เครื่องบันทึกแบบหลายช่อง

(MULTI CHANNEL RECORDER)

โดย

นายพิชัย จำปาไทย

นายสมพงษ์ วรรณศิริ

นายศิริศักดิ์ กิ้มเส้ง

วัน เดือน ปี 1 พ.ค. 2540

เลขทะเบียน 037148

เลขเรียกหนังสือ T 384.41 พ643 ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037148

MULTI CHANNEL RECORDER

BY

MR. PICHAI CHAMPATHAI

MR. SOMPONG WANSIRI

MR. SIRISAK KIMSANG

Project Report Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Bechelor's Degree

Department of Industrial Instrumentation Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบันทึกแบบหลายช่อง. (MULTI CHANNEL RECORDER)

ผู้จัดทำ

1. นายพิชัย จำปาไทย
2. นายสมพงษ์ วรรณศิริ
3. นายศิริศักดิ์ กิ้มเส้ง

วิริยะ กองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์วิริยะ กองรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกแบบหลายช่อง
(MULTI CHANNEL RECORDER)

นายพิชัย จำปาไทย
นายสมพงษ์ วรรณศิริ
นายศิริศักดิ์ กิ้มเส้ง
อาจารย์วิริยะ กองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมต่างๆ การจัดเก็บ หรือบันทึกการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ นั้นนับว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อนำผลเหล่านั้นมาพิจารณา หรือวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต หรือแม้แต่ตัวผลิตภัณฑ์เองเพื่อให้ตัวแปรต่างๆดังกล่าวอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

ดังนั้นโครงงานนี้จึงนำเสนอการสร้างเครื่องบันทึกสัญญาณในกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบ 8 ช่องสัญญาณบนเครื่องพีซี (PC) และเครื่องพิมพ์ (Printer) โดยอินพุทเป็นสัญญาณมาตรฐานทางกระแสไฟฟ้า 4 - 20 มิลลิแอมป์ และจะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของอินพุททางจอภาพและเครื่องพิมพ์ เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของโปรเซสที่เวลาต่างๆกัน

Abstract

The production process in the industrial storage or recording of variable, It very important to be determine or analysis efficiency of production process or product for this variable live in the case permission.

This project which take presentation recorder in the industrail process, Pattern signal eight slot on the personal computer and printer, By in put signal as standard current is 4 - 20 mA and show the deviation of in put at the monitor and printer for show diviation of process at the time interval difference.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จ และผ่านไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นแนวทางในการดำเนินงาน และฝ่ายสารสนเทศ ห้องสมุด สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) ตลอดจนเพื่อนๆ ที่กรุณาได้ให้ยืมฮาร์ดดิสเพื่อเขียนโปรแกรม และคุณเอมอร นึกโคกรังที่ช่วยพิมพ์ และจัดรูปแบบจนปริญญานิพนธ์แบับนี้เสร็จโดยสมบูรณ์

จึงขอขอบคุณไว้ ณ. โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

24 พย. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... A
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... B
กิตติกรรมประกาศ C
สารบัญ ..... D
สารบัญรูป ..... E
สารบัญตาราง ..... F

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 กล่าวนำ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและแนวทางในการพัฒนา 2

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ NEC P3200 3
2.1 ตำแหน่งของหัวเข็ม 3
2.2 การพิมพ์แบบ 8 หัวเข็ม 4
2.3 การพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม 4
2.4 ความเข้มของภาพ 7
2.5 กราฟฟิคโหมด 8
2.6 การอินเตอร์เฟส 11
2.7 การอินเตอร์เฟสแบบขนาน 12
2.8 อุปกรณ์ทางลอจิกในการอินเตอร์เฟสแบบขนาน 15
2.9 ไดอะแกรมเวลาของการอินเตอร์เฟสแบบขนาน 16
2.10 การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม 17
2.11 ระดับของสัญญาณ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 หลักการวัดและสัญญาณมาตรฐานในระบบควบคุมอัตโนมัติ.....18
3.1 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม.....18
3.1.1 การวัด.....18
3.1.2 การควบคุม.....19
3.1.3 การเก็บบันทึกและการวิเคราะห์.....20
3.2 สัญญาณมาตราฐานในระบบควบคุมอัตโนมัติ.....20
3.3 สรุปประโยชน์ที่ได้รับจากการกำหนดสัญญาณมาตรฐาน.....24
3.3.1 การถ่ายทอดสัญญาณด้วยกระแสไฟฟ้าตรง.....24
3.3.2 การถ่ายทอดสัญญาณด้วยแรงดันลม.....26
บทที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบและการสร้าง.....27
4.1 ฮาร์ดแวร์บล็อคไดอะแกรม.....27
4.1.1 การทำงานของฮาร์ดแวร์บล็อคไดอะแกรม.....27
4.2 ซอร์ฟแวร์บล็อคไดอะแกรม.....28
4.2.1 ซอร์ฟแวร์บล็อคไดอะแกรม.....28
บทที่ 5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....30
บทที่ 6 การทดลองและบทสรุป.....38
6.1 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดัน.....38
6.2 การทดสอบโปรแกรมแสดงผลทางหน้าจอและเครื่องพิมพ์.....39
6.2.1 การจำลองสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์.....39
6.2.2 การทดสอบโดยการรับสัญญาณจากอุปกรณ์การตรวจวัด.....39
บรรณานุกรม.....49
ภาคผนวก.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	ค่าของจุดในแนวคอลัมสำหรับการพิมพ์ 8 หัวเข็ม	3
2.2	แสดงค่าของข้อมูล 1 ไบต์ของการพิมพ์แบบ 8 หัวเข็ม	4
2.3	ตัวอย่างการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม	6
2.4	แสดงเส้นสัญญาณการอินเตอร์เฟส	12
2.5	การลอจิกอินเตอร์เฟส	15
2.6	ไดอะแกรมเวลาสัญญาณอินพุตของข้อมูล	16
2.7	เส้นแสดงการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม	17
2.8	ระดับสัญญาณการอินเตอร์เฟส	17
3.1	แสดงส่วนประกอบของระบบการวัด	18
3.2	แสดงการควบคุมระดับของเหลวในถังเก็บ	19
3.3	แสดงแบบจำลองของการควบคุมแบบป้อนกลับ	20
3.4	แสดงการวัดและการส่งสัญญาณให้กับกระบวนการ	22
3.5	แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรโปรเซสกับสัญญาณมาตรฐาน	23
3.6	การต่ออุปกรณ์ในระบบกระแส (เฉพาะด้านรับ)	23
3.7	การต่ออุปกรณ์ในระบบแรงดันไฟฟ้า (เฉพาะด้านรับ)	24
3.8	แสดงการส่งสัญญาณและการต่อระบบวัด	26
6.1	การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดัน	38
6.2	แสดงการทำสเกลระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท	38
6.3	แสดงการต่อวงจรทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด	39
6.4	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 0	40
6.5	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 1	40
6.6	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 2	41
6.7	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 3	41
6.8	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 4	42
6.9	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 5	42
6.10	การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 6	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.11 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 7.....43
6.12 แสดงการทดสอบที่ 0 % ของตัวแปรโปรเซส.....44
6.13 แสดงการทดสอบที่ 25 % ของตัวแปรโปรเซส.....45
6.14 แสดงการทดสอบที่ 50 % ของตัวแปรโปรเซส.....45
6.15 แสดงการทดสอบที่ 75 % ของตัวแปรโปรเซส.....46
6.16 แสดงการทดสอบที่ 100 % ของตัวแปรโปรเซส.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	แสดงจำนวนของข้อมูลแต่ละไบต์ในการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม	5
2.2	แสดงความหนาแน่นของจุดในโหมดกราฟฟิค	7
2.3	กราฟฟิคโหมด	6
2.4	จำนวนจุดสูงสุดในคอลัม	9
2.5	แสดงการคำนวนหาค่าสูงสุด	10
2.6	แสดงเส้นสัญญาณการอินเตอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในกระบวนการผลิตแบบที่ใช้เครื่องจักร หรือเครื่องมือควบคุมอัตโนมัติต่างๆนั้น หรือผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานทางด้านนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่ตนทำงานอยู่ตลอดเวลา

ในยุคที่กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการผลิตโปรเซสต่างๆเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย และเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และที่สำคัญเพื่อให้สามารถต่อสู้กับคู่แข่งขันในตลาดได้

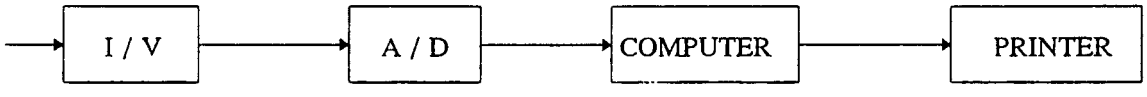
เพราะฉะนั้นโครงงานนี้ จึงอาศัยความก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ดังกล่าว โดยนำมาทำเป็นเครื่องบันทึกสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆในกระบวนการผลิตและการควบคุมทางอุตสาหกรรม โดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกสัญญาณ โดยการนำความสามารถและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านนี้มา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เพื่อทำความก้าวหน้า และความสามารถทางเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์มาพัฒนา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งานนอกเหนือจากการใช้งานปกติ โดยการนำคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์มาทำเป็นเครื่องบันทึกสัญญาณในกระบวนการทางอุตสาหกรรม โดยรับอินพุทที่เป็นสัญญาณมาตรฐาน ทางกระแสไฟฟ้า 4 - 20 มิลลิแอมแปร์ และการแสดงผลทางด้านเอาท์พุทและแสดงผลทางจอภาพและเครื่องพิมพ์ โดยการทำงานของระบบนั้นผู้จัดทำได้พัฒนาโดยใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของระบบดังที่กล่าวมาแล้ว

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

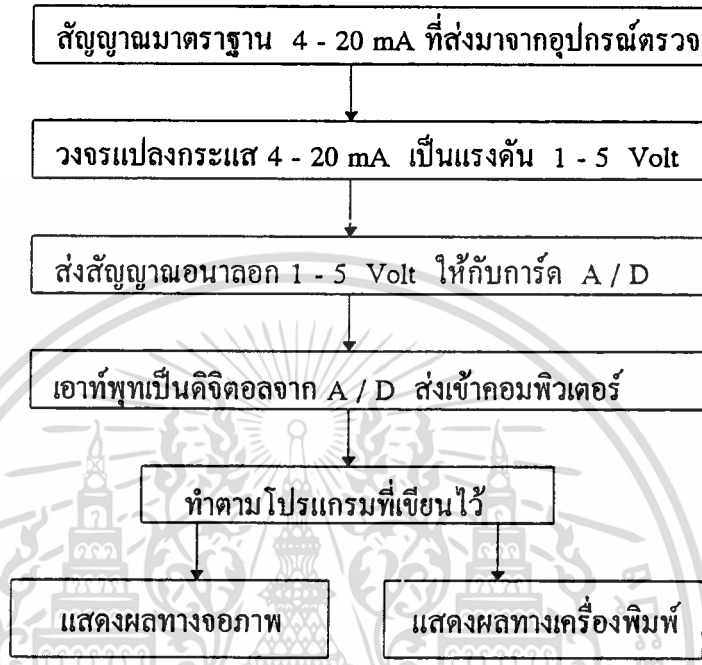
ขอบเขตการทำโครงงาน แสดงส่วนประกอบที่สำคัญดังรูป ก.



รูป ก แสดงบล็อคไดอะแกรมของเขตการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทำงานนั้นแสดงได้ดังนี้



รูป ข แสดงลำดับขั้นการทำงานในขอบเขตของโครงงาน

ขอบเขตหลักของโครงงานนี้เป็นการเขียนโปรแกรมของระบบ โดยการแสดงผลที่หน้าจอภาพ สามารถแสดงได้ทีละ 1 ช่องสัญญาณหรือจะแสดงผลพร้อมกันทั้ง 8 ช่องสัญญาณก็ได้ ส่วนทางด้านเครื่องพิมพ์จะพิมพ์ตลอดเวลาแม้ว่าทางด้านอินพุทจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงก็ตาม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและแนวทางในการพัฒนา

โครงงานนี้สามารถนำไปใช้ในการบันทึกสัญญาณที่เกิดขึ้นในกระบวนการ การผลิตจริงๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิในเตาเผา การเปลี่ยนแปลงของของไหลเป็นต้น เนื่องจากโครงงานนี้พัฒนาบนเครื่องพีซี (PC) จึงทำให้ง่ายต่อการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยการแก้ไขโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลต่างๆ นอกจากนี้ยังอาจนำไปต่อกันในระบบเป็นระบบเนทเวิร์ค เพื่อให้สามารถจะติดตั้งตัวแสดงผลที่หลายๆจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

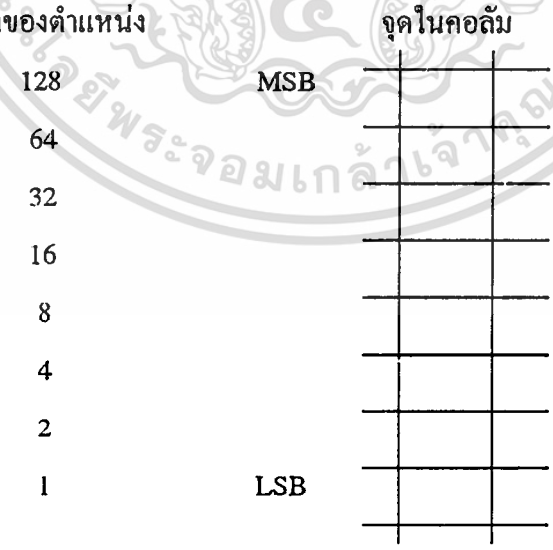
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ NEC P3200

เครื่องพิมพ์ที่นำมาทำเป็นเครื่องบันทึกสัญญาณ ในโครงงานนี้เป็นเครื่องพิมพ์ NEC P3200 ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ 24 หัวเข็มซึ่งความละเอียดของการพิมพ์ในโหมดกราฟฟิคสูงซึ่งตำแหน่งการพิมพ์แบบจุดในแต่ละจุดจะเป็นอิสระจากกัน

ในการพิมพ์ในโหมดกราฟฟิคแบบของตัวอักษร และสัญญลักษณ์ต่างๆในการกำหนดเงื่อนไขการพิมพ์จะเก็บอยู่ในหน่วยความจำ และเราสามารถนำมาใช้ในการสร้างรูปแบบของการพิมพ์โดยการพิมพ์ในโหมดนี้จุดแต่ละจุด จะถูกควบคุมตำแหน่งที่แน่นอน

2.1 ตำแหน่งของหัวเข็ม (Addressing the pins)

ในโหมดกราฟฟิคข้อมูลที่เครื่องพิมพ์รับเข้ามา เพื่อทำการพิมพ์นั้นตำแหน่งของหัวเข็มจะถูกควบคุมการพิมพ์ในแนวตั้ง (Columns) เพียง 1 ต่อ 1 หัวเข็มที่เวลาใดเวลาหนึ่งของการพิมพ์ในการพิมพ์ในลักษณะปกตินั้น การแทนที่ของการควบคุมจะมีการเลือกรูปแบบของการพิมพ์แบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น แม้ว่าเราพยายามที่จะส่งข้อมูลให้มากกว่าเดิมให้กับเครื่องพิมพ์ก็ตาม ซึ่งในลักษณะนี้จะอยู่นอกเหนือการควบคุมขณะที่หัวเข็มกำลังทำงาน



MSB = บิทที่มีค่านัยสำคัญสูงสุด

LSB = บิทที่มีค่านัยสำคัญต่ำสุด

รูปที่ 2.1 ค่าของจุดในแนวคอลัมสำหรับการพิมพ์แบบ 8 หัวเข็ม

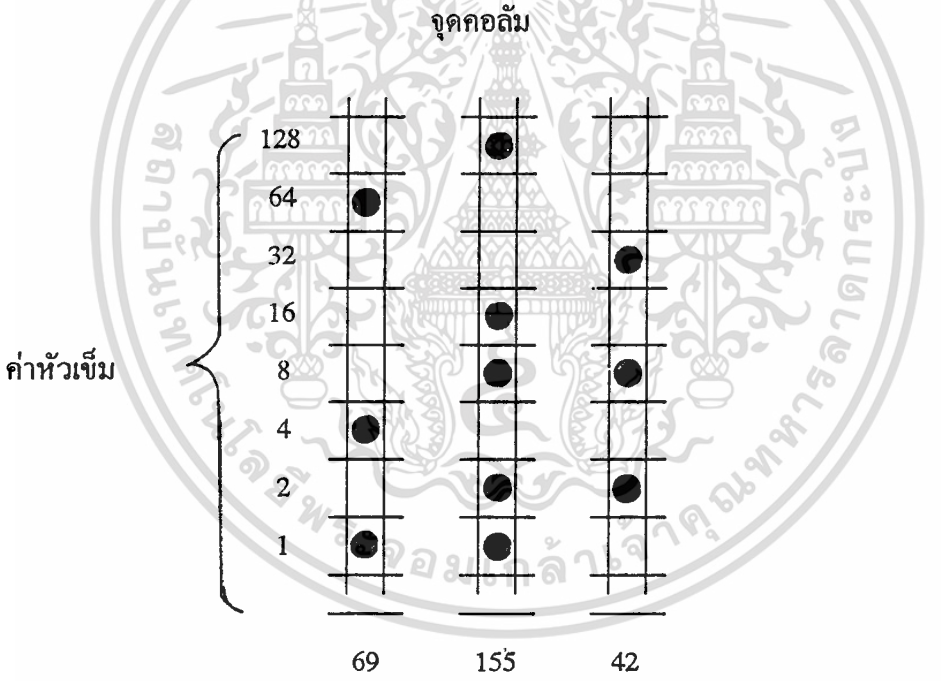
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การพิมพ์แบบ 8 หัวเข็ม (8 - pins Graphics)

ในการควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์นั้น บางครั้งอาจจะควบคุมให้หัวเข็มทำงานทั้ง 24 หัวเข็มในการพิมพ์ข้อมูลต่างๆ แต่เราสามารถควบคุมให้หัวเข็มทำงานเพียง 8 หัวเข็มก็ได้ ซึ่งการทำงานในโหมดที่ใช้หัวเข็มเพียง 8 หัวนี้ เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ทีละ 3 หัวเข็ม

ข้อมูลหนึ่งไบต์จะประกอบด้วย 8 บิต ซึ่งแต่ละบิตจะควบคุมเพียงหนึ่งหัวเข็มจากทั้งหมด 8 หัวเข็ม ในการใช้งานในโหมดกราฟฟิคแบบ 8 หัวเข็มและการตอบสนองต่อตำแหน่งของจุดต่างๆในแนวตั้งจะเป็นดังค่าใน รูปที่ 2.1

ดังนั้นข้อมูล 8 บิต จะสามารถสร้างไบต์ของข้อมูล ซึ่งค่าของข้อมูลในหนึ่งไบต์คือผลรวมของค่าของจุดที่เราต้องการจะพิมพ์ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงค่าของข้อมูล 1 ไบต์ของการพิมพ์แบบ 8 เข็ม

2.3 การพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม (24 - pins Graphices)

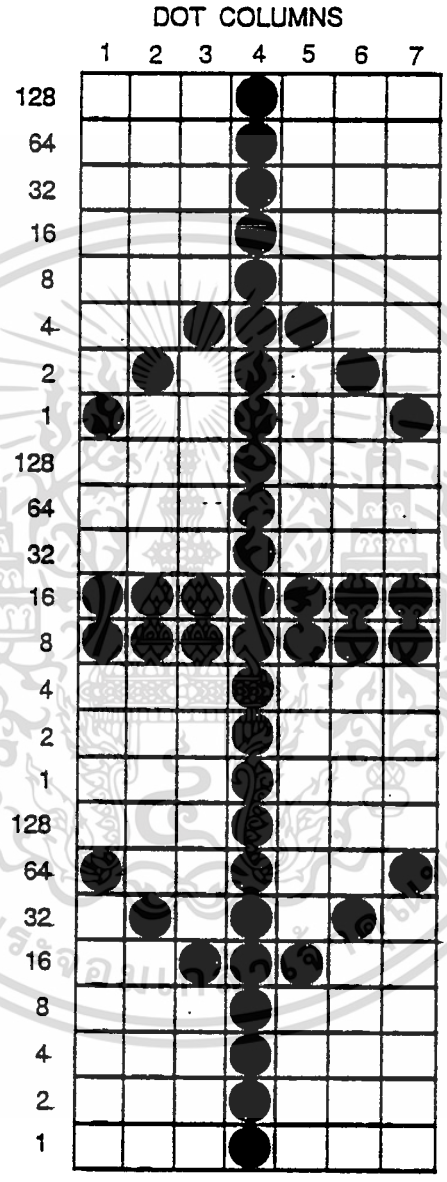
ในการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็มเครื่องพิมพ์จะใช้หัวเข็มทั้ง 24 หัว ซึ่งการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็มนี้จะมีลักษณะ 3 ไบต์ ซึ่งแต่ละไบต์จะประกอบด้วยข้อมูล 8 บิต
ซึ่งค่าของข้อมูลที่ส่งให้กับเครื่องพิมพ์มีค่าดังในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดคอลัม	ไบต์ของข้อมูลที่ส่งให้กับเครื่องพิมพ์
1	1, 24, 64
2	2, 24, 32
3	4, 24, 16
4	255, 255, 255
5	4, 24, 16
6	2, 24, 32
7	1, 24, 64

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนของข้อมูลแต่ละไบต์ในการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาพพิมพ์แบบ 24 หัวเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.3 เครื่องพิมพ์จุดในแนวตั้งที่เวลาใดๆ เช่น เครื่องพิมพ์จะพิมพ์จุดสำหรับค่าของ 1, 24 และ 64 หลังจากนั้นหัวพิมพ์จะกลับไปยังตำแหน่งบนสุดของคอลัมท์ที่สอง และจะพิมพ์ 2, 24 และ 32 และตำแหน่งอื่นๆจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

2.4 ความเข้มของภาพ (Grophics Densities)

ในการทำงานในลักษณะ escape sequence ซึ่งสามารถจะเลือกความเข้มของการพิมพ์แบบ 8 หัวเข็มดังค่าในตาราง 2.2

ลำดับเอสแค็บ	หน้าที่
ESC K (n1) (n2)	ความหนาแน่นหนึ่งเท่า (60 จุด / นิ้ว)
ESC L (n1) (n2)	ความหนาแน่นสองเท่า (120 จุด / นิ้ว)
ESC Y (n1) (n2)	ความหนาแน่นหนึ่งเท่าความเร็วสูง (120 จุด / นิ้ว)
ESC Z (n1) (n2)	ความหนาแน่นสี่เท่า (240 จุด / นิ้ว)

ตารางที่ 2.2 แสดงความหนาแน่นของจุดในโหมดกราฟฟิค

ตัวอย่างโปรแกรมภาษาเบสิกที่แสดงต่อไปนี้ จะแสดงถึงการใช้ ESC Z (n1) (n2) ในการสร้างความเข้มของภาพ

```
10 ' --- CONTROL CODE ESC Z N1  N2 ---
20 ' --- SELECTS GRAPHIC QUAD DENSITY AT 240 DPI
30 ' WE ' LL  PRINT 4 LINES OF QUAD DENSITY GRAPHICS
40 '
50  FOR  M = 1  TO  4
60    LPRINT CHR$ (27); "Z"; CHR$ (150); CHR$ (0);
70    FOR Z = 1  TO  150
80      LPRINT  CHR$  (255);
90    NEXT  Z
100   LPRINT
110   NEXT  M
120   END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กราฟฟิคโหมด (Graphics Mode)

คำสั่ง ESC * (m) (n1) (n2) จะยอมให้เราสามารถใช้โหมดใดโหมดหนึ่งจาก 11 โหมดกราฟฟิค ซึ่งค่าของ m ในโหมดกราฟฟิค ดังแสดงในตารางที่ 2.3

โหมด	จำนวนหัวเข็ม	m	จุดต่อนิ้ว
ความหนาแน่นหนึ่งเท่า	8	0	60
ความหนาแน่นสองเท่า	8	1	120
ความหนาแน่นความเร็วสูง	8	2	120
ความหนาแน่นสี่เท่า	8	3	240
จอภาพ	8	4	80
จอภาพอื่นๆ	8	6	90
ความหนาแน่นหนึ่งเท่า	24	32	60
ความหนาแน่นสองเท่า	24	33	120
จอภาพอื่นๆ	24	38	90
ความหนาแน่นสามเท่า	24	39	180
ความหนาแน่นสูง	24	40	360

ตารางที่ 2.3 กราฟฟิคโหมด

ซึ่งค่าของ n1 และ n2 จะอธิบายถึงจำนวนไบต์ของข้อมูล ซึ่งเครื่องพิมพ์จะใช้สูตรคือ n1 + (n2 x 256) ในการหาค่าจำนวนไบต์ที่ถูกต้อง ซึ่งการใช้สูตรดังกล่าว ในการหาค่าของ n1 และ n2 จะให้จำนวนของจุดในแนวคอลัมที่เราต้องการจะส่งให้กับเครื่องพิมพ์ เมื่อ

n2 = จำนวนของจุดในคอลัม/256

n1 = จำนวนของจุดในคอลัม - (n2 x 256)

ตัวอย่างเช่น สมมติต้องการส่งค่า 1072 คอลัมของข้อมูลกราฟฟิค, n2 จะเป็น 4 และ n1 จะเป็น 48 ดังนั้น 48 + (4 x 256) = 1072

สิ่งหนึ่งที่เครื่องพิมพ์ จะรับค่าของ n1 และ n2 และจะคำนวณว่าจะใช้จำนวนข้อมูลกี่ไบต์ ดังนั้นเราสามารถกำหนดจำนวนไบต์ของข้อมูลให้กับโหมดกราฟฟิคอย่างเพียงพอและถูกต้อง และเครื่องพิมพ์จะหยุดเพื่อคอยข้อมูล ซึ่งถ้าเรากำหนดค่าของข้อมูลให้มากเกินไป เครื่องพิมพ์จะทำงานในลักษณะการพิมพ์ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสิ่งนี้ จะเป็นเงื่อนไขที่สำคัญมาก ที่จะส่งข้อมูลให้กับเครื่องพิมพ์ จำนวนสูงสุดของจุดในแนวคอลัมท์ เราจะต้องสามารถกำหนดได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

จำนวนสูงสุดในแนวตั้ง = จุดต่อนิ้ว x ความกว้างของกระดาษ

ตารางที่ 2.4 แสดงจำนวนของจุดสูงสุดในคอลัมที่ความเข้มต่างๆกันโดยใช้กระดาษมาตราฐานแบบต่อเนื่องที่มีความกว้าง 8.5 นิ้ว

จุดต่อนิ้ว	จำนวนจุดสูงสุดในแนวตั้ง
60	480
80	640
90	720
120	960
180	1440
240	1920
360	2880

ตารางที่ 2.4 จำนวนจุดสูงสุดในคอลัม

สมการต่อไปนี้ ใช้ในการหาค่าสูงสุดของ n2

ค่าสูงสุดของ n2 = จำนวนจุดสูงสุดในแนวตั้ง / 256

สิ่งหนึ่งในการคำนวณหาค่าสูงสุดของ n2 เราจะต้องสามารถหาค่าสูงสุดของ n1 โดยใช้สมการต่อไปนี้

ค่าสูงสุดของ n1 = จำนวนสูงสุดในแนวตั้ง - (ค่าสูงสุดของ n2 x 256)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดต่อนิ้ว	จำนวนของจุดสูงสุดในแนวตั้ง	ค่าสูงสุดของ n2	ค่าสูงสุดของ n1
60	480	1	224
80	640	2	128
90	720	2	208
120	960	3	192
180	1440	5	160
240	1920	7	128
360	2880	11	64

ตารางที่ 2.5 แสดงการคำนวณหาค่าสูงสุด

ในการอธิบายการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็มนั้น เราสามารถพูดได้ว่าการพิมพ์แบบ 24 หัวเข็มเป็นการกำหนดจุดแบบ 8 บิท - ไบต์ ในแนวตั้ง ดังนั้นในโหมดกราฟฟิคแบบ 24 หัวเข็มเราสามรถส่ง 3 ไบต์ ข้อมูลในแต่ละจุดใน 1 คอลัม

ตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงการใช้ ESC * (m) (n1) (n2) โดยเขียนด้วยภาษาเบสิก

```
10 ' ---- USER DEFINED CHARACTER + COPIED CHARA. SET ----
20 ' ---- CONTROL CODE ESC * (M) ----
30 LPRINT CHR$ (27) ; " : "; CHR$ (0) ; CHR$ (0) ; CHR$ (0) COPIES CHARA.
40 ' ---- SELECTS GRAPHIC DENSITY ACCORDING TO (M) ----
50 ' WE' LL SELECT ALL TEN AVAILABLE
60 FOR M = 0 TO 4
70 GOSUB 160
80 NEXT M
90 M = 6 : GOSUB 160
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
100 M = 32 : GOSUB 160
110 M = 33 : GOSUB 160
120 M = 38 : GOSUB 160
130 M = 39 : GOSUB 160
140 M = 40 : GOSUB 160
150 END
160 LPRINT "THIS IS GRAPHICS MODE " ;M;
170 IF M < 32 THEN ZZ = 50 ELSE ZZ = 50 x 3
180 LPRINT CHR$ (27) ; "*; CHR4 (M) ; CHR$ (50); CHR$ (0) ;
190 FOR Z = 1 TO ZZ
200 LPRINT CHR$ (255);
210 NEXT Z
220 LPRINT : LPRINT
230 RETURN
```

```
THIS IS GRAPHICS MODE  0
THIS IS GRAPHICS MODE  1
THIS IS GRAPHICS MODE  2
THIS IS GRAPHICS MODE  3
THIS IS GRAPHICS MODE  4
THIS IS GRAPHICS MODE  6
THIS IS GRAPHICS MODE  32
THIS IS GRAPHICS MODE  33
THIS IS GRAPHICS MODE  38
THIS IS GRAPHICS MODE  39
THIS IS GRAPHICS MODE  40
```

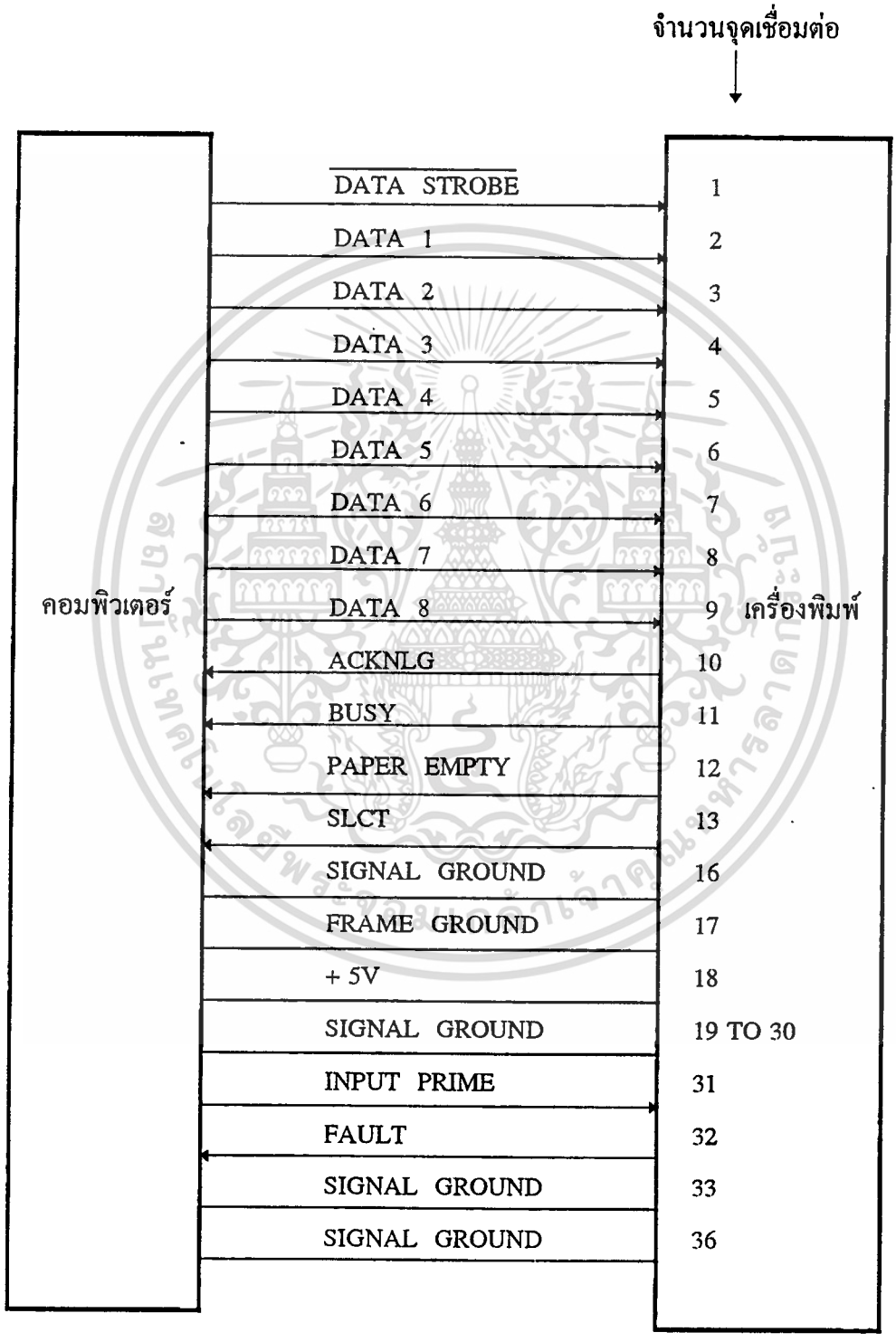
2.6 การอินเตอร์เฟส (Interface)

ในการต่อสายเชื่อมต่อระหว่างเครื่องพิมพ์กับคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ไม่ทำงานในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คือไม่เป็นการอินเตอร์เฟสแบบขนาน ก็จะเป็นการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การอินเตอร์เฟสแบบขนาน (Parallel Interface)

การอินเตอร์เฟสแบบขนานที่เป็นมาตราฐาน ในเครื่องพิมพ์รุ่น P3200 / P3300



รูปที่ 2.4 แสดงเส้นสัญญาณการอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณ	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
1	$\overline{\text{Data Strobe}}$	ส่งให้เครื่องพิมพ์	เป็นสัญญาณจากภายนอกเพื่อบอกให้เครื่องพิมพ์รับข้อมูลไปได้
2	Data 1	ส่งให้เครื่องพิมพ์	สายสัญญาณของข้อมูล 1 ถึง 8 เพื่อส่งรหัสแอสที สายสัญญาณจะเป็น"1" ถ้าข้อมูลถูกต้องและจะเป็น "0" ถ้าข้อมูลที่ส่งมาไม่ถูกต้อง
3	Data 2		
4	Data 3		
5	Data 4		
6	Data 5		
7	Data 6		
8	Data 7		
9	Data 8		
10	$\overline{\text{Acknlg}}$	จากเครื่องพิมพ์	เป็นสัญญาณที่ส่งจากเครื่องพิมพ์เพื่อบอกให้อุปกรณ์ภายนอกรับรู้ว่าได้รับข้อูลไปเรียบร้อยแล้ว
11	Busy	จากเครื่องพิมพ์	เป็นสัญญาณจากเครื่องพิมพ์เพื่อ บอกให้อุปกรณ์อุปกรณ์ภายนอกรู้ว่าขณะนี้เครื่องพิมพ์ยังไม่พร้อมที่จะรับ ข้อมูลโดยจะให้สัญญาณ "high" ออกมา
12	Paper Empty	จากเครื่องพิมพ์	เป็นสัญญาณจากเครื่องพิมพ์ เมื่อกระดาษหมด
13	Slct	จากเครื่องพิมพ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

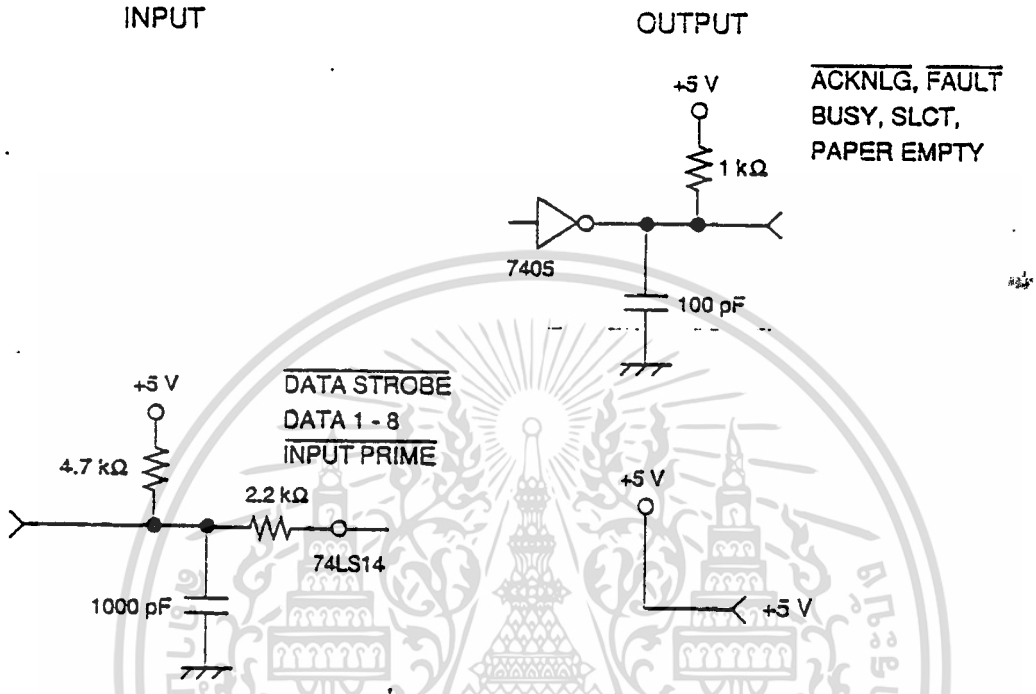
ขาสัญญาณ	สัญญาณ	ทิศทาง	คำอธิบาย
14, 15	-	-	ไม่ใช่
16	SG	-	กราวด์ของสัญญาณ
17	FG	-	กราวด์เครื่อง
18	+5 V	-	+ 5 โวลท์
19, 20	SG	-	กราวด์ขา 19 คือกราวด์สำหรับ
21, 22			Strobe ขา 20-27 เป็นกราวด์สำหรับ
			ข้อมูลจาก 1 - 8
23, 24			
25, 26			
27, 28			
29, 30			
31	$\overline{\text{Input}}$ $\overline{\text{Prime}}$	ส่งให้เครื่องพิมพ์	เป็นสัญญาณที่ส่งมาจากอุปกรณ์นอก นอกโดยจะทำงานเมื่อมีสัญญาณเมื่อ เมื่อเครื่องพิมพ์ได้รับสัญญาณนี้เครื่อง เครื่องพิมพ์จะเลื่อนหัวพิมพ์สู่จุดเริ่ม ต้นพิมพ์
32	Fault	จากเครื่องพิมพ์	จะแอคทีฟต่ำ เมื่อเครื่องพิมพ์อยู่ใน สภาวะ * เมื่อกระดาษหมด * ให้เลือก หรือ อยู่ในสภาวะขัดข้อง
33	SG	-	กราวด์ของสัญญาณ
34	-	-	ไม่ใช้
35	-	-	ไม่ใช้
36	SG	-	กราวด์ของสัญญาณ

ตารางที่ 2.6 แสดงเส้นสัญญาณการอินเตอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 อุปกรณ์ทางลอจิกในการอินเตอร์เฟสแบบขนาน (Parallel Interface Logic Element)

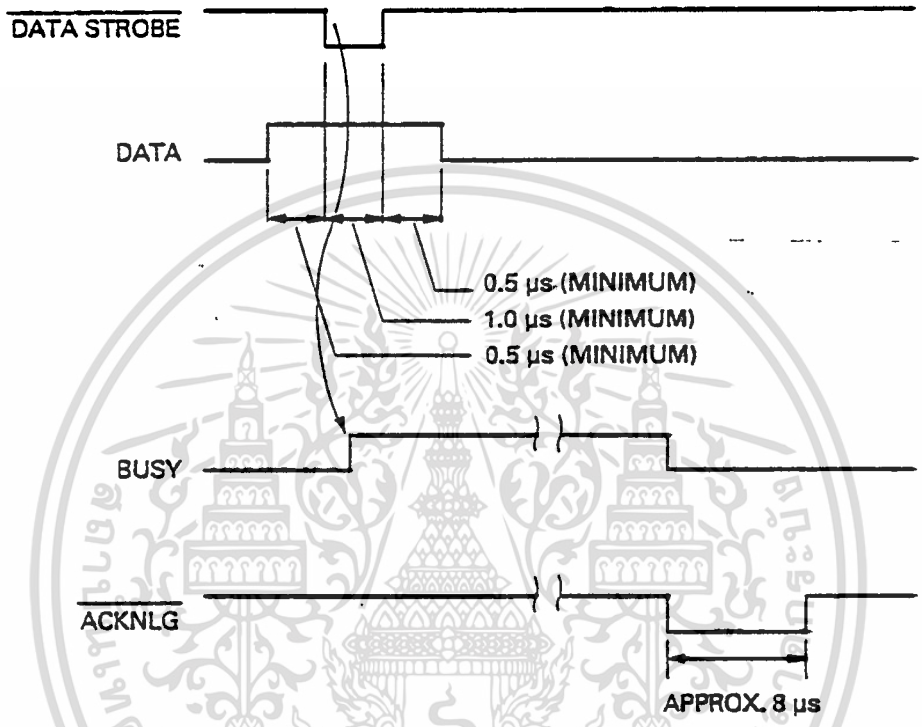
การอินเตอร์เฟสแบบขนานของเครื่องพิมพ์ P3200 / P3300 จะประกอบด้วยวงจรลอจิกที่เป็นไอซีเบอร์ 74L314 (Ics) และ IC เบอร์ 7405 ซึ่งแสดงดังรูป



รูปที่ 2.5 ลอจิกอินเตยร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ไดอะแกรมเวลาของการอินเตอร์เฟสแบบขนานเป็นดังรูป



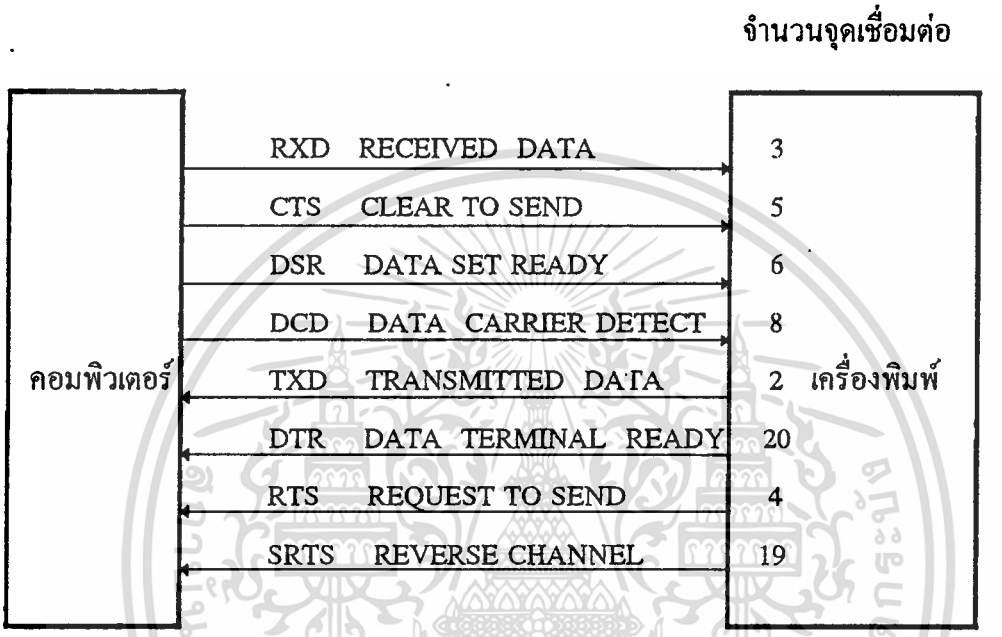
รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมเวลาสัญญาณอินพุตของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม (Serial Interface)

การอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม ในเตรื่องพิมพ์รุ่น P3200 / P3300 จะใช้มาตราฐาน RS - 232C

รายละเอียดของสัญญาณ และการควบคุมของเครื่องพิมพ์แสดงดังรูป 2.7

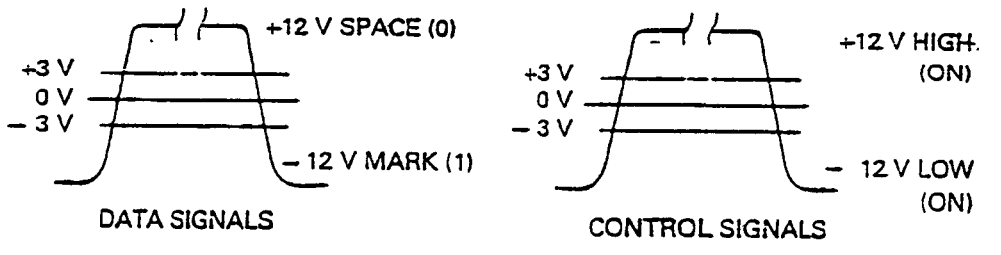


รูปที่ 2.7 เส้นแสดงการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม

2.11 ระดับของสัญญาณ (Signal levels)

เครื่องพิมพ์ P3200/P3300 สามารถรับระดับสัญญาณอินพุต + 12 โวลท์ และระดับสัญญาณเอาท์พุต ± 12 โวลท์

ระดับสัญญาณของข้อมูล - 12 โวลท์ สำหรับลอจิก "1" และบวก 12 โวลท์ สำหรับลอจิก "0" ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ระดับสัญญาณการอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการการวัด และสัญญาณมาตรฐานในระบบควบคุมอัตโนมัติ

3.1 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม

ในกระบวนการวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรมนั้น เพื่อให้การผลิตและกระบวนการผลิตต่างๆ เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ เพราะฉะนั้นจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้คือ

- การวัด (Measurement)
- การควบคุม (Control)
- การเก็บบันทึกและวิเคราะห์ (Record keeping and Analysis)

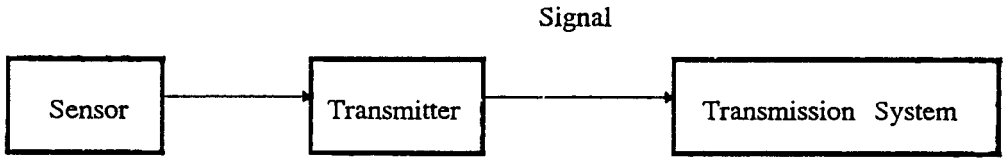
ในส่วนที่สำคัญทั้งสามส่วนจะแยกพิจารณาได้ดังนี้คือ

3.1.1 การวัด (Measurement) : การวัดตัวแปรโปรเซสในกระบวนการทางอุตสาหกรรมสิ่งที่จะวัด เพื่อที่จะควบคุมสภาวะทางฟิสิกส์ตามที่เราต้องการให้บรรลุค่าเป้าหมายนั้น สภาวะฟิสิกส์ที่สำคัญคือ

- อุณหภูมิ (Temperature)
- ความดัน (Pressure)
- อัตราการไหล (Flow rate)
- ระดับ (Level)

ในระบบการวัดจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

- ตัวรับรู้ (Sensor)
- ตัวเปลี่ยนสัญญาณ (Transmitter)
- ระบบสายส่งสัญญาณ (Transmission System)



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของระบบการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนรับรู้ (Sensor) : เป็นอุปกรณ์ซึ่งรับรู้สภาวะหรือปริมาณทางฟิสิกส์ เช่นความดันหรืออุณหภูมิ และจะเปลี่ยนสภาวะดังกล่าวไปอยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ได้กับทรานสมิตเตอร์ เช่นความต้านทาน หรือแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์รับรู้ที่สำคัญ เช่น

- เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)
- อุปกรณ์ที่มีความต้านทานต่อความร้อน (RTD)
- เบลโล (Bellow)
- มาตรวัดบัวดองส์ (Bourdon tube)
- แผ่นออริฟิส (Orifice plate)

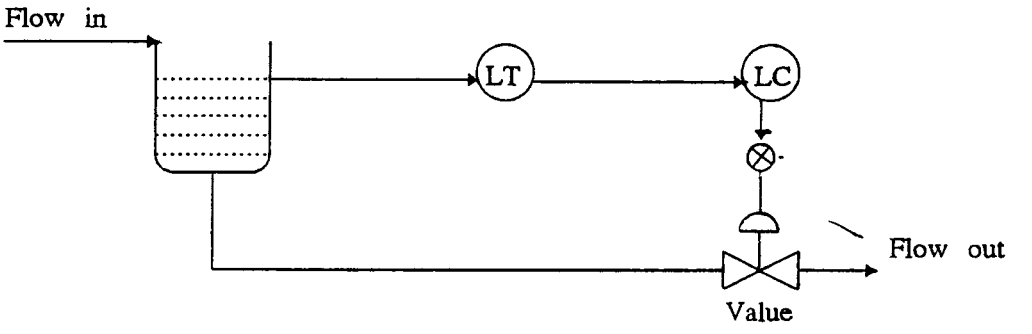
ส่วนแปลงสัญญาณ (Transmitter) จะเปลี่ยนแปลงสภาวะจากอุปกรณ์รับรู้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณ ซึ่งสามารถนำไปบันทึก แสดงผล และอุปกรณ์การควบคุม

ส่วนระบบสายส่งสัญญาณ (Transmission System) : จะเป็นส่วนที่ถ่ายทอดสัญญาณจากทรานสมิตเตอร์ เพื่อส่งให้กับตัวแสดงผล บันทึกหรือตัวควบคุมเป็นต้น

3.1.2 การควบคุม (Control) : การควบคุมเป็นระบบของส่วนประกอบทางผลที่นำมาใช้ในการรักษาหรือปรับเปลี่ยนตัวแปรโปรเซส เช่น ตัวควบคุมและอุปกรณ์การควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element) ซึ่งในส่วนนี้จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

- ระบบการวัด จะทำการวัดค่าเปลี่ยนแปลงของตัวแปรโปรเซส และจะส่งสัญญาณที่วัดได้ไปยังตัวควบคุม
- ตัวควบคุม จะทำการเปรียบเทียบสัญญาณของตัวแปรโปรเซสที่วัดได้จากตัวรับรู้กับค่าจุดมุ่งหมาย (Set point)
- ตัวควบคุมตัวสุดท้าย จะเป็นตัวที่รับสัญญาณปรับเปลี่ยนตัวแปรโปรเซสจากตัวควบคุมเพื่อปรับเปลี่ยนค่าให้ได้ตามค่าเป้าหมาย (Set point)

ตัวอย่างการควบคุมระดับของเหลวในถัง



รูปที่ 3.2 แสดงการควบคุมระดับของเหลวในถังเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
037148

จากรูปที่ 3.2 เมื่อของเหลวเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยไหลเข้าถังมากขึ้น จะทำให้ระดับของเหลวในถังเพิ่มระดับขึ้นตัววัดระดับตรวจวัด และส่งสัญญาณไปให้กับตัวควบคุมระดับ ซึ่งตัวควบคุมจะทำการเปรียบเทียบระดับของเหลวกับค่าเป้าหมาย และจะส่งสัญญาณควบคุมไปที่อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย คือวาล์วควบคุม ซึ่งจะทำให้วาล์วควบคุมทำงาน ในลักษณะหนึ่งลักษณะใด คือ

- กรณีของไหลในถังเพิ่มขึ้นจะทำให้วาล์วเปิดกว้างขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ของไหลที่ทางออกไหลออกมากขึ้นทำให้ระดับของเหลวในถังลดลง

- กรณีของไหลในถังลดลงวาล์วจะปิดทำให้ของไหลในถังเพิ่มระดับขึ้น

3.1.3 การเก็บบันทึกและการวิเคราะห์ (Record keeping and Analysis)

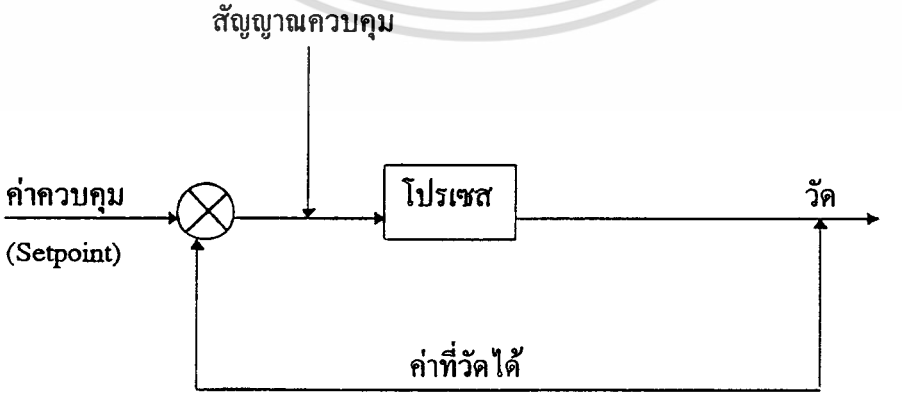
สัญญาณของตัวแปรโปรเซสที่มีการเปลี่ยนแปลง เราสามารถบันทึการเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้เครื่องบันทึกสัญญาณ (Recorder)

3.2 สัญญาณมาตรฐานในระบบควบคุมอัตโนมัติ

วิศวกรที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีการใชระบบควบคุมอัตโนมัติอาจจะเคยพบว่าสัญญาณควบคุมที่ใช้อยู่ในระบบนั้นมีค่าต่างกันหลายค่า โดยเฉพาะกรณีที่เป็นสัญญาณควบคุมไฟฟ้าด้วยแล้ว มักมีค่าแตกต่างกัน หรือบางทีเป็นคนละหน่วยกัน เช่นเป็นกระแสก็มี เป็นแรงดันไฟฟ้าก็มี เป็นต้น

สัญญาณมาตรฐานคืออะไร

ในระบบควบคุมอัตโนมัติจะมีการวัด และนำสัญญาณที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการควบคุม (Set Value) โดยทั่วไปลักษณะการควบคุมแบบนี้ก็คือการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ดังแสดงลักษณะโครงสร้างดังในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงแบบจำลองของการควบคุมแบบป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของระบบ

สัญญาณจากตัววัดจะถูกส่งมาเข้าคอนโทรลเลอร์ (Controller) ซึ่งจะนำสัญญาณวัดที่ส่งเข้ามานี้มาเปรียบเทียบกับค่าควบคุม (Set point) ที่กำหนดไว้ และทำการส่งสัญญาณไปบังคับตัวควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) ซึ่งทำการบังคับหรือควบคุมปริมาณของพลังงาน หรือวัสดุที่ป้อนเข้าโปรเซสพลังงาน หรือวัสดุที่ป้อนเข้าโปรเซสนี้จะทำให้ค่าที่เราสนใจจะวัดและควบคุม (เช่น อุณหภูมิ ความดัน ฯลฯ) เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งตัววัดก็จะทำการส่งสัญญาณกลับเข้ามายังคอนโทรลเลอร์อีก และคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย พร้อมกับส่งสัญญาณควบคุมไปยังตัวควบคุมสุดท้ายเพื่อปรับแต่งปริมาณของพลังงานหรือวัสดุอีก เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ค่าที่ เราสนใจจะวัดและควบคุมเท่ากับค่าควบคุม

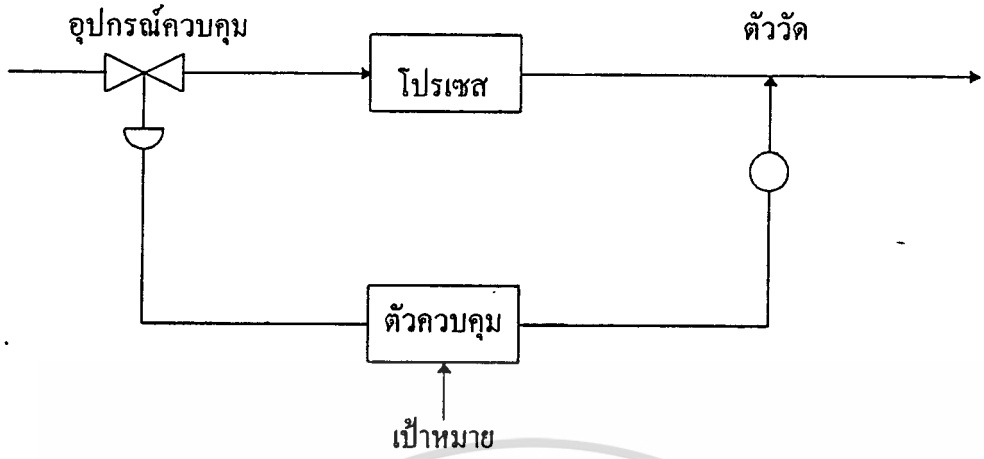
ในทางปฏิบัติตัววัดและตัวควบคุมสุดท้าย จะอยู่เป็นส่วนหนึ่งของโปรเซสแต่คอนโทรลเลอร์จะแยกออกมาติดตั้งต่างหาก โดยอาจจะอยู่ในบริเวณใกล้ๆกับโปรเซส หรือเข้าไปรวมกันอยู่ในห้องควบคุมเพื่อสะดวกในการที่จะใช้ผู้ปฏิบัติงานคนเดียว ให้สามารถดูแลหลายโปรเซสได้ในเวลาเดียวกัน ห้องควบคุมนี้จะอยู่ห่างจากโปรเซสออกไป ดังนั้นระยะจากตัววัดถึงคอนโทรลเลอร์ และจากคอนโทรลเลอร์ถึงตัวควบคุมสุดท้ายก็จะไกลด้วย บางครั้งอาจมีระยะทางเป็นร้อยเมตรก็มี

เมื่อระยะทางไกลออกไป ปัญหาที่ติดตามมาก็คือความถูกต้องของค่าสัญญาณที่ส่งไปมา ถ้าสัญญาณมีขนาดไม่แรงหรือมีค่าน้อยๆ ก็อาจเกิดการบั่นทอนหรือสูญเสียไปในสายสัญญาณได้ ทางแก้ไขในกรณีนี้คือ ต้องมีตัวขยายสัญญาณอยู่ใกล้กับตัววัด เพื่อทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงหรือมีค่ามากขึ้น

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งก็คือตัวแปรที่วัดและควบคุมนั้นมีหลายๆชนิด และหลายช่วงการวัด เช่น อาจทำการวัดอุณหภูมิ ความดัน การไหล โดยแต่ละจุดของอุณภูมิที่วัด อาจมีช่วงการวัดต่างๆกัน คือ 0 - 100°C , 0 - 150° C , 0 - 300° C เป็นต้น ถ้าเป็นเช่นนี้คอนโทรลเลอร์แต่ละตัวก็ต้องทำมาเป็นพิเศษ เพื่อรับสัญญาณต่างๆกันนี้ การเก็บสต๊อกอะไหล่ก็ต้องมีมากและถ้าตัวใดตัวหนึ่งเสียก็อาจไม่มีอะไรแทน เนื่องจากต้องสั่งทำเป็นพิเศษโดยเฉพาะใหม่ทั้งตัว

เมื่อเห็นความจำเป็นของตัวขยายสัญญาณ และข้อเสียของการใช้คอนโทรลเลอร์ที่รับเฉพาะค่าของตัวแปรชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าทางออกที่ดีในกรณีนี้คือการใช้สัญญาณมาตราฐานโดยจากตัววัดจะมีคอนเวอร์เตอร์ / ทรานสมิตเตอร์ (Converter/Transmitter) เปลี่ยนสัญญาณวัดที่ต้องการเป็นสัญญาณมาตรฐานแล้ว ส่งมาเข้าคอนโทรลเลอร์เราก็เพียงแต่สร้างให้รับส่งสัญญาณมาตรฐานตามกำหนดเหมือนกันหมด ในกรณีที่เราใช้คอนโทรลเลอร์ หรือเครื่องบันทึกสัญญาณหลายตัว และเกิดมีตัวใดตัวหนึ่งเสียเราก็อาจเอาตัวใหม่มาแทนได้ เพื่อความกระจ่างดังรูปที่ 3.4 ในกรณีนี้เราใช้ความดัน 3 - 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เป็นสัญญาณมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการวัดและส่งสัญญาณให้กับกระบวนการ

สัญญาณมาตรฐานดังนี้ มีใช้ในระบบควบคุมทั้งสองแบบคือ ระบบไฟฟ้าและระบบลม

1. สัญญาณมาตรฐานในระบบไฟฟ้าแบ่งย่อยออกเป็นสองกลุ่มคือ สัญญาณกระแส และสัญญาณแรงดันไฟฟ้า ซึ่งแต่ละกลุ่มมีค่าต่างๆกัน ที่นิยมใช้กันอยู่ได้แก่

1.1 สัญญาณกระแส

4 - 20 mA (ปัจจุบันนิยมใช้มากที่สุด)

10 - 50 mA

0 - 20 mA

0 - 50 mA

1.2 สัญญาณแรงดันไฟฟ้า

1 - 5 Volt (ปัจจุบันนิยมใช้กันมากที่สุด)

0 - 10 Volt

0 - 10 mV

นอกจากนี้ยังมีค่าอื่นๆอีก ซึ่งในผู้ผลิตต่างกัน อาจใช้สัญญาณมาตรฐานไม่เหมือนกันก็ได้

2. สัญญาณมาตรฐานในระบบลม (Preunutic Singal) ปัจจุบันที่ใช้กันอยู่มีสองหน่วยต่างกัน คือระบบเมตริก และระบบอังกฤษ

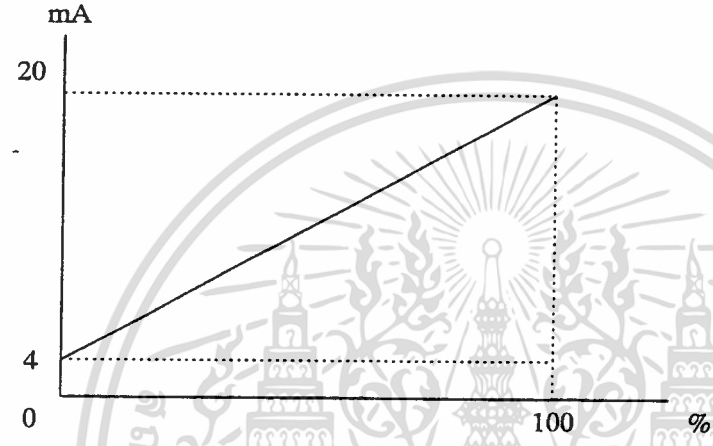
ระบบเมตริก 0.2 - 1.0 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

ระบบอังกฤษ 3 - 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองหน่วยนี้เมื่อเทียบแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณในหน่วยต่างกันนี้ เมื่อปรับแต่งเล็กน้อย ก็อาจใช้ประกอบกันหรือแทนกันได้

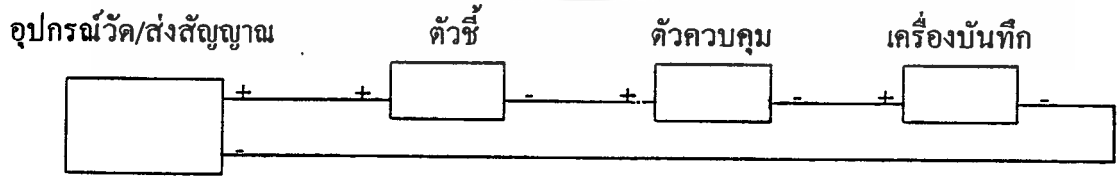
<u>หมายเหตุ</u> : สัญญาณ 4 - 20 mA ค่า 4 mA จะเป็นค่าต่ำสุดบนสเกล (คือค่าตัวแปรโปรเซส 0 %) และค่า 20 mA จะเป็นค่าสูงสุดบนสเกล (100 %) สัญญาณ 3 - 15 PSI ค่า 3 PSI จะเป็นค่าต่ำสุดบนสเกล (0 %) และ 15 PSI จะเป็นค่าสูงสุดบนสเกล ค่าสัญญาณอื่นๆก็เช่นเดียวกันดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรโปรเซสกับสัญญาณมาตราฐาน

ทำไมจึงต้องมีสัญญาณมาตรฐานไฟฟ้า 2 จำพวก

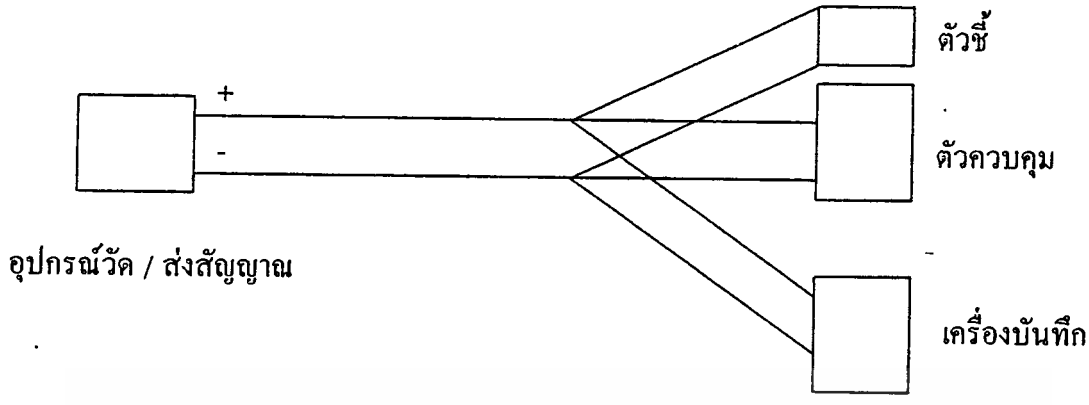
ก่อนอื่นจะต้องพิจารณาการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกันเป็นระบบเสียก่อนในระบบสัญญาณกระแสจะต้องต่ออุปกรณ์ต่างๆอนุกรมกันหมด เนื่องจากการต่อขนานจะทำให้กระแสแบ่งไหล ทำให้ได้ค่าวัดที่ไม่ถูกต้อง ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การต่ออุปกรณ์ในระบบกระแส (เฉพาะด้านรับ)

ในระบบสัญญาณแรงดันไฟฟ้า จะต้องต่ออุปกรณ์ต่างๆขนานกันเพื่อมิให้เกิดการแบ่งแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้ได้ค่าวัดที่ไม่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การต่ออุปกรณ์ในระบบแรงดนไฟฟ้า (เฉพาะด้านรับ)

จากหลักการของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า รวมทั้งการต่ออุปกรณ์ในรูปที่ 3.6 และ 3.7 จะสรุปข้อดีข้อเสียของระบบทั้งสองได้ดังนี้

** ข้อดีของระบบกระแสเทียบกับระบบแรงดันไฟฟ้า

1.ส่งสัญญาณได้ไกลกว่า เนื่องจากไม่มีการสูญเสียในสายเช่นที่เกิดในระบบแรงดัน ซึ่งจะมีการสูญเสียในสายเนื่องจากความต้านทาน

2. ตัวรับมักมีอินพุทอิมพิแดนซ์ (Input Impedance) ต่ำ ซึ่งจะเกิดสัญญาณรบกวน (noise) น้อยกว่าระบบแรงดันไฟฟ้า ซึ่งมักมีอินพุทอิมพิแดนซ์ (Input Impedance) ของตัวรับสูง

** ข้อดีของระบบแรงดันไฟฟ้าเทียบกับระบบกระแสไฟฟ้า

จุดเด่นที่สำคัญคือ ถ้าอุปกรณ์รับตัวใดตัวหนึ่งเสีย อุปกรณ์ที่เหลือจะยังทำงานได้ ในขณะที่ถ้าเป็นการต่อนุกรมแบบระบบกระแส ทั้งวงจรควบคุมจะหยุดทำงานหรือทำงานผิดพลาดหมด และจะไม่ทราบว่า ตัวใดเสีย หรือจุดใดเสียนอกจากจะถอดออกมาตรวจทีละตัว ซึ่งอาจทำได้ลำบาก หรือกินเวลามาก

ในทางปฏิบัติการส่งสัญญาณระยะไกลเข้ามามักใช้ระบบกระแส

ส่วนในแผงควบคุมมักเปลี่ยนจากกระแสเป็นแรงดันไฟฟ้า เพื่อใช้กับตัวรับหลายๆตัว

3.3 สรุปประโยชน์ที่ได้รับจากการกำหนดสัญญาณมาตรฐาน

เพื่อความสะดวกในการติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ในวงรอบการควบคุม (Control Loop) ที่สัญญาณมาตราฐานในการส่งสัญญาณนั้น พิจารณาได้ดังนี้คือ

3.3.1 การถ่ายทอดสัญญาณด้วยกระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current Signal -Transmission)

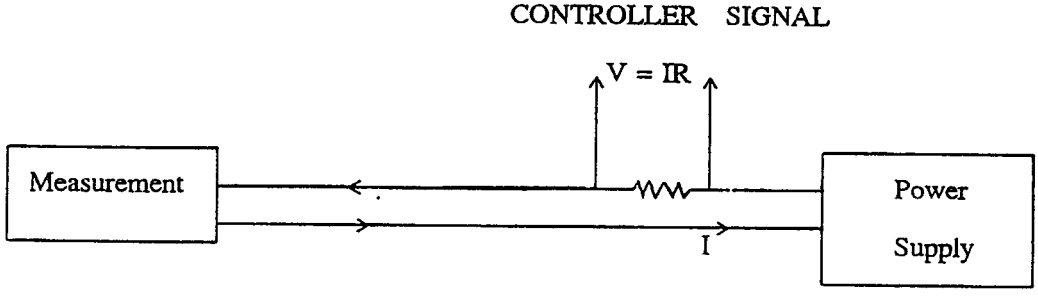
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงรอบการควบคุมที่ใช้สัญญาณไฟฟ้า ในการถ่ายทอดเรามักนิยมถ่ายทอดสัญญาณด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งระดับสัญญาณมาตราฐานที่เราใช้กันคือ 4 - 20 mA DC หมายความว่าถ้าตัวแปรโปรเซส (Process Variable) เป็น 0 % สัญญาณที่ใช้ติดต่อกันจะเป็น 4 mA และถ้าเป็น 100 % สัญญาณจะเท่ากับ 20 mA เหตุที่เราให้ 0 % ของตัวแปรโปรเซสตรงกับ 4 mA ก็เพื่อให้เราทราบว่า ถ้าอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งในวงรอบการควบคุมของเราไม่ทำงานกระแสก็จะเป็น 0 mA ทำให้เราทราบว่ามีอุปกรณ์ชำรุดในวงรอบควบคุม เราเรียกกรณีนี้ว่า " Live Zero " ส่วนเหตุผลที่เรานิยมใช้กระแสไฟฟ้า 4 - 20 mA ในการถ่ายทอดสัญญาณก็ด้วยเหตุผล 3 ประการคือ

- อิมพิแดนซ์ของโหลด (Lood Impedance) โดยการใช้กระแสไฟฟ้าถ่ายทอดสัญญาณเราสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาความผิดพลาด เนื่องจากการต่อโหลดมากๆเข้าไปในวงจรดังนั้นการใช้สายไฟเส้นใหญ่หรือเส้นเล็ก หรือการต่ออุปกรณ์รับส่งสัญญาณหลายตัว เข้ากับวงจรจึงไม่มีปัญหาในการทำให้กระแสน้อยลง โดยปกติวงจรถ่ายทอดสัญญาณกระแสมักได้รับการออกแบบมาให้ใช้ได้กับโหลดตั้งแต่ 0 โอห์ม ถึง 1000 โอห์ม

- ความสามารถในการเปลี่ยนกันได้ (Interchangeability) โดยการกำหนดให้สัญญาณมาตราฐานในระบบการวัดและควบคุมของเราให้เป็น 4 - 20 mA เหมือนกันหมด ทำให้เราสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ในวงจรการควบคุมใดๆได้ เมื่อเราเปลี่ยนตัวแปรโปรเซสมาเป็นค่ากระแสที่อยู่ในช่วง 4 - 20 mA การควบคุมของเราจะสามารถอ้างอิงได้จากค่าควบคุม (Set point) และค่าเบี่ยงแบนที่อยู่ในช่วงนี้ ดังนั้นตัวควบคุมของเราจะมองเห็นแต่สัญญาณที่อยู่ในช่วง 4 - 20 mA โดยไม่ต้องสนใจว่าค่าตัวแปรโปรเซสที่แท้จริงเป็นเท่าไร

- การวัดและแหล่งจ่ายกำลัง (Measurement / power supply) โดยทั่วไปส่งไฟฟ้าที่ใช้ส่งสัญญาณกระแสมักใช้เป็นสายสำหรับส่งพลังงานไฟฟ้าให้กับทรานสดิวเซอร์ระบบวัด และปรับสภาพสัญญาณไปด้วย ดังนั้นเราจึงมักใช้สายเพียงสองสายในการต่อทรานสดิวเซอร์และระบบการวัดและระบบปรับสภาพสัญญาณกับส่วนที่เหลือของวงรอบการควบคุม ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงการส่งสัญญาณและการต่อระบบวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การถ่ายทอดสัญญาณด้วยแรงดันลม (Preumatic Signal Transmission)

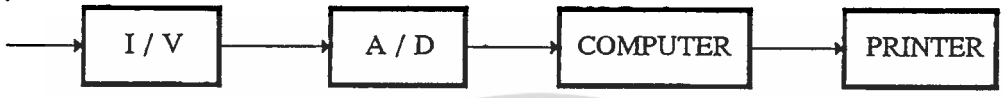
อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element) ส่วนใหญ่ยังต้องใช้แรงดันลมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการทำงานอยู่ และในบางกรณีเมื่อต้องการความปลอดภัย เนื่องจากการถ่ายทอดสัญญาณด้วยไฟฟ้าอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่นในโรงกลั่นน้ำมันวงรอบการควบคุมทั้งหมดก็จะใช้ระบบนิวแมติก ซึ่งสัญญาณมาตรฐานที่ใช้กันก็ได้แก่ 3 - 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว หรือมีค่าประมาณ 0.2 - 1.0 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร ในบางครั้งถ้าสัญญาณในวงรอบการควบคุมเป็นกระแสไฟฟ้าก็อาจจะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณ 4 - 20 mA เป็นสัญญาณลมที่อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้ายโดยใช้ I/P converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนการออกแบบและการสร้าง

4.1 ฮาร์ดแวร์บล็อคไดอะแกรม



4.1.1 การทำงานของฮาร์ดแวร์บล็อคไดอะแกรม

- บล็อคเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดัน (Current to voltage Block)

เป็นส่วนที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ต่างๆ ในกระบวนทางอุตสาหกรรม โดยสัญญาณนี้จะต้องเป็นสัญญาณ มาตราฐานที่นิยมใช้กัน คือสัญญาณกระแส 4 - 20 มิลลิแอมแปร์ ดีซี ซึ่งสัญญาณกระแสดังกล่าวจะต้องทำการแปลงเป็นแรงดัน 1 - 5 โวลท์ดีซี

- บล็อคแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอล (Analog to digital Block)

เป็นส่วนที่รับแรงดัน 1 - 5 โวลท์และจะทำการแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 12 บิท หรือคิดเป็นไบนารี่มีค่า 0 - 4095 ส่วนของการแปลงอะนาล็อคเป็นดิจิตอลจะอยู่บนการ์ดสำเร็จรูป โดยเสียบอยู่ที่สลอตของคอมพิวเตอร์ (Slot XT) การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับการ์ด จะติดต่อผ่านทางพอร์ต 287 H ความละเอียดของการแปลงสัญญาณสูงถึง 12 บิท หรือมีค่าเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0 - 4095 ซึ่งแปลงมาจากสัญญาณอะนาล็อค 1 - 5 โวลท์ เพราะฉะนั้นค่าดิจิตอล 1 ค่ามีค่าอะนาล็อคเท่ากับ 5 / 4095 เท่ากับ 1.221 มิลลิโวลท์ หรือแรงดันเปลี่ยนแปลงไป 1 โวลท์ จะทำให้ค่าดิจิตอลเปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 4095 / 5 เท่ากับ 819 ค่า

ขั้นตอนการแปลงอะนาล็อคเป็นดิจิตอลมีดังนี้

1. กำหนดช่องที่ต้องการไปที่พอร์ต + 0
2. ทำการเคลียร์ A/D register โดยการเอาท์พุตค่า 00 ไปที่พอร์ต + 3
3. เริ่มต้นการแปลงโดยการอ่านค่า จากพอร์ต + 4 และพอร์ต + 5 เป็นจำนวน 7 ครั้ง
4. อ่านข้อมูลดิจิตอลที่แปลงเสร็จแล้วจากพอร์ต +2 (บิท 0 - บิท 3) สำหรับ 4 บิทบน และอ่านจากพอร์ต + 1 สำหรับ 8 บิทล่าง ขั้นตอนในการแปลงดังกล่าวนี้ จะถูกนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนเป็นโปรแกรมย่อย เพื่อใช้ในการติดต่อกับการ์ดต่อไป ส่วนของโปรแกรมจะทำการติดต่อกับการ์ดเพื่ออ่านค่าข้อมูลดิจิตอลตามเวลาที่ตั้งไว้แล้วนำไปแสดงผลที่จอภาพ หรือนำไปเก็บเป็นไฟล์ หรือนำไปพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ขึ้นอยู่กับผู้ใช้

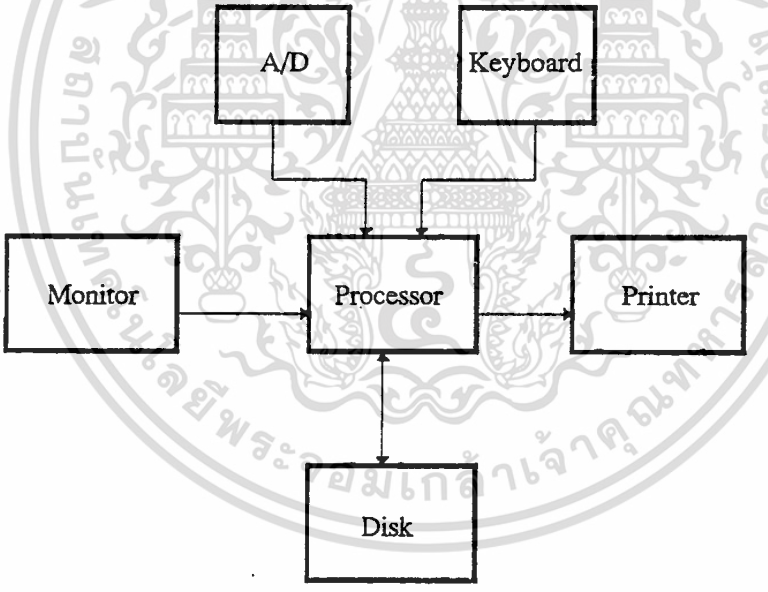
- บล็อคคอมพิวเตอร์ (Computer Block)

  เป็นส่วนที่สำสัญญาณดิจิตอล มาทำการประมวลผลในที่นี้ หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี (PC) และตัวโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานและประมวลผล

- บล็อคเครื่องพิมพ์ (Printer Block)

  เป็นส่วนที่บันทึกสัญญาณ ลงบนกระดาษบันทึก ซึ่งเครื่องพิมพ์จะมีโปรแกรมเป็นตัวควบคุมการทำงานเช่นเดียวกัน

4.2 ซอร์ฟแวร์ บล็อคไดอะแกรม (SOFTWARE BLOCK DIAGRAM)



4.2.1 ซอร์ฟแวร์บล็อคไดอะแกรม

จากซอร์ฟแวร์บล็อคไดอะแกรม ส่วนของโปรเซสเซอร์ถือว่าเป็นตัวประมวลผลหลักนั่นเองการทำงานของโปรเซสเซอร์ จะรับคำสั่งที่ถูกป้อนเข้ามาทางคีย์บอร์ด ข้อมูลที่อ่านมาจากส่วนของอะนาล็อค/ดิจิตอลเข้ามาแล้ว นำไปทำงานในลักษณะดังนี้

- แสดงผลออกทางมอนิเตอร์ (Monitor)
- เก็บลงในแฟ้มข้อมูล (Disk)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer)

ในการอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล แล้วนำไปทำงานในลักษณะดังนี้

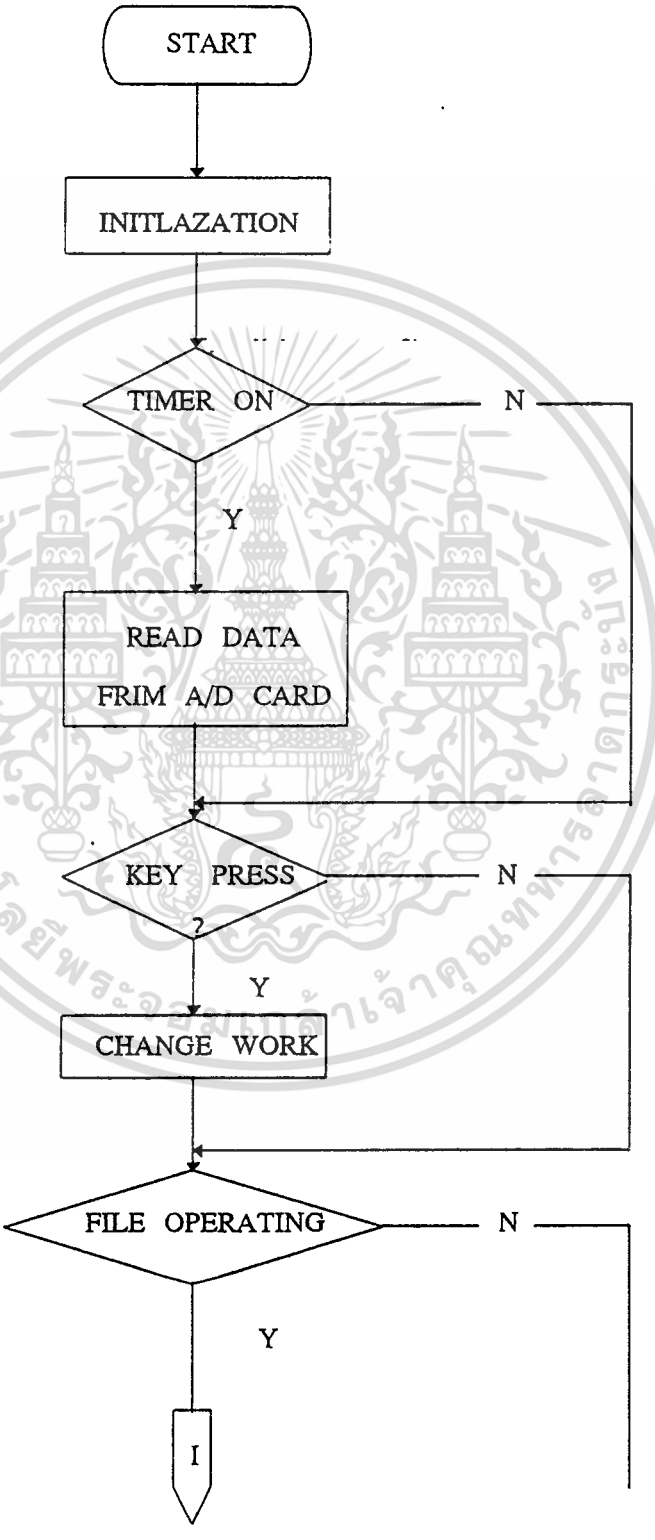
- แสดงผลออกทางจอภาพ
- พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

นอกจากนั้นคีย์บอร์ดยังมีการกำหนดให้ทำงานในส่วนอื่นๆคือ

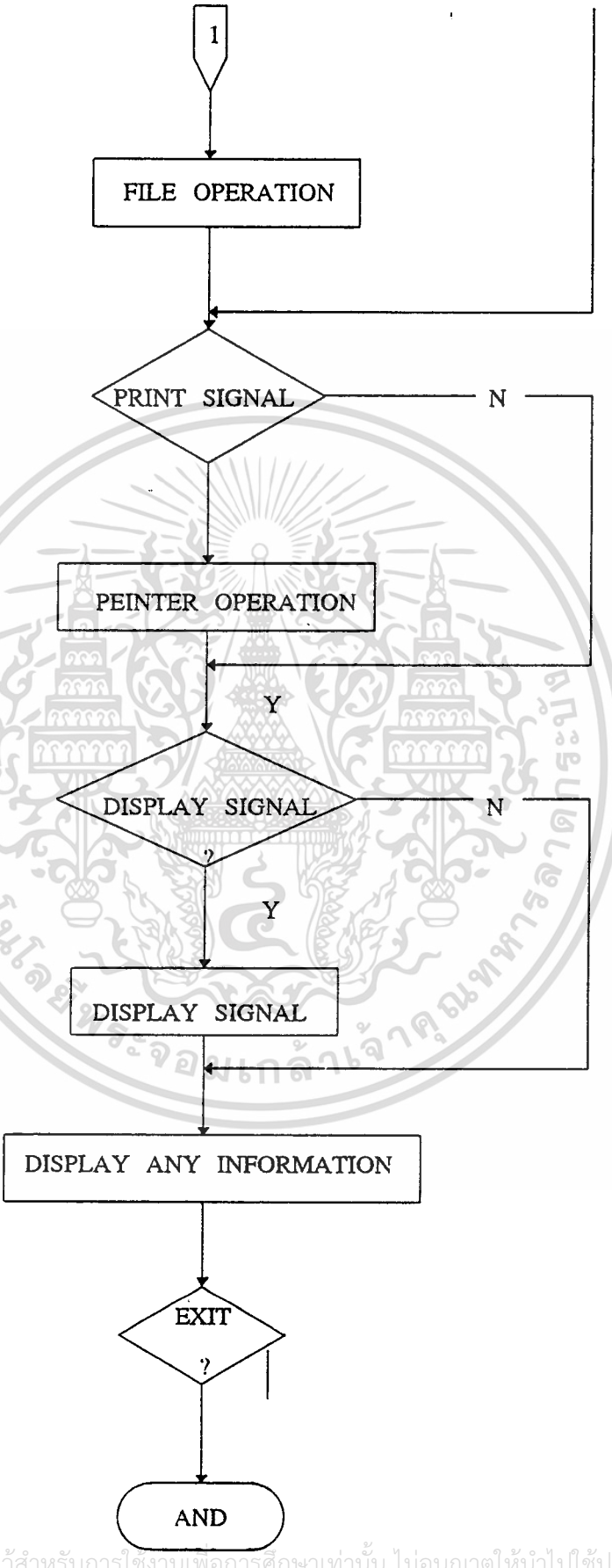
- กำหนดค่าเวลาในการอ่านข้อมูลจาก A/D ในแต่ละครั้ง
- การจัดการในเรื่องความสะดวก ของการแสดงผลทางจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

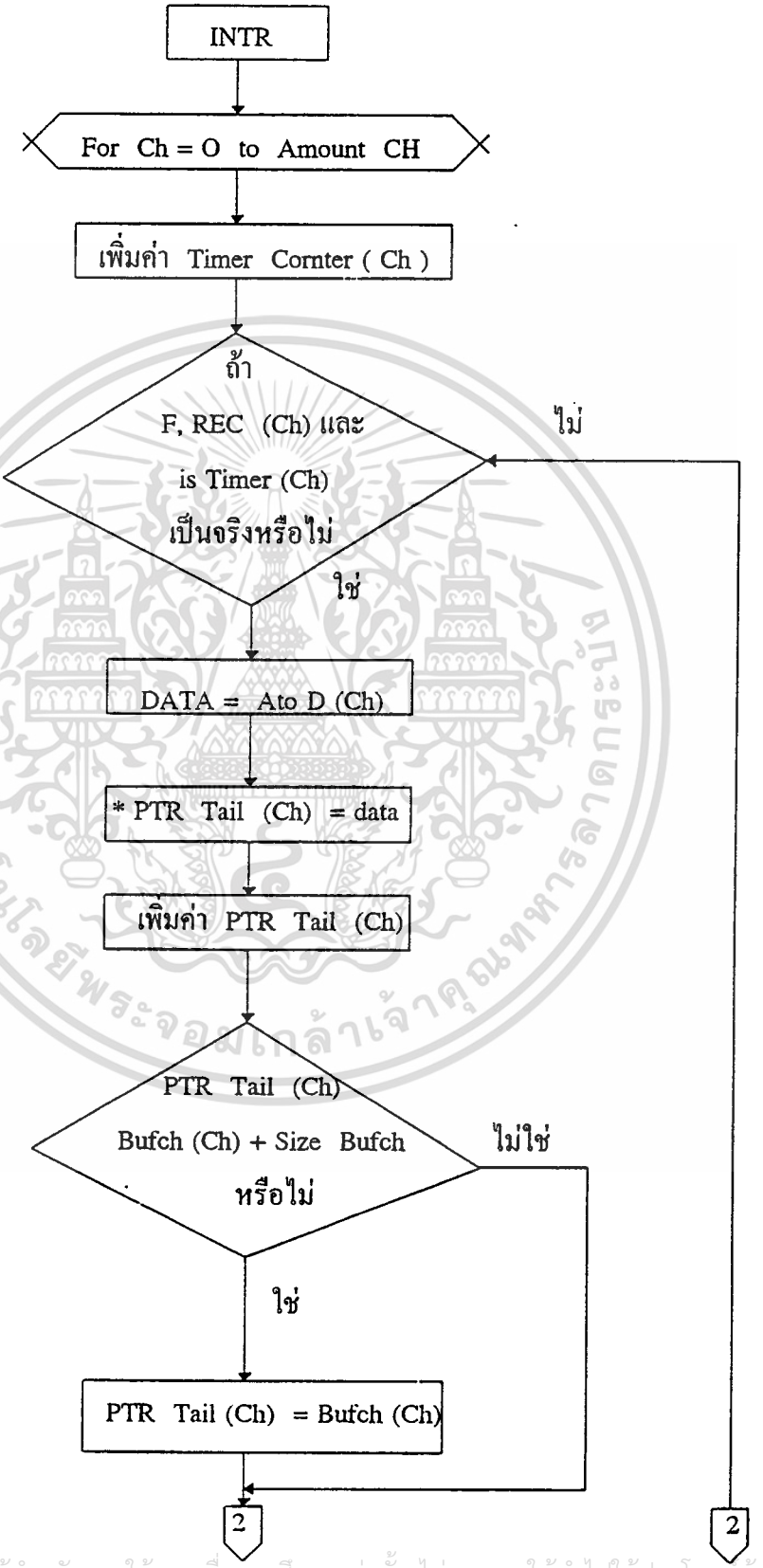


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

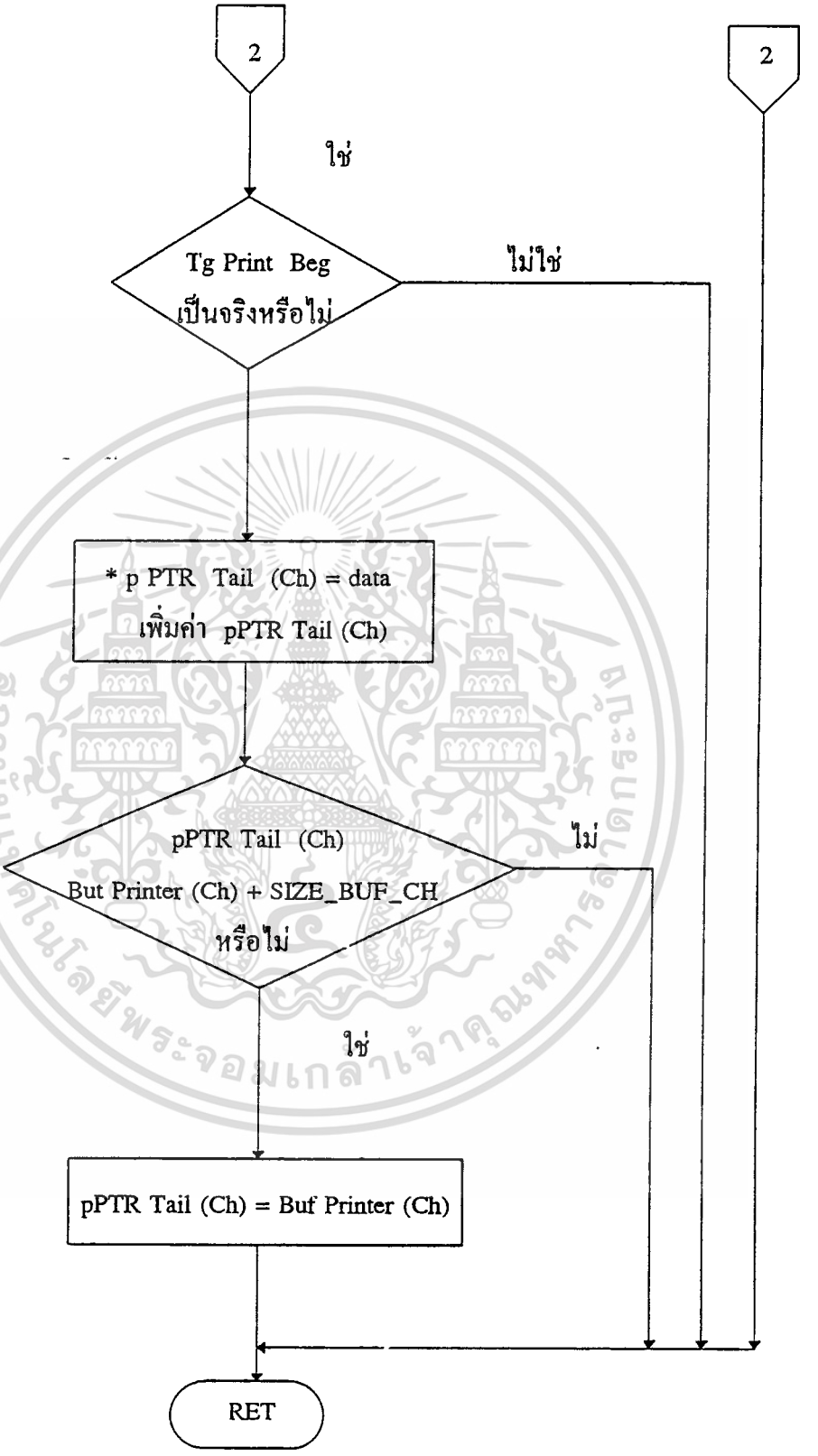
Subroutine การแปลง Analog เป็น Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

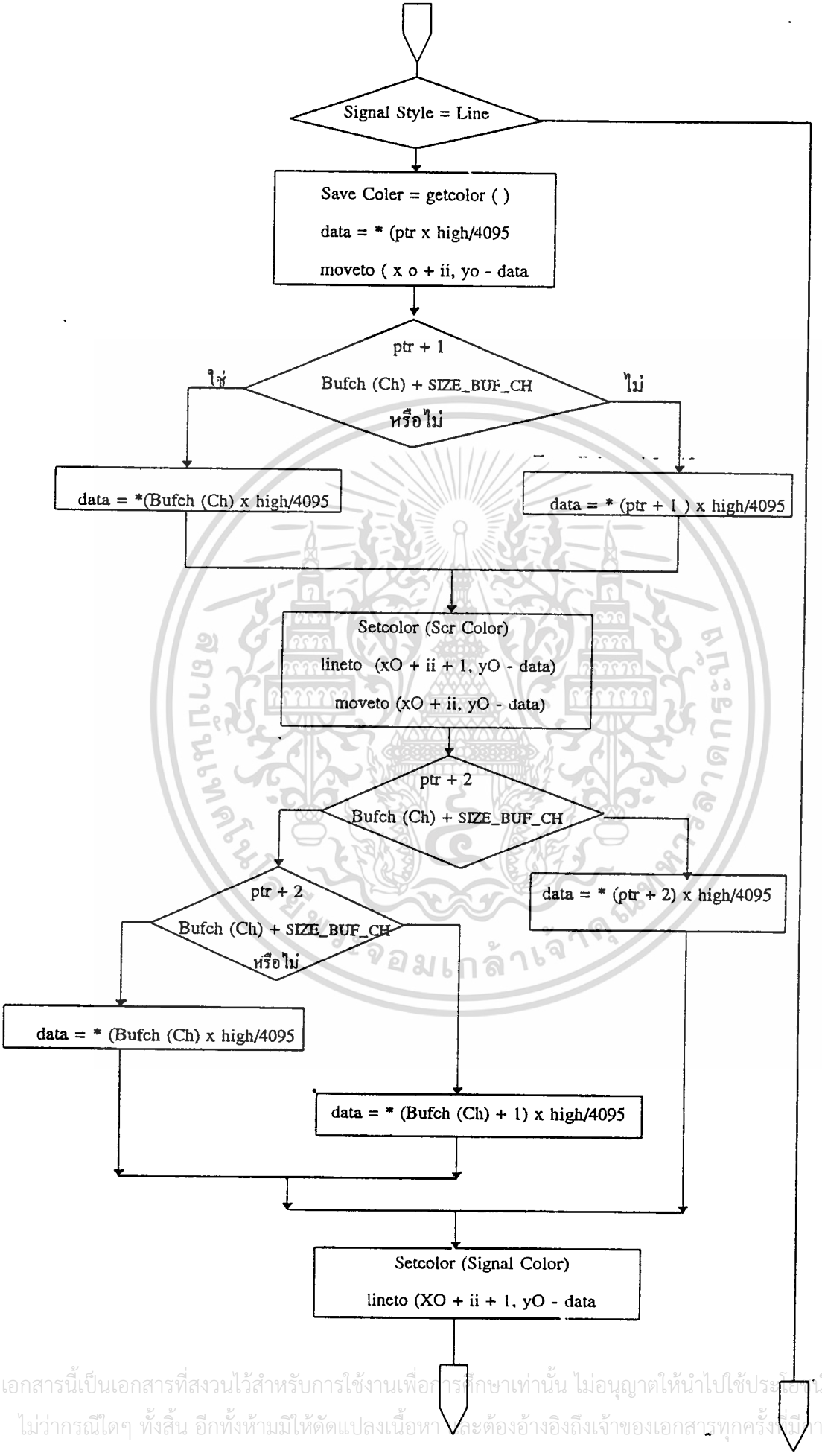
Interrupt Service Routine



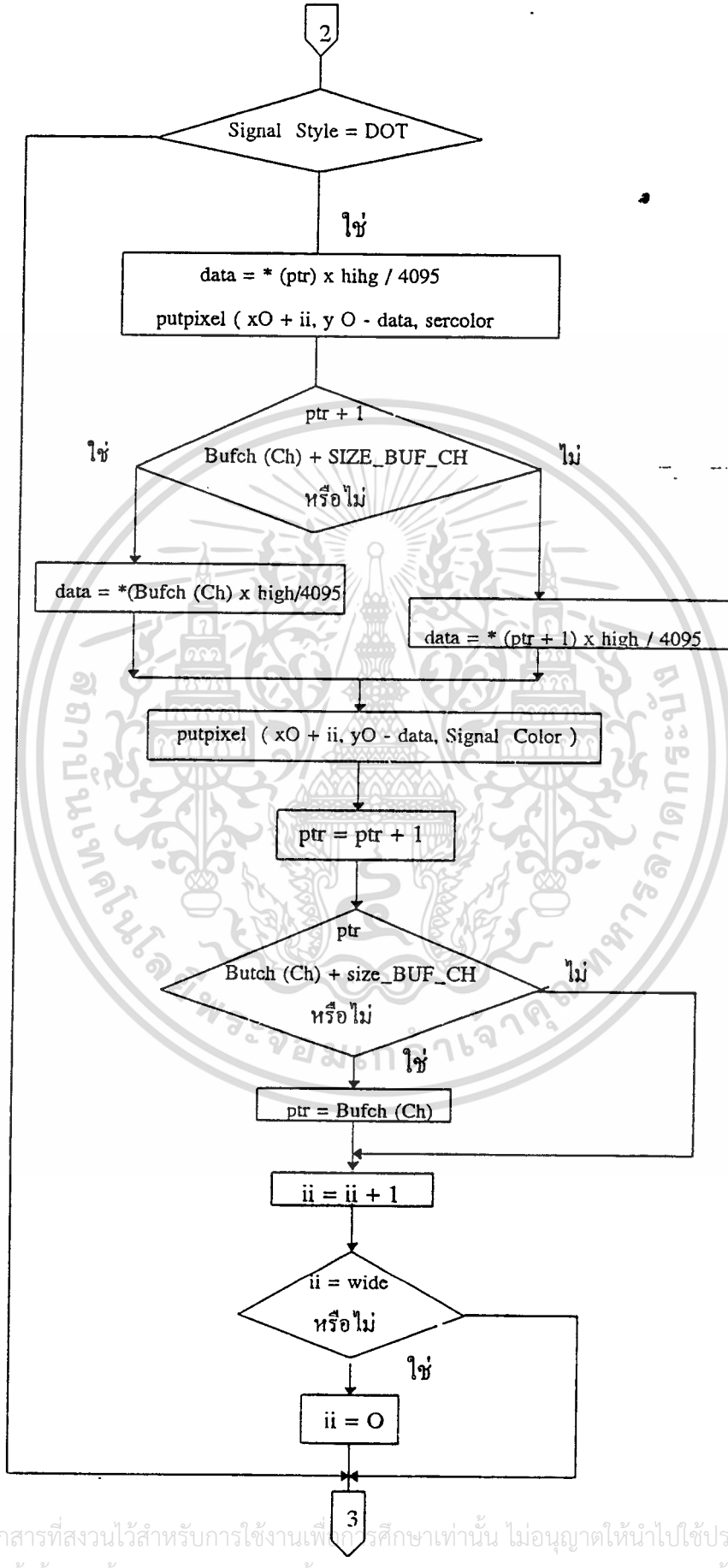
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



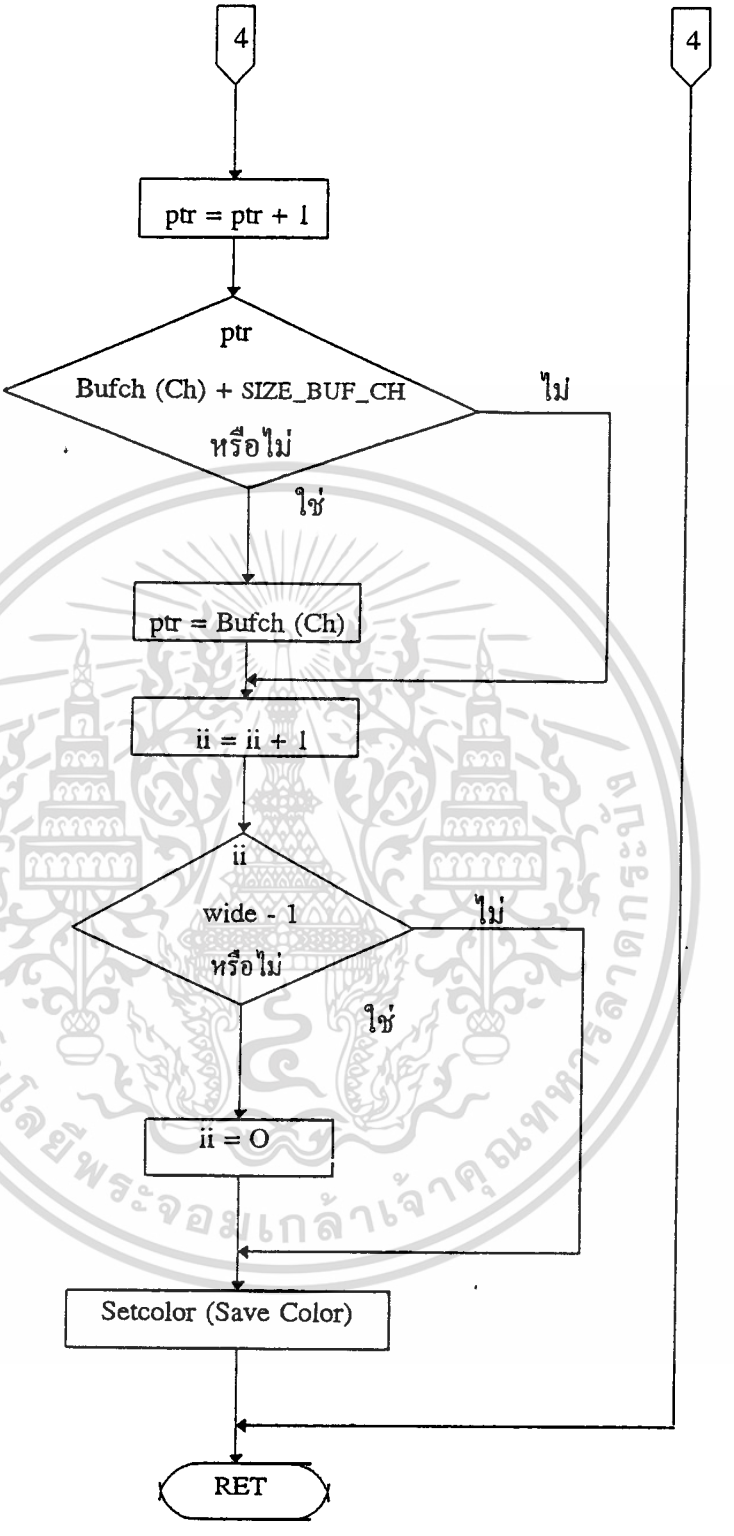
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



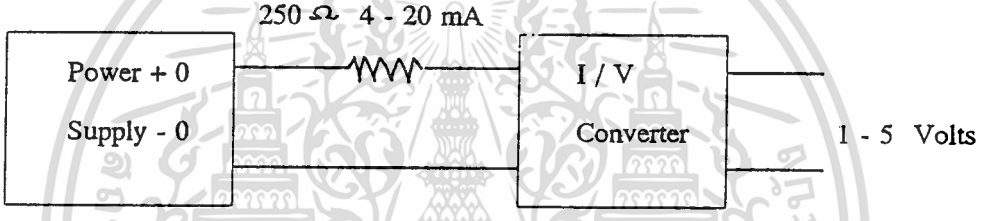
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองและบทสรุป

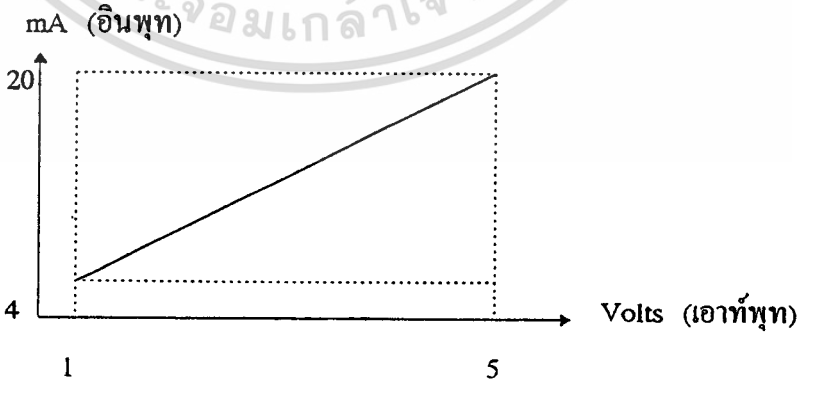
ในการทดลองการทำงานแต่ละส่วนของระบบนั้นจะแยกทดลองออกเป็นส่วนๆ เพื่อดูความสมบูรณ์ของแต่ละส่วนก่อนที่จะทดลองทั้งระบบต่อไป ดังนี้

6.1 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดัน (Current to Voltage Converter Test) จำลองการทดลองได้ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงการต่อวงจรทดสอบการทำงานของการแปลงกระแสเป็นแรงดัน

ในการทดสอบนั้นแหล่งจ่ายแรงดัน (Power Supply) จะต้องสามารถปรับแรงดันให้เปลี่ยนแปลงอยู่ในย่าน 4 - 20 มิลลิแอมป์ เช่นกัน



รูปที่ 6.2 แสดงการทำสเกลระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการทดสอบโดยปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายแรงดันให้อยู่ที่ 1 โวลท์จะได้กระแสที่วัดอนุกรมกับความต้านทาน 250 โอห์ม 4 มิลลิแอมแปร์ และเมื่อปรับแรงดันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆกระแสที่ผ่านค่าความต้านทานจะเป็นสัดส่วนกับแรงดันที่เพิ่มขึ้น เมื่อปรับแรงดันไปที่ 5 โวลท์จะได้กระแส 20 มิลลิแอมแปร์

เมื่อนำกระแสในย่าน 4 - 20 มิลลิแอมแปร์ไปต่อเป็นอินพุทให้กับวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดันที่กระแส 4 มิลลิแอมแปร์ จะได้แรงดันที่เอาท์พุท 1.25 โวลท์และที่กระแส 20 มิลลิแอมแปร์ จะได้แรงดันออกมา 4.96 โวลท์

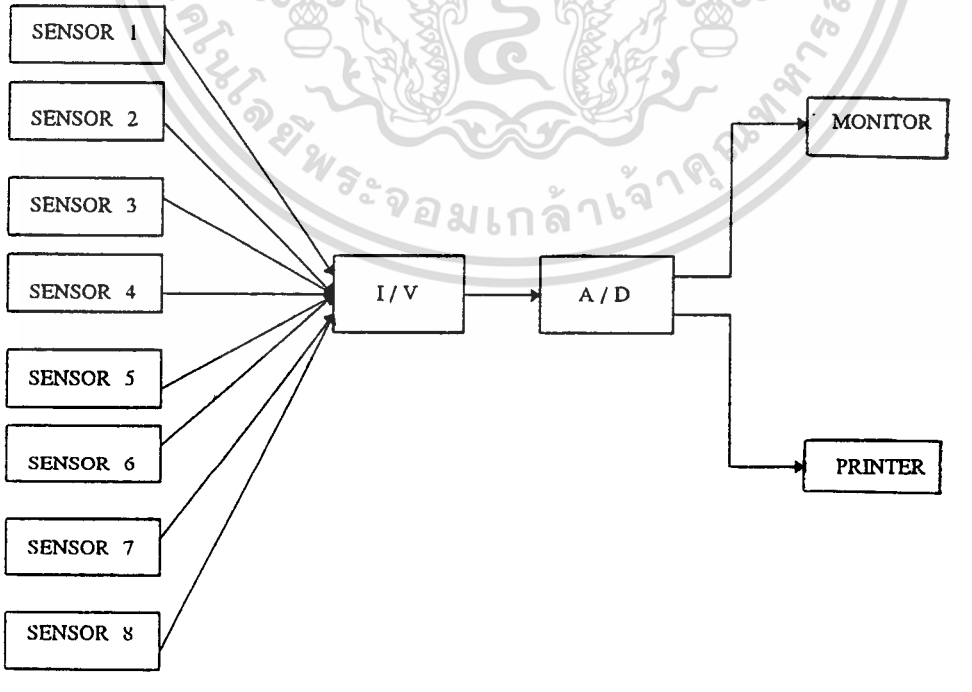
6.2 การทดสอบโปรแกรมแสดงผลทางหน้าจอและเครื่องพิมพ์

การแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณวัดในกระบวนการทางอุตสาหกรรมนั้น จะแสดงผลออกทางจอภาพและเครื่องพิมพ์ โดยโปรแกรมที่ใช้ควบคุมนั้นจะใช้ภาษาซี (C Language) ในการเขียนดังแสดงโปรแกรมไว้ในภาคผนวก ก.

6.2.1 การจำลองสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์

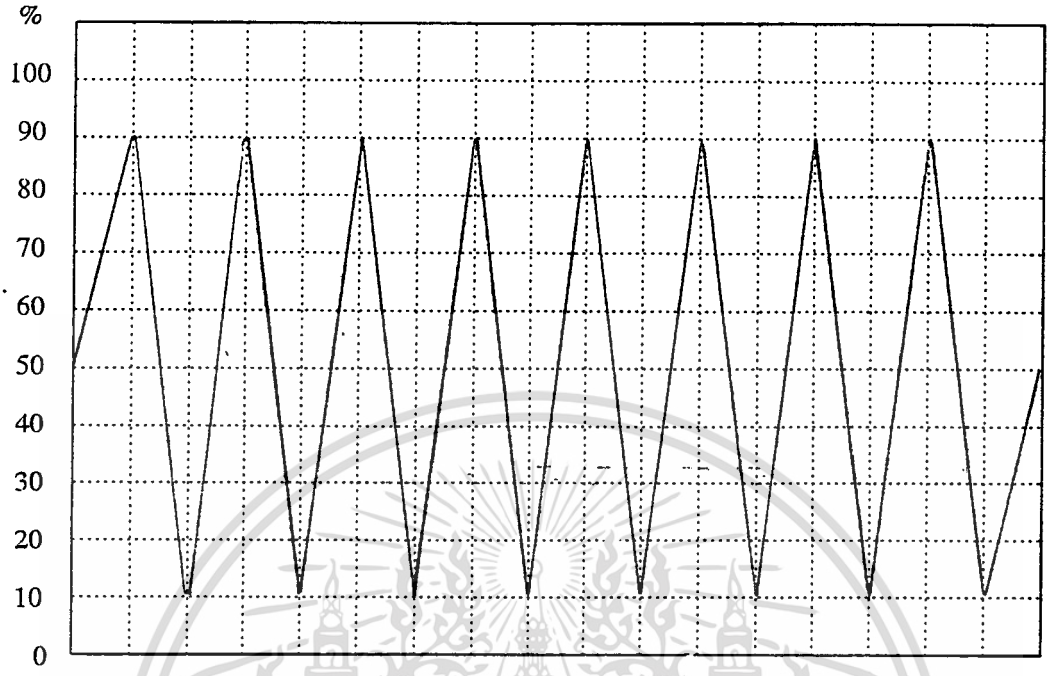
ในการทดสอบขั้นนี้เพื่อดูผลตอบสนองของระบบและความละเอียดของการแสดงผล โดยผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6.4 - 6.11

6.2.2 การทดสอบโดยการรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)

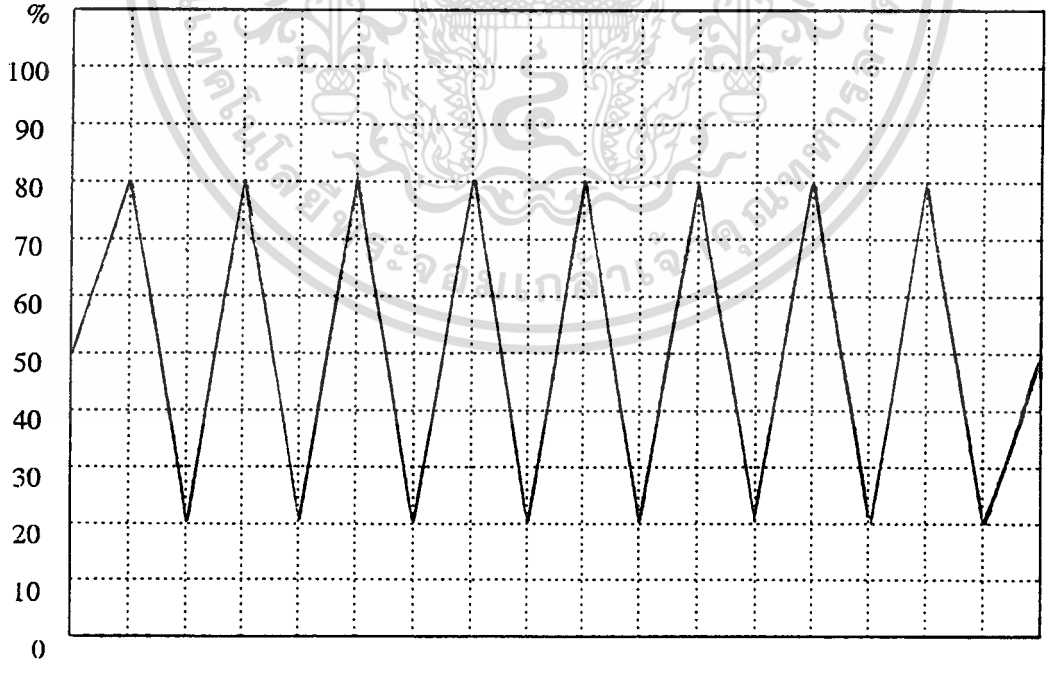


รูปที่ 6.3 แสดงการต่อวงจรทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

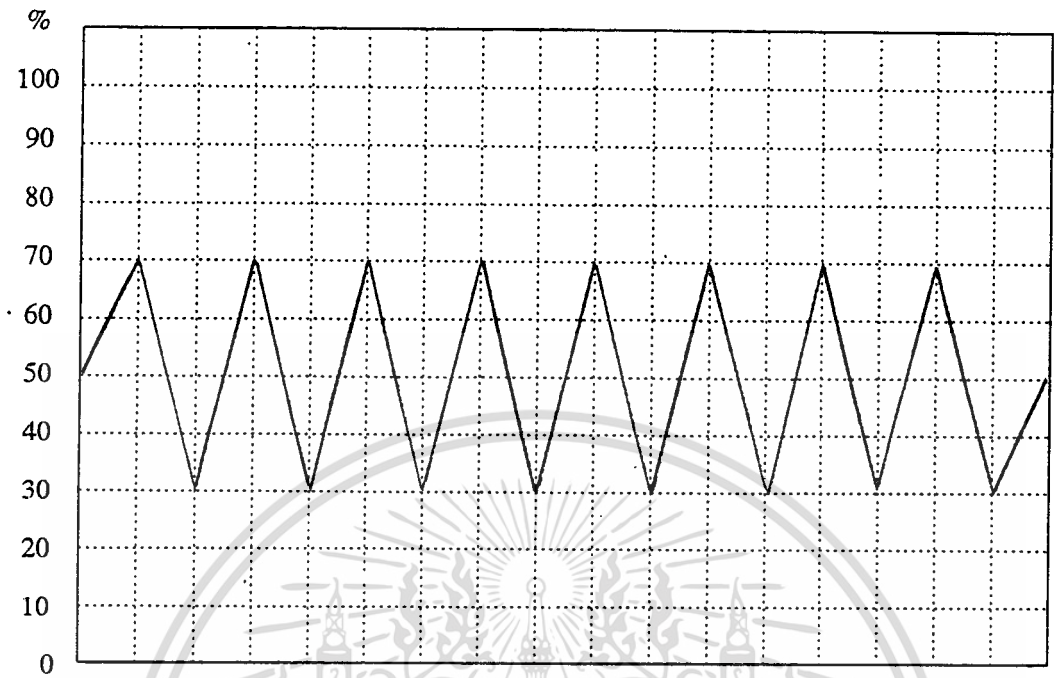


รูปที่ 6.4 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 0

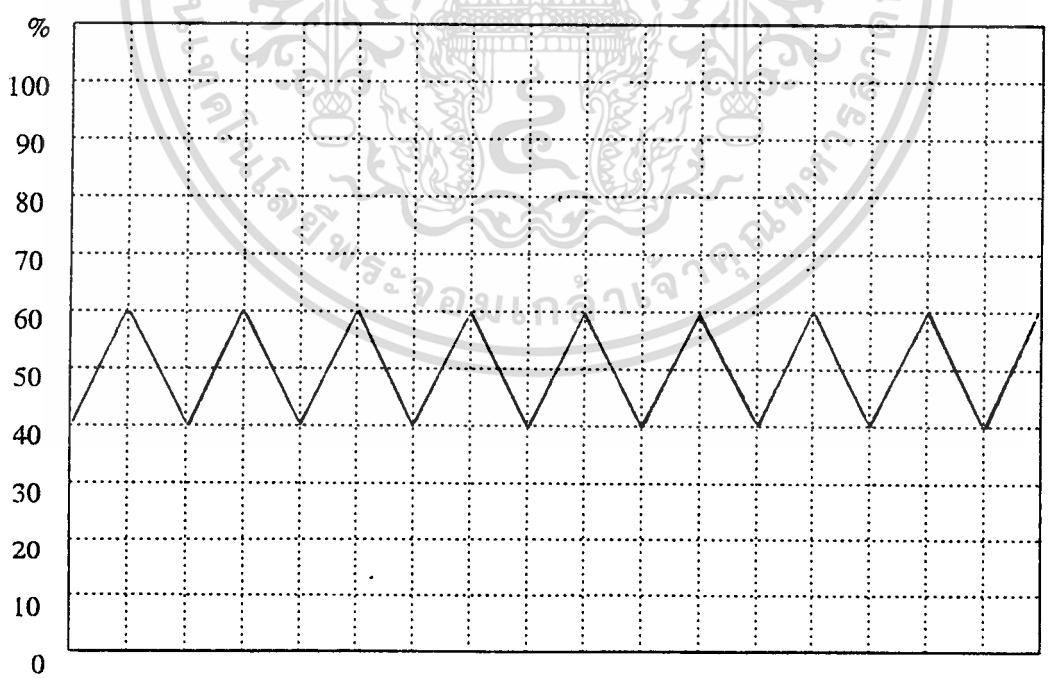


รูปที่ 6.5 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

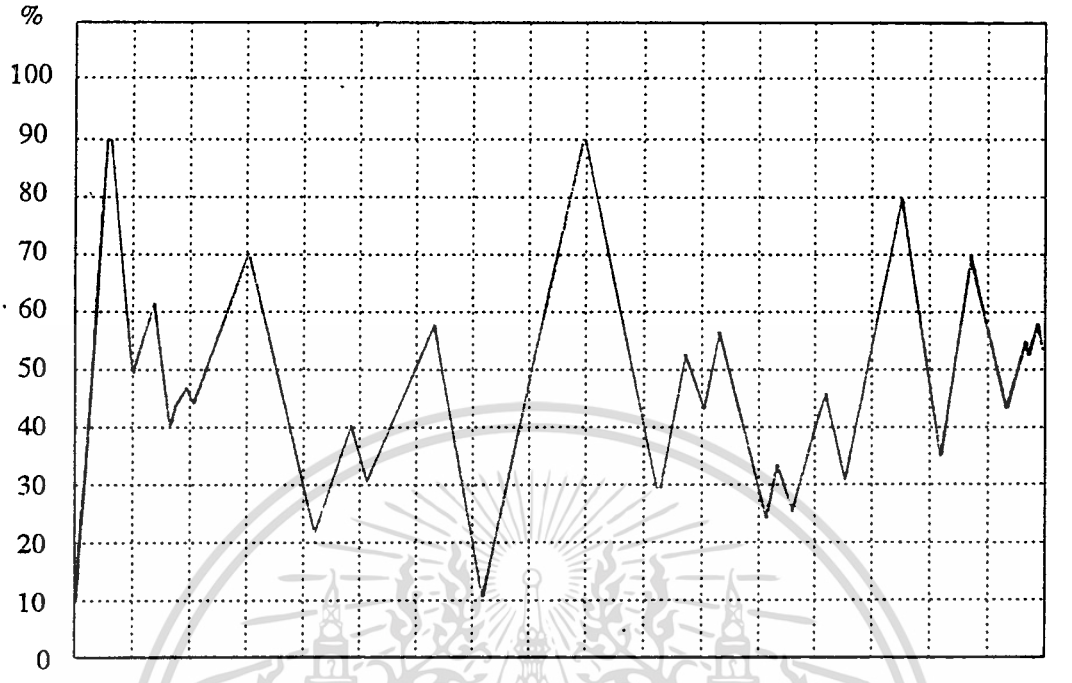


รูปที่ 6.6 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 2

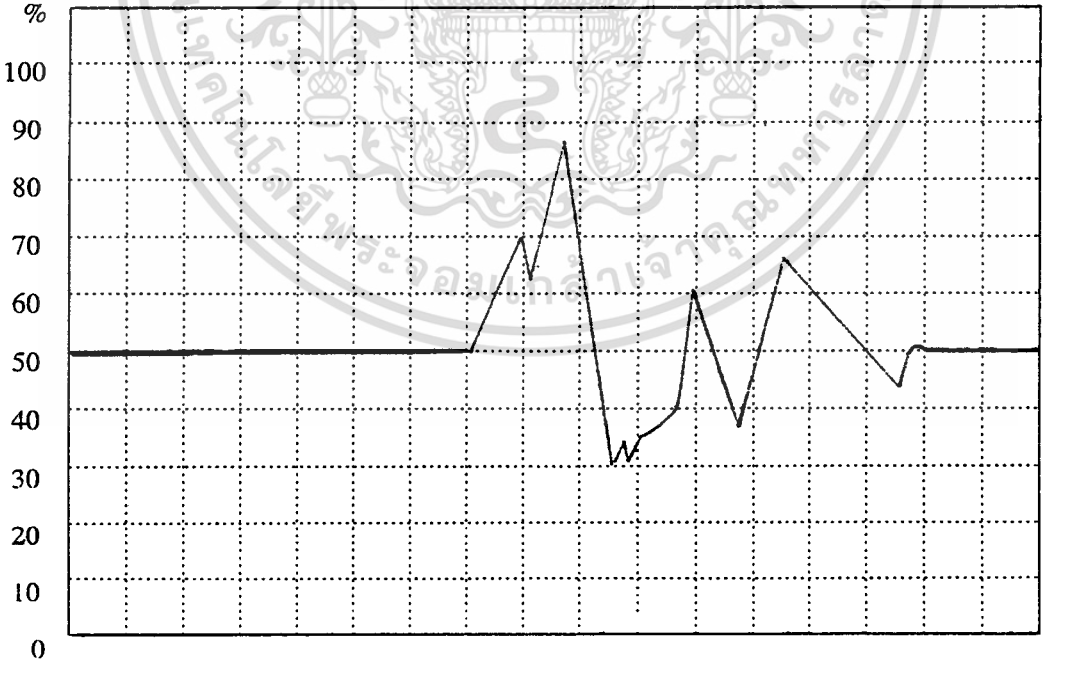


รูปที่ 6.7 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

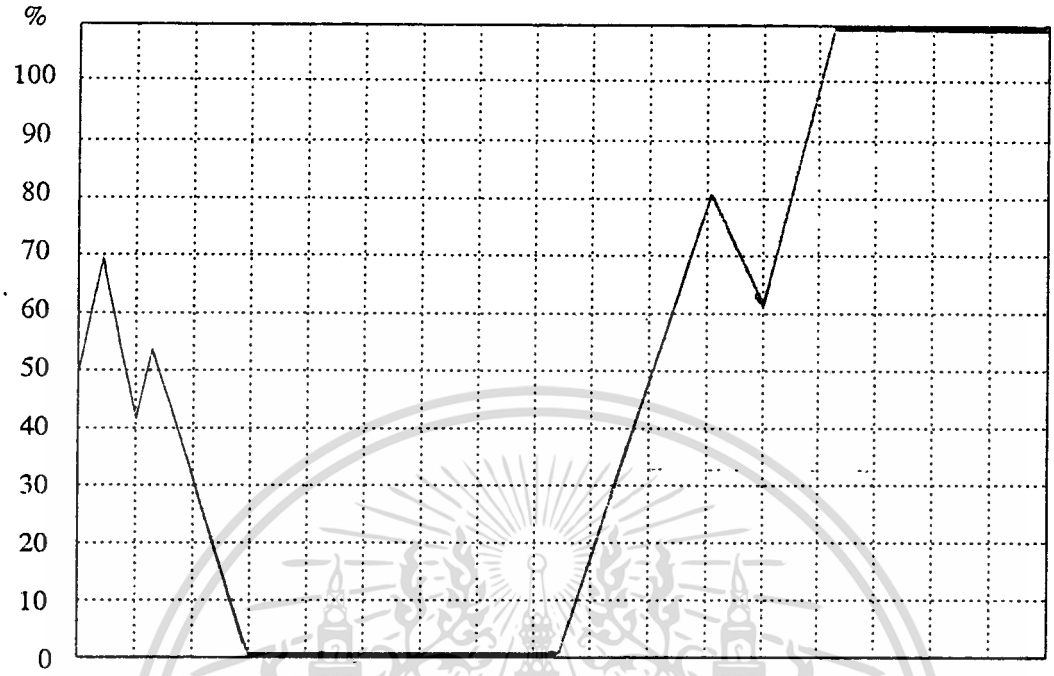


รูปที่ 6.8 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 4

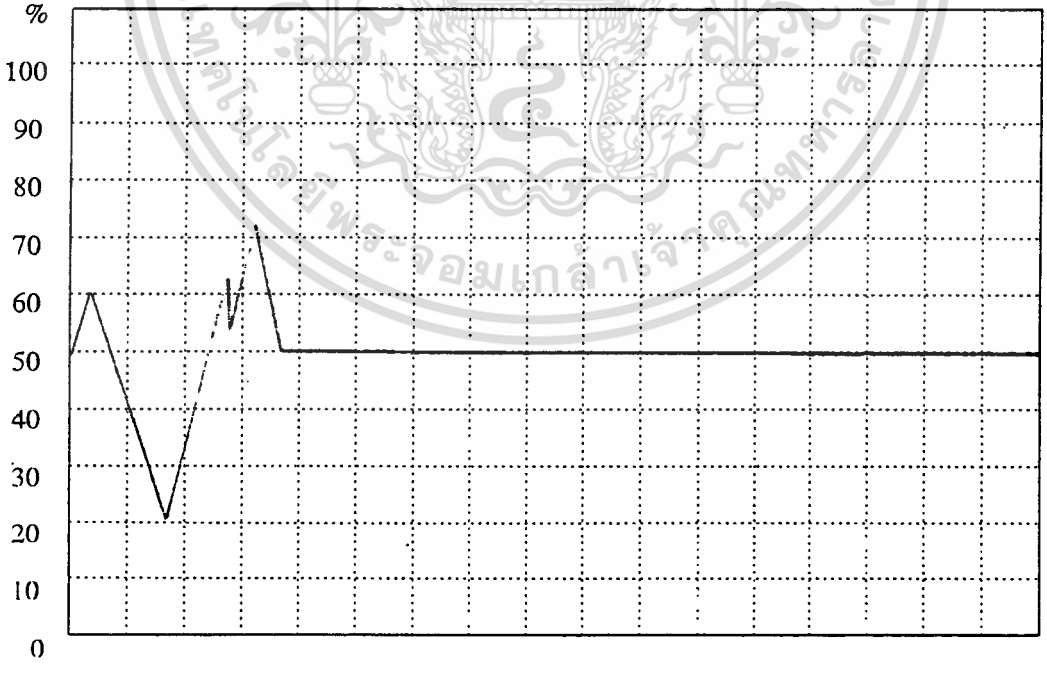


รูปที่ 6.9 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.10 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 6

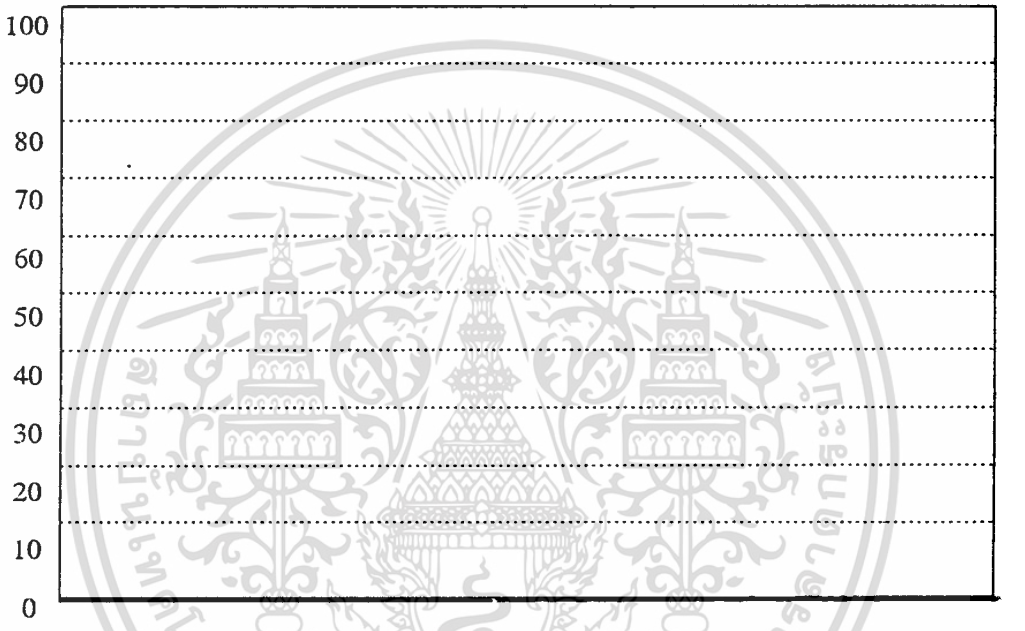


รูปที่ 6.11 การจำลองสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ของ CH 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

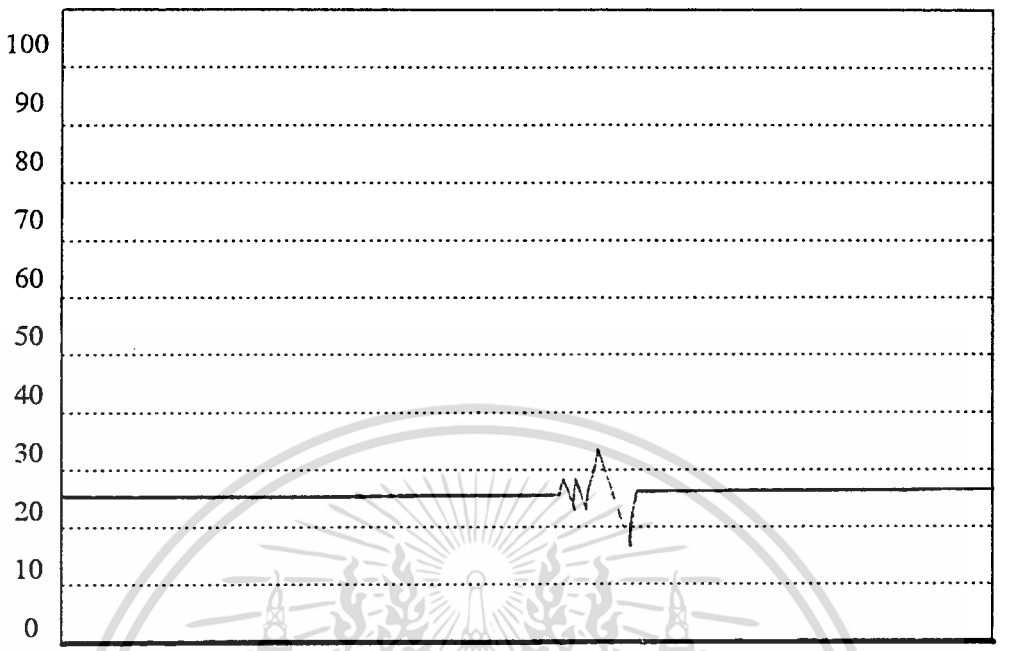
การทดสอบโครงการรับสัญญาณจากอุปกรณ์วัด (Sensor) จะเป็นการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรโปรเซสที่ 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ตามลำดับโดยจะทำการทดสอบพร้อมกันทั้ง 8 ช่องสัญญาณจากแหล่งจ่ายสัญญาณเพียงตัวเดียว

ส่วนที่เครื่องพิมพ์นั้นจะแสดงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 8 ช่องสัญญาณพร้อมกันดังรูปที่ 6.12 ตามลำดับ

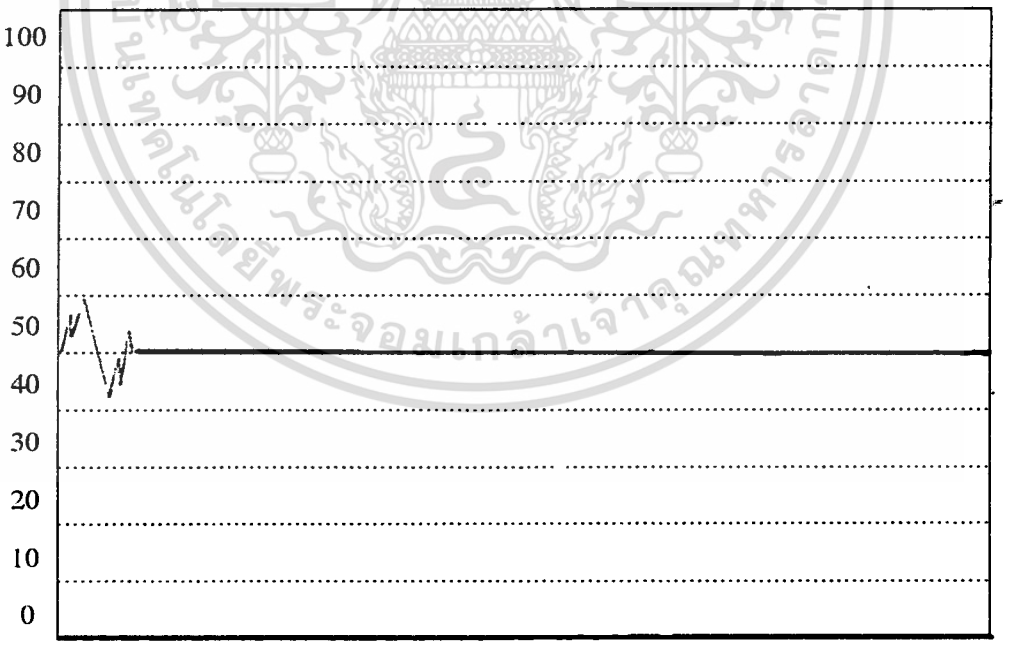


รูปที่ 6.12 แสดงการทดสอบที่ 0 % ของตัวแปรโปรเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

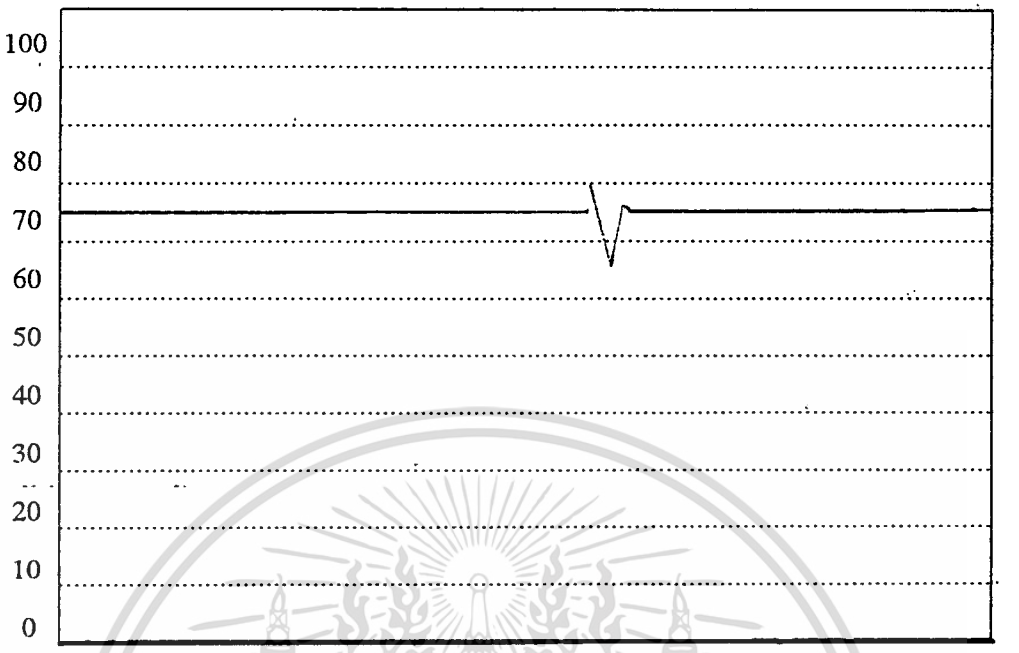


รูปที่ 6.13 แสดงการทดสอบที่ 25 % ของตัวแปรโปรเซส

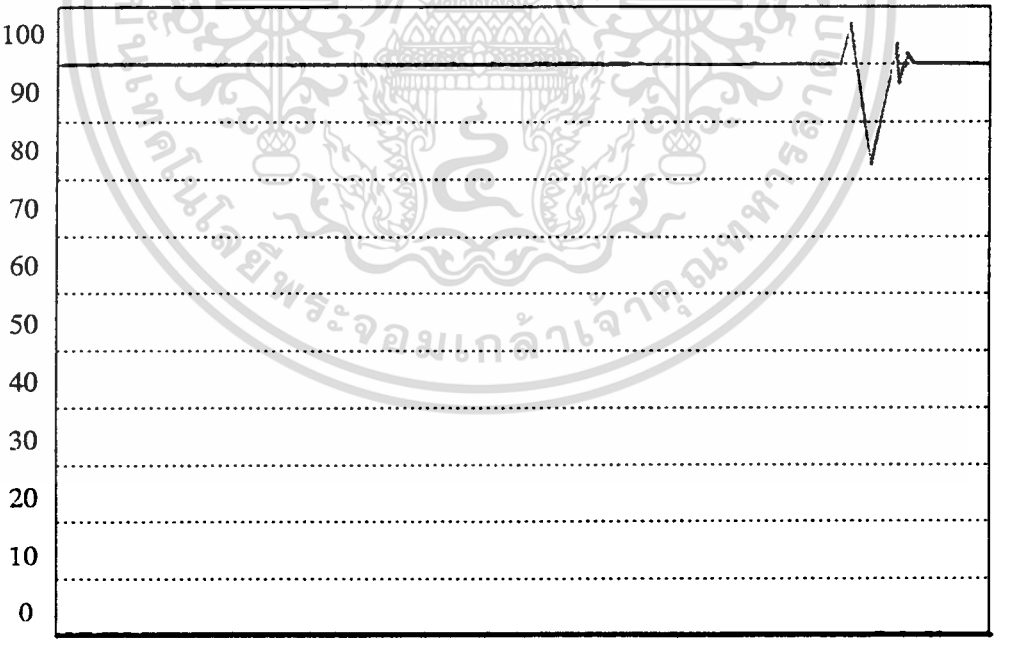


รูปที่ 6.14 แสดงการทดสอบที่ 50 % ของตัวแปรโปรเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



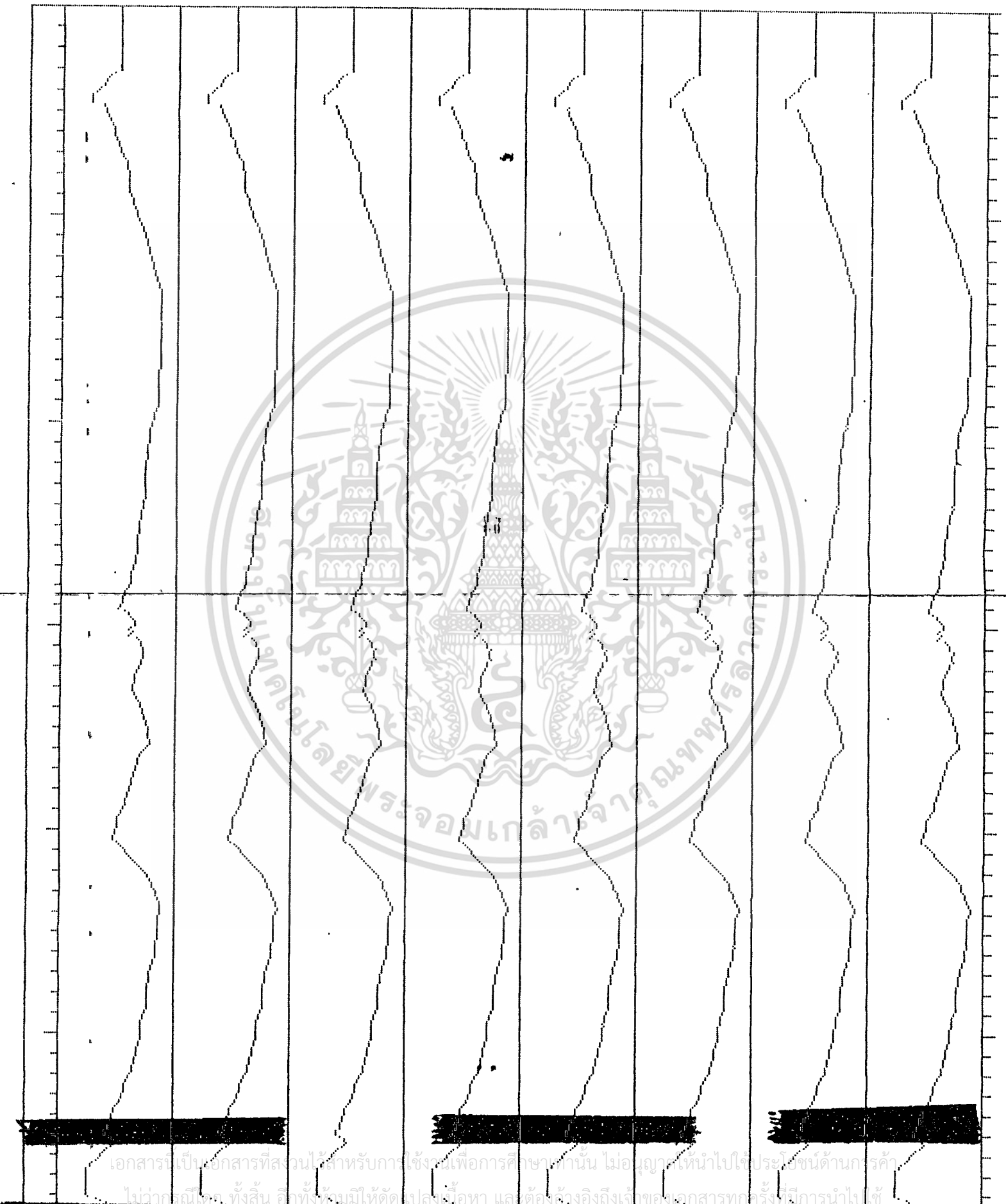
รูปที่ 6.15 แสดงการทดสอบที่ 75 % ของตัวแปรโปรเซส



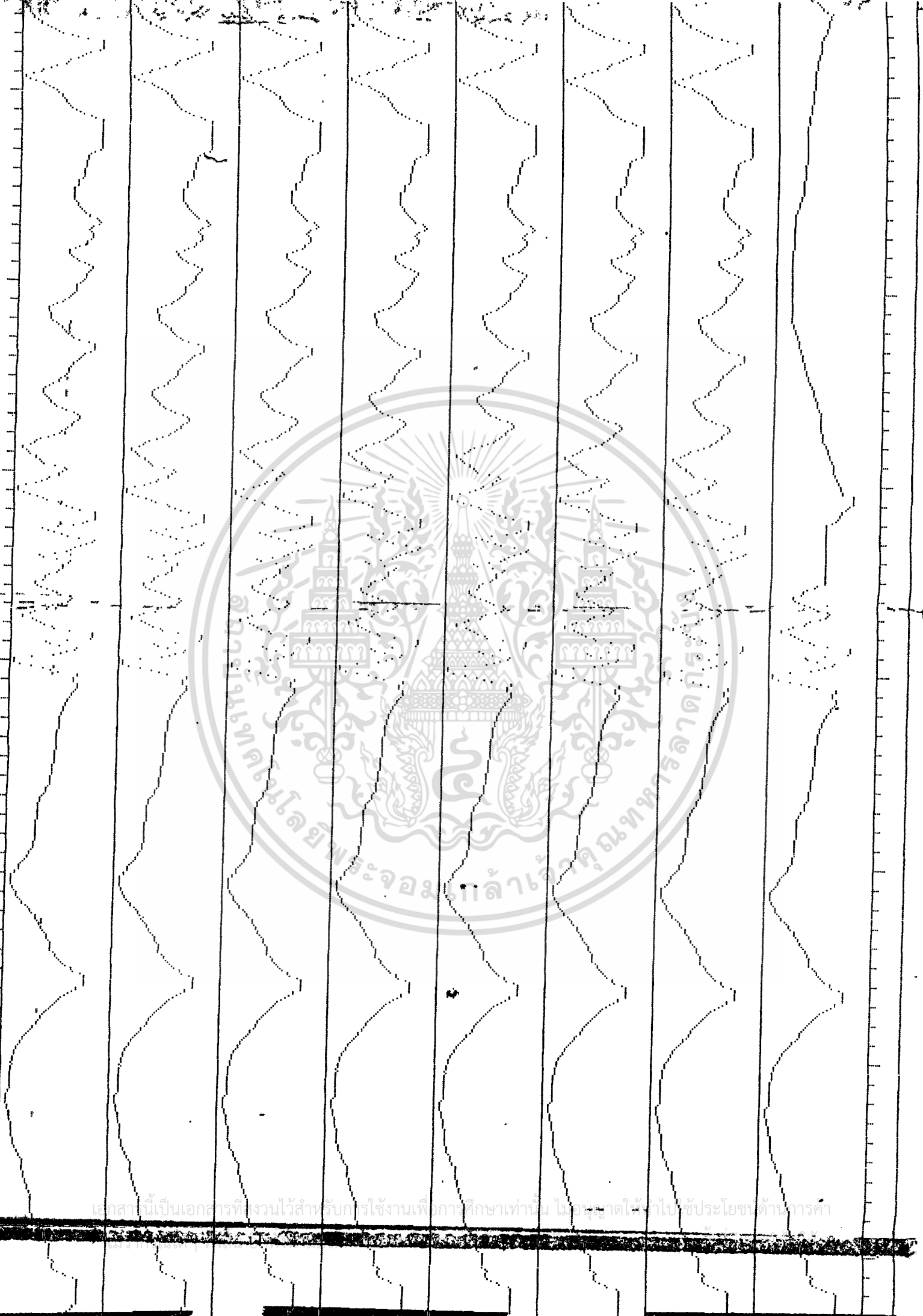
รูปที่ 6.16 แสดงการทดสอบที่ 100 % ของตัวแปรโปรเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปัญหาที่เกิดขึ้น

ส่วนของวงจรแปลงกระแสเป็นแรงดัน เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกันเป็นวงจรนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ได้ระดับมาตรฐาน จึงทำให้แรงดันเอาท์พุทที่ได้ออกมาไม่ตรงตามที่ต้องการ แต่ก็ถือว่าใกล้เคียงและอยู่ในย่านที่พอจะยอมรับได้

ส่วนของโปรแกรมจากขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมดังที่แสดงไว้ในบทที่ 5 จะเห็นว่าโปรแกรมจะต้องมีการตรวจสอบสภาวะอินพุทอยู่ตลอดเวลาว่ามีการส่งสัญญาณเข้ามาหรือไม่ และเมื่อให้ระบบทำงานในขณะที่เครื่องพิมพ์พิมพ์สัญญาณนั้น การแสดงผลที่หน้าจอจะเกิดการเพี้ยนของสัญญาณเล็กน้อยเนื่องจากจะต้องรอเครื่องพิมพ์

แนวทางในการพัฒนา

ในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานต่อไปนั้น ผู้สนใจอาจจะเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมให้กับระบบเพื่อให้สามารถต่อเป็นระบบ LAN เพื่อให้สามารถแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ในจุดต่างๆ ที่ต้องการในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. กรชุรี ใช้สถิต, ชัชวาลย์ เต็มฤทธิวงศ์, วิโรจน์ อัศวรังสี การใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี บริษัท ซีเอ็ดยูนิเคชั่น จำกัด
2. วศิน เพิ่มทรัพย์ คู่มือ MS - DOS, PC - DOS พิมพ์ครั้งที่ 3 บริษัทดวงกมลสมัย จำกัด , 2532
3. วิทยา วัชระวิทยากุล ภาษาและการเขียนโปรแกรม C บริษัทซีเอ็ดยูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2534
4. ธันวา ศรีประมง การเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับวิศวกรรม พิมพ์ครั้งที่ 3 เทคโนโลยีมหานคร, มหาวิทยาลัย, 2537
5. มัณฑนา ปราการสมุทร, รศ., การเขียนชุดคำสั่งภาษา C สำหรับวิศวกรรม
6. โยธิน เปรมปราณีรัชต์ คู่มือการใช้ลิเนีย ไอซี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2522
7. Borland International, Inc., "Borland C++ Library Reference" 1991.
8. Borland International, Inc " Borland C++ Programmer Guide " 1991.
9. Graham, Neil "Learning C" , Mcgraw - Hill Book, Inc., 1992.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

รายละเอียดการใช้งานการ์ด

1. INTRODUCTION :

12 Bit ADDA CARD (IBM PC VERSION) is a high precision data conversion system" It contain 1 channel 12 bit Digital to analog (Setting Jumper 1 for select unipolar or bipolar) and 16 channel 12 nalog to digital conversion (unipolar)

2. SPECIFICATI

D / A - 12 bit, 1 channel

- output voltage O - 5 V (adjust by VR2)
- unipolar or bipolar (Select by jumper 1)
- Current setting time 500 nse
- Nonlinearity 0.2 %

A / D : - 12 bit 16 channel

- Input voltage range 0 - 5
- Unipolar
- Sucessive approximation method
- Conversion time 60 usec (each channel)

I / O - Port addr : $278 - $27F or $ 2F8 - $2FF (Select by jumper 3) Power consumption : 2.2 W

Net weight : 17C g

Card size : 23cm x 10cm

3 PACKING :

- ADDA Interface Card with D type 25 pin connector
- dermotration sofware diskette
- user' manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. OPERATING

1) Jumper 3I / O address setting (defaul = position 1)

position 1 : set the JP3 to up position $278 - $27F (632-639)

position 2 : set the JP3 to down position $2F8, $2FF (760 - 767)

2) Potential resistor : adjust the A/D and D/A full reference voltage, normal at 9. OV

3) port = 632 (or 760)

port + 0 = output data (0 + 15) to select A/D channel

port + 1 = read A/D low 8 bit data

port + 2 = read A/D nigh 4 bit data (bit O-bit 3)

port + 3 = output $00 to clear A/D register

port + 4 = loop back 7 time to start A/D high 6 bit conversion

port + 5 = loop back 7 time to start A/D low 6 bit conversion

port + 6 = outpt D/A low 8 bit data

port + 7 = output D/A high 4 bit data (bit 0 - bit 3)

4) Analog to digital conversion procedure

a. Output channel number to port + 0

b. Initial register using softwitch in port + 3 to clear previous

c. Start convert using softwutch in port + 4, port + 5 exactly 7 time individually

d. Read data in port + 2 (bit 0 + bit 3) for high 4 bit data and per + 1 for low 8 bit data

5) Digital to analog conversion

a. Output high 4 bit data to port + 7

b. Output low 8 bit data to port + 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. D - TYPE CONNECTOR PINOUT

PIN	SIGNAL	PIN	SIGNAL
1	GND	14	GND
2	D/A out	15	- 5 V
3	5 V	16	GND
4	GND	17	CH15
5	CHO	18	CH14
6	CH1	19	CH13
7	CH2	20	CH12
8	CH3	21	CH11
9	CH4	22	CH10
10	CH5	23	CH9
11	CH6	24	CH8
12	CH7	25	CH7
13	12V		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. PROGRAM LIST

```
10  CLS : PORT = 632
20  Locate 5, 15 : print " 12 bit AD-DA conversion card"
30  Locate 6, 15 : print " ***..... ** "
40  Locate 9, 20 : print " 1,D/A conversion demo"
50  Locate 11, 12 : print " 2, A/D conversion demo"
60  A$ = INKEY$ : A$
70  A$ = "1" THEN 200
80  A$ = "2" THEN 400
90  GOTO 60 (or GOTO 10 )
200 CLS
210 OUT PORT + 6,0
220 FOR I = 0 TO 15
230 OUT PORT + 7,I
240 NEXT I
260 GOTO 200
202 Locate 5, 15 : print "D/A CONVERSION DEMO"
204 Locate 7, 15 : "output wave form D/A out port"
400 NEXT I
410 FOR CHANNEL = 0 to 15
420 GOSUB 550
430 B = INP (port + 2)
440 C = INP (port + 1)
450 D = (B-16* (INT (B/16))) * 256 + C
460 PRINT "CHANNEL = ";CHANNEL," DATA= ";D
470 NEXT CHANNEL
480 PRINT : PRINT : PRINT
490 GOTO 410
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
550  OUT  port + 3,0
560  OUT  port + 0,  CHANNEL
570  FOR I = 1 TO 7 : A = INP  (port + 4) :  NEXT I
580  FOR I = 1 TO 7 : A = INP  (port + 5) :  NEXT I
590  RETURN
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้