and
color grader for tomatoes.TRANSACTIONS of the ASAE 21(1):25-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้