สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาต้นแบบเครื่องปักครอสติส

PHOTOTYPE CROSS STITCH MACHINE DEVELOPMENT

T046480

โดย

นายไกรมน มณีศิลป์

นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี

นายอภิชิต ประดับผล

ปก.
ก14 5ก
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 46480
วัน, เดือน, ปี..... 2 เม.ย. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาต้นแบบเครื่องปักครอสติส	
ชื่อนักศึกษา	นายไกรมน มณีศิลป์	เลขประจำตัว 43015803
	นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี	เลขประจำตัว 43015853
	นายอภิชิต ประดับผล	เลขประจำตัว 43015854
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา	
	อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม	
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม	
ปี การศึกษา	2544	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาต้นแบบเครื่องปักครอสติส	
ชื่อนักศึกษา	นายไกรมน มณีศิลป์	เลขประจำตัว 43015803
	นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี	เลขประจำตัว 43015853
	นายอภิชิต ประดับผล	เลขประจำตัว 43015854
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา	
	อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม	
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม	
ปี การศึกษา	2544	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสากรรมศาสตรบัณฑิต

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา)

.....

(อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาต้นแบบเครื่องปักครอสติส

ชื่อนักศึกษา นายไกรมน มณีศิลป์ รหัสประจำตัว 43015803

นายอนุรักษ์ จันทร์ศรี รหัสประจำตัว 43015853

นายอภิชิต ประดับผล รหัสประจำตัว 43015854

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา

อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

ปี การศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ในการปักผ้าครอสติส ที่มีขนาดของภาพค่อนข้างใหญ่ จะเสียเวลานานในการปัก เนื่องด้วยตำแหน่งในการปักแต่ละจุด ค่อนข้างละเอียดและมีจำนวนจุดมาก การทำด้วยมือไม่สามารถที่จะทำอย่างต่อเนื่องได้เพราะข้อจำกัดของร่างกาย จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องปักผ้าครอสติส ขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการปัก แทนการทำด้วยมือ โครงงาน เครื่องปักผ้าครอสติส นี้ เป็นโครงงานสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องปักผ้าครอสติส เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการสร้าง และพัฒนาเครื่องปักผ้าครอสติส ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Phototype Cross Stitch Machine Development		
Student	Mr. Krimon	Maneesilp	No. 43015803
	Mr. Anurak	Jansri	No. 43015853
	Mr. Apichit	Pradabphon	No. 43015854
Adviser	Assist. Prof. Dr. Pitikhate		Sooraksa
	Mr.Boonchana	Purahong	
Academic Year	2001		

ABSTRACT

The Big size Cross Stitch is a work which very take time. Because It have many position for stitch. It complicate work for make by hand which have the human error. The Cross Stitch Machine will be developed for solve this problem. This project is study in probability for developed. The Cross Stitch Machine and make the pototype for developed in production line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

กลุ่มผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณ ผศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา และ อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ ที่ให้คำปรึกษา และแนวความคิดสำหรับการทำโครงงาน เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณภาคเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้โอกาสกลุ่มผู้จัดทำ ได้ทำโครงงานนี้ ตลอดจนให้การสนับสนุนเรื่องค่าใช้จ่ายและสถานที่ในการจัดทำโครงงานนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ ที่ให้กำลังใจ กำลังกาย และ กำลังทรัพย์ ในการเรียนตลอดมา ส่งผลให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขออุทิศคุณประโยชน์จากความรู้ทั้งหมดในโครงงานนี้ ให้แด่ท่าน

นักศึกษาผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 แนวความคิดที่ใช้ในโครงงาน.....1

1.4 ขอบเขตโครงงาน.....1

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน.....1

บทที่ 2 ทฤษฎีและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ผ้าครอสติสและหลักการปักด้วยมือ.....3

2.2 ทฤษฎีแสงและสี.....4

2.2.1 ความเข้มของแสง.....4

2.2.2 ธรรมชาติของแสงสี.....5

2.2.3 การมองเห็นแสงของตามนุษย์.....10

2.2.4 การกำหนดแสงสีในคอมพิวเตอร์.....12

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการอ้างอิงการทำสายคอนเนคเตอร์.....14

2.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนาน.....15

2.5 รายละเอียดและหลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์.....15

2.5.1 ลักษณะของสเต็ปมอเตอร์.....17

2.5.2 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปมอเตอร์.....17

2.5.3 รายละเอียดเกี่ยวกับการควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์.....19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.6 การอินเตอร์รัปต์ของ MCS 8051 22
2.6.1 แหล1งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ของ 8051..... 22

บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและการพัฒนาโปรแกรม.....25
3.1 การเทียบสีไหม.....25
3.2 ลักษณะงานของโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง..... 26
3.2.1 ลักษณะงานที่ 1..... 26
3.2.2 ลักษณะงานที่ 2.....26
3.3 รูปแบบข้อมูลที่ถูกต้องในเอกสาร.....27
3.3.1 รูปแบบข้อมูลที่ผิดที่สามารถตรวจสอบได้.....27
3.4 ลักษณะการทำงานในงานที่ 1..... 29
3.4.1 ผลการทำงานของงานที่ 1.....30
3.4.2 เมื่อมีการผิดพลาดของข้อมูลในเอกสารตำแหน่งบิต..... 31
3.4.3 Data Error3.....32
3.4.4 Data Error4.....33
3.4.5 Data Error5.....33
3.4.6 Data Error6.....34
3.4.7 Data Error7.....35
3.5 ลักษณะในการทำงานที่ 2..... 35
3.6 ลักษณะการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานหัวปัก.....38
3.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์.....40
3.7.1 ตัวโครงปัก.....40
3.7.2 ส่วนเคลื่อนที่.....41
3.7.3 ส่วนของเฟรม.....42
3.7.4 ส่วนหัวปักผ้า..... 42

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... 43
4.1 การทดสอบโปรแกรมหาตำแหน่งบนผ้า(โปรแกรมสร้างเอกสารตำแหน่งจุด)และ
โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.2 การทดสอบโปรแกรมหาจำนวนสเต็ปทั้งหมดของแกน X และแกน Y ตามระยะทางที่กำหนดขึ้นเอง..... 50
4.3 การทดลองวงจรขับมอเตอร์ทางด้านแกน X และแกน Y โดยรับค่าตำแหน่งมาจากโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง.....53

บทที่ 5 สรุปโครงงาน ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....55
5.1 สรุปโครงงาน..... 55
5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน..... 55
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 55

บรรณานุกรม.....57

ภาคผนวก
ก. ตัวอย่างสีไหมครอสติส
ข. รูปถ่ายส่วนต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์
ค. รหัสโปรแกรมส่วนควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 แสดงค่า Dynamic Range และค่า n ของ Display Media ชนิดต่าง ๆ.....5

2-2 แสดงสัญญาณทั้งหมดที่อยู่บนพอร์ตขนาน.....14

2-3 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน.....15

2-4 การกระตุ้นขดลวดแบบเวฟ.....20

2-5 การกระตุ้นขดลวดแบบ 2 เฟส.....20

2-6 การกระตุ้นขดลวดแบบครึ่งเฟส.....21

4-1 ผลที่ได้จากการ Run โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ครั้งที่ 1..47

4-2 ผลที่ได้จากการ Run โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ครั้งที่ 2..49

4-3 แสดงผลการวัดจำนวน Step ที่ระยะต่าง ๆ..... 52

4-4 แสดงการป้อนอินพุตจำนวน 4 บิทและเอาท์พุตที่วัดได้.....53

4-5 แสดงถึงการสังเกตอุณหภูมิของมอเตอร์.....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2-1 ลักษณะผ้าครอสติส....3

2-2 Spectrum ของคลื่นแสงที่ตาคนมองเห็น....5

2-3 แสดงความสัมพันธ์ค่าต่าง ๆ ในทางแสงสี....7

2-4 แสดงถึง Spectrum ของคลื่นแสงจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน....7

2-5 แสดงถึง Spectrum ของสีแต่ละสีที่ตามนุษย์มองเห็น....8

2-6 แผนผังสีแบบ CIE Chromaticity Diagram....9

2-7 โครงสร้างของตามนุษย์....10

2-8 เซลล์ประสาท รอดและโคน ภายในดวงตาของมนุษย์....10

2-9 Spectrum การตอบสนองของเซลล์ประสาทตาชนิดต่าง ๆ....11

2-10 อธิบาย Spectrum ที่สมองรับรู้จากสภาพแสงและการสะท้อนของวัตถุ....11

2-11 การแยกแสงสีในงานคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยหลักการ ColorCube....12

2-12 แสดงระยะห่างทาง Vector ของสีและระดับความเข้มของแต่ละสี....13

2-13 โครงสร้างภายในสเต็ปมอเตอร์....16

2-14 ภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์....16

2-15 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น....18

2-16 มอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น....18

2-17 สเต็ปมอเตอร์แบบไปโพลาร์....19

3-1 แสดงการหาค่าความแตกต่างของสีไหม....25

3-2 ลักษณะงานของโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง....26

3-3 แสดงรูปแบบข้อมูลที่ถูกต้องในเอกสาร....27

3-4 แสดงรูปแบบข้อมูลที่ผิดที่สามารถตรวจสอบได้....27

3-5 แสดงข้อมูลที่ผิดในแต่ละคู่อันดับ X และ Y....28

3-6 แสดงการตรวจสอบข้อมูลผิดพลาด....28

3-7 แสดงความผิดพลาดที่ค่าในข้อมูลคู่ลำดับ X – Y ซ้ำกัน....29

3-8 แสดงตำแหนงบิทและตำแหน่งจุด....29

3-9 แสดงถึงตำแหน่งจุด....30

3-10 แสดงถึงข้อมูลที่ไม่มีความผิดพลาด....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

3-11 แสดงการผิดพลาดของข้อมูลในตำแหน่งบิท..... 31
3-12 แสดงการผิดพลาดของข้อมูลในตำแหนงบิท.....32
3-13 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท.....32
3-14 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท.....33
3-15 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท.....33
3-16 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท.....34
3-17 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท.....35
3-18 การเชื่อมต่อข้อมูลแบบขนาน.....36
3-19 การเชื่อมต่อด้านเครื่องปัก.....37
3-20 บล็อคไดอะแกรมของหัวปัก.....38
3-21 ลักษณะการปักจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 3.....38
3-22 ลักษณะการปักจากจุดที่ 3 ไปยังจุดที่ 2.....39
3-23 ลักษณะการปักจากจุดที่ 2 ไปยังจุดที่ 4.....39
3-24 แสดงลักษณะโครงสร้างของเครื่องปัก.....40
3-25 แสดงถึงการยึดขาตั้งกับตัวโครง.....41
3-26 เฟรมและลักษณะการขึงผ้า.....42
4-1 การสร้างเอกสารตำแหน่งบิทโดยใช้โปรแกรม Notepad.....44
4-2 แสดงการเรียกใช้โปรแกรมหาตำแหน่งจุด.....44
4-3 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 1.....45
4-4 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 2.....45
4-5 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 3.....46
4-6 แสดงการต่อสัญญาณจากพอร์ตขนานจากคอมพิวเตอร์ไปยังวงจรขับมอเตอร์.....50
4-7 แสดงการเรียกใช้โปรแกรมหาจำนวนสเต็ปทั้งหมดของแกน X และ Y.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในการปักผ้าครอสติส (Cross Stitch) ที่มีขนาดของภาพค่อนข้างใหญ่ จะเสียเวลานานในการปักเนื่องด้วยตำแหน่งในการปักแต่ละจุดค่อนข้างละเอียดและมีจำนวนจุดมาก การทำด้วยมือไม่สามารถที่จะทำอย่างต่อเนื่องได้เพราะข้อจำกัดของร่างกาย ด้วยเหตุนี้เครื่องปักผ้าครอสติสจึงถูกสร้าง ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการปักแทนการทำด้วยมือ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างต้นแบบ เครื่องปักผ้าแบบครอสติส ควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้สามารถทำการปัก เลียนแบบการปักด้วยมือ

1.3 แนวความคิดที่ใช้ในโครงงาน

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลภาพ ผลที่ได้จากการประมวลคือ ตำแหน่งจุดต่าง ๆ ของภาพ และรหัสสีของจุด ๆ นั้น โดยค่าตำแหน่งที่ได้จากการประมวลผลจะเป็นค่าที่เป็นลักษณะของค่าในแนวแกนตั้ง (Y) และแนวแกนนอน (X) ซึ่งค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าที่ชี้ตำแหน่งการปักให้กับเครื่องปัก ส่วนรหัสสีจะเป็นตัวบอกถึงสีของด้ายที่ใช้ปักในตำแหน่งจุดนั้น ๆ

1.4 ขอบเขตโครงงาน

สามารถเคลื่อนตำแหน่งของหัวจักรไปยังจุดที่รับมาจากการประมวลผลของโปรแกรม และหัวปักสามารถทำการปัก ณ. ตำแหน่งที่รับค่ามาในลักษณะทแยงมุมตามลักษณะการปักแบบ ครอสติส

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

- ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงงาน
- ออกแบบและทดสอบการขับเคลื่อนของตัวเครื่องปัก
- ทดสอบทฤษฎีการเทียบสี (Software)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

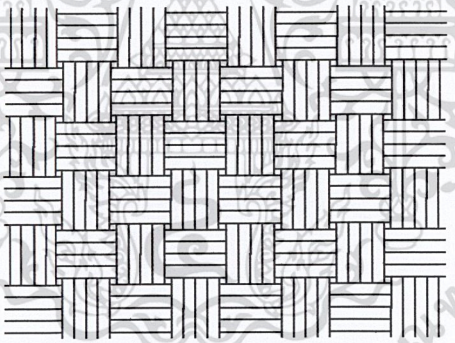
- ทดสอบโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง
- ทดสอบการทำงานร่วมกันของโปรแกรมกับตัวเครื่องปัก
- ทดสอบการใช้งานจริงและสรุปผลการทำงาน
- เขียนปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผ้าครอสติส และหลักการปักด้วยมือ

ผ้าครอสติส เป็นผ้าที่ทอพิเศษ มีลักษณะการทอเป็นตารางขัดกัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำไหมสี ที่ต้องการมาปักไขว้ ให้เกิดเป็นลวดลายตามต้องการ ปกติเมื่อจะทำการปัก ผู้ปักจะต้องมีแบบรหัสสี ของภาพที่ต้องการปักก่อน ซึ่งแบบรหัสสีนี้จะบอกผู้ปักว่า ที่ตารางผ้าจุดใด จะต้องปักด้วยไหมสีอะไร ของบริษัทใด สีของได้นี้ จะบอกเป็นค่ารหัสสี โดยแต่ละบริษัทจะมีรหัสของตัวเอง ไม่มีมาตรฐานร่วมกันระหว่างบริษัท อีกทั้ง บางบริษัทยังมีไหมสีหลายกลุ่มรหัส ดังนั้น แบบรหัสสีจึงต้องแจ้งให้ผู้ปักทราบด้วยว่า เป็นรหัสของบริษัทใด และกลุ่มรหัสใด จากนั้นผู้ปักก็จะทำการปักตามแบบสีนั้นๆ



รูปที่ 2-1 ลักษณะผ้าครอสติส

แม้ในปัจจุบันนี้ ได้มีผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างแบบรหัสของภาพครอสติสได้เป็นผลสำเร็จแล้ว แต่เนื่องจาก เป็นการยากที่เครื่องปักครอสติสจะสามารถแปลงค่าของแบบรหัสสีออกมาเพื่อทำงานปักตาม ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรม เพื่อแยกรหัสสี จากภาพสีที่ต้องการปัก ให้เป็นรหัสข้อมูลที่เครื่องปักฯ สามารถเข้าใจได้ โดยระบบจะใช้รหัสสีไหมของ DMC กลุ่มรหัสสี article 117 ในการปัก

ในการเกิดภาพต่างๆนั้น เกิดจากจุดสีที่แตกต่างกันนำมาเรียงกันในลักษณะตาราง เมื่อเราพิจารณาจากจุดที่อยู่ไกล จะทำให้ สามารถมองเห็นเป็นภาพได้ ภาพ ครอสติส ก็อาศัยหลักการนี้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพ ดังนั้นไหมที่ปักลงไปจะต้องใกล้เคียงกับสี ณ จุดนั้น ให้ตรงตามรูปที่ต้องการ ถ้าภาพมีขนาดใหญ่มาก จะยากมากในการหาสีไหม และจุดปักที่เหมาะสม

โครงงานนี้ ในส่วนของการแยกสีจะนำภาพที่อยู่ในรูป Graphic File มาเทียบสีกับสีไหมที่ใช้ในการปัก แล้ว สร้างเป็น File ข้อมูลการปัก เก็บไว้ เมื่อให้ส่วนค้นหาเส้นทางการปัก นำข้อมูลดังกล่าวไปหาทิศทางในการปักต่อไป การเทียบสีไหมนี้ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับ ความเข็มของแสงและการมองเห็นเพื่อสามารถแยกสีได้ถูกต้อง

2.2 ทฤษฎีแสงและสี

2.2.1 ความเข้มของแสง

การที่เรามองเห็นภาพต่างๆได้เนื่องจาก แสงจากวัตถุผ่านเข้ามาในเลนส์ตา ไป โฟกัส ที่เรตินา ทำให้เรามองเห็นได้ ถ้าเราพิจารณาเฉพาะภาพขาวดำ ระดับสีขาวดำนั้น เกิดจากความเข้มของแสง ที่เข้ามาการทบตาเรา ถ้ามีความเข็มมากก็จะมีสีขาว ถ้ามีความเข้มน้อย ก็จะมีสีดำ เรายังสามารถแบ่งระดับของสีขาวและดำนี้ออกเป็นระดับย่อยๆได้อีกมากมาย ซึ่งระดับสีต่างๆนั้นเราเรียกรวมกันว่าเป็นสีเทา

ถ้าเรากำหนดให้ สีดำมีค่าเป็น 0.1 สีขาวมีค่าเป็น 1 แล้วเราแบ่งระดับความเข้มของแสงออกเป็น 10 ระดับ จะเห็นว่า ความแตกต่างระหว่างช่วง 0.1 ถึง 0.2 กับ 0.8 ถึง 0.9 จะไม่เท่ากัน โดย ช่วง 0.1 ถึง 0.2 จะดูแตกต่างมากกว่า เนื่องจากตาเราจะมองเห็นความแตกต่างเป็นเท่าๆ นั่นคือ 0.1 กับ 0.2 จะมากกว่ากันอยู่ 2 เท่า แต่ 0.8 กับ 0.9 ห่างกับเพียง 0.125 เท่า เท่านั้น ดังนั้นการแบ่งขั้นลำดับจะสามารถแบ่งได้ตามสมการ

$$I_0 = I_0, I_1 = rI_0, I_2 = rI_1 = r^2 I_0, I_3 = rI_2 = r^3 I_0, \ldots\ldots, I_{10} = r^{10} I_0 = 1$$

หรือ $r = (1/I_0)^{1/10}, I_j = r^j I_0 = (1/I_0)^{j/10} I_0 = I_0^{(10-j)/10}$ เมื่อ $0 \le j \le 10$

นั่นคือ

$$r = (1/I_0)^{1/n}, I_j = I_0^{(n-j)/n}$$ เมื่อ $0 \le j \le n$

โดย I_0 คือค่าระดับความเข้มเริ่มต้น และ n คือค่าความเข้มสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าการแบ่งระดับขั้นของความเข้มแสงเพื่อให้เกินสีเทา ที่มี Scale ที่เท่ากันนั้น จะต้องแบ่งแบบ Log จากการทดสอบค่า Scale ที่คนไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้ (คือไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง จุด I_j กับ I_{j+1} ได้) เมื่อค่า r เท่ากับ 1.01 ดังนั้นเราจะได้

$$1.01 = (1/I_0)^{1/n} \qquad \text{และ} \qquad n = \log_{1.01}(1/I_0)$$

เราเรียกค่า $(1/I_0)$ ว่า Dynamic Range ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีค่า Dynamic Range ไม่เท่ากันตัวอย่างเช่น

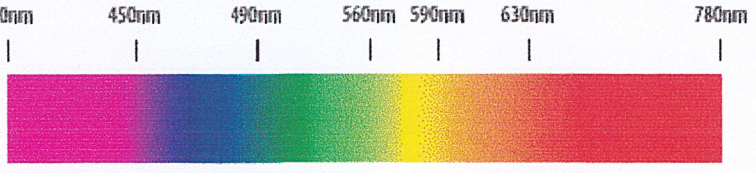
Display Media	Typical Dynamic Range	Number of Intensities, n
CRT	50-200	400-530
ฟิล์ม Negative	100	465
ฟิล์ม Slide	1000	700
กระดาษอัดภาพ ขาวดำ	100	465
กระดาษอัดภาพสี	50	400
กระดาษหนังสือพิมพ์	10	234

ตารางที่ 2-1 แสดงค่า Dynamic Range และค่า n ของ Display Media ชนิดต่างๆ

ส่วนระดับการแบ่งที่ไม่ทำให้รายละเอียดของภาพขาดหายไปนั้นจะต้องใช้ค่าที่ $n = 32$

2.2.2 ธรรมชาติของแสงสี

สีเป็นการทำงานร่วมกัน ของความเข้มแสงในการแผ่รังสีและความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากต้นกำเนิดแสง ซึ่งมีปริมาณในด้านองค์ประกอบแบ่งแยกได้เป็น 3 ด้านคือ ค่าของสี(Hue), ค่าความเข้มของสี (Saturation) และ ค่าความสว่าง (Lightness)



รูปที่ 2-2 Spectrum ของคลื่นแสงที่ตาคนมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

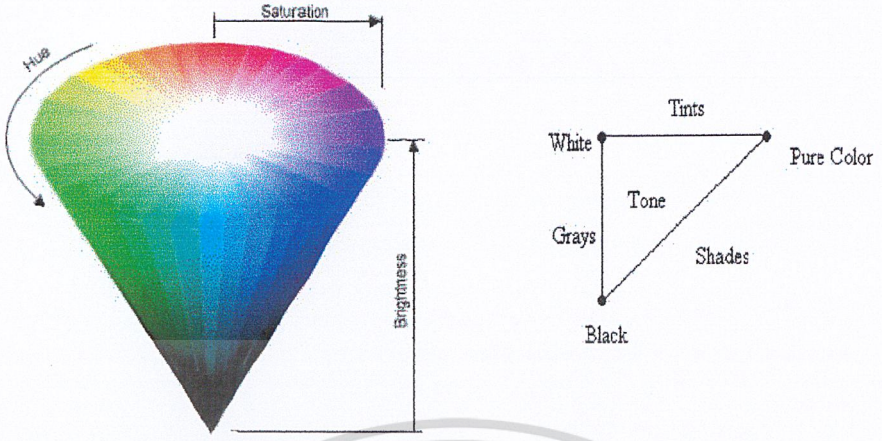
ค่าของสี หมายถึง ค่าสีต่างๆที่เราสามารถมองได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความยาวคลื่น (หรือค่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแสง แต่เนื่องจากค่าความถี่ของแสงมีค่ามาก จึงมักนิยมเรียกในทางความยาวคลื่นแทน โดยมีค่าเป็น ηm มีค่าเท่ากับ $10^{-9}\,m$) ที่เรามองเห็น มีค่าตั้งแต่ 380 ηm ถึง 750 ηm ซึ่งตามนุษย์สามารถแยก ค่าสีต่างๆเหล่านี้ออกได้ ประมาณ 10,000 สีด้วยกัน จากการศึกษาพบว่า สีต่างๆเหล่านั้น เราสามารถสร้างขึ้นได้จากแสงสีหลักเพียง 3 สี ได้แก่ สี แดง (Red) สี เขียว (Green) และ สีน้ำเงิน (Blue) โดยแต่ละสีที่เกิดขึ้น เกิดจากอัตราส่วนการรวมกันของแสงสีหลักนั้นๆ

ส่วน ค่าความเข้มของสี หมายถึงค่าอัตราการเจือปนของสีอื่นกับสีหลักจากน้อยที่สุด (เป็น 0) ไปหามาก ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 2-3 จะเห็นได้ว่าสีที่เข้มที่สุดจะอยู่ที่ขอบฐานวงกลมของรูปกรวยสี จากนั้นจะค่อยๆจางลงจนเป็นสีขาวที่ตรงจุดกลางของฐานกรวยสี ถ้าสังเกตดูจะเห็นว่า ค่าแสงสีหลักทั้ง 3 สีที่เข้มที่สุด จะอยู่ที่ขอบฐานวงกลมของรูปกรวย โดยทำมุมกันประมาณ 60 องศา จุดขอบฐานที่อยู่ไม่ตรงกับค่าแสงสีหลักทั้ง 3 สี จะเกิดจากอัตราส่วนการผสมกันของค่าแสงสีหลัก 2 สีที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้นจะไม่มีค่าอัตราส่วนของค่าแสงสีหลักอีก 1 สีที่เหลือเลย ทำให้ได้ค่าสีนั้นๆที่เข้มที่สุด แต่เมื่อมีการนำค่าแสงสีหลักที่เหลืออีก 1 สี เข้ามาผสมด้วย ก็จะทำให้ค่าความเข้มของสีนั้นค่อยๆลดลง จนกระทั้งมีค่าความเข้มเป็น 0 ที่สีขาวนั่นเอง

ค่าความสว่าง หมายถึง ค่าอัตราส่วนความเข้มของแสงที่สีนั้นเมื่อเทียบกับค่าความเข้มของแสงในสีที่มีอัตราส่วนการผสมของแสงสีหลักทั้ง 3 สี ที่เท่ากันและมีค่าความเข้มของแสงมากที่สุด (มีสีที่อิ่มตัว) ซึ่งจะสังเกตได้ว่า สีที่มีอัตราส่วนการผสมของแสงสีหลักทั้ง 3 สี ที่เท่ากับสีนั้นและมีค่าความเข้มของแสงมากที่สุด จะมีค่าความเข้มของแสงสีหลักตั้งแต่ 1 สีขึ้นไป มีค่าเป็น 100% เต็ม

ข้อแตกต่างระหว่าง ค่าความเข้มของสี กับ ค่าความสว่าง นั้น เปรียบได้ง่ายๆคือ เมื่อการปรับ Contract ของโทรทัศน์ คือการปรับ ค่าความเข้มของสี ส่วนการปรับ Brightness คือการปรับค่าความสว่าง นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

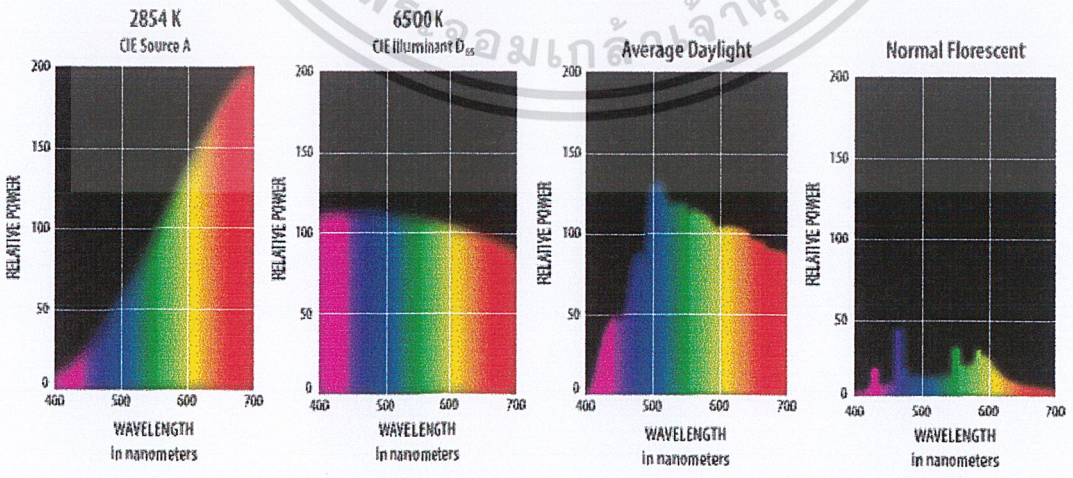


(a) (b)

รูปที่ 2-3 แสดงความสำพันธ์ค่าต่างๆ ในทางแสงสี

ส่วนทางด้านศิลปะ จะแยกองค์ประกอบของสีออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ Tints , Shades และ Tone โดยที่ Tints คือระดับของสี ระหว่างสีขาวกับสีแม่สีซึ่งก็คือค่าความเข้มของสี ในทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ส่วน Shades คือระดับของสี ระหว่างสีดำกับสีแม่สี ซึ่งเหมือนกับค่าความสว่าง เมื่อนำสองส่วนมารวมกันทำให้เกินเป็น Tone ขึ้นดังภาพ

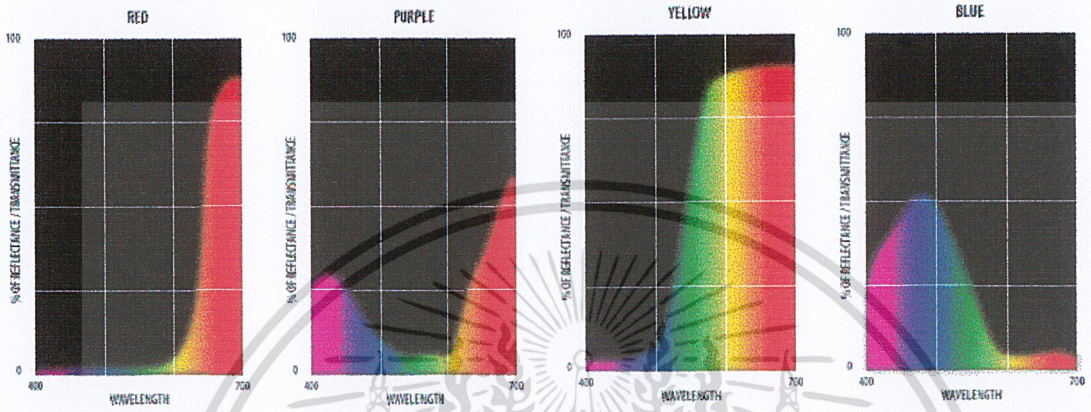
แต่แสงสีที่เรามองเห็นในธรรมชาติจริงๆนั้น จะขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆด้วย เช่น แสงที่เกิดจากหลอดไฟฟ้าแบบใช้ไส้ (หลอด tungsten) จะมีค่าความยาวคลื่นสูงมามากกว่าปกติ ทำให้ภาพที่มองเห็น ออกไปทางสีแดงออกส้ม ส่วนแสงกลางวัน (Daylight) จะมีค่าความยาวคลื่นส่วนสีน้ำเงินมากกว่าปกติ ทำให้สีที่มองเห็นเป็นสีออกฟ้าคราม เป็นต้น



รูปที่ 2-4 แสดงถึง Spectrum ของคลื่นแสงจาก แหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

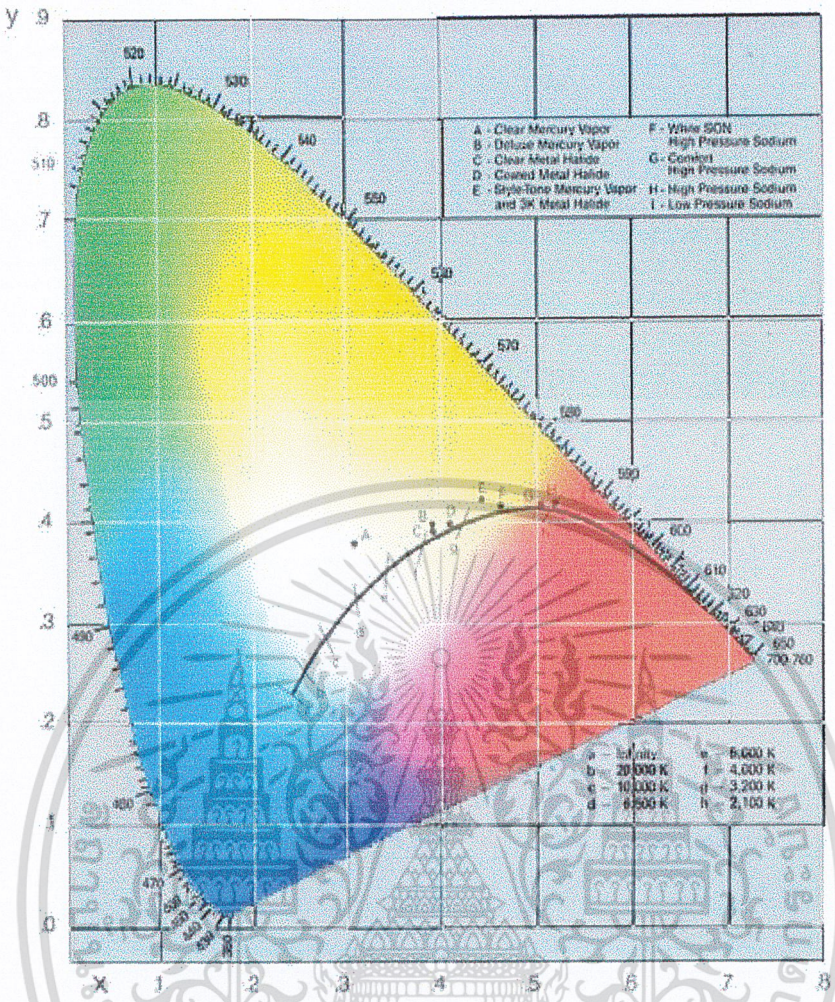
จากรูปที่ 2-4 เนื่องจาก ความแตกต่างนี้เองทำให้ต้องมีการตั้งมาตรฐาน ค่าความเข้มแสง ในย่านความถี่ต่างๆ เพื่อใช้ในการอ้างอิง ได้แก่มาตรฐานของ CIE ซึ่งจะแบ่งลักษณะของสีออกเป็นอุณหภูมิสี มีหน่วยเป็น เคลวิน โดย แสงที่ใช้ทดสอบทั่วไปจะมีอุณหภูมิสีอยู่ที่ 5600-5800K และแสงสว่างจากหลอดไส้จะประมาณ 2850-3800K ส่วนค่าอุณหภูมิแสงที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการจะมีค่าอยู่ที่ 6500K



รูปที่ 2-5 แสดงถึง Spectrum ของสีแต่ละสี ที่ตามนุษย์มองเห็น

เมื่อแสงผ่านหรือกระทบวัตถุที่มีสีต่างๆ ก็จะทำให้เกิดการดูดกลืน และสะท้านออกมาเป็นสีต่างๆ โดยสีที่เราเห็นนั้น จริงๆแล้วไม่ได้มีค่าเดี่ยวๆ แต่จะเป็นแถบ Spectrum ของสี ซึ่งบางครั้งมิได้มีรูปร่างอย่างที่เราคิดดังเช่นสีม่วงที่แสดงในรูปที่ 2-5 ในทางทฤษฎีแสดง สีม่วงเกิดจากการนำแสงสีแดง และ แสงสีน้ำเงินมารวมกัน แต่ในทาง Spectrum จะเห็นว่า เป็นเหมือน Band Stop Filter โดยจะตัดแสงสีเขียวออกจาก Line Spectrum ของค่าแสงมาตรฐาน ส่วนสีเหลืองนั้น มิได้เป็น Band Passed Filter เอาเฉพาะค่าความยาวคลื่นที่เป็นสีเหลืองเท่านั้น แต่จะยอมให้ค่าความยาวคลื่นที่เป็นสีแดง และสีเขียวผ่านไปด้วย แต่เนื่องจาก เมื่อนำสีแดงละสีเขียวมารวมกัน ก็จะทำให้เกิดเป็นสีเหลืองเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



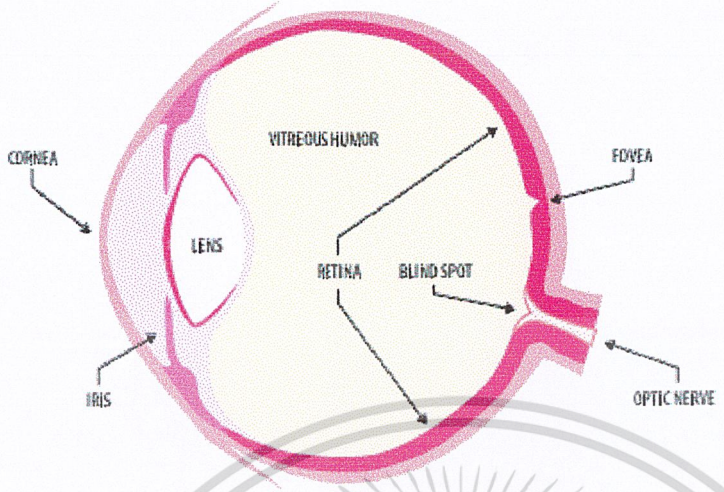
รูปที่ 2-6 แผนผังสีแบบ CIE Chromaticity Diagram

รูปที่ 2-6 แสดงถึง CIE Chromaticity Diagram แสดงถึงสีทั้งหมดที่เป็นไปได้ ซึ่งมนุษย์สามารถมองเห็น (ในความเป็นจริงมีมากกว่าในรูป เนื่องจากความสามารถในการพิมพ์ปัจจุบันยังไม่สามารถแสดง Shades สีได้ครบทั้งหมด) โดยแต่ละสีจะมีความเข้มที่อิ่มตัวทั้งหมด ค่าทางแกน X จะเป็นค่าความเข้มของแสงสีแดง ค่าทางแกน Y เป็นค่าความเข้มของแสงสีเขียว และ ค่าทางแกน Z เป็นค่าความเข้มของแสงสีน้ำเงิน (ซึ่งชี้ออกจากหน้ากระดาษมาทางเรา) ดังนั้น CIE Chromaticity Diagram จึงเป็นค่าที่อยู่บนระนาบ $X + Y + Z = 1$ นั่นเอง

จากรูปจะเห็นว่า ที่ขอบของรูปจะเป็นค่าสีตามค่าความยาวคลื่นแสงนั้นๆ อยู่ และจากมุมสีแดงจะมีเส้นโค้ง ลากออกมาผ่านสีขาว โค้งไปหาสีฟ้า บนเส้นโค้งจะกำกับไว้ด้วยอักษรอังกฤษ ตัวพิมพ์เล็กแสดงค่าสีที่อุณหภูมิสีต่างๆ ส่วน ตัวอักษรอังกฤษ ตัวพิมพ์ใหญ่ แสดงถึงค่าสีที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด ที่ต่างกัน

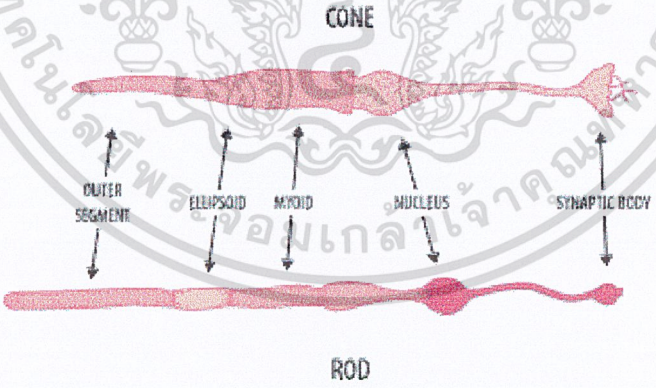
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การมองเห็นแสงของตามนุษย์



รูปที่ 2-7 โครงสร้างของตามนุษย์

เมื่อแสงจากวัตถุวิ่งเข้ามาหาตา จะผ่านเลนส์ตา ซึ่งทำหน้าที่ปรับโฟกัสภาพให้มาตกที่ เรตินา ที่ เรตินานี้จะมีเซลล์ประสาทอยู่สองจำพวกด้วยกันคือ เซลล์ประสาทแบบ รอด (Rod) กับ เซลล์ประสาทแบบโคน (Cone) โดยจะอยู่หนาแน่นที่จุด โฟเวีย (Fovea) และค่อยๆน้อยลงในจุดที่ห่างออกไป รอดและโคน มีลักษณะดังรูปที่ 2-8 โดยจะมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ $1/500mm$ ยาว ประมาณ $1/25mm$

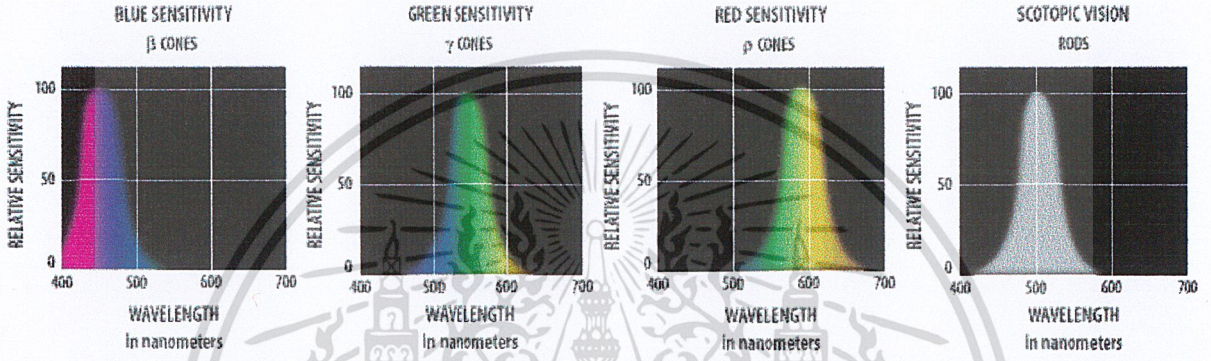


รูปที่ 2-8 เซลล์ประสาท รอด และโคน ภายในดวงตาของมนุษย์

การทำงานโดยคร่าวๆ นั้นแสงจะถูกรับโดยส่วนปลายของเซลล์และส่งผ่านมาที่นิวเครียส โดยที่ภายในนิวเครียสจะบรรจุพิกเมนท์ (Pigment) ไว้พิกเมนท์นี้จะทำหน้าที่รับรู้ค่าแสง จากนั้นก็จะส่งข้อมูลที่รับได้ไปยังสมองเพื่อตีความหมาย แต่การทำงานโดยละเอียด และความแตกต่างของ รอด และ โคน นั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอนนัก เราเพียงแต่ทราบว่า รอด จะบรรจุพิกเมนท์ ที่มีชื่อว่า “โรดอพสิน” (Rhodopsin) ซึ่งมีความไวต่อแสงสว่าง แต่ไม่ไวต่อสี ทำให้ รอด มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า “โมโนโครเมตริก”

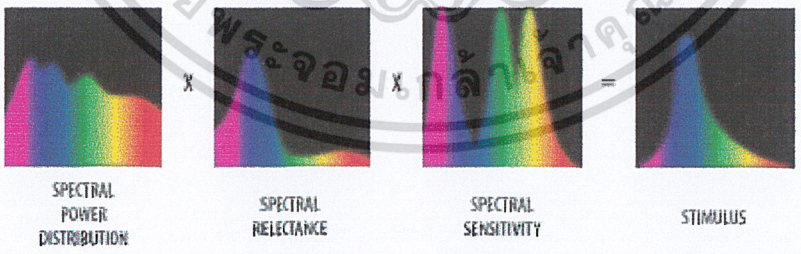
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Monochromatic) ขณะที่ โคน จะบรรจุพิกเมนท์ ที่มีชื่อว่า “อายโทรแรม” (Erythrolabe) “โครโลแรม” (Chlorolabe) และ “โรดอพสิน” (Rhodopsin) ซึ่งมีความไวต่อความยาวเคลื่อน ในสีแดง สีเขียวและสี น้ำเงินตามลำดับ ซึ่งนิยมเรียกพิกเมนท์ทั้ง 3 อย่างนี้โดยใช้อักษรกรีกว่า ρ (rho) γ (gamma) และ β (bata) ตามลำดับ นอกจากนี้ รอด ยังมีค่าความไวแสงมากขึ้นได้เมื่อแสงน้อย แต่ โคนจะมีความไว้แสงเท่าเดิมตลอดเวลา ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ยิ่งอยู่ในสภาพแสงน้อยๆ เท่าใดเราก็จะยิ่งมองเห็นภาพเป็นภาพขาวดำ มากเท่านั้น



รูปที่ 2-9 Spectrum การตอบสนองของเซลล์ประสาทตาชนิดต่างๆ

จากรูปที่ 2-9 เราจะเห็นค่า Spectrum ของการตอบสนองของเซลล์ประสาทตาชนิดต่างๆ ทั้งในรอด และ โคน ส่วนสีที่สมองรับรู้สามารถอธิบายได้โดย รูปที่ 2-10 เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิด ส่องมากระทบวัตถุซึ่งมีสภาพความนำดังรูป แล้วผ่าน Spectrum การตอบสนองของเซลล์ประสาทตา ทำให้ได้ค่าที่สมองรับรู้เป็นค่า Convolution ของสัญญาณ ซึ่งใน โดเมนความถี่ ก็คือการคูณกันนั่นเอง

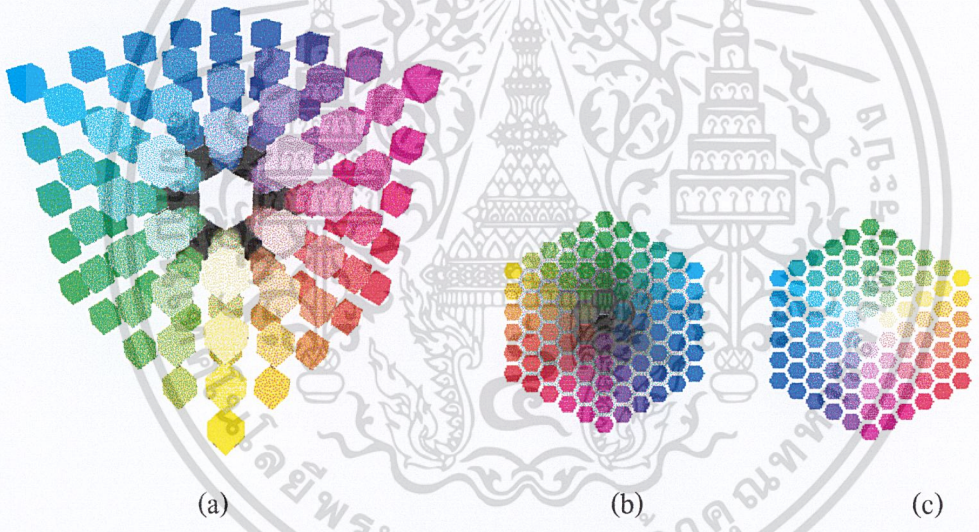


รูปที่ 2-10 อธิบาย Spectrum ที่สมองรับรู้จากสภาพแสงและการสะท้อนของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การกำหนดแสงสีในคอมพิวเตอร์

ในด้านคอมพิวเตอร์นั้น เราจะแบ่งแยกสีออกเป็นแสงสีหลัก 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงินโดยที่มีข้อกำหนดไว้ว่า แต่ละสีจะถูกแบ่งเห็น $2^n/3$ เมื่อ n คือจำนวน บิตที่ใช้เก็บค่าสีทั้งหมด และถ้านำค่าของสีที่อยู่ในระดับเดียวกันมารวมกัน สีที่ได้จะอยู่ใน Shades ขาว-ดำ (Gray Scale) รูปที่ 2-11 (a) แสดง การแยกสีโดยอาศัยหลักการของ ColorCube ซึ่งกำหนดให้ค่าสีแต่ละค่าถูกบรรจุอยู่ในกล่อง 1 ใบ ดังนั้นจำนวนระดับสี จะเท่ากับจำนวนกล่อง จากจุดสีดำสนิท (ค่าสี R,G,B ที่ 0,0,0) ไปถึงสีหลัก สีใดสีหนึ่ง ส่วนรูปที่ 2-11 (b) เป็นการมอง ColorCube โดยมองจากมุมล่าง ให้จุดสีดำเป็นจุดกลาง โดยแต่ละจุดจะมีความห่างกัน 20% ของสีที่เปลี่ยนแปลงไป และรูปที่ 2-11 (c) เป็นการมอง ColorCube โดยมองจากมุมบน โดยจุดสีขาวเป็นจุดกลาง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงแต่ละจุดที่ 20% เช่นกัน



(a) (b) (c)

รูปที่ 2-11 การแยกแสงสีในงานคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยหลักการ ColorCube

จะสังเกตเห็นว่า การแยกสีในลักษณะนี้ ไม่ตรงกับความรู้สึกของมนุษย์ โดยจะเห็นว่าค่าการเปลี่ยนแปลงเมื่อพิจารณาโดยสายตามเรา จะเห็นว่าไม่เป็นเชิงเส้น เช่น เมื่อพิจารณาจากจุดมุมสีแดงของรูป 2-11 (c) ที่ไปหาจุดมุมสีเหลือง จะเป็นว่า จุดที่ 3 ถึงแม้จะห่างออกมาจากจุดสีแดงมากแล้วก็ตาม แต่เรายังมีความรู้สึกว่า ใกล้เคียงสีแดงมากอยู่อีก ทั้งนี้เนื่องมาจากการตอบสนองของสีจากเซลล์ประสาท ภายในดวงตาของเรานั่นเอง

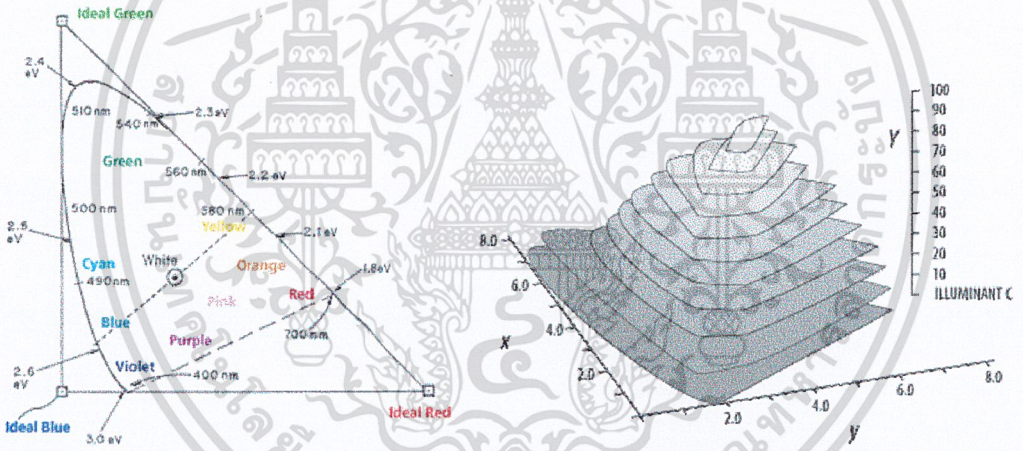
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้การแยกและศึกษาสีเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงมีการกำหนด หลักเกณฑ์ การกำหนดสีขึ้น โดยจะแยก การตอบสนองของเซลล์ประสาท แต่ละชนิดออกเป็นแกน คือ แกน X Y และ Z โดยแทนเซลล์ที่ตอบสนองกับสีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน ตามลำดับจากนั้นหาค่าของสีต่างๆบนระบบพิกัด Cartesian โดยใช้สมการดังนี้

$$\vec{X} = k\int P(\lambda)\bar{x}_\lambda d\lambda \ , \ \vec{Y} = k\int P(\lambda)\bar{y}_\lambda d\lambda \ , \ \vec{Z} = k\int P(\lambda)\bar{z}_\lambda d\lambda$$

โดยค่า k ของอุปกรณ์ต่างๆจะไม่เท่ากัน เช่น CRT มีค่า k = 680 lumens/watt และจะได้จุดสีขาวคือ จุด C ซึ่งมีค่าเป็น

$$\vec{C} = x\vec{X} + y\vec{Y} + z\vec{Z} \qquad \text{เมื่อ} \qquad x + y + z = 1$$



รูปที่ 2-12 แสดงระยะห่างทาง Vector ของสีและระดับความเข้มของแต่ละสี

จะเห็นว่า ค่าทางด้านสีน้ำเงินจะมีความห่างจากจุด C น้อยที่สุด รองมาคือ สีแดง และห่างมากที่สุดคือสีเขียวแต่การแทนค่าจุดสีใน Graphic File จะแบ่ง Scale ของสีทั้ง 3 เท่าๆกัน ดังนั้นเมื่อเราต้องการหาสีใกล้เคียง จึงจำเป็นต้องคูณด้วยค่า Scale ของแต่ละสี แล้วจึงมาหาค่าสีที่มีระยะห่างทาง Vector น้อยที่สุดไปแทนที่ในจุดสีนั้นๆ ค่า Scale ในเบื้องต้นนี้ ทดลองใช้ค่าเดียวกันกับอัตราการผสมสีระหว่าง สีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน ในโทรทัศน์ คือ R:G:B เท่ากับ 0.3:0.59:0.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการอ้างอิงการทำสายคอนเนคเตอร์ (Connector)

การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับชุดวงจรควบคุมมอเตอร์จะเชื่อมต่อโดยใช้พอร์ตขนาน ซึ่งมีทั้งหมด 25 ขา รายละเอียดของสัญญาณในแต่ละขาสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2-2

DB-25	รีจิสเตอร์	ทิศทาง	ตำแหน่งบิต	ชื่อขาของสัญญาณ	หน้าที่การทำงาน
1	Control	Out	$\overline{Co}$	$\overline{STROBE}$	แอกทีฟ "0" ส่งค่าออกไปเพื่อบอกว่าที่ขาดาต้ามีข้อมูลแล้ว
2-9	Data	Out	D1-D8	DATA1-DATA8	สำหรับพอร์ตขนานมาตรฐานเดิมขานี้ทำหน้าที่เป็นขาส่งข้อมูลเอาต์พุตเท่านั้นสำหรับในปัจจุบันขานี้รับข้อมูลอินพุตได้ด้วย
10	Status	In	S6	nACK	เป็นพัลส์ลอจิก "0" ที่ส่งมาจากเครื่องพิมพ์เพื่อบอกว่าได้รับข้อมูลที่ส่งไปแล้ว
11	Status	In	$\overline{S7}$	$\overline{BUSY}$	เป็นสัญญาณแจ้งมาจากเครื่องพิมพ์ว่ายังไม่พร้อมรับข้อมูล
12	Status	In	S5	PE	แจ้งกระดาษหมด
13	Status	In	S4	SELECT	แจ้งว่าเครื่องพิมพ์ต่ออยู่
14	Control	Out	$\overline{C1}$	$\overline{AUTOFEED}$	สั่งเครื่องพิมพ์ให้เลื่อนบรรทัด
15	Status	In	S3	$\overline{ERROR}$	สัญญาณจากเครื่องพิมพ์มายังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงข้อผิดพลาดจากการพิมพ์
16	Control	Out	C2	$\overline{INIT}$	รีเซตเครื่องพิมพ์โดยใช้ลอจิก "0"
17	Control	Out	$\overline{C3}$	$\overline{SELECT - IN}$	ส่งสัญญาณไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อแจ้งว่าต้องการเลือกเครื่องพิมพ์เครื่องนี้
18-25				GND	กราวด์

ตารางที่ 2-2 แสดงสัญญาณทั้งหมดที่อยู่บนพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนาน

พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตตัวอื่น ๆ คือ เมื่อต้องการติดต่อจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย ตารางที่ 2-3 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตำแหน่งคือ แอดเดรสของรีจิสเตอร์ Data , รีจิสเตอร์ Status และรีจิสเตอร์ Control โดยแอดเดรสนี้จะมีอยู่ทั้งหมด 3 ชุด สำหรับพอร์ตขนาน 3 ชุดคือ LPT1 , LPT2 และ LPT3

ชื่อพอร์ต	LPT1:		LPT2:		LPT3:	
	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก
DATA	888	378H	956	3BCH	632	278H
STATUS	889	379H	957	3BDH	633	279H
CONTROL	890	37AH	958	3BEH	634	27AH

ตารางที่ 2-3 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน

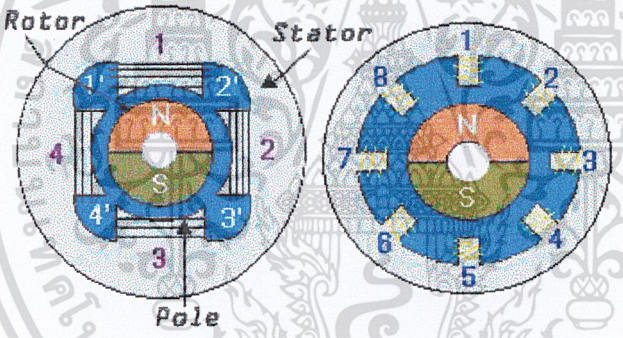
2.5 รายละเอียดและหลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่หมุนเพียงเล็กน้อยตามแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเป็นพัลซ์ ซึ่งต่างจากมอเตอร์ ทั่วไปที่จะหมุนทันทีและตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าข้อดีของสเต็ปมอเตอร์ คือ สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุน (องศาหรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียดโดย ใช้คอมพิวเตอร์ หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น เครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้นๆ โดยที่แต่ละซี่นั้นจะมีคอยล์ (ขดลวด) พันสวมอยู่ เมื่อมีการป้อนกระแสผ่านคอยล์ทำให้เกิดสนามแม่ เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) ดังรูปด้านล่าง จะแสดงถึงองค์ประกอบ ในที่นี้ซึ่งถ้าเราเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงจรรอบมากขึ้นตามด้วย

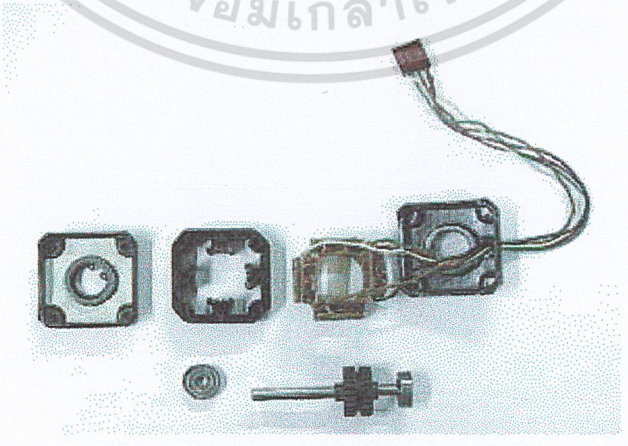
ลักษณะการนำไปใช้งาน สเต็ปมอเตอร์ ใช้งานลักษณะ Open Loop System แปลเป็นภาษาไทย ระบบเปิด คือ สเต็ปมอเตอร์สามาทำงานได้โดยไม่ต้องมีการ ป้อนค่าพารามิเตอร์กลับมา (Feed back) แต่ทุกวิธีที่ต้องการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอน จะต้องการป้อนกลับไปยังระบบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวบอก ตำแหน่งว่าถูกต้องหรือผิดผลาดให้รับทราบ ดังเช่นวิธีที่ใช้กับสเต็ปมอเตอร์ คือนำลิมิทสวิตช์ ติดตามตำแหน่งที่จะตรวจจับ เมื่อสเต็ปมอเตอร์ เริ่มหมุนแล้วหมุนไปจนถึงตำแหน่งของสวิตช์ตรวจจับสัญญาณ สวิตช์ทำงานก็จะป้อนกลับไปสู่ระบบ ซึ่งก็จะทำให้รู้การทำงานของสเต็ปมอเตอร์ตลอด ตัววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เองจะมีจุดอ้างอิง ไว้ให้เริ่มต้นการทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง โดยแนวทางสเต็ปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้า โดยมีกรุ๊ปของไบนารี่โวลท์เตทเป็นอินพุตและการเคลื่อนที่ แบบเชิงมุมเป็นเอาท์พุต หรือว่าหมุนทีละสเต็ปซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1 - 30 องศา อยู่ที่โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ โดยตามสัญญาณพัลซ์ที่จ่ายให้กับขดสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักแก่โรเตอร์หมุนไป สเต็ปมอเตอร์มีขดลวดหลายชุดในที่นี้เราเรียกว่า เฟส (Phase) ดังนั้นสัญญาณที่ต่อเนื่องเป็น ซีเควน (Sequence) ลักษณะของBinary (ไบนารี่) ซึ่งจะต้องไปผ่านวงจร Driver (ไดรเวอร์) ก็จะ ทำให้โรเตอร์หมุนไปอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2-13 โครงสร้างภายในสเต็ปมอเตอร์



รูปที่ 2-14 ภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.1 ลักษณะของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์ที่พบในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM)

สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรง กระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR)

สเต็ปมอเตอร์แบบ VR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H)

สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

2.5.2 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปมอเตอร์

1. แบบ Bipolar

จะมีการพันขดลวดหนึ่งขด (จะกี่รอบก็แล้วแต่ การนำไปใช้งาน)ในแต่ขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดโดยทิศทางของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

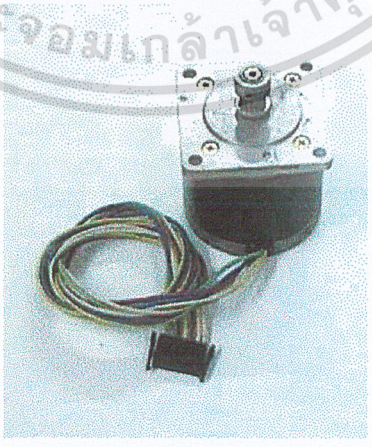
46480

ไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้เพียง การกลับทิศทางของการไหลในกระแสไฟฟ้า โดยมาจากการควบคุมของวงจรสวิทชิ่งให้กลับขั้วไฟฟ้า

2. แบบ Unipolar

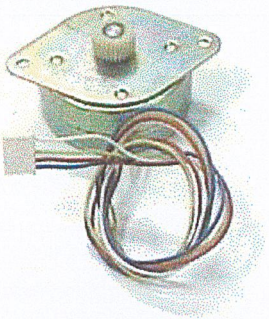
แบบนี้มี 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ทำให้แต่ละขดลวดเกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม เช่นกันการกลับทิศทางขั้วแม่เหล็กทำได้โดยใช้วงจรสวิทชิ่งให้สลับหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง

รูปที่ 2-15 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น



รูปที่ 2-16 มอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2- 17 สเต็ปมอเตอร์แบบไบโพลาร์

2.5.3 รายละเอียดเกี่ยวกับการควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

การควบคุมและสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์ทำงาน ไปทีละสเต็ปสามารถทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟไปยังขดลวด ในแต่ละขอบนสเตเตอร์ โดยการป้อนจะทำในลักษณะเป็นลำดับหรือเรียกว่า ซีเควนเวียลในลูปที่ถูกต้อง ซึ่งจะแบบ ได้เป็น 3 รูปแแบ คือ แบบเวฟ (wave) แบบ 2 เฟส (2 phase) และแบบครึ่งสเต็ป (half step) ทั้ง 3 แบบนี้ก็จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไป

แบบเวฟ (wave)

จะเป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งจะทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งๆเรียงกันไป ตัวอย่างเช่น ขดที่ 1 , 2 , 3 , 4 ,1, 2 , 3 , 4 เป็นลำดับอย่างนี้ หรือ ขด 1 , 4 , 3 , 2 , 1 , 4 , 3 , 2 เป็นลำดับกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางที่เราต้องให้มอเตอร์หมุนไป วงจรที่นำมากระตุ้นนั้นจะมีราคาค่อนข้างจะถูกกว่าและง่ายกว่า ดังในรูปของวงจรการจ่ายไฟ เราสามารถเขียนขั้นตอนการทำงานเป็นตารางออกมาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2		ON		
3			ON	
4				ON
5	ON			
6		ON		

ตารางที่ 2-4 การกระตุ้นขดลวดแบบเวฟ

แบบนี้ก็จะคล้ายกับการกระตุ้นในแบบเวฟแต่จะต่างกันตรงที่ แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นทีละ 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันใน เวลาเดียวกัน และจะเรียงลำดับกันไป ดังเช่นแบบเดียวกับแบบเวฟ จะยกตัวอย่างการกระตุ้นขดลวดในลักษณะ ซีเควนให้ดูได้ดังนี้ 12 ,23 ,34,41,12 ,23 ,34 ,41 เรียงลำดับกันไปเรื่อยๆ หรือจะเป็น 14 ,43 ,32 ,21,14 ,43 ,32 ,21 เรียงกันไปเรื่อย ๆ เช่นกัน ถ้าจะมากล่าวถึงข้อดีข้อเสียของแบบ 2 เฟส แล้วมีดังนี้

ข้อดี การที่เราจะเพิ่มจำนวนขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้แรงบิดได้มากกว่า แบบเวฟ ซึ่งโรเตอร์จะหมุนด้วยแรง ดึงแบบเต็มๆแรงจาก ทั้ง 2 ขดลวดที่กระตุ้นพร้อมกัน

ข้อเสีย แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นขดลวดนั้นต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นเป็น 2 เท่าของแบบเวฟ

เราสามารถเขียนลำดับการกระตุ้นของขดลวดแบบ 2 เฟส ได้ดังในตารางต่อไปนี้

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON	ON		
2		ON	ON	
3			ON	ON
4	ON			ON
5	ON	ON		
6		ON	ON	

ตารางที่ 2-5 การกระตุ้นขดลวดแบบ 2 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบครึ่งสเต็ป

แบบนี้แบบรูปแบบผสมผสานของการกระตุ้นระหว่าง แบบเวฟ กับ แบบ 2 เฟส เพื่อให้จำนวนรอบของสเต็ปให้ มากขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเรื่อยๆเป็นลำดับ ดังจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ 1,12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1 เป็นลำดับอยู่อย่างนี้ไปเรื่อยๆ ถ้าเราจะกลับทิศทางการหมุนก็จะได้ดังนี้ 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1 ตามลำดับ กันไป สำหรับข้อดีและข้อเสียของการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป

ข้อดี การกระตุ้นแบบนี้จะให้แรงบิดที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงสเต็ปที่มีระยะสั้นลงอีกประการหนึ่ง แต่ละ สเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันเป็นผลให้ค่าตำแหน่งความถูกต้องมากขึ้นไปด้วย

ข้อเสีย ก็คงจะเช่นเดียวกับแบบ 2 เฟส ที่ต้องจ่ายกำลังไฟเป็น 2 เท่าของแบบเวฟหรือจะใช้เท่ากับแบบ 2 เฟส นั้นเอง

ดังนั้นเราสามารถนำลำดับการทำงานของ แบบครึ่งเฟส ในรูปของตารางได้ดังนี้

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2	ON	ON		
3		ON		
4		ON	ON	
5			ON	
6			ON	ON
7				ON
8	ON			ON
9	ON			
10	ON	ON		

ตารางที่ 2.6 การกระตุ้นขดลวดแบบครึ่งเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การอินเตอร์รัปต์ของ MCS 8051

การอินเตอร์รัปต์เกิดจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามข้อกำหนดที่จัดตั้งไว้ก่อนล่วงหน้า ทำให้โปรแกรมที่กำลังรันอยู่ถูกละทิ้งชั่วคราวเพื่อไปทำโปรแกรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจึงกลับมารันโปรแกรมเดิม โปรแกรมที่ถูกกระทำเมื่อเกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้นเรียกว่า โปรแกรมให้บริการอินเตอร์รัปต์(INTERRUPT SERVICE ROUTINE; ISR)

2.6.1 แหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ของ 8051

8051 ยอมให้เกิดอินเตอร์รัปต์ได้ทั้งหมด 5 แหล่งด้วยกัน จากภายใน 8051 สามแหล่ง คือ ไทเมอร์แฟล็ก 0 ไทเมอร์แฟล็ก 1 และ พอร์ตอนุกรม (RI หรือ TI) จากภายนอก 8051 สองแหล่งที่มากระตุ้นขา INT0, INT1 การอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมผ่านทางอินเตอร์รัปต์อีนาเบิลรีจิสเตอร์ (IE) อินเตอร์รัปต์ไพออริตี้รีจิสเตอร์ (IP) และรีจิสเตอร์ควบคุมไทเมอร์(TCON) รายละเอียดของ IE IP มีดังนี้

	7	6	5	4	3	2	1	0	bit
IE	EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
7	EA	บิตแสดงการยอมรับให้มีการอินเตอร์รัปต์เมื่อเซ็ตให้เป็น 1 แสดงว่าต้องการให้มีอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้นและเคลียร์ให้เป็น 0 เมื่อไม่ต้องการให้มีอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น
6	-	ไม่ใช้งาน
5	ET2	สงวนไว้ใช้งานภายหน้า
4	ES	ยอมรับให้มีการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากพอร์ตอนุกรมเซ็ตให้เป็น 1 แสดงว่าต้องการให้มีอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมเกิดขึ้นและเคลียร์ให้เป็น 0 เมื่อไม่ต้องการให้มีอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมเกิดขึ้น
3	ET1	ยอมรับให้มีการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากไทเมอร์ 1 เกิดโอเวอร์โฟลว์เซ็ตให้เป็น 1 เมื่อต้องงการให้มีการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 และเคลียร์เป็น 0 เมื่อไม่ต้องการให้เกิดอินเตอร์รัปต์
2	EX1	ยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกผ่านขา INT1 โดยเซ็ตให้เป็น 1 เมื่อต้องการให้อินเตอร์รัปต์เป็น 0 เมื่อไม่ต้องการให้เกิดอินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	ET0	ยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์เนื่องมาจากไทเมอร์ 0 เกิดโอเวอร์โฟลว์ข้อกำหนดเป็นเช่นเดียวกับ ET1
0	EX0	ยอมให้มีการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกผ่านขา INT0 โดยมีข้อกำหนดเช่นเดียวกับ EX1

	7	6	5	4	3	2	1	0	bit
IP	-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	

บิต	สัญลักษณ์	รายละเอียด
7	-	ไม่ใช้งาน
6	-	ไม่ใช้งาน
5	PT2	สงวนไว้ใช้งานภายหน้า
4	PS	ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม
3	PT1	ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์
2	PX1	ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์จากภายนอก INT1
1	PT0	ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0
0	PX0	ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์จากภายนอก INT0

ลำดับความสำคัญอาจเป็น 1 ซึ่งหมายถึงสูงสุดหรืออาจเป็น 0 ซึ่งหมายถึงต่ำสุดก็ได้ ขณะเดียวกันรีจิสเตอร์ IP สามารถอ้างอิงเป็นแบบแอดเดรสบิตได้เช่นเดียวกันคือ IP.0 ถึง IP.7 การอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขา INT0 INT1 จะใช้รีจิสเตอร์ TCON เข้าช่วยกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่เข้ามากระตุ้น(IE0, IE1) เช่นการกำหนดอินเตอร์รัปต์เนื่องจาก INT0

- ให้เกิดอินเตอร์รัปต์ที่ INT0 เซ็ตบิต EX0 ในรีจิสเตอร์ IE ให้เป็น 1
- ให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ที่บริเวณใดของสัญญาณที่เข้ามากระตุ้น
- ที่ระดับสัญญาณต่ำเป็น 0 เคลียร์ IT0 ในรีจิสเตอร์ TCON ให้เป็น 0
- ที่บริเวณขอบของสัญญาณ เซ็ต IT0 ในรีจิสเตอร์ TCON ให้เป็น 1
- IE0 ในรีจิสเตอร์ TCON จะถูกเซ็ตเป็น 1 เมื่อตรวจพบขอบสัญญาณขาลงที่ขา INT0

ตำแหน่งของการอินเตอร์รัปต์ ตำแหน่งแอดเดรสที่โปรแกรมเรียกเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์จะถูกกำหนดไว้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์รัปต์ที่เกิดจาก	ตำแหน่งอินเตอร์รัปต์		ลำดับความสำคัญ
IE0	0003H	INT0	สูงสุด
TF0	000BH	T/C0	สูง
IE1	0013H	INT1	กลาง
TF1	001BH	T/C1	ต่ำ
Serial	0023H	Serial	ต่ำสุด

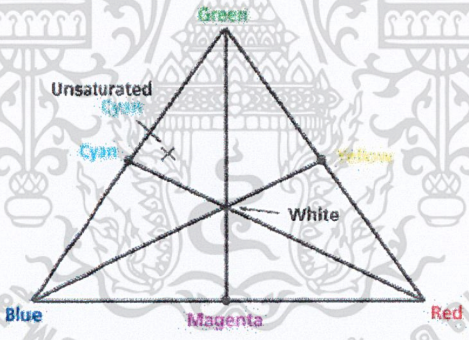
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบการสร้างและการพัฒนาโปรแกรม

3.1 การเทียบสีไหม

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า เราจะต้องแปลง Scale ความห่างของสีให้ถูกต้องก่อน จึงจะคำนวณเทียบสีไหมได้ถูกต้อง โดยเราจะเก็บค่าสีของไหมต้นแบบเป็นตัวแปรชุด C_n [R,G,B] ไว้ จากนั้นเราจะทำการแปลงค่าดังกล่าว ให้อยู่ในรูป Vactor สี เก็บอยู่ในตัวแปรชุด V_n [X,Y,Z] จากนั้นนำจุดสีจากภาพที่ ต้องการมาแปลงเป็น Vactor โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$\vec{V}_n = \frac{1}{n}\left(0.3R\vec{X} + 0.59G\vec{Y} + 0.11B\vec{Z}\right)$$ เมื่อ n = ค่าความสว่างสูงสุด



รูปที่ 3-1 แสดงการหาค่าความแตกต่างของสีไหม

จากนั้นหาค่าสีที่เทียบเคียงได้จาก สมการข้างล่างนี้

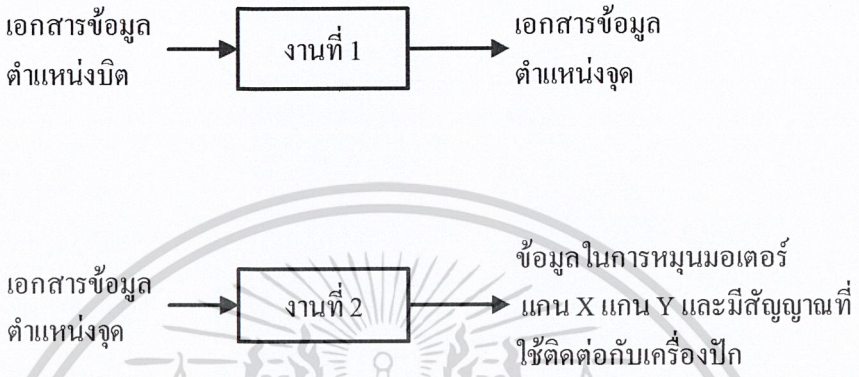
$$Code \rightarrow \min\left[\sqrt{(V_{px}-V_{nx})^2+(V_{py}-V_{ny})^2+(V_{pz}-V_{nz})^2}\right]$$

เมื่อ V_{px}, V_{py}, V_{pz} คือค่าของ Vactor ของจุดที่ต้องการแปลง

V_{nx}, V_{ny}, V_{nz} คือค่าของ Vactor ของจุดอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ลักษณะงานของโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง



รูปที่ 3 -2 ลักษณะงานของโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง

3.2.1 ลักษณะงานที่ 1

เริ่มต้นทำการค้นหาเอกสารตำแหน่งบิต พร้อมกับแสดงผลการค้นหา กรณีค้นหาไม่พบจะทำการหยุดการทำงานแล้วแสดงการผิดพลาด กรณีค้นหาพบจะทำการตรวจสอบข้อมูลภายในเอกสารตำแหน่งบิต พร้อมแสดงผลการตรวจสอบ กรณีตรวจสอบข้อมูลไม่ผ่านจะหยุดการทำงานแล้วแสดงการผิดพลาด กรณีตรวจสอบผ่านจะนำข้อมูลภายในเอกสารตำแหน่งบิตไปทำการสร้างข้อมูลของเอกสารตำแหน่งจุด

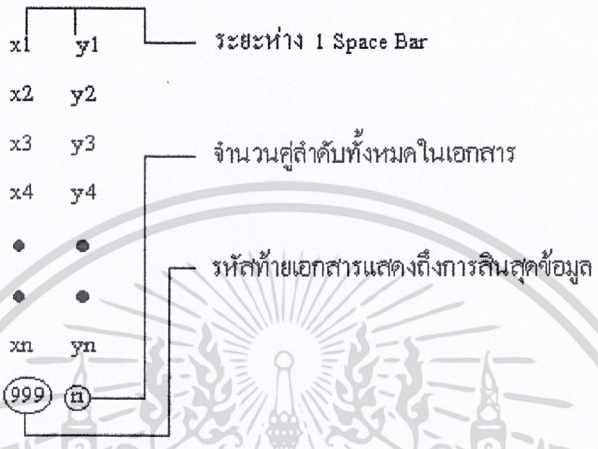
3.2.2 ลักษณะงานที่ 2

เริ่มต้นทำการค้นหาเอกสารตำแหน่งจุด พร้อมกับแสดงผลการค้นหา กรณีค้นหาไม่พบจะทำการหยุดการทำงานแล้วแสดงการผิดพลาด กรณีค้นหาพบจะทำการตรวจสอบข้อมูลภายในเอกสารตำแหน่งจุด พร้อมแสดงผลการตรวจสอบ กรณีตรวจสอบข้อมูลไม่ผ่านจะหยุดการทำงานแล้วแสดงการผิดพลาด กรณีตรวจสอบผ่านจะนำข้อมูลภายในเอกสารตำแหน่งจุดไปทำการคำนวณหาข้อมูลในการหมุนมอเตอร์ทางแกน X และ แกน Y โดยส่งค่าข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์สู่เครื่องปักครอสติสในรูปแบบขนาน พร้อมทั้งติดต่อพูดคุยกับเครื่องปักครอสติส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะงานทั้งสองงาน ภายในจะมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่นำมาใช้งานนั้น มีรูปแบบที่ถูกต้องไม่มีผิดพลาดไปจากรูปแบบข้อมูลที่กำหนดไว้

3.3 รูปแบบข้อมูลที่ถูกต้องในเอกสาร

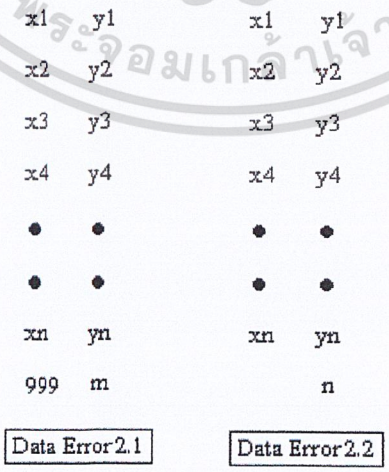


รูปที่ 3-3 แสดงรูปแบบข้อมูลที่ถูกต้องในเอกสาร

3.3.1รูปแบบข้อมูลที่ผิดที่สามารถตรวจสอบได้

Data Error1 คือ ไม่มีข้อมูลในเอกสาร

Data Error2 คือ คู่ลำดับรวมภายในเอกสารมีค่าไม่เท่ากับจำนวนคู่ลำดับทั้งหมด ไม่มีรหัสท้ายเอกสาร

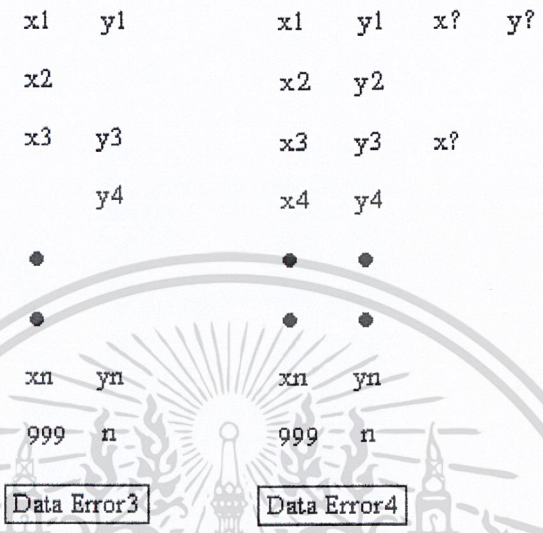


รูปที่ 3-4 แสดงรูปแบบข้อมูลที่ผิดที่สามารถตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Error3 คือ ข้อมูลในแต่ละคู่ลำดับ ค่าX หรือ ค่าY หาย

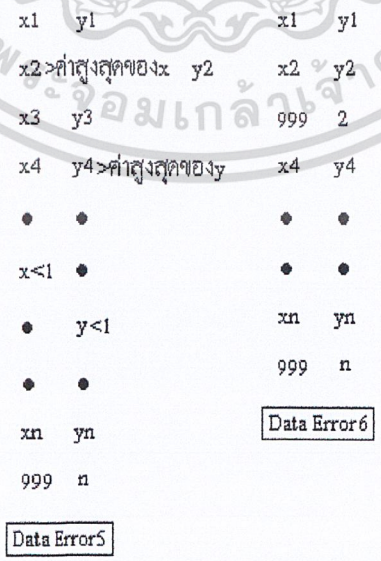
Data Error4 คือ ภายใน 1 บรรทัด มีคู่ลำดับมากกว่า 1 คู่ลำดับ



รูปที่ 3-5 แสดงข้อมูลที่ผิดในแต่ละคู่อันดับ X และ Y

Data Error5 คือ ข้อมูลหนึ่งคู่ลำดับค่า X ไม่อยู่ในช่วง 1 ถึง ค่าสูงสุดของ X และเช่นเดียวกัน Y ไม่อยู่ในช่วง 1 ถึง ค่าสูงสุดของ Y

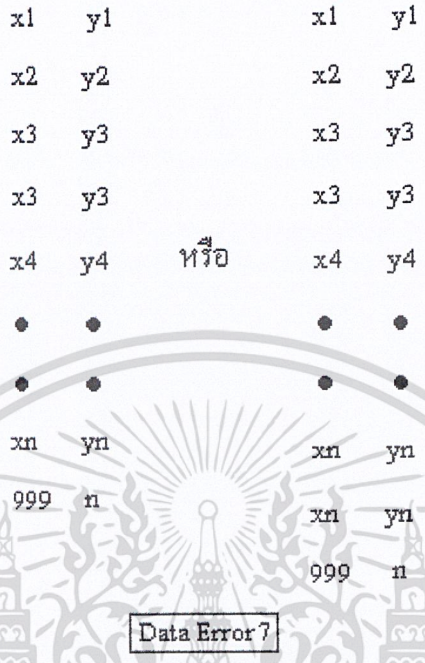
Data Error6 คือ ยังมีข้อมูลคู่ลำดับต่อจากรหัสท้ายเอกสารอีก



รูปที่ 3-6 แสดงการตรวจสอบข้อมูลผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

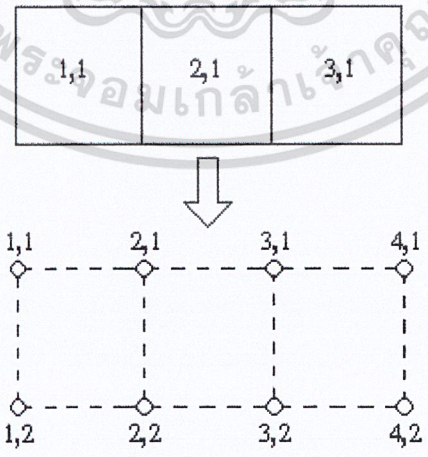
Data Error7 คือ มีค่าในข้อมูลคู่ลำดับ XY ซ้ำกัน



รูปที่ 3-7 แสดงความผิดพลาดที่ค่าในข้อมูลคู่ลำดับ XY ซ้ำกัน

3.4 ลักษณะการทำงานในงานที่ 1

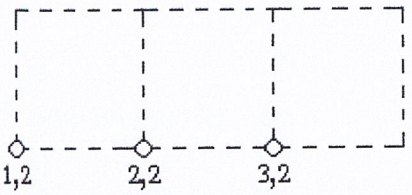
ตำแหน่งบิตและตำแหน่งจุดแสดงดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 แสดงตำแหน่งบิตและตำแหน่งจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

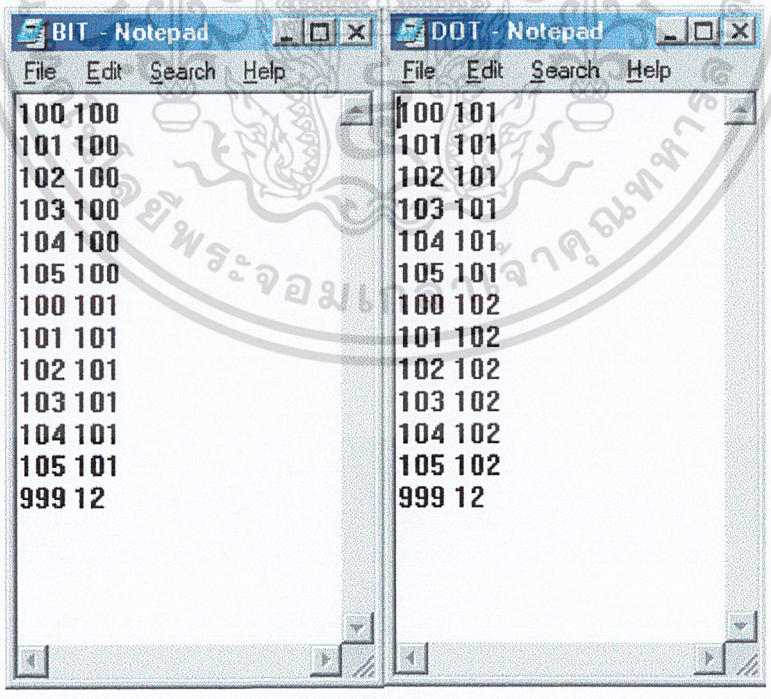
ตำแหน่งจุดที่ต้องการเพื่อนำไปใช้งานต่อ



รูปที่ 3-9 แสดงถึงตำแหน่งจุด

3.4.1 ผลการทำงานของงานที่1

เมื่อไม่มีการผิดพลาดของข้อมูลในเอกสารตำแหน่งบิตจะได้เอกสารตำแหน่งจุดดัง รูปที่ 3-10



รูปที่ 3-10 แสดงถึงข้อมูลที่ไม่มีความผิดพลาด

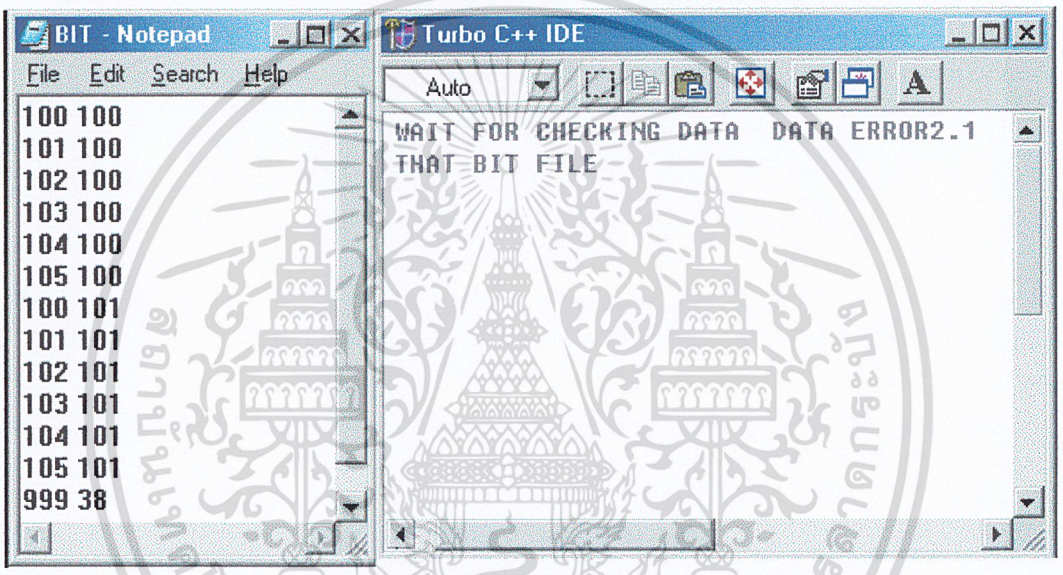
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าเอกสารตำแหน่งจุดมีจำนวนคู่ลำดับทั้งหมดเท่ากับจำนวนคู่ลำดับทั้งหมดในเอกสารตำแหน่งบิตแต่มีค่าคู่ลำดับ Y ต่างกันเพราะค่าของคู่ลำดับจุดที่ต้องการคือจุดล่างซ้ายของคู่ลำดับบิตเท่านั้น

3.4.2 เมื่อมีการผิดพลาดของข้อมูลในเอกสารตำแหน่งบิต

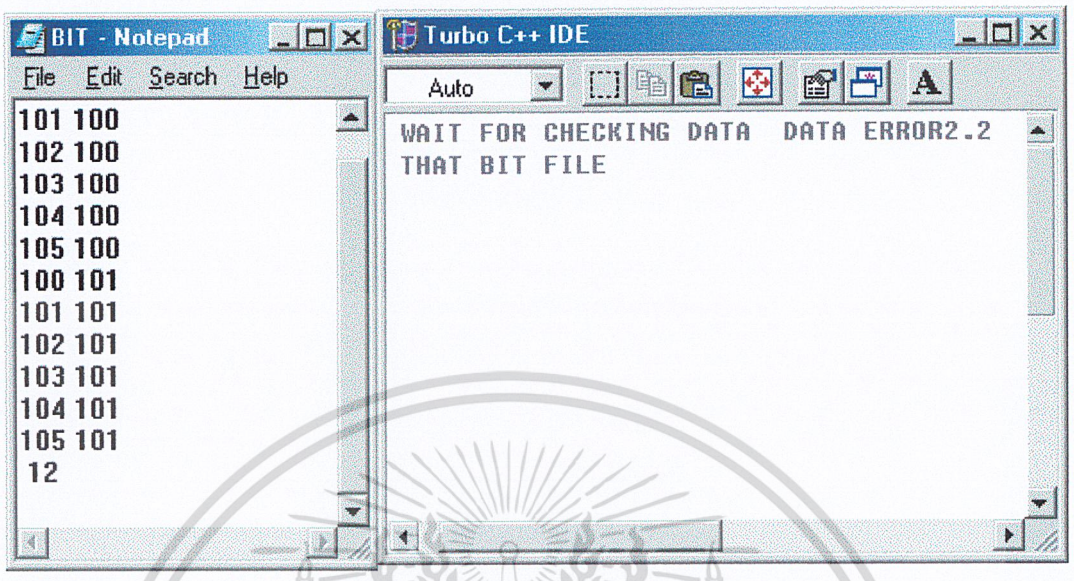
Data Error1 คือ ไม่มีข้อมูลในเอกสาร

Data Error2



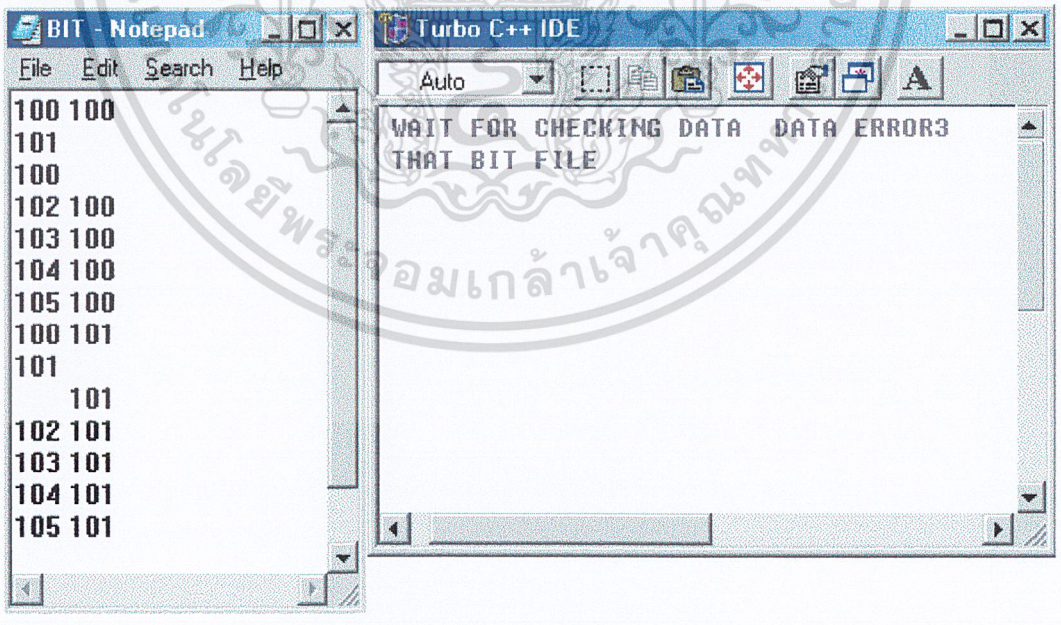
รูปที่ 3-11 แสดงการผิดพลาดของข้อมูลในตำแหน่งบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-12 แสดงการผิดพลาดของข้อมูลในตำแหน่งบิต

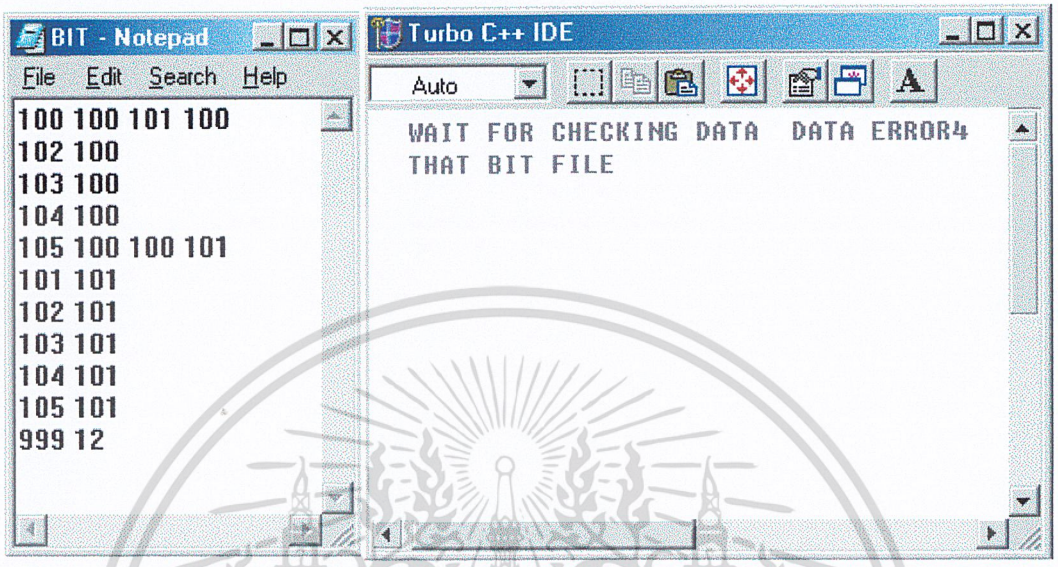
3.4.3 Data Error3



รูปที่ 3-13 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท

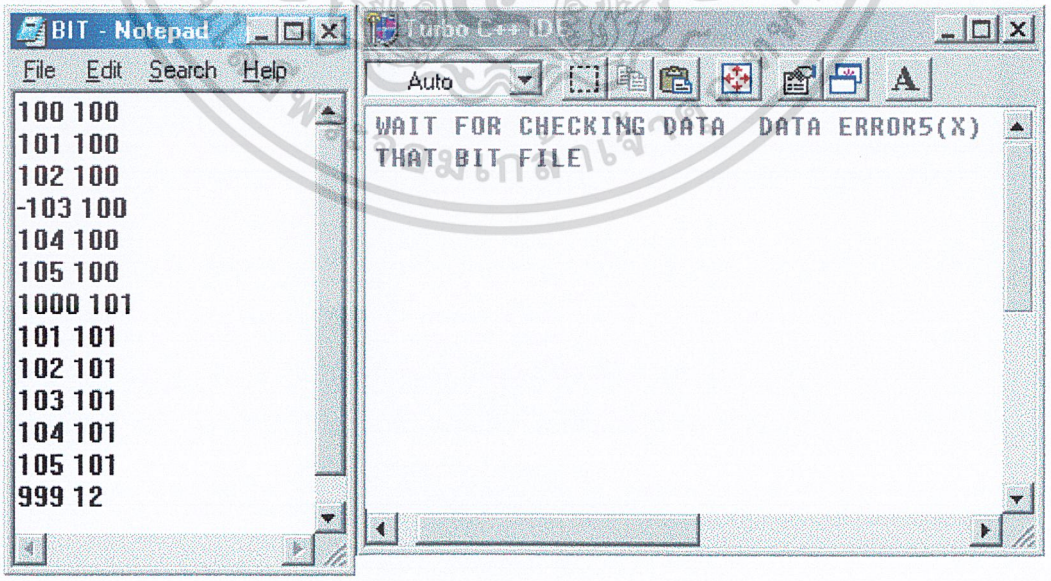
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 Data Error4



รูปที่ 3-14 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท

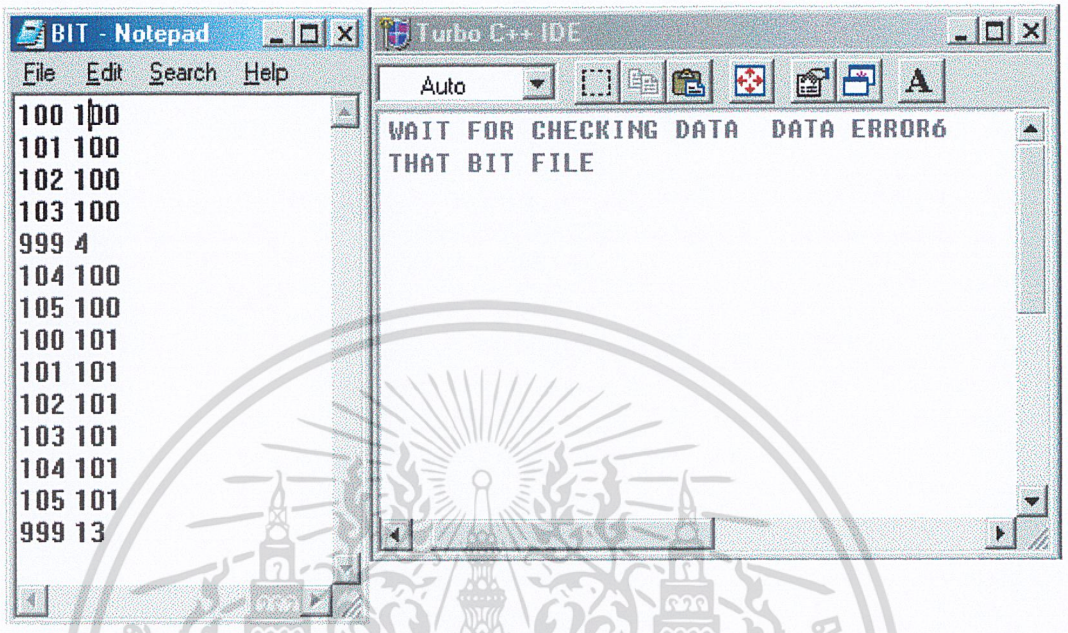
3.4.5 Data Error5



รูปที่ 3-15 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

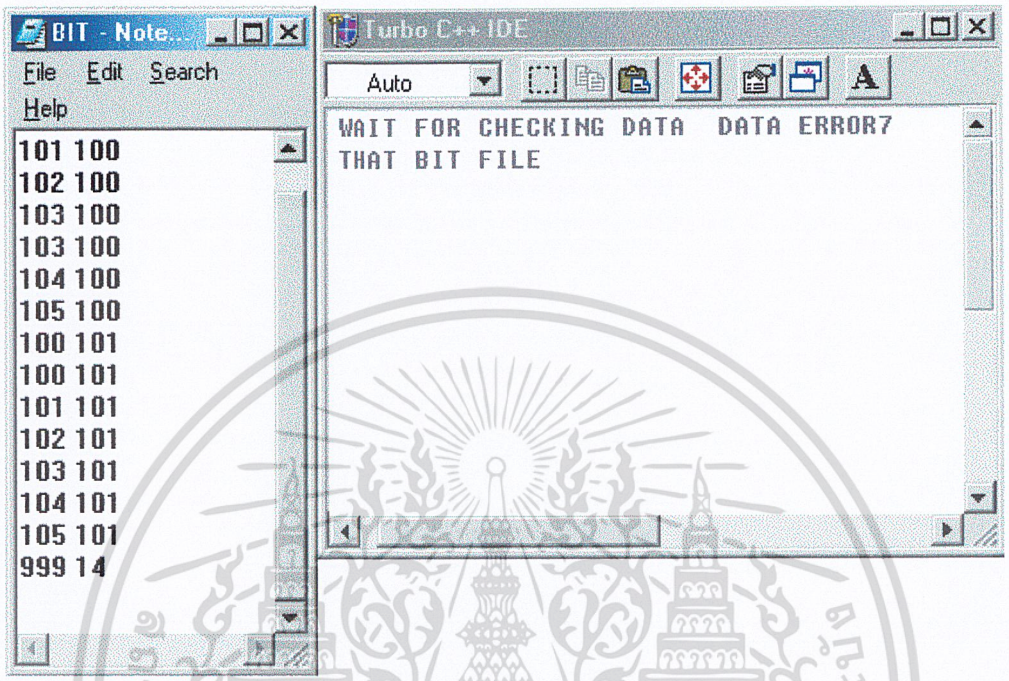
3.4.6 Data Error6



รูปที่ 3-16 แสดงข้อมูลผิดพลาดวนตำแหน่งบิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 Data Error7



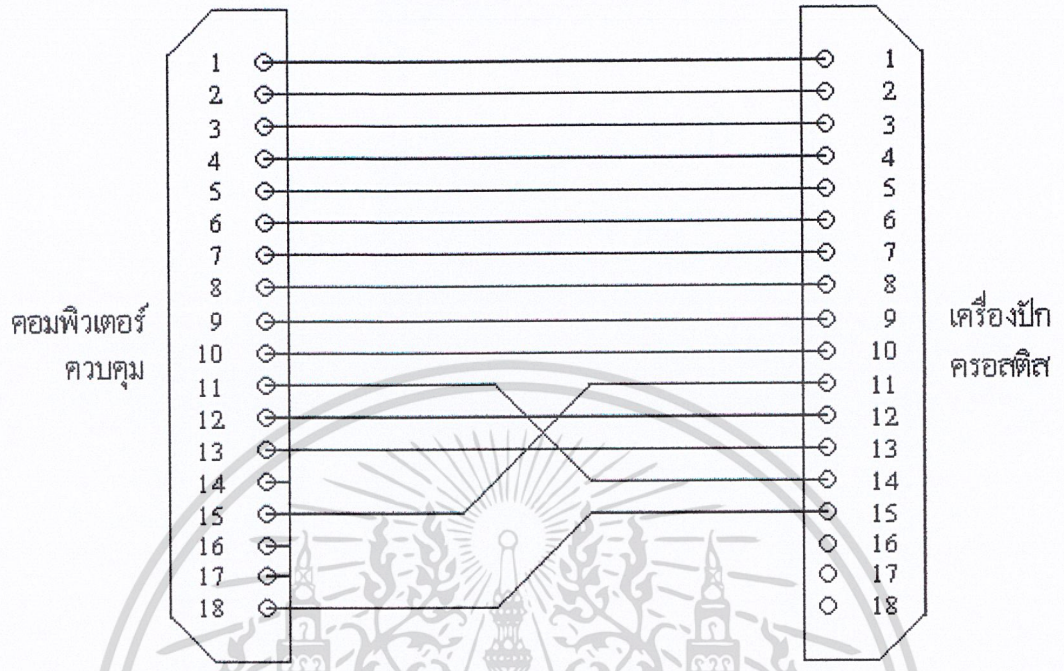
รูปที่ 3-17 แสดงข้อมูลผิดพลาดในตำแหน่งบิท

3.5 ลักษณะในการทำงานที่ 2

ข้อมูลในการหมุนมอเตอร์แบบสเต็ปมอเตอร์

ในการสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนจะส่งข้อมูลเป็นค่าเลขฐาน16 โดยจำเป็นต้องส่งข้อมูลให้ตามลำดับดังนี้ 1 -> 2 -> 4 -> 8 หรือ ต้องการให้มีกำลังมากขึ้นจะส่งข้อมูลให้ตามลำดับดังนี้ 3 -> 6 -> C -> 9 ส่วนในการติดต่อพูดคุยกันระหว่างคอมพิวเตอร์ควบคุมและเครื่องปักครอสติสนั้นใช้การเชื่อมต่อส่งข้อมูลแบบขนานโดยแต่ละขาสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-18 การเชื่อมต่อข้อมูลแบบขนาน

ด้านคอมพิวเตอร์ควบคุม

ขา 1 เป็นขาส่งสัญญาณควบคุมที่สั่งให้หัวปักทำงานหรือไม่ทำงาน

ขา 2 ถึง 9 เป็นขาส่งสัญญาณข้อมูลเลขฐาน16 ที่ใช้สั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)หมุนโดย สัญญาณ จากขา 2 ถึง 5 เป็นของแกนY และขา 6 ถึง 9 เป็นของแกนX

ขา 10 เป็นขารับสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดเริ่มต้นของแกนX

ขา 12 เป็นขารับสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดสุดท้ายของแกนX

ขา 13 เป็นขารับสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดเริ่มต้นของแกนY

ขา 15 เป็นขารับสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดสุดท้ายของแกนY

ขา 18 เป็นขาสัญญาณกราวด์ไฟฟ้า

ขา 11 เป็นขารับสัญญาณสภาวะการทำงานของหัวปักว่าทำงานเสร็จแล้วหรือยังไม่เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านเครื่องปักครอสติส

ขา 1 เป็นขารับสัญญาณควบคุมที่สั่งให้หัวปักทำงานหรือไม่ทำงาน

ขา 2 ถึง 9 เป็นขารับสัญญาณข้อมูลเลขฐาน16 ที่ใช้สั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนโดยสัญญาณ

จากขา 2 ถึง 5 เป็นของแกนY และขา 6 ถึง 9 เป็นของแกนX

ขา 10 เป็นขาส่งสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดเริ่มต้นของแกน X

ขา 11 เป็นขาส่งสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดสุดท้ายของแกน Y

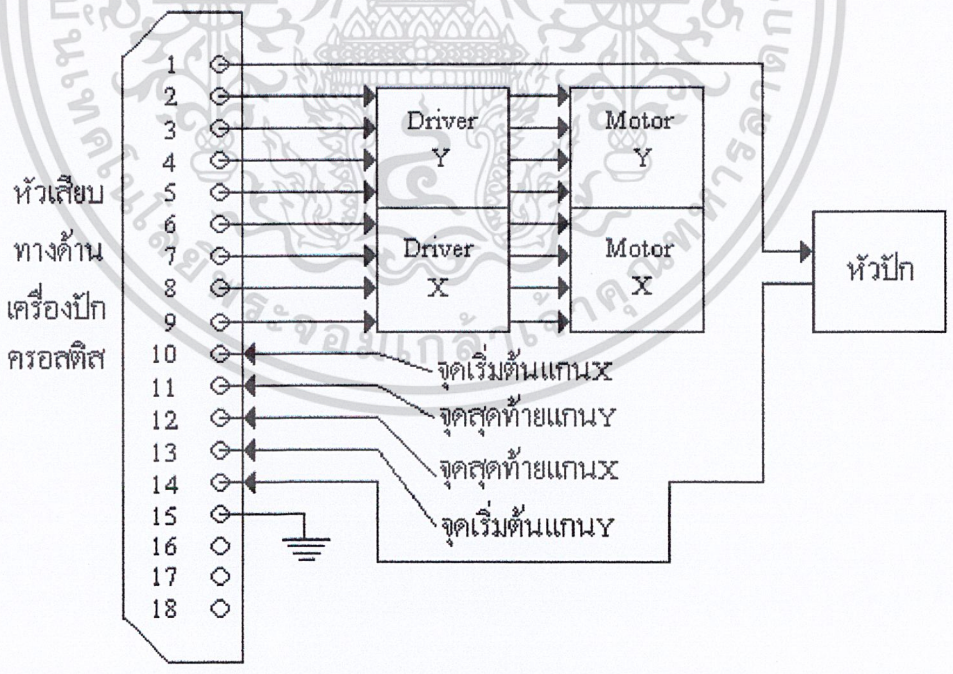
ขา 12 เป็นขาส่งสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดเริ่มต้นของแกน X

ขา 13 เป็นขาส่งสัญญาณตรวจสอบที่อยู่ ณ. จุดสุดท้ายของแกน Y

ขา 14 เป็นขาส่งสัญญาณสภาวะการทำงานของหัวปักว่าทำงานเสร็จแล้วหรือยังไม่เสร็จ

ขา 15 เป็นขาสัญญาณกราวด์ไฟฟ้า

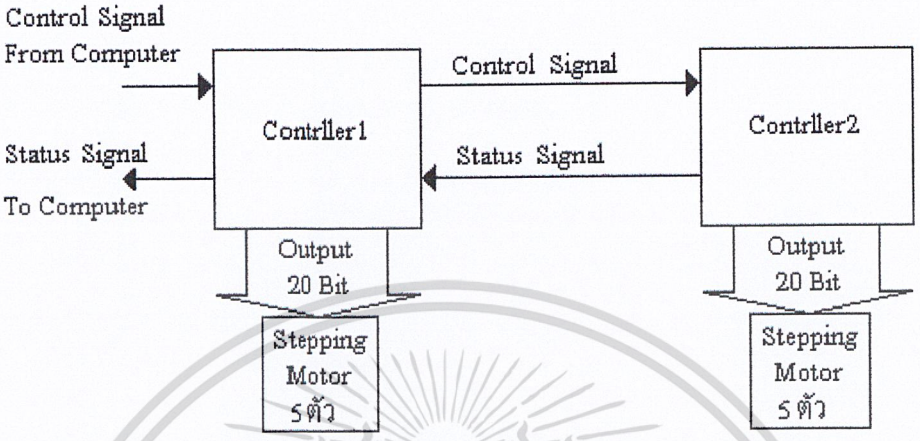
การต่อทางด้านเครื่องปักครอสติส



รูปที่ 3-19 แสดงการเชื่อมต่อด้านเครื่องปัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ที่ 3-19 ภายในบล็อกของหัวปักจะมีส่วนควบคุมการทำงานหัวปักคือ

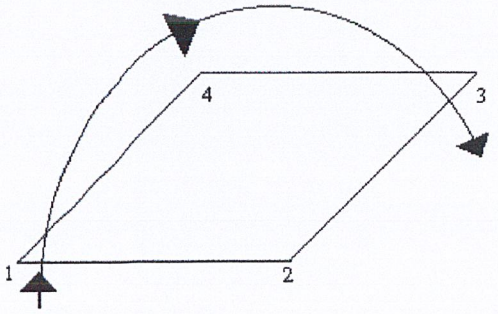


รูปที่ 3-20 บล็อคไดอะแกรมของหัวปัก

Control Signal ทั้งสองเส้นจะต่ออยู่กับขา Interrupt ของ Controller ซึ่ง Controller จะถูก Interrupt ได้โดยสัญญาณที่มีลักษณะเป็นขอบขาลง Status Signal เป็นสัญญาณการบอกสถานะขณะนั้นโดย สัญญาณลอจิก 0 บอกถึงสถานะไม่ว่างกำลังทำงานอยู่ สัญญาณลอจิก 1 บอกถึงสถานะว่างไม่มีการทำงาน Controller ทั้งสองตัวใช้ MCS51 เบอร์ AT89C51 Output 20 Bit ใช้ PORT0, PORT2 ทั้งหมดและ PORT1 ใช้ 4บิตบน(P1.7, P1.6, P1.5, P1.4)

3.6 ลักษณะการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานหัวปัก

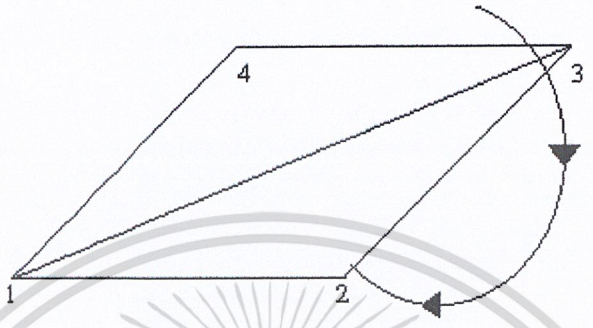
เมื่อ Computer ควบคุมตำแหน่ง แกนX แกนY เรียบร้อยแล้วจะส่งสัญญาณควบคุมที่เป็นลักษณะสัญญาณ Interrupt ไปยัง Controller1 เพื่อให้ส่วนควบคุมเริ่มทำการปัก โดยมีลักษณะการปักดังนี้



รูปที่ 3-21 ลักษณะการปักจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 3

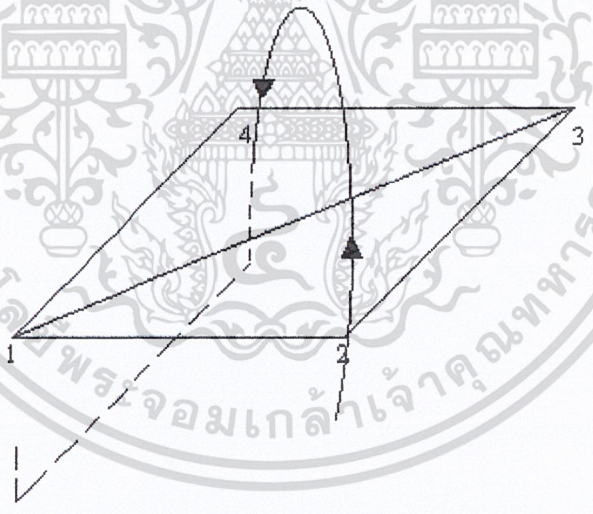
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นแรก Controller1 จะส่งสัญญาณ Status เป็นลอจิก 0 (ไม่ว่าง)การปักเริ่มจาก จุดที่1 เป็นตำแหน่งที่ แกนX แกนY ชี้อยู่ การปักจะเริ่มจากด้านล้างปักขึ้นมาแล้ว Controller2 จะข้ามไปปักลงที่จุดที่3



รูปที่ 3-22 ลักษณะการปักจากจุดที่ 3 ไปยังจุดที่ 2

ต่อไปจากจุดที่3 ด้านล่าง Controller1 จะเลื่อนไปปักขึ้นที่จุดที่2



รูปที่ 3-23 ลักษณะการปักจากจุดที่ 2 ไปยังจุดที่ 4

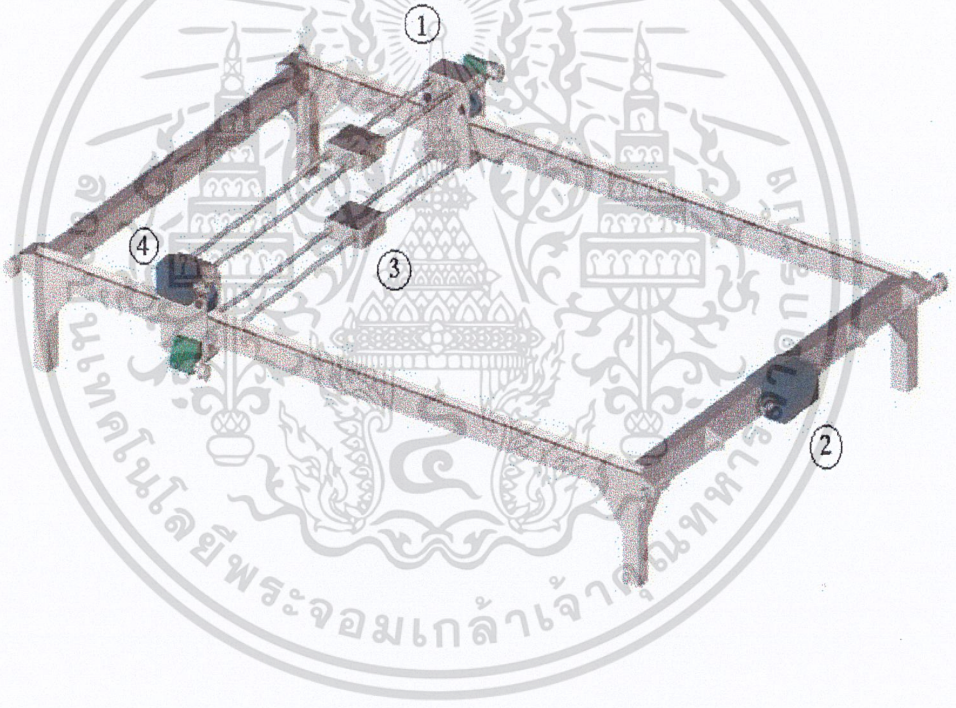
ต่อไปจากจุดที่2 ด้านบน Controller2 จะไปปักลงที่จุดที่4 และทำการเลื่อนหัวปักกลับมาที่จุดที่1 ดังเดิมจากนั้นส่งสัญญาณ Status บอก Computer ว่าปักเสร็จแล้วก็คือสัญญาณลอจิก 1(ว่าง) ในการทำงานทุกขั้นตอน Controller ทั้ง2 จะควบคุมให้หัวปักด้านบนและล่างอยู่ตรงกันตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

3.7.1 ตัวโครงปักผ้า

มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 73 cm ยาว 95 cm ทำด้วยเหล็กทั้งหมดดังรูปที่ 3-24 ส่วนโครงทั้ง 4 ด้านทำมาจากเหล็กตันรูป 4 เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1 × 1 นิ้ว ส่วนตัวฐานเป็นขาตั้งทำมาจากเหล็กฉากซึ่งยึดติดกับตัวโครงด้วยน็อตซึ่งสามารถถอดได้ดังรูปที่ 3-25 ส่วนด้านตามยาวของโครง จะมีรางลักษณะ 3 เหลี่ยมวางพาดตามยาวทั้ง 2 ด้านของโครงเพื่อที่จะให้ส่วนเคลื่อนที่ที่ 1 เคลื่อนที่ตามแนวแกน X ได้ ดังรูปที่ 3-24



รูปที่ 3-24 แสดงลักษณะโครงสร้างของเครื่องปักผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3-24

ตำแหน่งที่ 1 คือ ส่วนเคลื่อนที่ที่ 1

ตำแหน่งที่ 2 คือ มอเตอร์ขับเคลื่อนส่วนเคลื่อนที่ที่ 1

ตำแหน่งที่ 3 คือ ส่วนเคลื่อนที่ที่ 2

ตำแหน่งที่ 4 คือ มอเตอร์ขับเคลื่อนส่วนเคลื่อนที่ที่ 2

รูปที่ 3-25 แสดงถึงการยึดขาตั้งกับตัวโครง

3.7.2 ส่วนเคลื่อนที่

แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนเคลื่อนที่ที่ 1 เคลื่อนที่ด้วยลูกล้อที่ทำมาจากโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2 นิ้ว หนา 1 นิ้วจำนวน 2 ล้อซึ่งถูกครอบด้วยกล่องโลหะรูปสี่เหลี่ยม ลักษณะเหมือนกันทั้ง 2 ด้านการเคลื่อนที่ของส่วนนี้จะไปในทิศทางตามแนวยาว (X) พร้อมกันทั้ง 2 ด้าน ซึ่งจะถูกขับเคลื่อนด้วย เพลาตีเกลียวทั้ง 2 ด้าน โดยส่งกำลังมาจากมอเตอร์ตัวเดียวกัน ที่มีลักษณะการหมุนแบบ 2 แกน อัตราการหมุนของแกนทั้ง 2 เท่ากัน ทำให้การเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อนที่ที่ 1 เคลื่อนที่พร้อมกัน

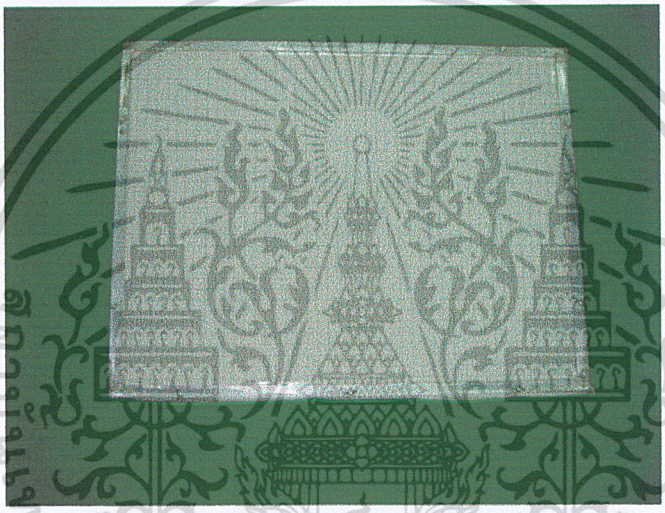
ส่วนเคลื่อนที่ที่ 2 มีลักษณะเป็นเหล็กเส้นที่มีลักษณะเป็นวงกลมเหมือนเพลาเกลี้ยง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 mm. ยาว 75cm. ทอดผ่านระหว่างส่วนเคลื่อนที่ 1 ทั้ง 2 ด้าน โดยจะมีเพลาเกลี้ยงนี้จำนวน 2 เส้นแบ่งเป็นข้างบน 1 เส้น ข้างล่าง 1 เส้น ซึ่งเพลาเกลี้ยงแต่ละเส้นจะถูกประกบคู่ด้วยเพลาตีเกลียว วางในลักษณะขนานกันในแนวนอน ซึ่งส่วนเคลื่อนที่ ที่ 2 นี้จะถูกควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมการเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์และส่งถ่ายกำลังด้วยเพลาตีเกลียว ทั้งด้านบนและด้านล่าง ลักษณะการเคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ไปตามแนวขวาง (Y)

3.7.3 ส่วนของเฟรม (Frame)

ทำจากอะลูมิเนียมฉาก มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 62.5 cm. ยาว 82.5 cm. โดยจะทำการยึดผ้าไว้บนเฟรม ด้วยหมุด ทั้ง 4 ด้าน ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3-26 เฟรมและลักษณะการขึงผ้า

3.7.4 ส่วนหัวปักผ้า (Stitch Header)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำการปัก ซึ่งควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller) โดยจะแบ่งส่วนการทำงานของหัวปักเป็น 2 ส่วน คือหัวปักด้านบน และ หัวปักด้านล่าง ทั้ง 2 ส่วนนี้จะทำงานสัมพันธ์กัน คือ เมื่อหัวปักด้านบนทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์ หัวปักด้านล่างจะรอจนกว่าขั้นตอนในการปักด้านบนเสร็จถึงจะเริ่มขั้นตอนในการปักด้านล่างต่อไป โดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมหัวปักจะแยกกันเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกควบคุมการปักด้านบนและชุดที่ 2 ควบคุมการปักด้านล่าง การปักแบบครอสติสจะปักในลักษณะทแยงมุม 4 จุด จะเห็นได้ว่าการปักแบบครอสติสจะปัก 4 จุดต่อ 1 ตำแหน่ง แต่การปักแบบธรรมดานั้นจะปัก 1 จุดต่อ 1 ตำแหน่ง เพราะฉะนั้นหัวปักที่สร้างขึ้นนี้จะมีขั้นตอนการทำงานในการปักแต่ละครั้งหลายขั้นตอนเพื่อให้การปักด้วยเครื่องเหมือนการปักด้วยมือมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

4.1 การทดสอบโปรแกรมหาตำแหน่งบนผ้า(โปรแกรมสร้างเอกสารตำแหน่งจุด)และโปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของ Step Motor

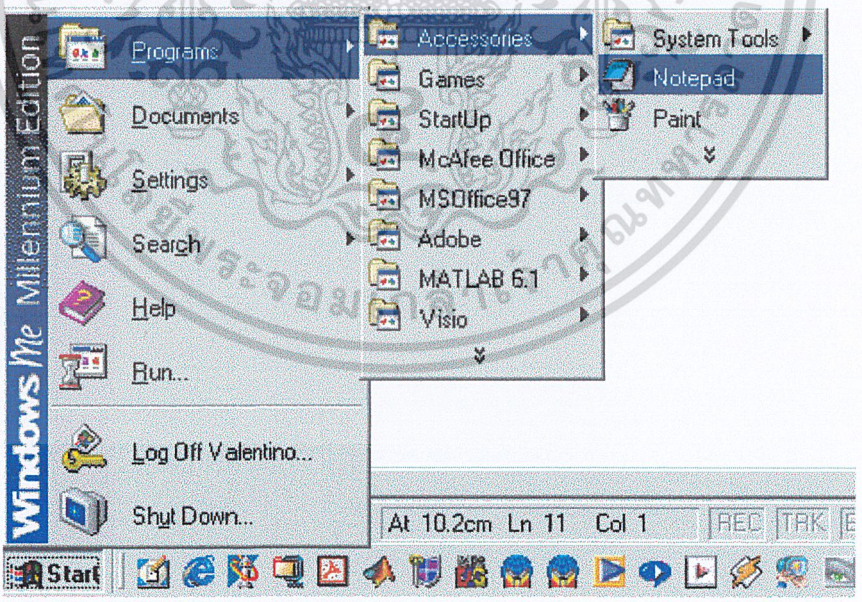
จุดประสงค์

ศึกษาผลการทำงานของโปรแกรมที่ออกแบบ

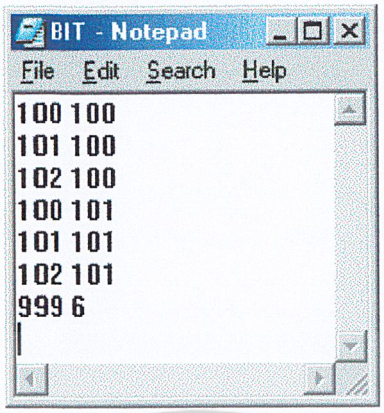
1. ศึกษาเสถียรภาพของโปรแกรมที่ได้ออกแบบ

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทำการสร้างเอกสารตำแหน่งบิตโดยเอกสารตำแหน่งบิตจำเป็นต้องมีรูปแบบข้อมูลที่ถูกต้อง การสร้างจะสร้างโดยโปรแกรมเอกสารชื่อ Notepad เมื่อทำการสร้างเสร็จแล้วให้ทำการบันทึกเป็นชื่อ BIT.TXT

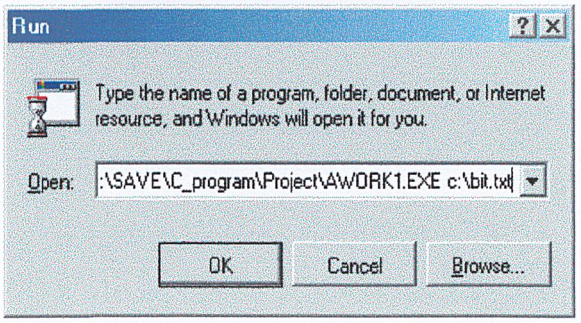


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-1 การสร้างเอกสารตำแหน่งบิตโดยใช้โปรแกรม Notepad

1. ทำการ RUN PROGRAM หาตำแหน่งบนผ้าโดยใช้ RUN ใน START MENU

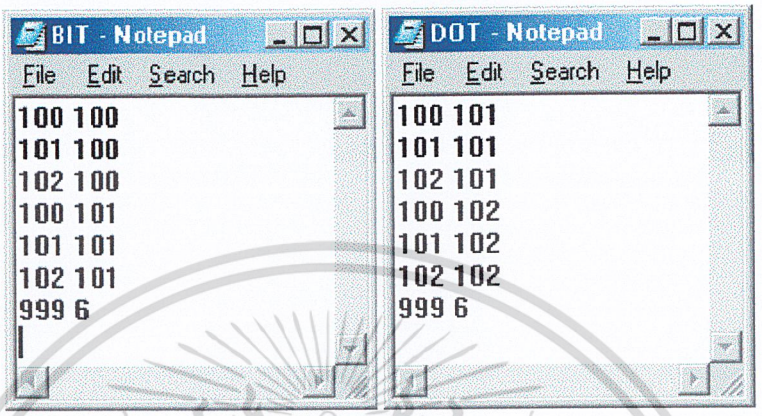


รูปที่ 4-2 แสดงการเรียกใช้โปรแกรมหาตำแหน่งจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

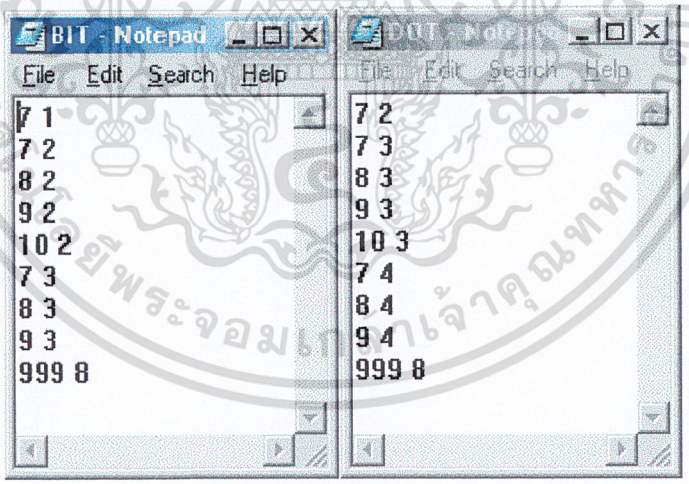
2. ทำข้อ 1 และ 2 ซ้ำอีกสองรอบโดยทำการเปลี่ยนข้อมูลในเอกสารตำแหน่งบิตให้ต่างจากเดิม
3. ทำการดูผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งที่ 1



รูปที่ 4-3 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 1

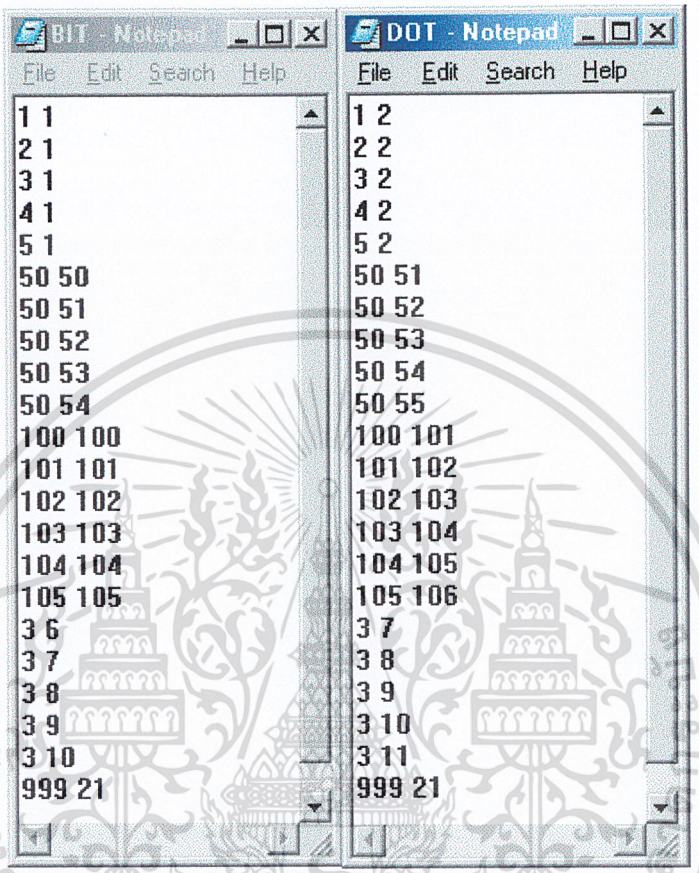
ผลการทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 4-4 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองครั้งที่ 3



รูปที่ 4-5 แสดงอินพุตและเอาท์พุตของการ RUN โปรแกรมหาตำแหน่งจุดครั้งที่ 3

4. ต่อไปเป็นการทดสอบโปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของ Step Motor
5. ทำการสร้างเอกสารตำแหน่งจุดโดยมีเพียงสองจุดหรือสองคู่ลำดับ(ต้น-ปลาย)เอกสารตำแหน่งจุดจำเป็นต้องมีรูปแบบข้อมูลที่ถูกต้อง การสร้างจะสร้างโดยโปรแกรมเอกสารชื่อ Notepad เมื่อทำการสร้างเสร็จแล้วให้ทำการบันทึกเป็นชื่อ DOT.TXT
6. ทำการทดลองโดย RUN PROGRAM ควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของ Step Motor โดยใช้ RUN ใน START MENU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองครั้งที่ 1 ให้ 2 Step ต่อ จุด และค่า Output เริ่มต้น 11001100					
คู่ลำดับ ต้น	คู่ลำดับ ปลาย	Step	Forward Backward	Output X From port 9 8 7 6	Output Y From port 5 4 3 2
1 1	2 2	0	-	1 1 0 0	1 1 0 0
		1	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		2	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		3	F	0 0 1 1	1 0 0 1
		4	F	0 0 1 1	0 0 1 1
100 100	103 96	0	-	1 1 0 0	1 1 0 0
		1	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		2	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		3	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		4	F	1 1 0 0	1 1 0 0
		5	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		6	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		7	B	0 0 1 1	0 1 1 0
		8	B	0 0 1 1	0 0 1 1
		9	B	0 0 1 1	1 0 0 1
		10	B	0 0 1 1	1 1 0 0
		11	B	0 0 1 1	0 1 1 0
		12	B	0 0 1 1	0 0 1 1
		13	B	0 0 1 1	1 0 0 1
		14	B	0 0 1 1	1 1 0 0

ตารางที่ 4-1 ผลที่ได้จากการ RUN โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองครั้งที่ 2 ให้ 5 Step ต่อ จุด และค่า Output เริ่มต้น 11001100					
คู่ลำดับ ต้น	คู่ลำดับ ปลาย	Step	Forward Backward	Output X From port 9 8 7 6	Output Y From port 5 4 3 2
		0	-	1 1 0 0	1 1 0 0
1 1	2 2	1	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		2	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		3	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		4	F	1 1 0 0	1 1 0 0
		5	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		6	F	1 0 0 1	1 0 0 1
		7	F	1 0 0 1	0 0 1 1
		8	F	1 0 0 1	0 1 1 0
		9	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		10	F	1 0 0 1	1 0 0 1
100 100	103 98	0	-	1 1 0 0	1 1 0 0
		1	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		2	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		3	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		4	F	1 1 0 0	1 1 0 0
		5	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		6	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		7	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		8	F	1 1 0 0	1 1 0 0
		9	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		10	F	0 0 1 1	1 1 0 0
		11	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		12	F	1 1 0 0	1 1 0 0
		13	F	1 0 0 1	1 1 0 0
		14	F	0 0 1 1	1 1 0 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		15	F	0 1 1 0	1 1 0 0
		16	B	0 1 1 0	0 1 1 0
		17	B	0 1 1 0	0 0 1 1
		18	B	0 1 1 0	1 0 0 1
		19	B	0 1 1 0	1 1 0 0
		20	B	0 1 1 0	0 1 1 0
		21	B	0 1 1 0	0 0 1 1
		22	B	0 1 1 0	1 0 0 1
		23	B	0 1 1 0	1 1 0 0
		24	B	0 1 1 0	0 1 1 0
		25	B	0 1 1 0	0 0 1 1

ตารางที่ 4-2 ผลที่ได้จากการ RUN โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ครั้งที่ 2

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในส่วนของโปรแกรมหาตำแหน่งบนผ้า(โปรแกรมสร้างเอกสารตำแหน่งจุด) Output ที่ได้มีการแตกต่างจากข้อมูลในเอกสารตำแหน่งจุด ที่ค่า Y ของคู่ลำดับคือจะมีการบวกเพิ่มขึ้นไปอีกหนึ่งค่า ส่วนของโปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของ Step Motor ค่า Output จำนวนครั้งของ Step ขึ้นอยู่ที่ Step ต่อ จุด และ ลอจิกที่ออกของ Port จะเป็น C-> 9->3->6 ในการเดินหน้าและ C->6->3->9 ในการเดินถอยหลัง การทดลองสรุปได้ว่าโปรแกรมมีความเสถียรภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

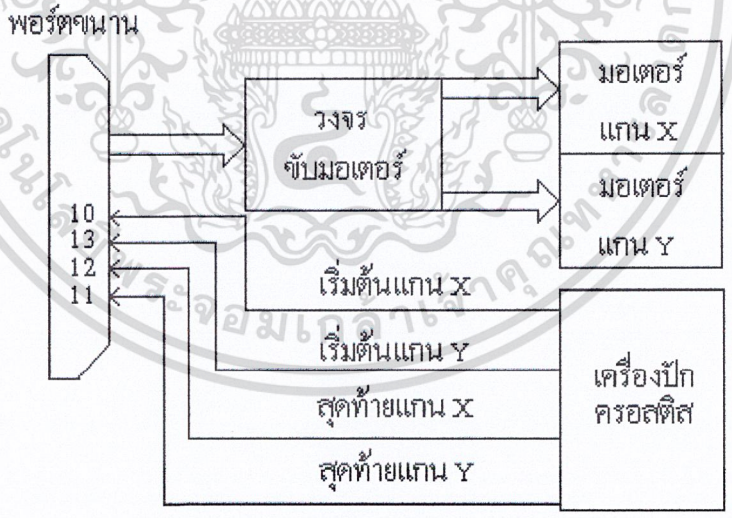
4.2 การทดสอบโปรแกรมหาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และ แกน Y ตามระยะทางที่กำหนดขึ้นเอง

จุดประสงค์

1. เพื่อหาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และ แกน Y ตามระยะทางที่กำหนดขึ้นเอง
2. เพื่อศึกษาการทำงานของโปรแกรมที่ได้ออกแบบ
3. เพื่อศึกษาเสถียรภาพของโปรแกรมที่ได้ออกแบบมา

ลำดับขั้นการทดลอง

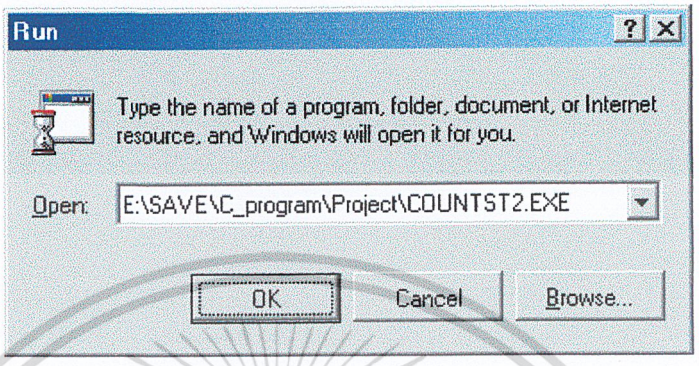
1. ทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณจากพอร์ตขนานหลังคอมพิวเตอร์ไปสู่อินพุทวงจรขับมอเตอร์ และสายสัญญาณจากเอาท์พุทวงจรขับมอเตอร์ไปยังมอเตอร์จากนั้นทางเครื่องปักครอสติสจะมีสายสัญญาณกลับมาที่พอร์ตขนาน 4 เส้นดังภาพ



รูปที่ 4-6 แสดงการต่อสายสัญญาณจากพอร์ตขนานจากคอมพิวเตอร์ไปยังวงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการ RUN PROGRAM หาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และ แกน Y โดยเลือก RUN จาก START MENU



รูปที่ 4-7 แสดงการเรียกใช้โปรแกรมหาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และ Y

3. ทำการทำลองโดยการเปลี่ยนระยะความห่างระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย

ระยะห่างแกน X 30 เซนติเมตร		
ครั้งที่	Step	เฉลี่ยต่อ ซม.
ครั้งที่ 1	11,296	376.5333
ครั้งที่ 2	11,290	376.3333
ครั้งที่ 3	11,294	376.4667

ระยะห่างแกน X 50 เซนติเมตร		
ครั้งที่	Step	เฉลี่ยต่อ ซม.
ครั้งที่ 1	18,842	376.84
ครั้งที่ 2	18,830	376.6
ครั้งที่ 3	18,837	376.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะห่างแกน Y 15 เซนติเมตร		
ครั้งที่	Step	เฉลี่ยต่อ ซม.
ครั้งที่ 1	6477	431.8
ครั้งที่ 2	6496	433.0667
ครั้งที่ 3	6478	431.8667

ระยะห่างแกน Y 30 เซนติเมตร		
ครั้งที่	Step	เฉลี่ยต่อ ซม.
ครั้งที่ 1	12,927	430.9
ครั้งที่ 2	12,888	429.6
ครั้งที่ 3	12,913	430.4333

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการวัดจำนวน Step ที่ระยะต่าง ๆ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโปรแกรมสามารถหาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และ แกน Y ตามระยะทางที่กำหนดขึ้นเองได้จำนวน Step ที่ได้เปลี่ยนแปลงไปไม่เท่ากันแต่ก็ไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยผิดพลาดไปมากเกินที่จะทำงานไม่ได้ สรุปว่าผลเป็นที่ยอมรับได้ โปรแกรมเสถียรภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3

4.3 เป็นการทดลองวงจรขับมอเตอร์ทางด้านแกน X และแกน Y โดยรับค่าตำแหน่งมาจากโปรแกรมส่วนกำหนดตำแหน่ง

จุดประสงค์

1. เพื่อทดสอบวงจรว่าสามารถรับค่าทางอินพุตแล้วทำงานตามคุณสมบัติของวงจรได้
2. เพื่อทดสอบว่าวงจรนี้สามารถขับมอเตอร์แบบสเต็ปได้
3. เพื่อทดสอบว่ามอเตอร์สามารถทนกระแสที่รับมาจากวงจรได้นานโดยไม่เกิดความเสียหาย

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป ที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก
2. ต่อมอเตอร์แบบสเต็ปทางด้านเอาท์พุตของวงจร
3. ต่ออินพุทที่รับมาจากพอร์ทขนานของคอมพิวเตอร์
4. ทำการป้อนค่าตำแหน่งเข้าทางอินพุตผ่านทางพอร์ทขนาน
5. ใช้มิเตอร์วัดทางด้านเอาท์พุตของวงจรว่ามีค่าแรงดันตรงกับอินพุตที่ป้อนเข้ามาหรือไม่
6. ต่อวงจร โดยยังคงต่อมอเตอร์ทิ้งไว้ สังเกตอุณหภูมิของมอเตอร์ว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร

อินพุต				เอาท์พุตที่วัดได้			
บิท 1	บิท 2	บิท 3	บิท 4	บิท 1	บิท 2	บิท 3	บิท 4
0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1

ตารางที่ 4-4 แสดงการป้อนอินพุตจำนวน 4 บิทและเอาท์พุตที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา / อุณหภูมิ	20 นาที	40 นาที	60 นาที	80 นาที	1 ชั่วโมง
มอเตอร์ตัวที่ 1 ขนาด 6.5 V 1.3 A	ปกติ	เริ่มอุ่น	อุ่น	อุ่น	ร้อน
มอเตอร์ตัวที่ 2 ขนาด 5.4 V 1.5 A	ปกติ	เริ่มอุ่น	อุ่น	อุ่น	อุ่น

ตารางที่ 4-5 แสดงถึงการสังเกตอุณหภูมิของมอเตอร์

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นว่าวงจรที่ใช้ในการขับมอเตอร์นี้สามารถขับมอเตอร์แบบสเต็ปได้ตามอินพุทที่กำหนดตามต้องการและมอเตอร์ที่ใช้สามารถทนต่อการใช้งานได้เป็นเวลานานถึงแม้จะมีอุณหภูมิค่อนข้างร้อนแต่ก็ทำงานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงาน ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปโครงงาน

เครื่องปักครอสติสที่สร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยการทำงานอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนซอฟท์แวร์และส่วนฮาร์ดแวร์ ส่วนฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ เฟรมขึงผ้า , โครงปักผ้า และหัวปักผ้า โดยตัวโครงปักผ้าถูกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการทดลองในส่วนนี้ผลที่ได้ในการเคลื่อนตำแหน่งแกน X และแกน Y เป็นที่น่าพอใจคือตำแหน่งที่กำหนดให้เคลื่อนที่ไปนั้นสามารถทำได้โดยเกิดค่าผิดพลาดค่อนข้างน้อยและยอมรับได้โดยตรงส่วนหัวปักผ้าควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์ดีพอเพราะเกิดค่าผิดพลาดในส่วนต่างๆ ส่วนโปรแกรมถือว่าทำงานร่วมกับส่วนฮาร์ดแวร์ได้ดี แต่ภาพโดยรวมของเครื่องปักครอสติสยังถือว่าสามารถทำงานได้ตามแนวความคิดที่กำหนดไว้ในระดับหนึ่ง ถึงแม้จะไม่สมบูรณ์แบบก็ตาม อย่างไรก็ตามเครื่องปักครอสติสนี้ก็เป็นต้นแบบซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

5.2 ปัญหาในการทำโครงงาน

- ผู้จัดทำขนาดความรู้ความชำนาญทางด้านเครื่องกล จึงไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีเท่าที่ควร
- การออกแบบเครื่องปักและหัวปักใช้เวลานานเกินไปเพราะโครงงานนี้ยังไม่มีใครทำมาก่อนจึงไม่สามารถยึดแนวทางการออกแบบจากแหล่งความรู้ใด ๆ ได้จึงต้องจินตนาการและลองผิดลองถูกในการออกแบบเรื่อยมา
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างยังไม่ตรงกับลักษณะงานที่ทำมากนักเพราะอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานและตรงกับลักษณะงานนั้นหายากและมีราคาแพง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา เครื่องปักครอสติสให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้น โดยจะขอนำเสนอเป็นข้อ ๆ ดังนี้

- แกนเพลาตีเกลียวที่อยู่ในส่วนของโครงปักก่อนซื้อควรระมัดระวังเรื่องการบิด งอ ของแกนเพลาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลูกล้อในส่วนของการช่วยในการเคลื่อนที่ ควรเปลี่ยนเป็นแกนสไลด์เพราะช่วยให้การเคลื่อนที่ละเอียดและคล่องตัวมากกว่า แต่ค่อนค้างหายากและราคาค่อนข้างแพง
- ควรลดการใช้มอเตอร์ในส่วนของหัวปักให้น้อยลงเพื่อลดขนาดและน้ำหนักของหัวปัก
- ควรเปลี่ยนการใช้เฟืองในการส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปยังแกนเพลาตีเกลียวไปเป็นสายพานแทนเพื่อป้องกันการขบกันของเฟืองที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- Foley, Vandem, Feiner, and Hughes, 1942. คอมพิวเตอร์กราฟฟิค Principal and Practice. Second Edition. : Addison Wesky.
- โยธิน เปรมปราณีรัชน์, 2526. วิเคราะห์และออกแบบระบบการควบคุมมอเตอร์. : ม.ป.ท.
- วรรณวิกา ติตกะสิริ, การเขียนโปรแกรม C ด้วยตนเอง, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- นุกูล กระจาย , 2540. บอร์แลนด์ C++ 5.0, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

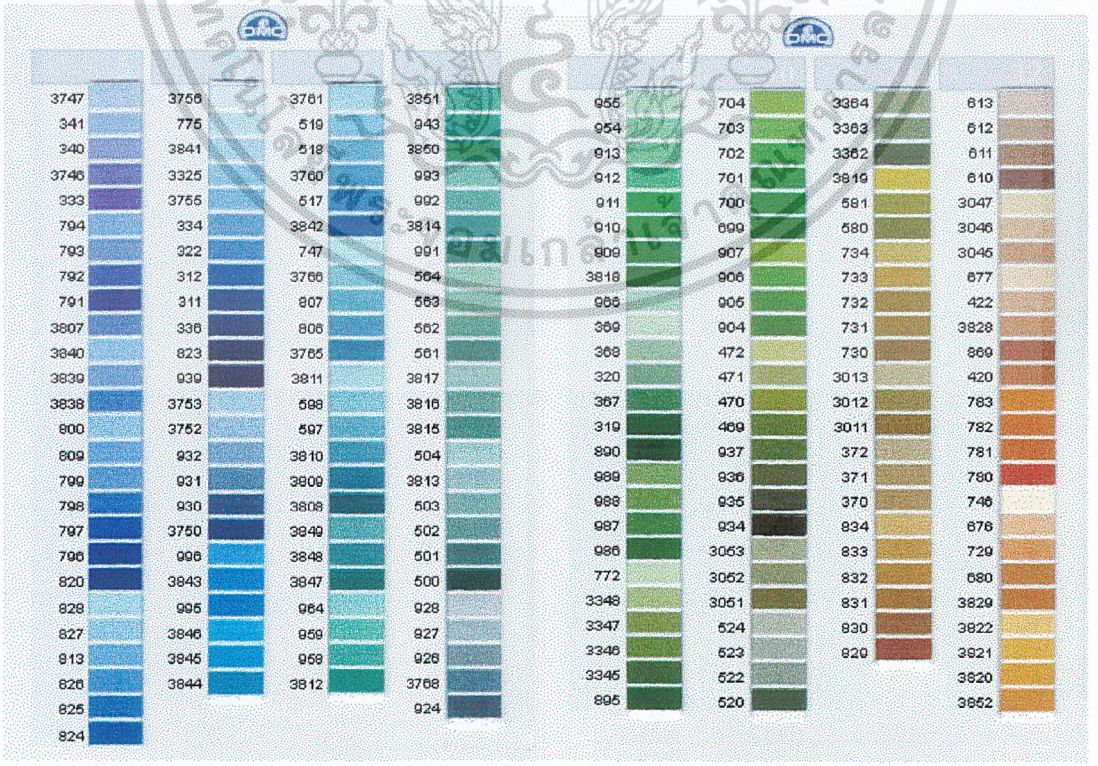
ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างสีไหมครอสติส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสีไหมครอสติส

รูปที่ ก-1 ตัวอย่างสีไหมครอสติส



รูปที่ ก-2 ตัวอย่างสีไหมครอสติส (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

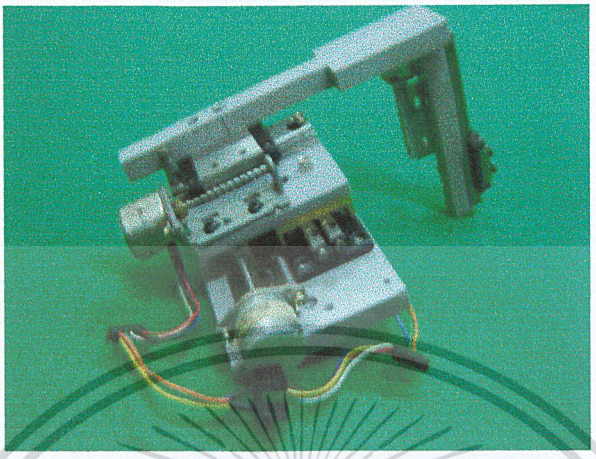
รูปที่ ก-3 ตัวอย่างสีไหมครอสติส (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

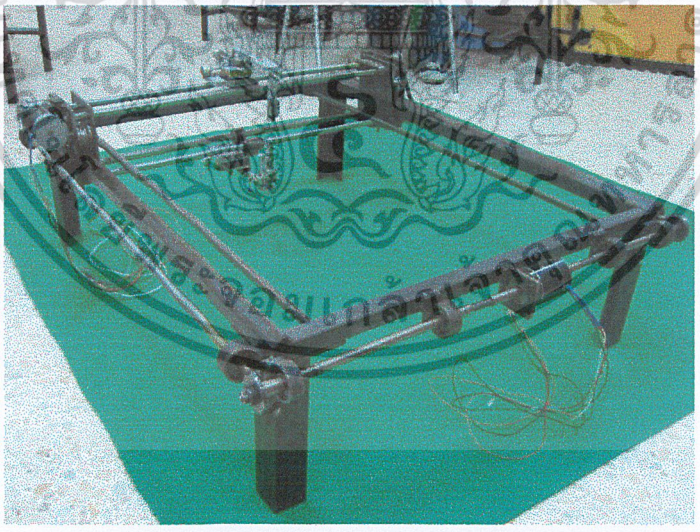
ภาคผนวก ข.

รูปถ่ายส่วนต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

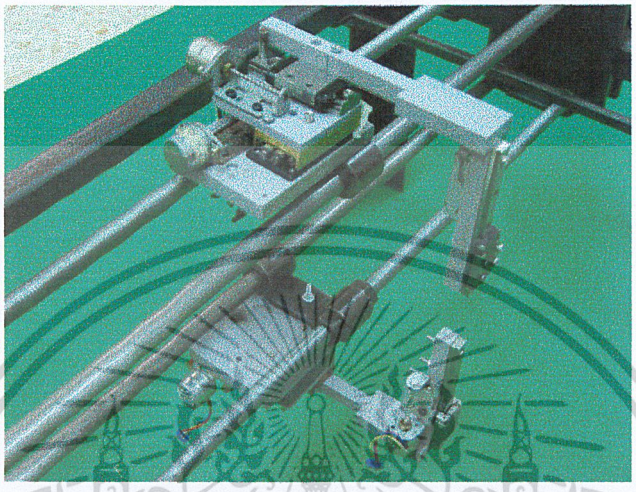


รูปที่ ข-1 ลักษณะของหัวปัก

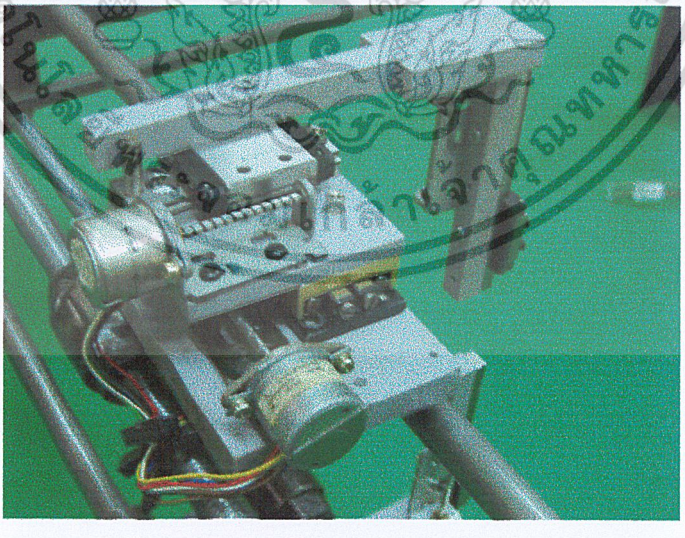


รูปที่ ข-2 ลักษณะของโครงและการวางตำแหน่งของหัวปัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

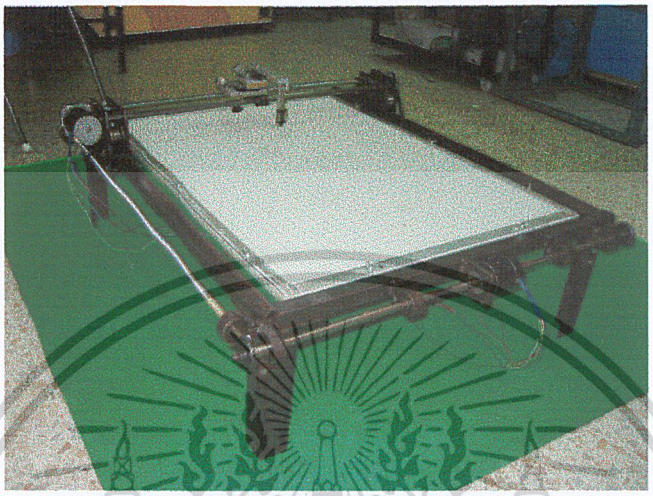


รูปที่ ข-3 ลักษณะการติดตั้งส่วนของหัวปักลงบนตัวโครง

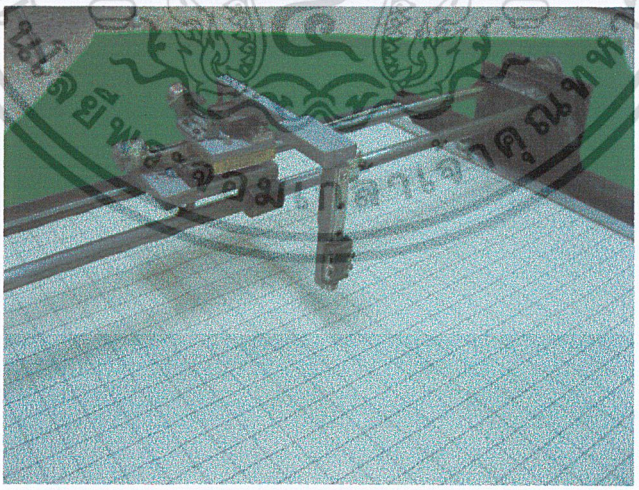


รูปที่ ข-4 ลักษณะการวางมอเตอร์ขับเคลื่อนส่วนหัวปัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

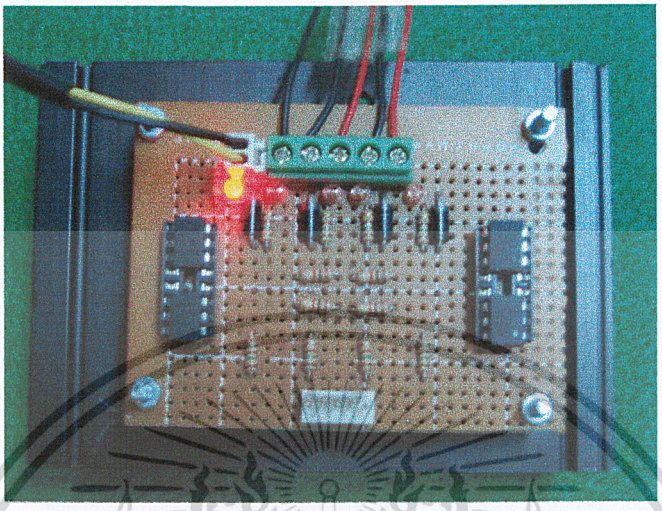


รูปที่ ข-5 ลักษณะการติดตั้งเฟรมยึดผ้าของบนตัวโครง

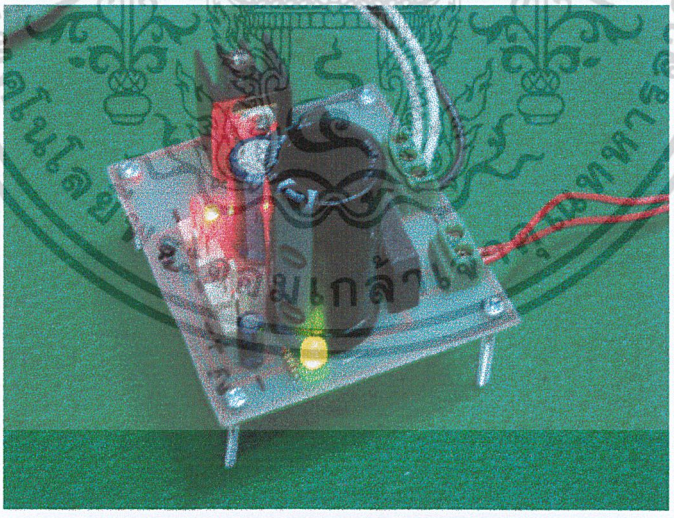


รูปที่ ข-6 ลักษณะทิศทางการปักของหัวเข็มลงบนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-7 วงจรขับมอเตอร์ 1 ชุดต่อ 1 ตัว

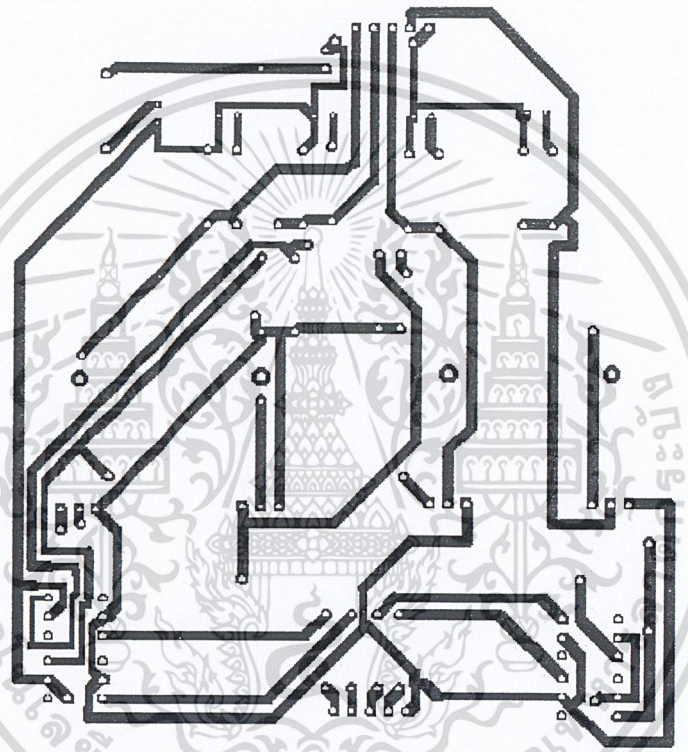


รูปที่ ข-8 วงจรแหล่งจ่ายไฟ DC 5v และ 9v

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

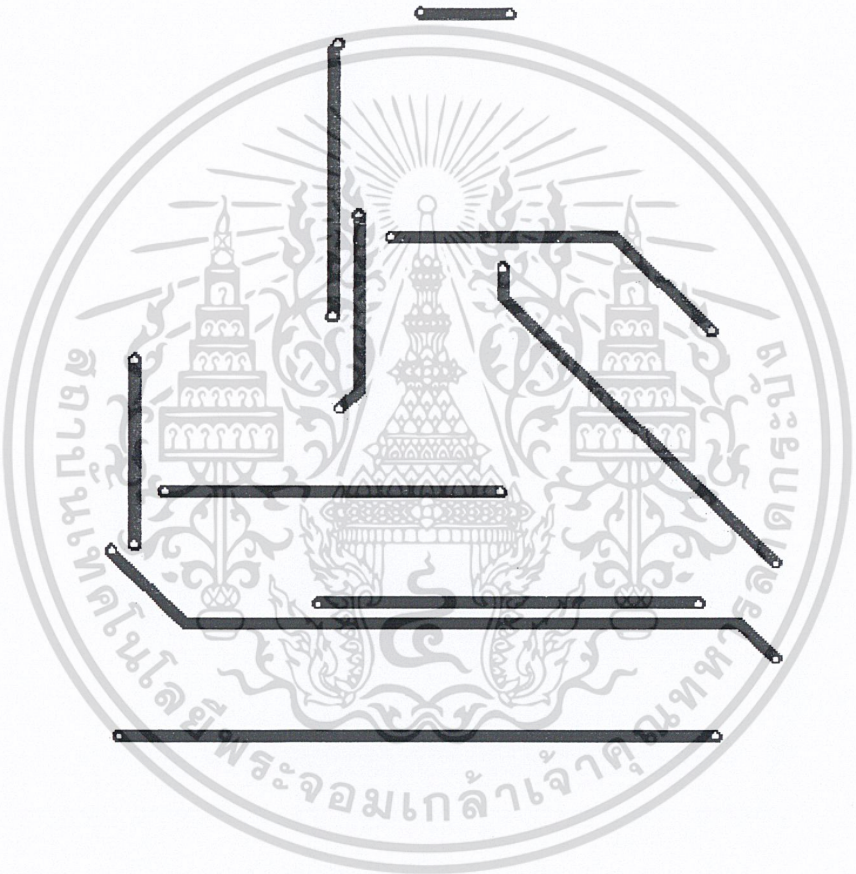
ภาคผนวก ข-9 วงจรขับมอเตอร์ DC แกน X และ Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปแสดงลายวงจรด้าน Bottom Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปแสดงลายวงจรด้าน Top Layer

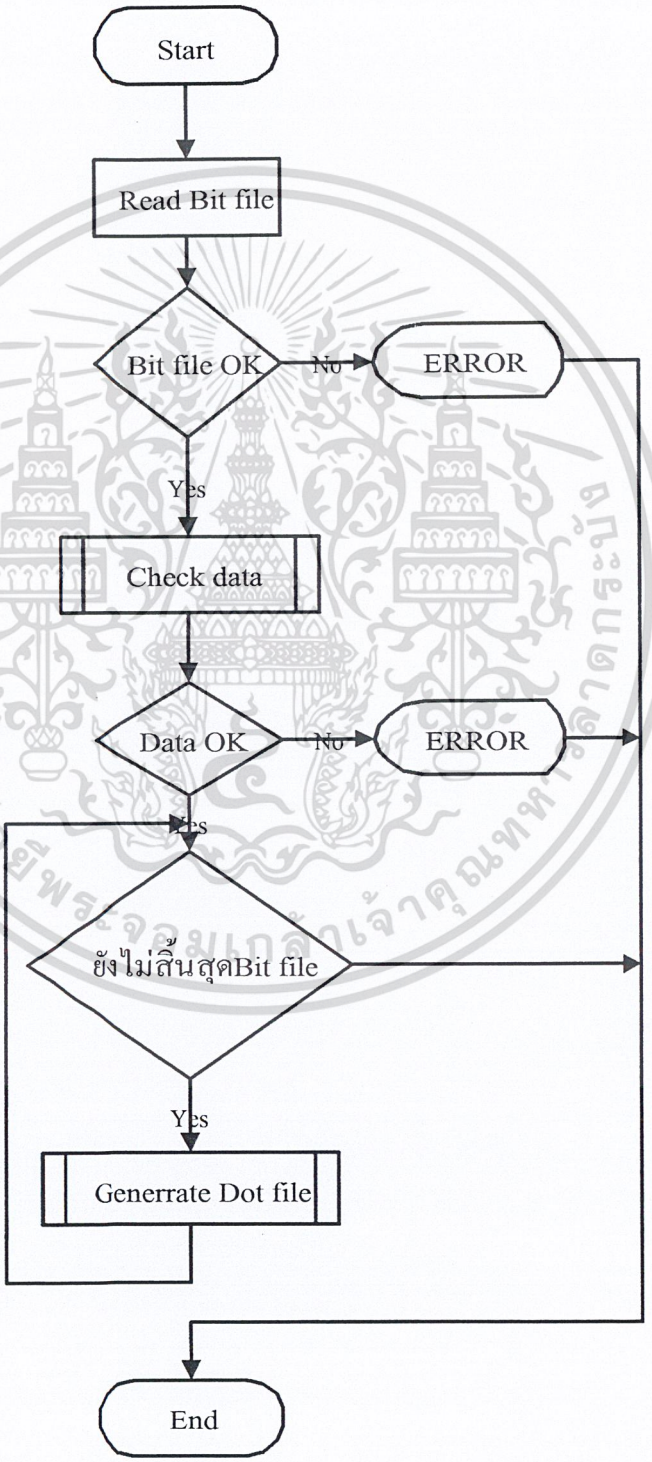
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รหัสโปรแกรมส่วนควบคุมมอเตอร์

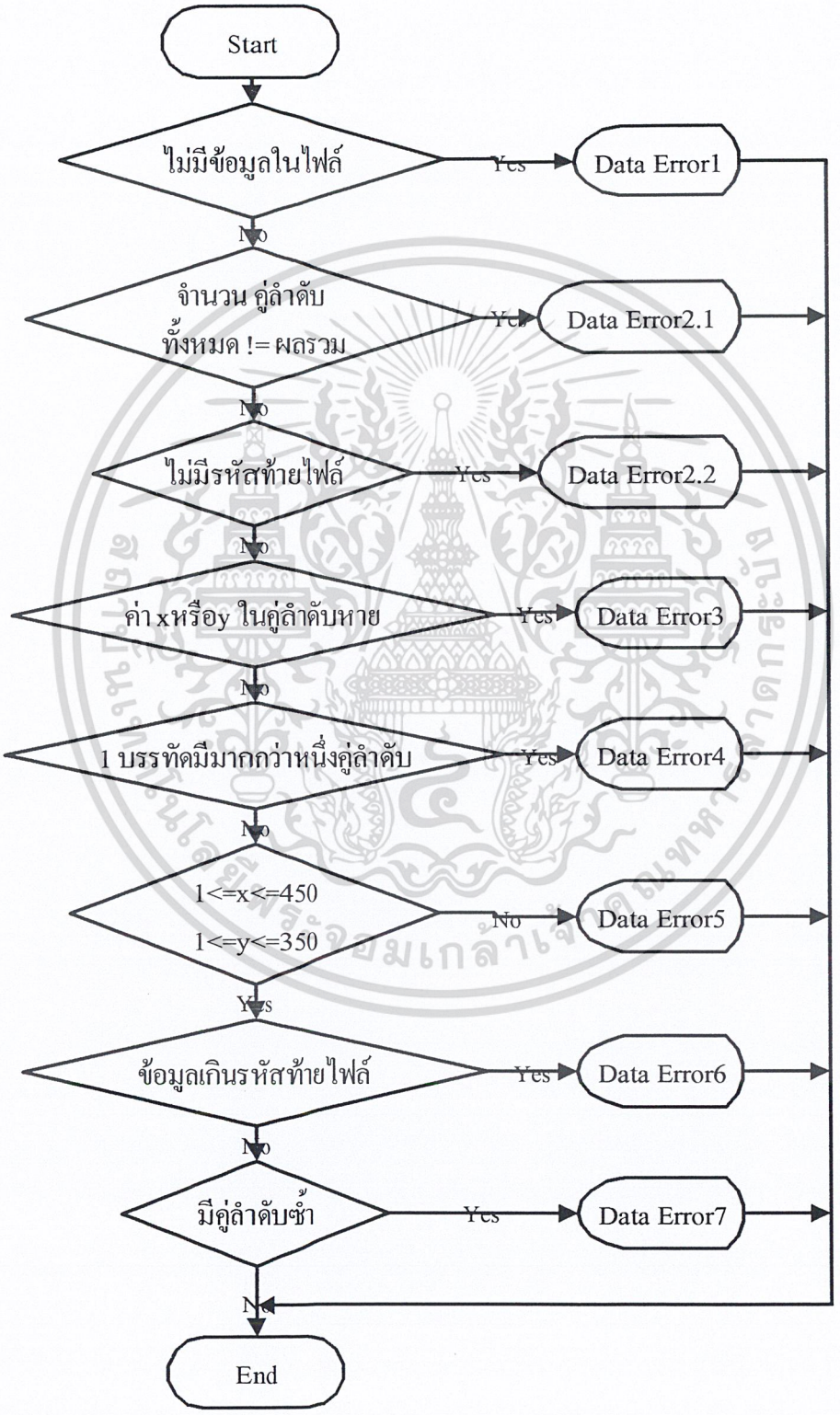
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Generate Dot file Program



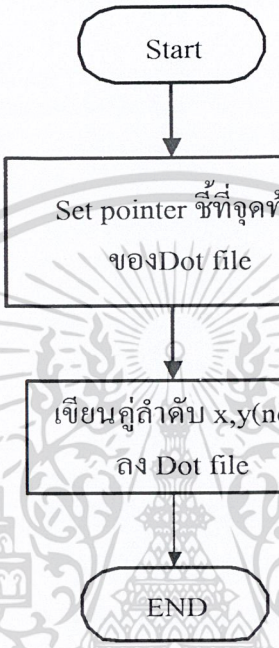
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Check data Function

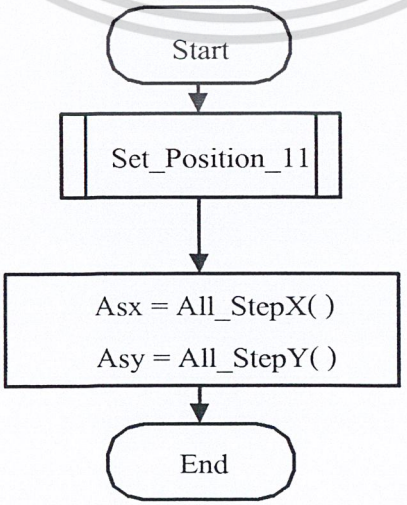


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Generate Dot file Function

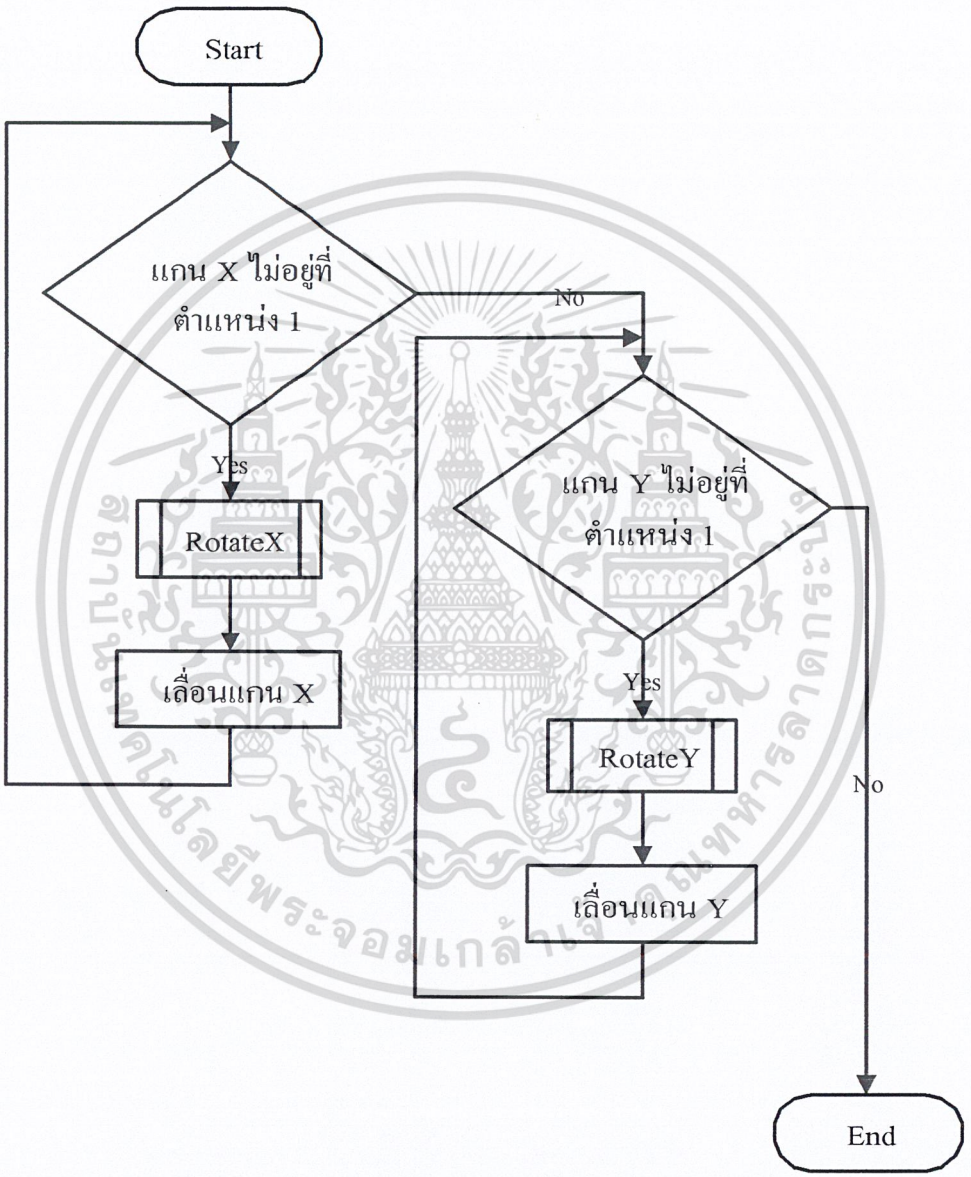


All X and Y Step Count Program



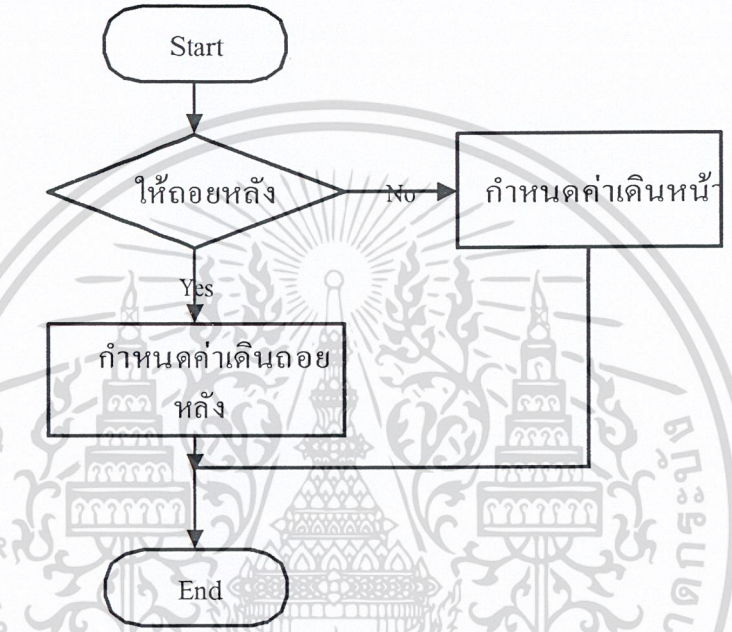
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Set_Position_11 Function

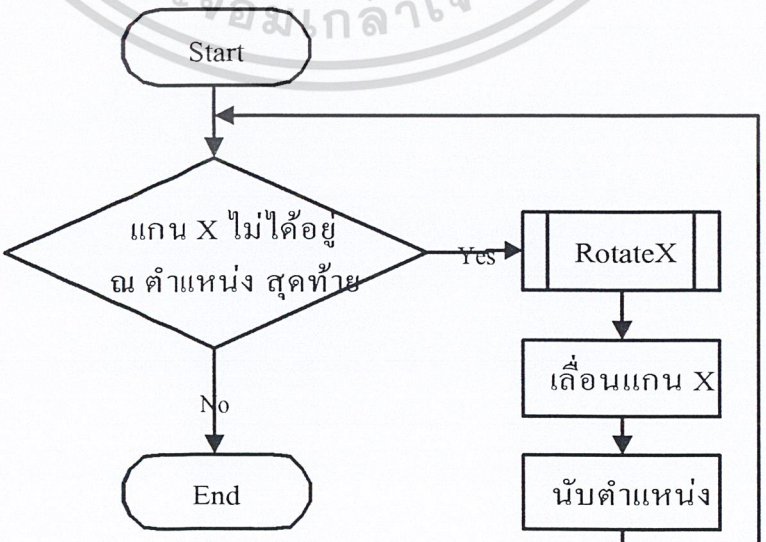


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RotateX และ RotateY Function

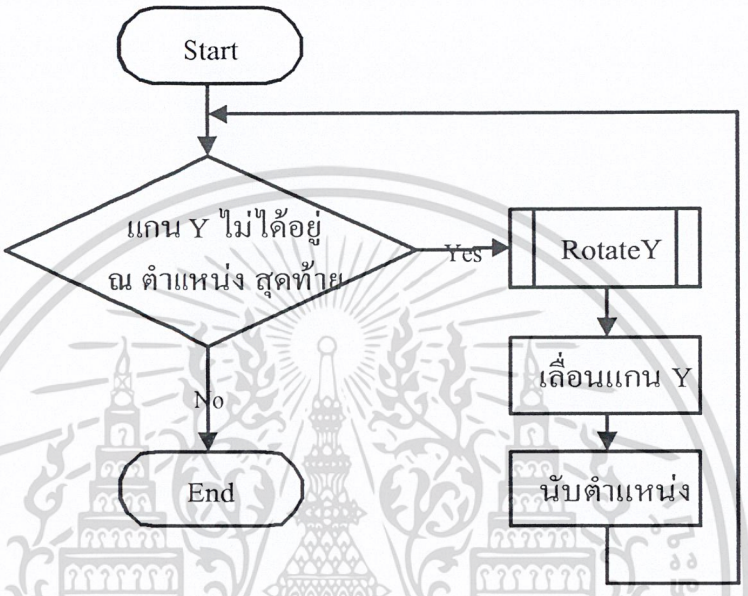


All_StepX Function

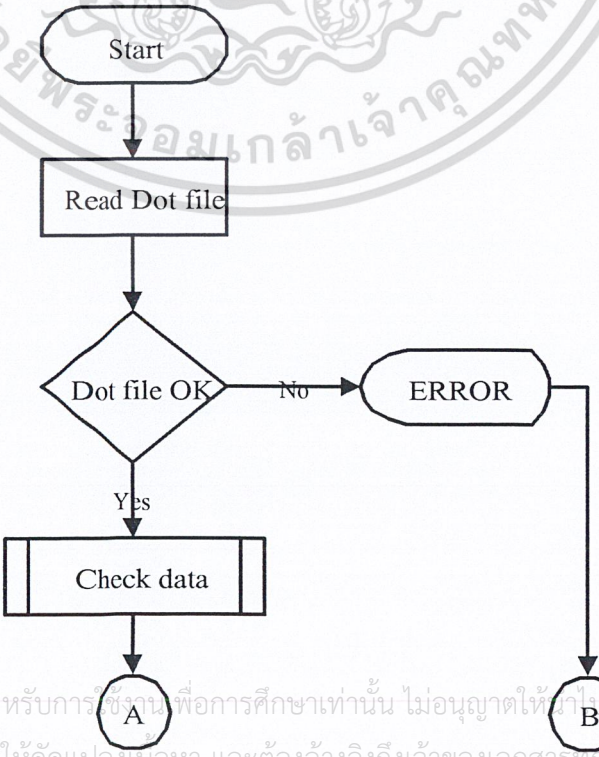


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

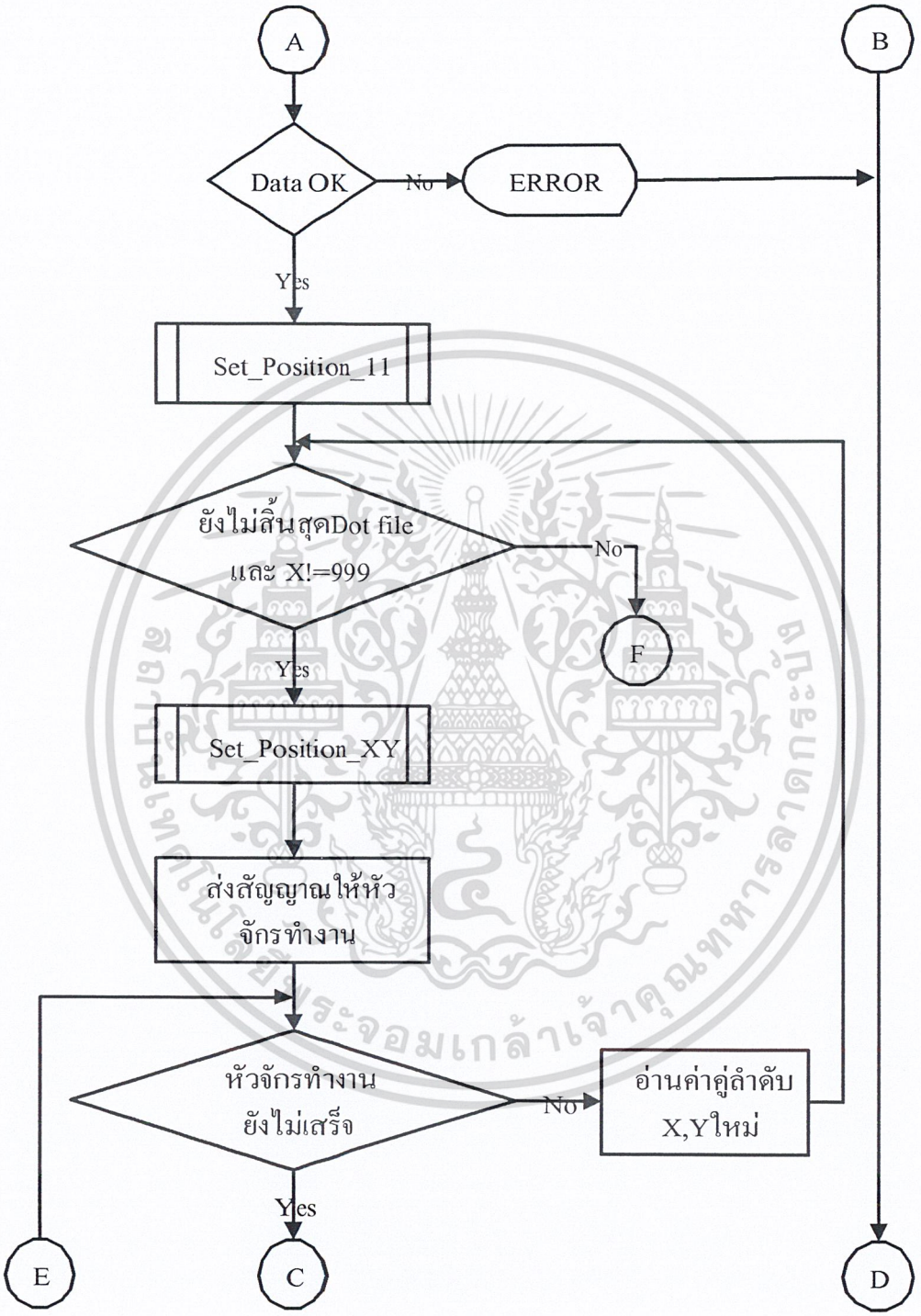
All StepY Function



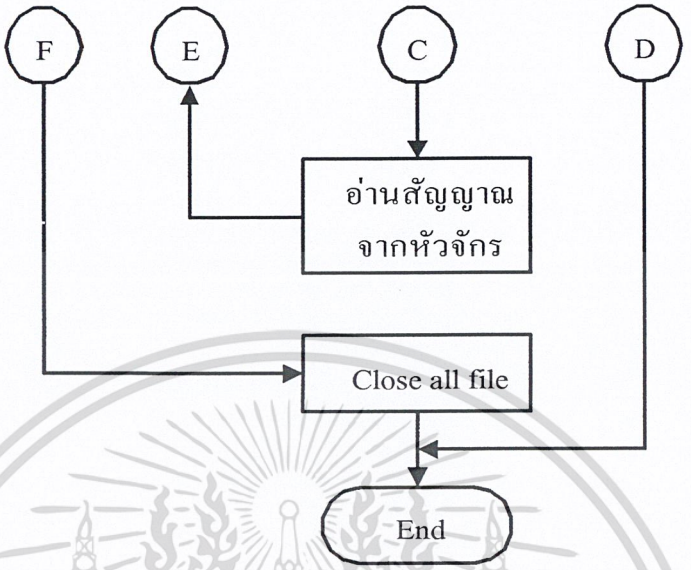
Walk Program



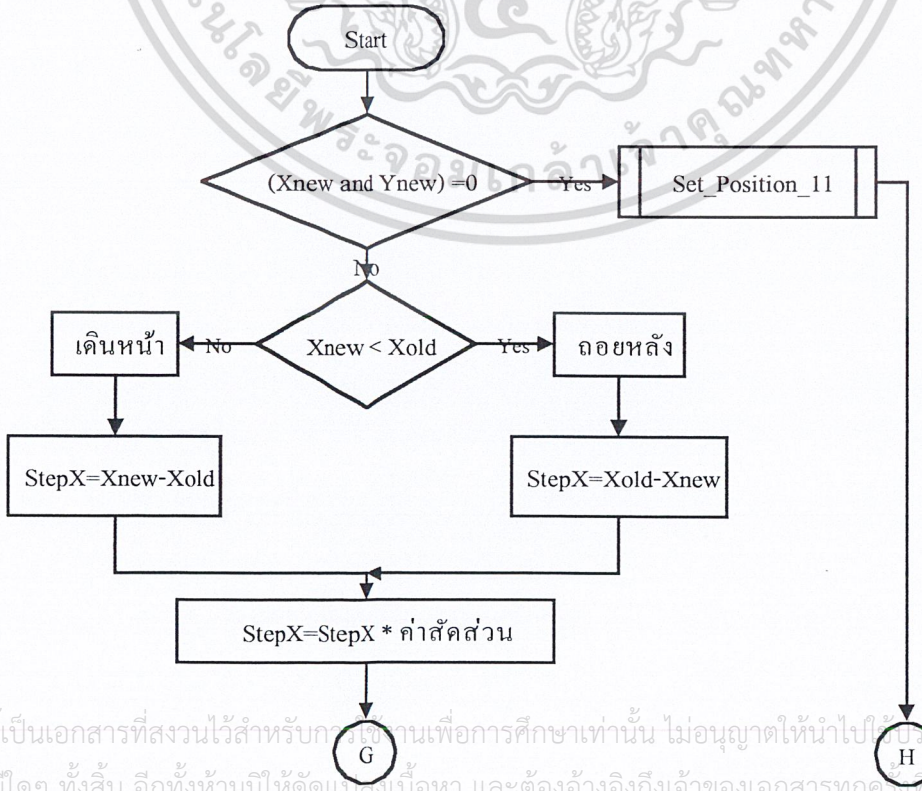
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



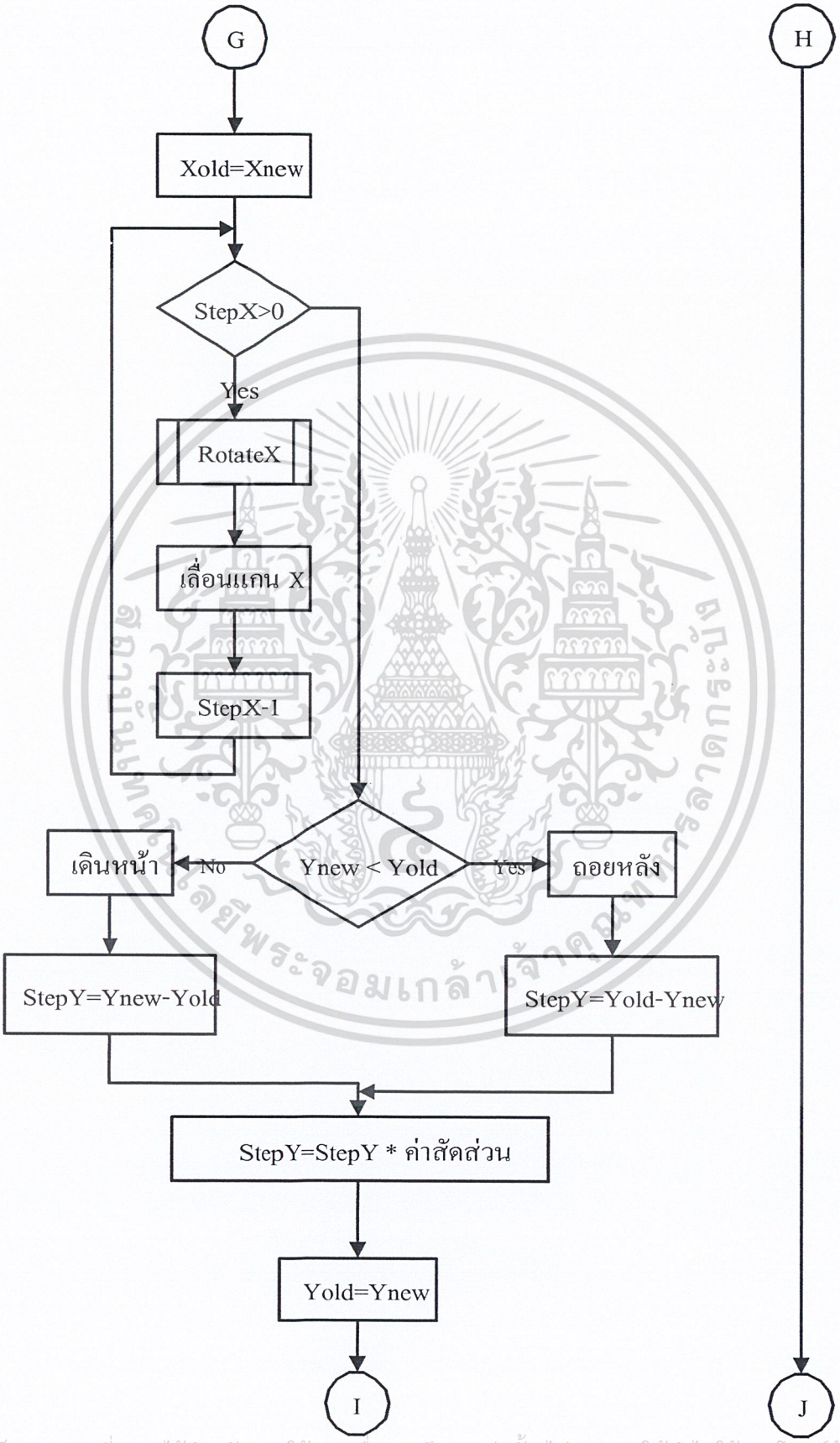
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



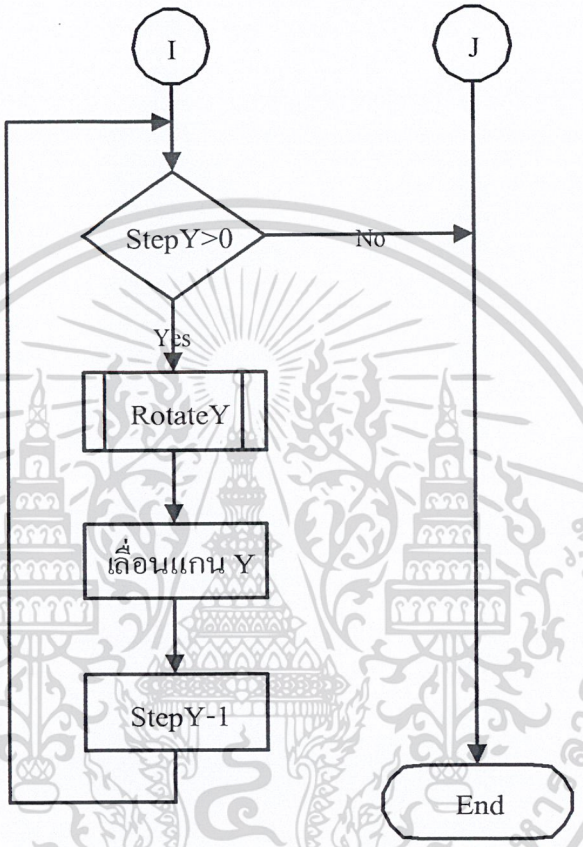
Set_Position_XY Function



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหาจำนวน Step ทั้งหมดของแกน X และแกน Y

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>
#include <iostream.h>
#include <stdlib.h>

int Set_PositionXY_00(int&,int&,char&,int);
Set_PositionXY_00(Reference_X,Reference_Y,Data out)
int RotateX(int,int&,char&); //RotateX or Y (F/R,Reference_XY,Data out)
int RotateY(int,int&,char&);
float All_StepX(int&,char&,int); //All_StepX(Reference_X,Data out);
float All_StepY(int&,char&,int); //All_StepY(Reference_Y,Data out);

int main(int argc,char *argv[])
{
 clrscr();
 FILE *in,*inn;
 char data_out=0x33,data_busy;
 int Rx=1,Ry=1,del=0;
 float Asx=0,Asy=0; //Asx=All step X ,Asy=All step Y

 outportb(0x37a,0x00);
 outportb(0x378,data_out);
 if(argc!=2){cout<<"Format: C:\>type file name Delay(0->100)";}
 del=atoi(argv[1]);
 cout<<"WAITTING"<<endl;
 if(Set_PositionXY_00(Rx,Ry,data_out,del)==0) //Set_PositionXY_00 Operation
 { fclose(in); fclose(inn); return 0;}
 Asx=All_StepX(Rx,data_out,del);
 Asy=All_StepY(Ry,data_out,del);
 cout<<"All X Step="<<Asx<<endl;
 cout<<"All Y Step="<<Asy<<endl;
 outportb(0x378,0x00);
 return 1;
}
//-------------------------------------------------------
float All_StepX(int& Rx,char& data_out,int del)
     { char data_in;
        float Asx=0;
         data_in=inportb(0x379);
         //data_in=data_in<<2;
         while(data_in<0)
          { if(RotateX(1,Rx,data_out)==0){return 0;}
            outportb(0x378,data_out);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            delay(del);         //***********************
            Asx++;
            data_in=inportb(0x379);
            //data_in=data_in<<2;
           }
         cout<<"X_F OK"<<endl;
         return(Asx);
     }
//-----------------------------------------------------
float All_StepY(int& Ry,char& data_out,int del)
     { char data_in;
         float Asy=0;
         data_in=inportb(0x379);
         data_in=data_in<<4;
         while(data_in>-1)
          { if(RotateY(1,Ry,data_out)==0){return 0;}
            outportb(0x378,data_out);
            delay(del+5);        //***********************
            Asy++;
            data_in=inportb(0x379);
            data_in=data_in<<4;
          }
         cout<<"Y_F OK"<<endl;
         return(Asy);
     }
//-----------------------------------------------------
int Set_PositionXY_00(int& Rx,int& Ry,char& data_out,int del)
     {  char data_in;
         data_in=inportb(0x379);
         data_in=data_in<<1;
         while(data_in>-1)
          { if(RotateX(0,Rx,data_out)==0){return 0;}
            outportb(0x378,data_out);
            delay(del);         //***********************
            data_in=inportb(0x379);
            data_in=data_in<<1;
          }
         cout<<"X_S OK"<<endl;
         data_in=inportb(0x379);
         data_in=data_in<<3;
         while(data_in>-1)
          { if(RotateY(0,Ry,data_out)==0){return 0;}
            outportb(0x378,data_out);
            delay(del+5);        //***********************
            data_in=inportb(0x379);
            data_in=data_in<<3;
          }
         cout<<"Y_S OK"<<endl;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        return 1;
    }
//-------------------------------------------------------
int RotateX(int FR,int& Rx,char& data_out)
    {
     if((FR==0)||(FR==1))
        { if(FR==0) //C639
          { if(Rx==1){data_out=data_out+0x60;Rx=3;}       // 3 -> 9
            else if(Rx==2){data_out=data_out-0x30;Rx=1;}  // 6 -> 3
            else if(Rx==3){data_out=data_out+0x30;Rx=4;}  // 9 -> C
            else if(Rx==4){data_out=data_out-0x60;Rx=2;}  // C -> 6
          }
         else {    //C936
           if(Rx==1){data_out=data_out+0x30;Rx=2;}       // 3 -> 6
           else if(Rx==2){data_out=data_out+0x60;Rx=4;}  // 6 -> C
           else if(Rx==3){data_out=data_out-0x60;Rx=1;}  // 9 -> 3
           else if(Rx==4){data_out=data_out-0x30;Rx=3;}  // C -> 9
            }
        }
     else {cout<<"FR!=0 AND FR!=1";return 0;}
     return 1;
     }
//-------------------------------------------------------
int RotateY(int FR,int& Ry,char& data_out)
     {
     if((FR==0)||(FR==1))
        { if(FR==0) //C639
          { if(Ry==1){data_out=data_out+0x06;Ry=3;}       // 3 -> 9
            else if(Ry==2){data_out=data_out-0x03;Ry=1;}  // 6 -> 3
            else if(Ry==3){data_out=data_out+0x03;Ry=4;}  // 9 -> C
            else if(Ry==4){data_out=data_out-0x06;Ry=2;}  // C -> 6
          }
         else {    //C936
           if(Ry==1){data_out=data_out+0x03;Ry=2;}       // 3 -> 6
           else if(Ry==2){data_out=data_out+0x06;Ry=4;}  // 6 -> C
           else if(Ry==3){data_out=data_out-0x06;Ry=1;}  // 9 -> 3
           else if(Ry==4){data_out=data_out-0x03;Ry=3;}  // C -> 9
            }
        }
     else {cout<<"FR!=0 AND FR!=1";return 0;}
     return 1;
     }
//-------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหาตำแหน่งบนผ้า (โปรแกรมสร้างเอกสารตำแหน่งจุด)

```
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<iostream.h>
#include<string.h>
#include<stdlib.h>
#include<process.h>

 int Check_Data(FILE*,FILE*);
 int Data_Error1(FILE*);
 int Data_Error2(FILE*);
 int Data_Error3(FILE*);
 int Data_Error4(FILE*);
 int Data_Error5(FILE*);
 int Data_Error6(FILE*);
 int Data_Error7(FILE*,FILE*);
void Gendot_Read_Check_Write(int,int,FILE*,long&);

int main(int argc,char *argv[])
{
 clrscr();
 FILE *in,*inn,*rcw;
 int Xbit=0,Ybit=0;
 long Value_Of_Dot=0;

 if(argc!=2){cout<<"FORMAT: C:\type file name";return 0;}
 if((in=fopen(argv[1],"r"))==NULL){cout<<" NO BIT FILE ";return 0;}
    inn=fopen(argv[1],"r");
 if((Value_Of_Dot=Check_Data(in,inn))==0)
  { gotoxy(3,2);cout<<" THAT BIT FILE "; fclose(in); fclose(inn); return 0; }
    gotoxy(3,3);cout<<" CHK_DATA OK";
    gotoxy(3,4);cout<<" BIT FILE OK ";
    gotoxy(3,5);cout<<" Value_Of_Bit= "<<Value_Of_Dot;
  Value_Of_Dot=0;
 rcw=fopen("C:\\DOT.TXT","w+r");
 while(!feof(in))
  {
   fscanf(in,"%d %d",&Xbit,&Ybit);
   if(Xbit!=999) { Gendot_Read_Check_Write(Xbit,(Ybit+1),rcw,Value_Of_Dot); }
  }
 fprintf(rcw,"%d %ld%c",999,Value_Of_Dot,10);
 gotoxy(3,6);cout<<" Value_Of_Dot= "<<Value_Of_Dot;
 gotoxy(3,7);cout<<" DOT FILE COMPLETE ";
 fclose(rcw);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 fclose(inn);
 fclose(in);
 exit(1);
 return 1;
}
//---------------------------------------------------------
int Check_Data(FILE *buff,FILE *inn)
    { long count=0;
      gotoxy(3,1);
      cout<<" WAIT FOR CHECKING DATA ";
      if(!Data_Error1(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error2(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error3(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error4(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error5(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error6(buff)){return 0;}
      if((count=Data_Error7(buff,inn))==0){return 0;}
     return(count);
    }
//---------------------------------------------------------
void Gendot_Read_Check_Write(int Xdot,int Ydot,FILE *rcw,long& Value_Of_Dot)
    { fseek(rcw,0,2);
            fprintf(rcw,"%d %d%c",Xdot,Ydot,10);     // Write new dot.
              Value_Of_Dot++;                        // Dot Counter.
    }
//---------------------------------------------------------
int Data_Error1(FILE *buff)
   { int ch=0;
     while(!feof(buff))
          {
           fscanf(buff,"%d",&ch);
           if((ch!=0)&&(ch!=999)){rewind(buff);return 1;}
          }
     cout<<" DATA ERROR1 ";
     return 0;
   }
//---------------------------------------------------------
int Data_Error2(FILE *buff)
   { int x=0,ch=0;
     long y=0,line=0;
      while(!feof(buff))
          {
           ch=getc(buff);
           if(ch==10){line++;}
          }
      line--;
      rewind(buff);
      while(!feof(buff))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
         fscanf(buff,"%d",&x);
         if(x==999)
          { fscanf(buff,"%ld",&y);
            if(line==y){rewind(buff);return 1;}
             else {cout<<" DATA ERROR2.1 ";return 0;} }
         }
     cout<<" DATA ERROR2.2 ";
     return 0;
    }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error3(FILE *buff)
   {  int ch=0;
         ch=getc(buff);
         if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
         while(!feof(buff))
          { ch=getc(buff);
            if(ch==32)
             {
              ch=getc(buff);
              if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
             }
            if(ch==10)
             {
              ch=getc(buff);
              if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
             }
          }
         rewind(buff);
         return 1;
   }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error4(FILE *buff)
   { int ch=0,chk=0;
        while(!feof(buff))
         { ch=getc(buff);
           if(ch==32){chk++;}
           if(ch==10)
            {if(chk>1){cout<<" DATA ERROR4 ";return 0; }
             chk=0;
            }
         }
     rewind(buff);
     return 1;
   }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error5(FILE *buff)
   { int x=0,y=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while(!feof(buff))
         {
          fscanf(buff,"%d %d",&x,&y);
          if(((x>450)||(x<1))&&(x!=999)){cout<<" DATA ERROR5(X)"; return 0;}
          if(((y>350)||(y<1))&&(x!=999)){cout<<" DATA ERROR5(Y)"; return 0;}
         }
     rewind(buff);
     return 1;
    }
//-------------------------------------------------------
int Data_Error6(FILE *buff)
   { int x=0,ch=0;
     long y=0;
      while(!feof(buff))
         {
          fscanf(buff,"%d %ld",&x,&y);
          if(x==999)
           { ch=getc(buff);
             ch=getc(buff);
             if(ch!=-1){cout<<" DATA ERROR6 ";return 0;}
           }
         }
     rewind(buff);
     return 1;
    }
//-------------------------------------------------------
int Data_Error7(FILE *buff,FILE *inn)
   { int x1=0,y1=0,x2=0,y2=0,chk=0;
     long count=0;
     while(!feof(inn))
          { fscanf(inn,"%d %d",&x1,&y1);
            while(!feof(buff))
             { fscanf(buff,"%d %d",&x2,&y2);
               if((x2!=999)&&(x2!=-1))
                { if((x1==x2)&&(y1==y2)){chk++;}
                    if(chk==2){cout<<" DATA ERROR7";return 0;}
                }
             }
            rewind(buff);
            count++;
            chk=0;
          }
     count=count-2;
     rewind(inn);
     return count;
    }
//-------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมจำนวนครั้งในการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>
#include <iostream.h>

int Check_Data(FILE*,FILE*);
int Data_Error1(FILE*);
int Data_Error2(FILE*);
int Data_Error3(FILE*);
int Data_Error4(FILE*);
int Data_Error5(FILE*);
int Data_Error6(FILE*);
int Data_Error7(FILE*,FILE*);
int Set_PositionXY(int,int,int&,int&,int&,int&,char&,float,float,int);
//Set_PositionXY(Xnew,Ynew,Xold,Yold,Rx,Ry,Data out,Asx,Asy,delay)
int Set_PositionXY_00(int&,int&,char&,int);
//Set_PositionXY_00(Reference_X,Reference_Y,Data out,delay)
int RotateX(int,int&,char&); //RotateX or Y (F/R,Reference_XY,Data out)
int RotateY(int,int&,char&);

int main(int argc,char *argv[])
{
 clrscr();
 FILE *in,*inn;
 char data_out=0x33,data_busy;
 int Rx=1,Ry=1,Xnew=0,Ynew=0,Xold=0,Yold=0,del=0;
 float Asx=0,Asy=0;

 outportb(0x37a,0x00);
 outportb(0x378,data_out);

 if(argc!=5){cout<<"FORMAT: C:\type file name Delay(5->100) AverageX
AverageY"; return 0; }
 del=atoi(argv[2]);
 Asx=atof(argv[3]);
 Asy=atof(argv[4]);
 if((del<5)||(del>100)){cout<<"Delay is (5->100)";return 0;}

 if((in=fopen(argv[1],"r"))==NULL){gotoxy(1,2);cout<<" NO DOT FILE "; return
0;}
  else {gotoxy(1,2);cout<<" OPEN DOT FILE OK ";}
    inn=fopen(argv[1],"r");
```

เอกสารนี้ผู้ผลิตสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(Check_Data(in,inn)==0)
 { gotoxy(1,3);cout<<" THAT DOT FILE "; fclose(in); fclose(inn); return 0; }
 else {gotoxy(1,3);cout<<" DATA OK ";}

if(Set_PositionXY(Xnew,Ynew,Xold,Yold,Rx,Ry,data_out,Asx,Asy,del)==0)
 { fclose(in); fclose(inn); return 0;}

fscanf(in,"%d %d",&Xnew,&Ynew);
while(!feof(in)&&Xnew!=999)
 {
 if(Set_PositionXY(Xnew,Ynew,Xold,Yold,Rx,Ry,data_out,Asx,Asy,del)==0)
  { fclose(in); fclose(inn); return 0;}
 outportb(0x37a,0x01);  //send interrupt to sewing needle
 data_busy=inportb(0x379);
 while(data_busy>-1)
  { data_busy=inportb(0x379);}
 while(data_busy<0)
  { data_busy=inportb(0x379);}  //wait not busy from sew needle
 outportb(0x37a,0x00);
 fscanf(in,"%d %d",&Xnew,&Ynew);
 }
 fclose(in);
 fclose(inn);
 outportb(0x378,0x00);
 cout<<endl<<"COMPLETE";
 return 1;
}
//-------------------------------------------------------
int Check_Data(FILE *buff,FILE *inn)
    { long count=0;
      gotoxy(3,1);
      cout<<" WAIT FOR CHECKING DATA ";
      if(!Data_Error1(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error2(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error3(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error4(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error5(buff)){return 0;}
      if(!Data_Error6(buff)){return 0;}
      if((count=Data_Error7(buff,inn))==0){return 0;}
     return(count);
    }
//-------------------------------------------------------
int Data_Error1(FILE *buff)
   { int ch=0;
     while(!feof(buff))
          {
            fscanf(buff,"%d",&ch);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if((ch!=0)&&(ch!=999)){rewind(buff);return 1;}
           }
     cout<<" DATA ERROR1 ";
     return 0;
   }
//-------------------------------------------------------
int Data_Error2(FILE *buff)
   { int x=0,ch=0;
     long y=0,line=0;
      while(!feof(buff))
          {
           ch=getc(buff);
           if(ch==10){line++;}
          }
      line--;
      rewind(buff);
      while(!feof(buff))
          {
           fscanf(buff,"%d",&x);
           if(x==999)
            { fscanf(buff,"%ld",&y);
              if(line==y){rewind(buff);return 1;}
               else {cout<<" DATA ERROR2.1 ";return 0;} }
          }
     cout<<" DATA ERROR2.2 ";
     return 0;
   }
//-------------------------------------------------------
int Data_Error3(FILE *buff)
   {  int ch=0;
          ch=getc(buff);
          if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
          while(!feof(buff))
           { ch=getc(buff);
             if(ch==32)
              {
               ch=getc(buff);
               if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
              }
             if(ch==10)
              {
               ch=getc(buff);
               if((ch==32)||(ch==10)){cout<<" DATA ERROR3 ";return 0;}
              }
           }
          rewind(buff);
          return 1;
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-----------------------------------------------------
int Data_Error4(FILE *buff)
   { int ch=0,chk=0;
        while(!feof(buff))
         { ch=getc(buff);
           if(ch==32){chk++;}
           if(ch==10)
            {if(chk>1){cout<<" DATA ERROR4 ";return 0; }
             chk=0;
            }
         }
     rewind(buff);
     return 1;
   }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error5(FILE *buff)
   { int x=0,y=0;
        while(!feof(buff))
         {
          fscanf(buff,"%d %d",&x,&y);
          if(((x>450)||(x<1))&&(x!=999)){cout<<" DATA ERROR5(X)"; return 0;}
          if(((y>350)||(y<1))&&(x!=999)){cout<<" DATA ERROR5(Y)"; return 0;}
         }
     rewind(buff);
     return 1;
   }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error6(FILE *buff)
   { int x=0,ch=0;
     long y=0;
      while(!feof(buff))
         {
          fscanf(buff,"%d %ld",&x,&y);
          if(x==999)
           { ch=getc(buff);
             ch=getc(buff);
             if(ch!=-1){cout<<" DATA ERROR6 ";return 0;}
           }
         }
     rewind(buff);
     return 1;
   }
//-----------------------------------------------------
int Data_Error7(FILE *buff,FILE *inn)
   { int x1=0,y1=0,x2=0,y2=0,chk=0;
     long count=0;
     while(!feof(inn))
         { fscanf(inn,"%d %d",&x1,&y1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            while(!feof(buff))
             { fscanf(buff,"%d %d",&x2,&y2);
              if((x2!=999)&&(x2!=-1))
               { if((x1==x2)&&(y1==y2)){chk++;}
                   if(chk==2){cout<<" DATA ERROR7";return 0;}
               }
             }
            rewind(buff);
            count++;
            chk=0;
           }
     count=count-2;
     rewind(inn);
     return count;
    }
//-------------------------------------------------------------
int Set_PositionXY(int Xnew,int Ynew,int& Xold,int& Yold,int& Rx,int& Ry,char&
data_out,float Asx,float Asy,int del)
    { int FR=0;
      unsigned int StepX=0,StepY=0;
        if((Xnew==0)&&(Ynew==0))
         { //scissor
          if(Set_PositionXY_00(Rx,Ry,data_out,del)==0){return 0;}
         }
        else
         {
          if(Xnew<Xold)
            { FR=0;
              StepX=Xold-Xnew;
            }
           else
            { FR=1;
              StepX=Xnew-Xold;
            }
           StepX=Asx*StepX;
           Xold=Xnew;
           while(StepX>0)
            { if(RotateX(FR,Rx,data_out)==0){return 0;}
              outportb(0x378,data_out);
              delay(del);            //*******************
              StepX--;
             }

           if(Ynew<Yold)
            { FR=0;
              StepY=Yold-Ynew;
            }
           else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            { FR=1;
              StepY=Ynew-Yold;
            }
           StepY=Asy*StepY;
           Yold=Ynew;
           while(StepY>0)
            { if(RotateY(FR,Ry,data_out)==0){return 0;}
              outportb(0x378,data_out);
              delay(del+5);          //*******************
              StepY--;
            }
         }
    return 1;
   }
//-------------------------------------------------------------
int Set_PositionXY_00(int& Rx,int& Ry,char& data_out,int del)
    {  char data_in;
        data_in=inportb(0x379);
        data_in=data_in<<1;
        while(data_in>-1)
         { if(RotateX(0,Rx,data_out)==0){return 0;}
           outportb(0x378,data_out);
           delay(del);              //*******************
           data_in=inportb(0x379);
           data_in=data_in<<1;
         }
        data_in=inportb(0x379);
        data_in=data_in<<3;
        while(data_in>-1)
         { if(RotateY(0,Ry,data_out)==0){return 0;}
           outportb(0x378,data_out);
           delay(del+5);            //*******************
           data_in=inportb(0x379);
           data_in=data_in<<3;
         }
        return 1;
    }
//-------------------------------------------------------------
int RotateX(int FR,int& Rx,char& data_out)
    {
     if((FR==0)||(FR==1))
        { if(FR==0)
          { if(Rx==1){data_out=data_out+0x60;Rx=3;}       // 3 -> 9
            else if(Rx==2){data_out=data_out-0x30;Rx=1;}  // 6 -> 3
            else if(Rx==3){data_out=data_out+0x30;Rx=4;}  // 9 -> C
            else if(Rx==4){data_out=data_out-0x60;Rx=2;}  // C -> 6
          }
         else {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(Rx==1){data_out=data_out+0x30;Rx=2;}       // 3 -> 6
            else if(Rx==2){data_out=data_out+0x60;Rx=4;}  // 6 -> C
            else if(Rx==3){data_out=data_out-0x60;Rx=1;}  // 9 -> 3
            else if(Rx==4){data_out=data_out-0x30;Rx=3;}  // C -> 9
              }
         }
      else {cout<<"FR!=0 AND FR!=1";return 0;}
      return 1;
      }
//-------------------------------------------------------------
int RotateY(int FR,int& Ry,char& data_out)
      {
      if((FR==0)||(FR==1))
         { if(FR==0)
           { if(Ry==1){data_out=data_out+0x06;Ry=3;}       // 3 -> 9
             else if(Ry==2){data_out=data_out-0x03;Ry=1;}  // 6 -> 3
             else if(Ry==3){data_out=data_out+0x03;Ry=4;}  // 9 -> C
             else if(Ry==4){data_out=data_out-0x06;Ry=2;}  // C -> 6
           }
          else {
             if(Ry==1){data_out=data_out+0x03;Ry=2;}       // 3 -> 6
             else if(Ry==2){data_out=data_out+0x06;Ry=4;}  // 6 -> C
             else if(Ry==3){data_out=data_out-0x06;Ry=1;}  // 9 -> 3
             else if(Ry==4){data_out=data_out-0x03;Ry=3;}  // C -> 9
              }
         }
      else {cout<<"FR!=0 AND FR!=1";return 0;}
      return 1;
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมหัวเข็มด้านล่าง

```
        ORG 0000H
        SJMP MAIN
        ORG 0003H
        CALL INTT0
        SETB P1.2
        RETI

MAIN:   MOV IE,#81H
        SETB IT0
        CLR RS0
        CLR RS1
        MOV 80H,#88H    ;OUT 88H TO PORT 0
        MOV 90H,#8EH    ;OUT H TO PORT 1
        MOV 0A0H,#88H   ;OUT 88H TO PORT 2
        MOV 20H,#88H    ;DATA OF PORT 0
        MOV 21H,#8EH    ;DATA OF PORT 1
        MOV 22H,#88H    ;DATA OF PORT 2
        MOV 23H,#00H    ;BUFFER SWAP BIT
WAITI:  SJMP $
        SJMP WAITI
;*********************************************************
INTT0:  CLR P1.2
        CALL UP         ;1
        CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
        CALL WAITNB
        SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
        CALL OPEN       ;2
        CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
        CALL WAITNB
        SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
        CALL CLOSE      ;3
        CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
        CALL WAITNB
        SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
        CALL OPEN       ;4
        CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
        CALL WAITNB
        SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
        CALL X_ADD      ;5
        CALL Y_SUB      ;5
        CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
        CALL WAITNB
        SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL CLOSE      ;6
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL DOWN       ;7
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL BIG        ;8
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL DOWN       ;9
CALL Y_ADD      ;9
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL CROSS1     ;10
CALL UP         ;10
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL OPEN       ;11
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL CLOSE      ;12
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL OPEN       ;13
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL Y_SUB      ;14
CALL X_SUB      ;14
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL CLOSE      ;15
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL DOWN       ;16
CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
CALL WAITNB
SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
CALL BIG        ;17
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
                CALL WAITNB
                SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
                CALL DOWN       ;18
                CALL Y_ADD      ;18
                CLR P1.1        ;INTERRUPT TO MCS2
                CALL WAITNB
                SETB P1.1       ;LOGIC1 TO MCS2
                CALL CROSS2     ;19
                RET
;*********************************************************
        WAITNB:    MOV 23H,90H
                MOV C,18H       ;CHACK ACK STATUS FROM MCS2
                JC WAITNB
         WAITB:    MOV 23H,90H
                MOV C,18H       ;CHACK ACK STATUS FROM MCS2
                JNC WAITB
                RET

;BIG ***************************************************
           BIG:    CALL OPEN
                CALL UP
                CALL CLOSE
                RET
;UP FUNCTION *******************************************
             UP:    MOV R7,0C8H     ;200 STEP
         UPLOOP:    MOV 23H,22H
                MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 16,C
                MOV C,1EH
                MOV 15,C
                MOV C,1DH
                MOV 14,C
                MOV C,1CH
                MOV 17,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,UPLOOP
                RET
;DOWN FUNCTION *****************************************
           DOWN:    MOV R7,0C8H     ;200 STEP
       DOWNLOOP:    MOV 23H,22H
                MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
                MOV 14,C
                MOV C,1EH
                MOV 17,C
                MOV C,1DH
                MOV 16,C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV C,1CH
                MOV 15,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,DOWNLOOP
                RET
;OPEN MOUTH ***********************************************
        OPEN:   MOV R7,10H      ;16 STEP
    OPENLOOP:   MOV 23H,22H
                MOV C,1BH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 12,C
                MOV C,1AH
                MOV 11,C
                MOV C,19H
                MOV 10,C
                MOV C,18H
                MOV 13,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,OPENLOOP
                RET
;CLOSE MOUTH **********************************************
       CLOSE:   MOV R7,10H      ;16 STEP
   CLOSELOOP:   MOV 23H,22H
                MOV C,1BH       ;ROTATE LEFT
                MOV 10,C
                MOV C,1AH
                MOV 13,C
                MOV C,19H
                MOV 12,C
                MOV C,18H
                MOV 11,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,CLOSELOOP
                RET
;X SUB ****************************************************
        X_SUB:  MOV R7,1BH      ;27 STEP
  X_RIGTHLOOP:  MOV 23H,20H
                MOV C,1BH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 02H,C
                MOV C,1AH
                MOV 01H,C
                MOV C,19H
                MOV 00H,C
                MOV C,18H
                MOV 03H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL DELAY
                DJNZ R7,X_RIGTHLOOP
                RET
;X ADD ***************************************************
        X_ADD:    MOV R7,1BH      ;27 STEP
   X_LEFTLOOP:    MOV 23H,20H
                MOV C,1BH       ;ROTATE LEFT
                MOV 00H,C
                MOV C,1AH
                MOV 03H,C
                MOV C,19H
                MOV 02H,C
                MOV C,18H
                MOV 01H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,X_LEFTLOOP
                RET
;Y_SUB ***************************************************
        Y_SUB:    MOV R7,07H      ;7 STEP
     Y_UPLOOP:    MOV 23H,20H
                MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 06H,C
                MOV C,1EH
                MOV 05H,C
                MOV C,1DH
                MOV 04H,C
                MOV C,1CH
                MOV 07H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,Y_UPLOOP
                RET
;Y_ADD ***************************************************
        Y_ADD:    MOV R7,07H      ;7 STEP
   Y_DOWNLOOP:    MOV 23H,20H
                MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
                MOV 04H,C
                MOV C,1EH
                MOV 07H,C
                MOV C,1DH
                MOV 06H,C
                MOV C,1CH
                MOV 05H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,Y_DOWNLOOP
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;CROSS1 ************************************************
       CROSS1:    MOV R7,0CH      ;12 STEP
   CROSSLOOP1:    MOV 23H,21H
              MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
              MOV 0CH,C
              MOV C,1EH
              MOV 0FH,C
              MOV C,1DH
              MOV 0EH,C
              MOV C,1CH
              MOV 0DH,C
              MOV 90H,21H     ;OUT TO PORT1
              CALL DELAY
              DJNZ R7,CROSSLOOP1
              RET
;CROSS2 ************************************************
       CROSS2:    MOV R7,0CH      ;12 STEP
   CROSSLOOP2:    MOV 23H,21H
              MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
              MOV 0EH,C
              MOV C,1EH
              MOV 0DH,C
              MOV C,1DH
              MOV 0CH,C
              MOV C,1CH
              MOV 0FH,C
              MOV 90H,21H     ;OUT TO PORT1
              CALL DELAY
              DJNZ R7,CROSSLOOP2
              RET
;******************************************************
       DELAY:    MOV R0,5FH
        DEL:    MOV R1,0FFH
              DJNZ R1,$
              DJNZ R0,DEL
              RET
              END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมหัวเข็มด้านบน

```
        ORG 0000H
        SJMP MAIN
        ORG 0003H
        CLR P1.0
        CALL INTT0
        SETB P1.0
        RETI

MAIN:   MOV IE,#81H
        SETB IT0
        CLR RS0
        CLR RS1
        MOV R0,#01H
        MOV 80H,#88H    ;OUT 88H TO PORT 0
        MOV 90H,#81H    ;OUT H TO PORT 1
        MOV 0A0H,#88H   ;OUT 88H TO PORT 2
        MOV 20H,#88H    ;DATA OF PORT 0
        MOV 21H,#81H    ;DATA OF PORT 1
        MOV 22H,#88H    ;DATA OF PORT 2
        MOV 23H,#00H    ;STATUS BIT
WAITI:
        SJMP $
        SJMP WAITI
;*****************************************************
INTT0:  CJNE R0,#01H,CASE2
        CALL BIG
        INC R0
        RET
CASE2:  CJNE R0,#02H,CASE3
        CALL UP
        INC R0
        RET
CASE3:  CJNE R0,#03H,CASE4
        CALL BIG
        INC R0
        RET
CASE4:  CJNE R0,#04H,CASE5
        CALL UP
        CALL X_ADD
        CALL Y_SUB
        INC R0
        RET
CASE5:  CJNE R0,#05H,CASE6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL CROSS1
        CALL DOWN
        INC R0
        RET
CASE6:  CJNE R0,#06H,CASE7
        CALL OPEN
        INC R0
        RET
CASE7:  CJNE R0,#07H,CASE8
        CALL CLOSE
        INC R0
        RET
CASE8:  CJNE R0,#08H,CASE9
        CALL OPEN
        INC R0
        RET
CASE9:  CJNE R0,#09H,CASE10
        CALL Y_ADD
        INC R0
        RET
CASE10: CJNE R0,#0AH,CASE11
        CALL CLOSE
        INC R0
        RET
CASE11: CJNE R0,#0BH,CASE12
        CALL UP
        INC R0
        RET
CASE12: CJNE R0,#0CH,CASE13
        CALL BIG
        INC R0
        RET
CASE13: CJNE R0,#0DH,CASE14
        CALL UP
        CALL Y_SUB
        CALL X_SUB
        INC R0
        RET
CASE14: CJNE R0,#0EH,CASE15
        CALL CROSS2
        CALL DOWN
        INC R0
        RET
CASE15: CJNE R0,#0FH,CASE16
        CALL OPEN
        INC R0
        RET
CASE16: CJNE R0,#10H,CASE17
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL CLOSE
            INC R0
            RET
CASE17:     CJNE R0,#11H,CASE18
            CALL OPEN
            INC R0
            RET
CASE18:     CALL Y_ADD
            MOV R0,01H
            RET
;BIG FUNCTION ********************************************
BIG:        CALL OPEN
            CALL DOWN
            CALL CLOSE
            RET
;DOWN FUNCTION *******************************************
DOWN:       MOV R7,0C8H     ;200 STEP
DOWNLOOP:   MOV 23H,22H
            MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
            MOV 16,C
            MOV C,1EH
            MOV 15,C
            MOV C,1DH
            MOV 14,C
            MOV C,1CH
            MOV 17,C
            MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
            CALL DELAY
            DJNZ R7,DOWNLOOP
            RET
;UP FUNCTION *********************************************
UP:         MOV R7,0C8H     ;200 STEP
UPLOOP:     MOV 23H,22H
            MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
            MOV 14,C
            MOV C,1EH
            MOV 17,C
            MOV C,1DH
            MOV 16,C
            MOV C,1CH
            MOV 15,C
            MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
            CALL DELAY
            DJNZ R7,UPLOOP
            RET
;OPEN MOUTH **********************************************
OPEN:       MOV R7,10H      ;16 STEP
OPENLOOP:   MOV 23H,22H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV C,1BH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 12,C
                MOV C,1AH
                MOV 11,C
                MOV C,19H
                MOV 10,C
                MOV C,18H
                MOV 13,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,OPENLOOP
                RET
;CLOSE MOUTH ***********************************************
        CLOSE:  MOV R7,10H      ;16 STEP
    CLOSELOOP:  MOV 23H,22H
                MOV C,1BH       ;ROTATE LEFT
                MOV 10,C
                MOV C,1AH
                MOV 13,C
                MOV C,19H
                MOV 12,C
                MOV C,18H
                MOV 11,C
                MOV 0A0H,22H    ;OUT TO PORT2
                CALL DELAY
                DJNZ R7,CLOSELOOP
                RET
;X SUB *****************************************************
        X_SUB:  MOV R7,1BH      ;27 STEP
  X_RIGTHLOOP:  MOV 23H,20H
                MOV C,1BH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 02H,C
                MOV C,1AH
                MOV 01H,C
                MOV C,19H
                MOV 00H,C
                MOV C,18H
                MOV 03H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,X_RIGTHLOOP
                RET
;X ADD *****************************************************
        X_ADD:  MOV R7,1BH      ;27 STEP
   X_LEFTLOOP:  MOV 23H,20H
                MOV C,1BH       ;ROTATE LEFT
                MOV 00H,C
                MOV C,1AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV 03H,C
                MOV C,19H
                MOV 02H,C
                MOV C,18H
                MOV 01H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,X_LEFTLOOP
                RET
;Y_SUB ***************************************************
        Y_SUB:    MOV R7,10H      ;16 STEP
     Y_UPLOOP:    MOV 23H,20H
                MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 06H,C
                MOV C,1EH
                MOV 05H,C
                MOV C,1DH
                MOV 04H,C
                MOV C,1CH
                MOV 07H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,Y_UPLOOP
                RET
;Y_ADD ***************************************************
        Y_ADD:    MOV R7,10H      ;16 STEP
   Y_DOWNLOOP:    MOV 23H,20H
                MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
                MOV 04H,C
                MOV C,1EH
                MOV 07H,C
                MOV C,1DH
                MOV 06H,C
                MOV C,1CH
                MOV 05H,C
                MOV 80H,20H     ;OUT TO PORT0
                CALL DELAY
                DJNZ R7,Y_DOWNLOOP
                RET
;CROSS1 **************************************************
       CROSS1:    MOV R7,0CH      ;12 STEP
  CROSSLOOP1:    MOV 23H,21H
                MOV C,1FH       ;ROTATE LEFT
                MOV 0CH,C
                MOV C,1EH
                MOV 0FH,C
                MOV C,1DH
                MOV 0EH,C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV C,1CH
                MOV 0DH,C
                MOV 90H,21H     ;OUT TO PORT1
                CALL DELAY
                DJNZ R7,CROSSLOOP1
                RET
;CROSS2 ************************************************
        CROSS2:    MOV R7,0CH      ;12 STEP
    CROSSLOOP2:    MOV 23H,21H
                MOV C,1FH       ;ROTATE RIGHT
                MOV 0EH,C
                MOV C,1EH
                MOV 0DH,C
                MOV C,1DH
                MOV 0CH,C
                MOV C,1CH
                MOV 0FH,C
                MOV 90H,21H     ;OUT TO PORT1
                CALL DELAY
                DJNZ R7,CROSSLOOP2
                RET
;************************************************************
         DELAY:    MOV R0,5FH
          DEL:     MOV R1,0FFH
                DJNZ R1,$
                DJNZ R0,DEL
                RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้