ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

Laboratory Set on Water Temperature Control System

ชื่อนักศึกษา

1. นายปิติชัย	จันคมณี	รหัสประจำตัว	44035407
2. นายวิบูลย์	ฉัตรแดง	รหัสประจำตัว	44035417
3. นายสุรชัย	ไวทยาชีวะ	รหัสประจำตัว	44035426
4. นายสุรสิทธิ์	บางแจ้ง	รหัสประจำตัว	44035427

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำพล ทองระอา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
2. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
3. อาจารย์อำพล ทองระอา	
4. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
5. อาจารย์โกศล ตราชู	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2546 เวลา 15.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 14 เดือน พค. พ.ศ. 2546

<BT4503202>

ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

LABORATORY SET ON WATER TEMPERATURE CONTROL SYSTEM

T 0 4 8 3 1 5

นายปิติชัย จันคมณี
นายวิบูลย์ ฉัตรแดง
นายสุรชัย ไวทยาชีวะ
นายสุรสิทธิ์ บางแจ้ง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48315
วัน, เดือน, ปี 10 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ
นักศึกษา	นายปิติชัย จันคมณี
	นายวิบูลย์ ฉัตรแดง
	นายสุรชัย ไวทยาชีวะ
	นายสุรสิทธ์ บางแจ้ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อำพล ทองระอา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุม ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรม LabVIWE ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ โดยได้เลือกใช้ การ์ด DAQ ของบริษัท National Instrument รุ่น QAQ-1200 ใช้ในการเชื่อมต่อ จากผลการสร้างชุดปฏิบัติการะบบควบคมอุณหภูมิน้ำสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Laboratory Set On Water Temperature Control System	
Students	Mr. Pitichai	Chankhamanee
	Mr. Vibun	Chartdang
	Mr. Surachai	Vaitayachiva
	Mr. Surasit	Bangjang
Advisor	Mr. Amphon	Thongra-ar
Co-Advisor	Mr. Amornchai	Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis present designs and invents Laboratory Set On Water Temperature Control System. By microcomputer in control. Which the program is used control system, get to develop with the program LabVIWE in connection between microcomputer and Laboratory Set On Water Temperature Control System. By select to use the card DAQ of Nation Instrument company, grop QAQ-1200 in connection. From production, Laboratory Set On Water Temperature Control System can control temperature fo water.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน และขอขอบคุณกำลังใจของเพื่อนชาวคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจให้ในยามที่ท้อแท้ และอยู่ด้วยกันร่วมแรงร่วมใจกันทุกคนจนถึงนาทีสุดท้ายของการทำงาน ในการทำโครงงาน และปริญญานิพนธ์ ที่สำคัญ ขอขอบคุณท่านอาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ให้แก่เรา รวมไปจนถึงท่านอาจารย์ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาที่ดียามเรา ท้อแท้กับปัญหาในการทำโครงงาน และปริญญานิพนธ์ที่สำคัญที่สุดคือ เราจะมิลืมว่าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ทำให้เราทุกคนได้เป็นที่มีความรู้ความสามารถ ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และจิตใจ จนเกิดเป็นวันเวลาที่น่าประทับใจจนก่อให้เกิดเป็นความสำเร็จได้จนถึงวันนี้ สุดท้ายนี้เราขอเทิดทูนสถาบัน และครูอาจารย์ทุกท่านมาประดับไว้ในใจของพวกเราทุกคนตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โปรแกรม LabVIEW	3
2.2.1 ความหมายของโปรแกรม LabVIEW	3
2.2.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW	3
2.2.3 การทำงานของโปรแกรม LabVIEW	3
2.2.4 ส่วนประกอบของโปรแกรม LabVIEW	4
2.2.5 องค์ประกอบของโปรแกรม LabVIEW	5
2.2.6 โครงสร้างของโปรแกรม LabVIEW	12
2.2.7 หลักการของโปรแกรม LabVIEW	14
2.2.8 การสร้างจุดต่อร่วมในโปรแกรม LabVIEW	20
2.2.9 ผังงานและกราฟแสดงการทำงานของโปรแกรม LabVIEW	26
2.2.10 ส่วนประกอบของผังงานและกราฟในโปรแกรม LabVIEW	28
2.3 การวัดระดับโดยหลักการทางไฟฟ้า	28
2.3.1 การวัดระดับหลักการทางไฟฟ้า	28
2.3.2 หลักการวัดระดับ	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.3 การวัดระดับโดยใช้ขั้วอิเล็คโทรด	30
2.3.4 ข้อมูลทางเทคนิคที่ควรทราบก่อนทำการวัดระดับ	31
2.3.5 วิธีการวัด และวงจรพื้นฐานการวัดระดับ	31
2.4 การวัดอุณหภูมิ	31
2.4.1 นิยามของอุณหภูมิ	32
2.4.2 วิธีการวัดอุณหภูมิ	32
2.4.3 การวัดอุณหภูมิโดยวิธีทางไฟฟ้า	32
2.5 คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์	34
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	35
3.1 กล่าวนำ	35
3.2 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของฮาร์ดแวร์	36
3.2.1 วงจรแหล่งกำเนิด	36
3.2.2 วงจรขับรีเลย์	36
3.2.3 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ	37
3.2.4 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ	38
3.2.5 รูปแบบโครงสร้างของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	40
3.3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของซอฟต์แวร์	42
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	45
4.1 กล่าวนำ	45
4.2 การทดลองชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้านซอฟแวร์	45
4.2.1 การับอินพุตจากตัวตรวจวัดระดับจากแท่งอิเล็กโทรด	45
4.2.2 การับอินพุตจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิจากเทอร์มิสเตอร์	47
4.2.3 การสั่งงานปั๊มน้ำ	48
4.2.4 การทดลองสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 1 และตัวที่ 2	49
4.2.5 การทดลองการสั่งงานของฮีทเตอร์	50
4.2.6 การทดลองสั่งงานพัดลมระบายความร้อน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 การทดลองชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)	52
บทที่ 5 บทสรุป	53
5.1 บทสรุป	54
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา	54
5.3 แนวทางการพัฒนา	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	57
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	59
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	62
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	65
ภาคผนวก จ ใบงาน	73
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	90
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	95
ประวัติผู้แต่ง	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โพลีมอรฟิสซึม	25
2.2 คุณสมบัติเฉพาะ (Dielectric Constant) ของของเหลว	30
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบอิเล็กโทรด	63
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	64
ค.3 รายการอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
2.1 Front panel และ Block diagram	5
2.2 Front panel toolbar	6
2.3 Text seting menu	6
2.4 Align object และ Distribute objects	7
2.5 Block diagram toolbar	7
2.6 Tool palette	8
2.7 Control palette	8
2.8 Function palette	9
2.9 Control menu subpalettes	9
2.10 Subpaletles ใน function menu	10
2.11 Pull-down menus	10
2.12 Operate menus	11
2.13 Windows Menu	11
2.14 การทำงาน While loop	12
2.15 การทำงาน For loop	13
2.16 การทำงานแบบ If/Else	14
2.17 การใช้งาน Case ต่างๆ ใน LabVIEW	15
2.18 Case structure	15
2.19 การเลือก Case Windows ในการทำงาน	16
2.20 การเพิ่มเฟรม	17
2.21 การทำงานแบบลำดับ	17
2.22 การเปิดใช้งานโครงสร้างแบบลำดับ	18
2.23 การเพิ่มเฟรม	18
2.24 การสร้างเฟรมวินโดส์	19
2.25 การเปิด Frame	19
2.26 การ Add sequence local จาก Pop-up menu	22
2.27 การใช้จุดต่อร่วมพิเศษ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 การใช้งาน Array	21
2.29 การสร้าง Array of numerics	22
2.30 Array of Numerics ในบล็อคไดอะแกรม	22
2.31 Array 2 มิติ	23
2.32 การสร้าง Array โดยใช้ Auto-indexing	23
2.33 Disable auto-indexing	24
2.34 Array disable indexing	24
2.35 การเปิด Waveform Chart	26
2.36 Palette ของ Chart	26
2.37 การเลือก Scale ของ Chart	27
2.38 Waveform Chart	27
2.39 การวัดระดับโดยหลักของค่าความจุไฟฟ้า	29
2.40 การวัดระดับโดยใช้ขั้วอิเล็คโทรด	30
2.41 วิธีการวัด และวงจรพื้นฐานการวัดระดับ	31
2.42 รูปเทอร์มิสเตอร์	33
2.43 คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์เทียบกับอาร์ทีดี	33
3.1 การเชื่อมต่อโดยผ่าน PCMCIA	35
3.2 วงจรแหล่งกำเนิดแรงดันการ	36
3.3 ออกแบบวงจรขับรีเลย์	37
3.4 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ	38
3.5 การต่อใช้งานเทอร์มิสเตอร์	39
3.6 แบบโครงสร้างชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	40
3.7 การทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	41
3.8 การแสดงดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต	42
3.9 โปรแกรม LABVIEW	42
3.10 ผังการควบคุมการทำงาน	44
4.1 การทดลองตรวจวัดระดับน้ำ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 ระดับน้ำที่แสดงในจอของเครื่องคอมพิวเตอร์	46
4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลล์เซียส	47
4.4 เมื่อระดับน้ำเปลี่ยนแปลงจากระดับที่ 1 เป็นระดับน้ำที่ 8	47
4.5 การสั่งงานปั๊มน้ำ	48
4.6 การสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 1	49
4.7 การสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 2	50
4.8 การสั่งงานเครื่องทำความร้อนฮีทเตอร์	51
4.9 การสั่งงานพัดลมระบายความร้อน	52
4.10 ชุดสั่งงานจากไมโครคอมพิวเตอร์	53
4.11 ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	53
ก.1 ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	57
ก.2 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (เทอร์มิสเตอร์)	57
ก.3 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบแท่งอิเล็กโทรด	58
ก.4 การ์ด DAQCard-1200 (PCMCIA)	58
ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	60
ข.2 วงจรพิมพ์รีเลย์ควบคุม,วงจรเทอร์มิสเตอร์	60
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์รีเลย์ควบคุม,วงจรเทอร์มิสเตอร์ และวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	61
ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมหลัก	66
ง.2 โปรแกรม Lab VIEW	67
ง.3 ผังการทำงานโปรแกรม Lab VIEW ควบคุมส่วนต่าง ๆ	67
ง.4 ผังการทำงานของปั๊มน้ำ	68
ง.5 ผังการทำงานของการวัดระดับน้ำ	68
ง.6 ผังการทำงานควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทั้งสองตัว	69
ง.7 การสั่งงานการทำงานฮีทเตอร์	69
ง.8 ตรวจสอบการทำงานของหม้อน้ำ	70
ง.9 การไหลของน้ำ	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.10 ตรวจสอบการรับส่งค่าเอาต์พุตและอินพุต	71
ง.11 ส่วนแสดงระดับน้ำของถังเก็บน้ำที่ 1	71
จ.1 ระยะในการวัดระดับ	74
จ.2 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน	75
จ.3 ส่วนแสดงระดับน้ำ	76
จ.4 ส่วนแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ	78
จ.5 ส่วนแสดงฮีทเตอร์และกราฟแสดงอุณหภูมิ	79
จ.6 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน	81
จ.7 ส่วนแสดงปั๊มน้ำ	81
จ.8 ส่วนแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ	84
จ.9 โปรแกรมและตำแหน่งโซลินอยด์ตัวที่ 1 (V1) และโซลินอยด์ตัวที่ 2 (V2)	86
จ.10 โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ควบคุมการทำงาน	88
ฉ.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโปรแกรม LabVIEWได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในระบบการวัดและควบคุม ซึ่งเป็นกระบวนการหลักในงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก อีกทั้งการเขียนโปรแกรมของโปรแกรม LabVIEW ก็ไม่ยุ่งยาก การติดตั้งโปรแกรม LabVIEW นั้นก็เพียงแต่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่มีตามสำนักงาน หรือตามบ้านทั่วไปได้ซึ่งไม่ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีราคาแพง และนอกจากนี้ยังสามารถที่จะรับอินพุต (Input) และเอาท์พุต (Output) จากภายนอกได้เหมือนกับเราใช้เครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีฟังก์ชั่น (Function) ในการทำงานเหมือนกัน โดยที่ใช้คอมพิวเตอร์สั่งงานผ่านการ์ด PCMCIA เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และสั่งงานในระบบการวัดและการควบคุมของกระบวนการที่เราต้องการจะควบคุมได้ จึงได้เป็นจุดกำเนิดของโครงงานนี้ สำหรับโครงงานนี้เราจะใช้การวัดและการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นตัวประมวลผล และเป็นตัวควบคุมระบบการทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำซึ่งเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ สำหรับเหตุผลที่ทำโครงงานนี้ก็เพื่อที่จะศึกษาระบบการทำงานของโปรแกรม LabVIEW เพื่อที่จะเป็นประโยชน์นำไปใช้เป็นสื่อการสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม เพื่อให้เห็นภาพจริงของระบบจำลองการทำงานในงานอุตสาหกรรมว่ามีกระบวนการขั้นตอนการทำงานอย่างไร

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีความสามารถดังนี้

1. ควบคุมการทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ
2. สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์
3. ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติได้
4. โครงสร้างของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำสามารถเคลื่อนย้ายได้
5. สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม LabVIWE ได้เป็นอย่างดี
6. ใช้งานง่าย และสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาที่ทำการเสนอแบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทโดยจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 1 บทนำประวัติความเป็นมาของโปรแกรม LabVIEW และขีดความสามารถของโครงงานรวมไปจนถึงเนื้อหาโดยสังเขปของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการของโปรแกรม LabVIEW และลักษณะการควบคุมแบบต่างๆ และการตรวจวัดระดับ (Sensor) รวมไปจนถึง การวัดอุณหภูมิ และการวัดอุณหภูมิโดยเทอร์มิสเตอร์ (Thermister)

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Solfware) รวมทั้งการนำส่วนต่างๆ มาทำการอินเตอร์เฟสกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองเป็นส่วนหนึ่งที่ทำการทดสอบ การทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำไปในการปฏิบัติการจริง

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ แสดงเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบด้วย ผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

ภาคผนวก จ ใบงาน ประกอบด้วย ใบงานสำหรับชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน เป็นคู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของทฤษฎีและหลักการของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบกันเพื่อสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยเรื่องของโปรแกรม LabVIEW การวัดระดับโดยหลักทางไฟฟ้า รวมไปจนถึง การวัดอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิโดยเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)

2.2 โปรแกรม LabVIEW

2.2.1 ความหมายของโปรแกรม LabVIEW

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Engineering Workbench เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับระบบการวัดและการวิเคราะห์ LabVIEW เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้าง และประยุกต์ใช้เหมือนภาษาโปรแกรมทั่วไปข้อแตกต่างระหว่างการสร้างงานที่ใช้ LabVIEW สร้าง และภาษาอื่นที่เห็นได้ชัดคือ ภาษาโดยทั่วไปจะเป็นชุดคำสั่งแบบใช้ตัวอักษรแต่ใน LabVIEW จะเป็นภาษาโปรแกรมมิ่งแบบกราฟฟิกการเขียนจะเป็นแผนผังการทำงาน

2.2.2 ความสามารถของโปรแกรม LabVIEW

1. มี Library เกี่ยวกับ Data-acquisition ให้เรียกใช้
2. การควบคุมและสั่งงานผ่านทางพอร์ต (Port) GPIB และอุปกรณ์ผ่านสายสัญญาณ
3. การจัดการข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลและจัดการเกี่ยวกับไฟล์ข้อมูล
4. LabVIEW มีความสามารถเหนือการพัฒนาโปรแกรมทั่วไป เราสามารถตั้งจุดตรวจดูการทำงานทีละบรรทัดและสามารถทำให้เราเห็นการทำงานของโปรแกรมที่เราสร้างขึ้น
5. เราสามารถแสดงผลข้อมูลที่เราใช้เป็นกราฟฟิกโดยใช้ผังงานและกราฟ

2.2.3 การทำงานของโปรแกรม LabVIEW

โปรแกรม LabVIEW จะถูกเรียกว่าการวัดเปรียบเทียบจริงเพราะสิ่งที่ปรากฏบนหน้าจอเลียนแบบเครื่องวัด LabView มีความสามารถเหนือภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปเราสามารถสร้างการวัดเปรียบเทียบจริงย่อยได้โดยการทำงานของ LabVIEW จะแบ่งออกเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Front pannel

คือส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้เป็นส่วนที่จำลองเครื่องวัด ภายในนี้สามารถรับอินพุตจากผู้ใช้ได้และแสดงผลลัพธ์ได้

2) แผนผังการทำงาน

การทำงานของโปรแกรมแบบกราฟฟิกประกอยด้วยแผนผังการทำงาน, Icon, SubVI, ฟังก์ชั่นที่มีไว้ให้ใช้ รวมไปจนถึงลูปซึ่งเราต้องทำการลากเส้นเพื่อเชื่อมแต่ละส่วนให้เป็นไปตามที่ต้องการ

3) Icon และ Connector

เป็นตัวส่งข้อมูลเข้าออกมาให้อินพุตและเอาท์พุต

2.2.4 ส่วนประกอบของโปรแกรม LabVIEW

1) Front panels

เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้เราต้องเลือกตัวควบคุมให้เหมาะกับจุดมุ่งหมายของเราใน Front Panels มีคำจำกัดความ 2 ข้อความที่สำคัญคือคอนโทรล คือ Input device ในเครื่องวัดทั่วๆ ไป เช่น สวิตช์ (Switch) ส่วนของตัวแสดงผล คือ ส่วนที่แสดงผล เราสามารถที่จะเอามาคอนโทรลโดยเลือกเมนูคอนโทรลเราสามารถที่จะปรับขนาดรูปร่าง และกำหนดตำแหน่งได้

2) แผนผังการทำงาน

จะเก็บโค๊ดด้านกราฟฟิกของ LabVIEW ซึ่ง LabVIEW จะเหมือนการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์เราสามารถที่จะสร้างเป็นแผนผังการทำงานได้คือ

2.1) จุดต่อของสาย คือจุดที่ เมื่อเราเอาตัวควบคุม หรือ ตัวแสดงผลวางใน Front panel โปรแกรม LabVIEW จะสร้างจุดต่อสายในแผนผังการทำงานให้โดยอัตโนมัติในบล็อกไดอะแกรม เราไม่สามารถลบตัวควบคุมหรือตัวแสดง และผลที่ได้เราต้องลบใน Front panel

2.2) จุดต่อร่วมนี้เป็นส่วนที่ใช้ในการสั่งงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามที่เราต้องการ ซึ่ง ประกอบด้วย Statements, Operators, Function, Subroutine, Structure โดย LabVIEW จะมีจุดต่อร่วมพิเศษเรียกว่าจุดต่อร่วมพิเศษไว้ใช้ในกรณีที่ไม่สะดวกในการแทนสูตรยากๆ ด้วยจุดต่อร่วมมากๆ โดยแทนเป็นชุดคำสั่ง

2.3) Wries เป็นการเชื่อมระหว่างจุดต่อทางต้นทาง และจุดต่อทางด้านปลายทาง เราต้องเชื่อสายระหว่าง Source ไปยัง Destination เท่านั้น แต่ละ Wires จะมีสีและรูปร่างแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบโปรแกรมและผู้เขียนโปรแกรมว่าจะใช้ Wires ที่มีสีและรูปร่างแบบใดในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) Dataflow ptogramming

เนื่องจาก LabVIEW เป็นการเขียนโปรแกรมแบบกราฟฟิกการทำงานของ LabVIEW จะทำงานก็ต่อเมื่อมีข้อมูลเข้ามา

3) Icon และ Connector

เมื่อมี Sub VI (VI ที่อยู่ใน VI อื่น) Control และตัวแสดงผลของ SubVI จะรับมาและส่งข้อมูลคืนไปให้ VI ที่เรียกมา Connector คล้ายกับ Parameter ที่ส่งไปให้กับฟังก์ชั่น ทุกๆ VI จะมี Default icon ซึ่งจะแสดงอยู่ที่ด้านบนขวา

4) Edit mode และRun mode

สามารถเป็นได้ทั้ง Edit mode/Run mode ที่ Edit mode เราสามารถสร้างหรือแก้ไข VI ได้ ส่วน Run mode เราไม่สามารถแก้ไขได้ใน Edit mode palette

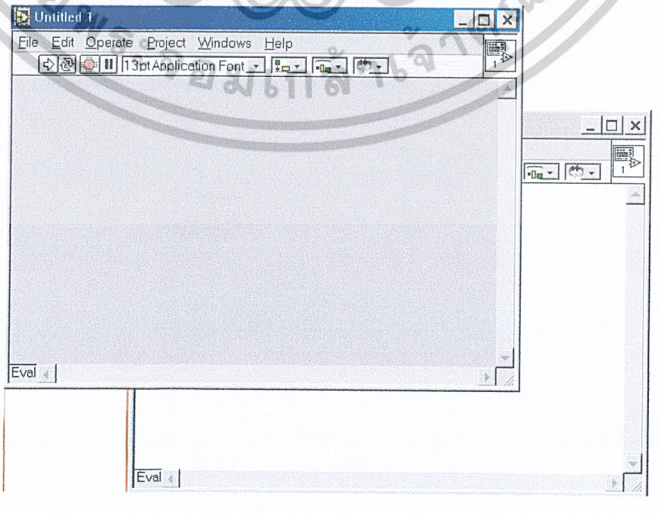
2.2.5 องค์ประกอบของโปรแกรม LabVIEW

1) Front Panel และ แผนผังการทำงาน

Front panel ประกอบด้วยตัวควบคุม และตัวชี้นำ และอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ อุปกรณ์ต่างๆ จะติดต่อซึ่งกันและกันภายใน Front panel จะแสดงผลใน Front panel เดียวกัน และส่วนในแผนผังการทำงานได้รวมเอาฟังก์ชั่นต่างๆ ซึ่งจะสามารติดต่อถึงกันได้

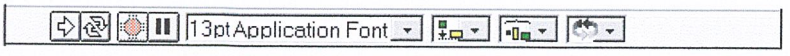
2) Tools palette และ Front panel toolbarToolbar

นั้นจะอยู่ในส่วนบนของ Front panel และแผนผังการทำงานซึ่งจะมีเครื่องมือที่ให้ใช้งานด้านโปรแกรมกราฟฟิก เราจะเรียกว่า Virtual Instrument ซึ่งจะปุ่มแสดงถึงการทำงานดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 Front panelและแผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



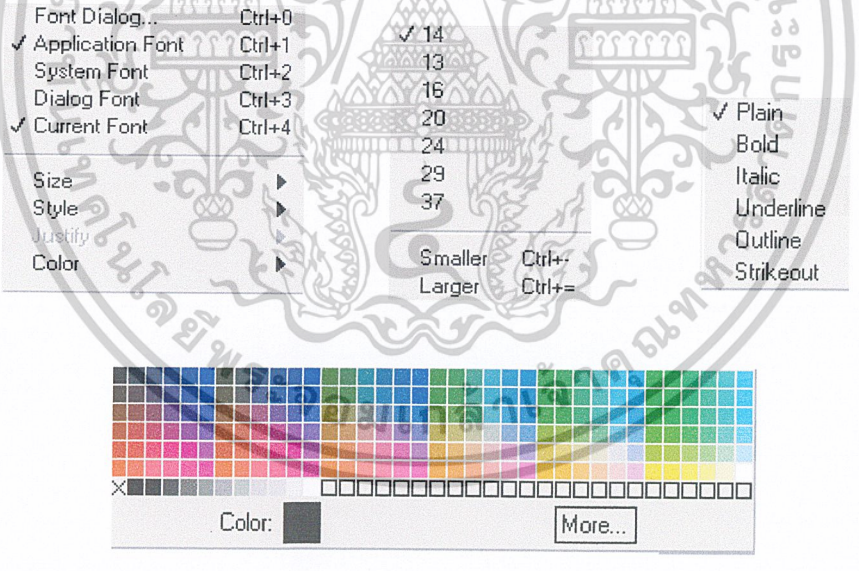
รูปที่ 2.2 Front panel toolbar

ปุ่ม Run เมื่อคลิกปุ่มนี้ Virtual Intrument ก็จะมีการปฏิบัติงานเมื่อ Virtual Intrument ทำงาน ปุ่ม Run นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2.2

ปุ่ม Run Continously จะเป็นการทำงานแบบซ้ำๆ ต่อเนื่องกันไป เมื่อมีการกระตุ้น ปุ่มนี้จะเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2 ปุ่ม Abort execution หยุดการทำงานของ Virtual Intrument ปุ่มนี้จะเป็นรูปหกเหลี่ยมมีสีแดงอยู่ตรงกลางการทำงานจะหยุดเมื่อเราคลิกที่ Icon นี้

ปุ่ม Pause ถ้าเป็นสีดำ หมายถึง หยุดถ้าเป็นสีเหลือง หมายถึง ไม่หยุดการทำงานถ้าเป็นสีแดง หมายถึง เป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง

ปุ่ม Text settings เมื่อเราคลิก Icon นี้จะเป็นดังรูปที่ 2.3

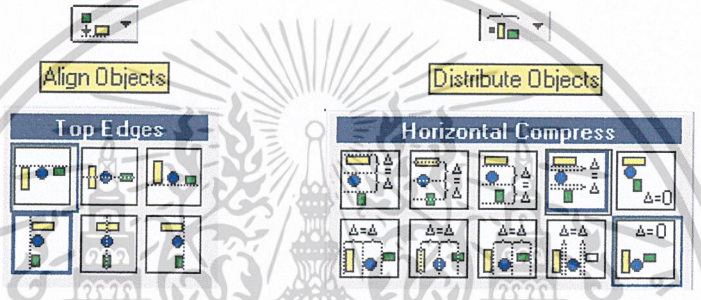


รูปที่ 2.3 Text seting menu

เมนูนี้จะประกอบไปด้วย Front พื้นฐานทั่วไปของ LabVIEW เช่น Application, System หรือ Dialog อื่นๆ ที่เป็น Shortcut key ซึ่งหมายความว่าเราเลือก Front จากคีย์บอร์ดได้ เราสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกได้โดยการกด Crtl+3 จากคีย์บอร์ด และในส่วนกลางของ Text setting จะมีเมนูย่อย ซึ่งแสดงในรูปที่ 3 เราสามารถเลือกขนาดและแบบของ Fronts ได้ โดยที่ Align object จะเป็นเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวางตำแหน่งของออฟเจ็ค (Object) ต่างๆ ใน Front panel หรือในแผนผังการทำงาน เมื่อเราคลิกที่ไอคอน (Icon) นี้ จะมีฟังก์ชั่นให้เราเลือก เมื่อเราเลื่อนเมาท์ไปที่เมนูและเลือกเมนูใดๆ ก็ตามจะมีเส้นสีเข้าล้อมรอบ Distribute Objects จะเป็นเครื่องมือที่ให้เราสามารถจัดออฟเจ็คในหน้าต่างของ Front panel หรือแผนผังการทำงานได้แสดงในรูปที่ 2.4

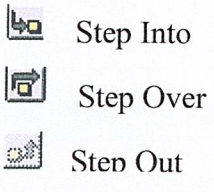


ก (Align Objicts) ข (Distribute Objects)

รูปที่ 2.4 Align objectและDistribute objects

3) Block diagram toolbar

ในToolbar ของแผนผังการทำงานจะใช้ร่วมกันกับ Front panel toolbar จึงจะกล่าวเฉพาะที่นอกเหนือจาก Front panel toolbar ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.5 มี 3 ส่วนคือ Step-into, Step over, และ Step out



รูปที่ 2.5 Block diagram toolbar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Tool palette

Tool palette แสดงในรูปที่2.6 จะรวมเครื่องมือที่จะต้องใช้เกี่ยวกับ ตัวอักษร, สี, การต่อสาย และตำแหน่งการทำงานของออฟเจ็ค Tool palette จะเป็นเครื่องมือทางด้านกราฟฟิก สามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายฟังก์ชันของเครื่องมือแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 Tool palette

5) Control palette

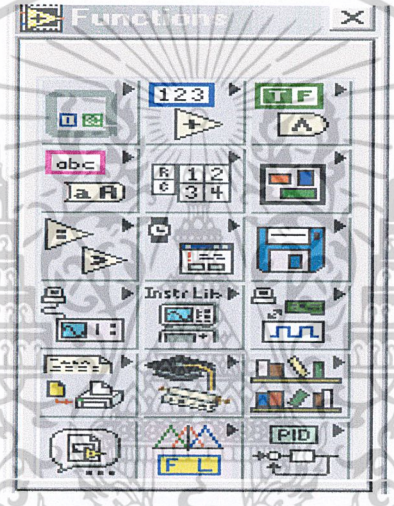
จะประกอบไปด้วยออบเจ็คต่างๆ เช่นตัวควบคุม และตัวแสดงผลสำหรับ Front panel มันจะไม่สามารถใช้ในแผนผังการทำงานได้การเปิด Control menu เมื่อเราเปิด LabVIEW Control palette จะเปิดมาอัตโนมัติ และสามารถเปิดเองก็ได้โดยไปที่ Window จากนั้นคลิก Show Control paletteการปิด Control menu ให้ดับเบิ้ลคลิกที่มุมซ้ายด้านบนของหน้าต่างของตัวควบคุมการเปลี่ยนตำแหน่งของ Control palette ให้คลิกที่แถบไตเติลของตัวควบคุมและลากไปยังตำแหน่งใหม่ Sub paletteใน Control palette จะประกอบด้วยออบเจ็คทั้ง 9 ประเภทดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 Control palette

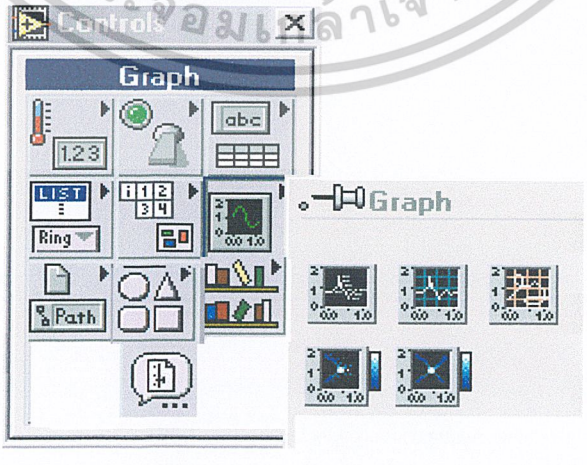
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Function palettes

โดยการเปิดเมนูฟังก์ชันสามารถทำได้โดยเมื่อเราเปิด LabVIEW และเปิดหน้าต่างแผนผังการทำงานโดย (ใช้ Ctrl+e) Function palette จะเปิดโดยอัตโนมัติ หรือคลิกเมาท์ที่ปุ่มด้านขวาในหน้าต่าง ของแผนผังการทำงาน หรือเลือกเลื่อนเมาท์ไปที่ Window จากนั้นเลือก Show function palette Subpalettes ของ Subpalettes จะมีให้เลือกสูงสุด 16 ตัวเลือกใน Function palette จะมี Subpalettes ออกมาเอง Function menu สามารถใช้ในแผนผังการทำงานได้อย่างเดียวเมื่อเราเลื่อนเมาส์ไปในออบเจ็คของ Function menu ซึ่งฟังก์ชั่นจะปรากฏอยู่ด้านบนของ Palette ดังรูปที่ 2.8



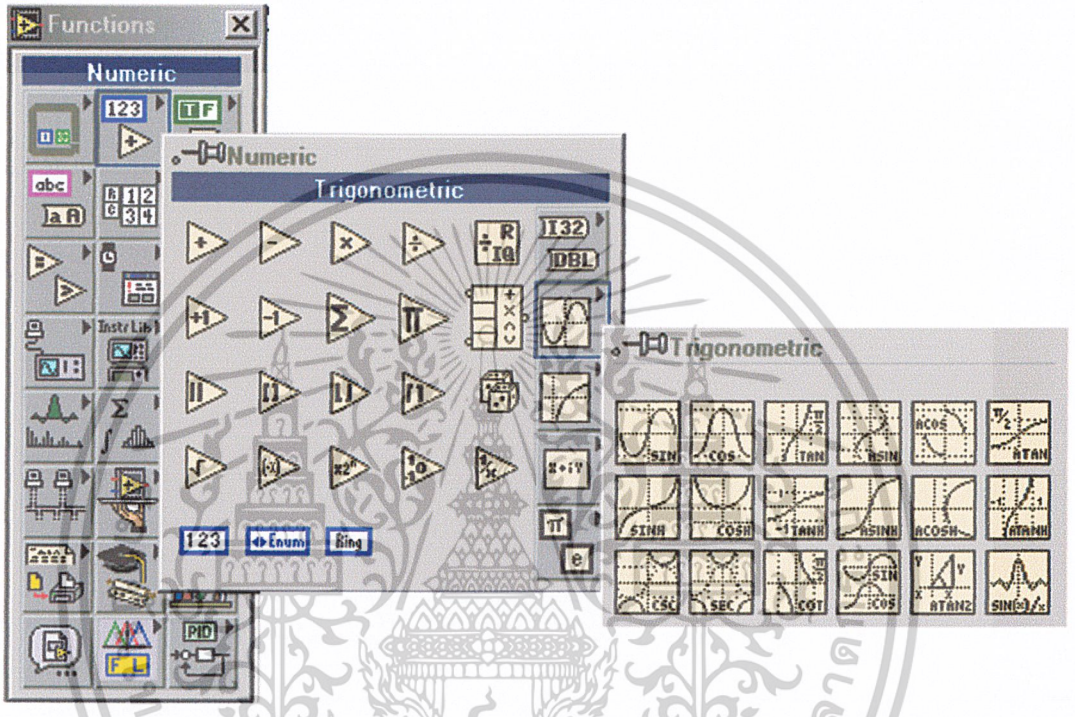
รูปที่ 2.8 Function palette



รูปที่ 2.9 Control menu subpalettes

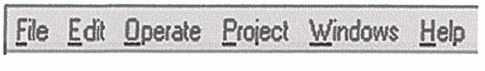
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์บน ในตัวอย่างก็จะเป็นให้เราสามารถเลือกออบเจ็คต่างๆ จาก Numeric subpalette ได้ในฟังก์ชั่นจะมีให้เลือกได้ 18 ฟังก์ชั่น ซึ่งให้ใช้ได้ในแผนผังการทำงาน สามารถเลือก Boolean, string, Array และอื่นๆ ได้ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 Subpaletles ใน function menu

Pull-down menus แสดงในรูปที่ 2.11 Pull-down menus จะเป็นตัวให้เราเลือกใช้เครื่องมือต่างๆ ใน Virtual Instrument

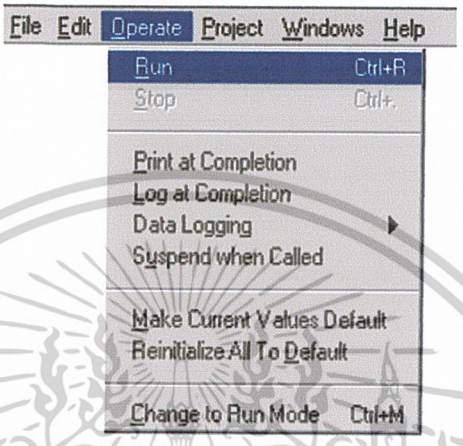


รูปที่ 2.11 Pull-down menus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

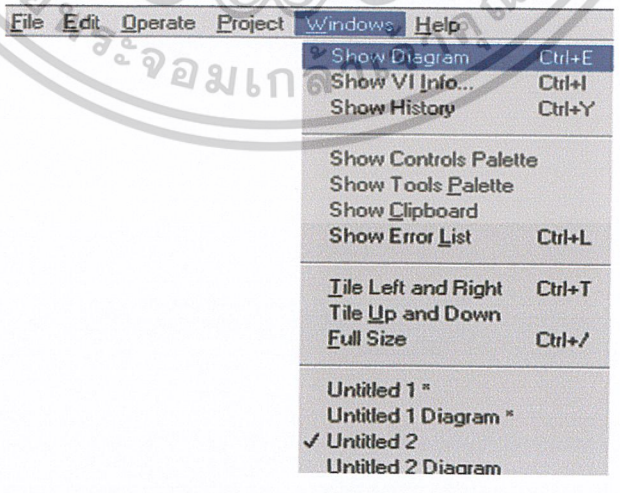
7) แถบเครื่องมือ

ทำให้เราสามารถ เปิด, ปิด, บันทึก, และพิมพ์ ได้ และในส่วนของ Edit menu เป็นเครื่องมือที่เราสามารถใช้คัดลอก วาง และเคลื่อนย้ายได้ ดังรูปที่ 2.12 และรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 Operate menus

Operate menus แสดงในรูปที่ 2.12 จะมีเครื่องมือให้ทำงานใน Virtual Instrument เช่น ให้ทำงาน และสามารถทำให้หยุดทำงาน ใน Virtual Instrument ได้ โดยที่ Windows เมนู แสดงในรูปที่ 2.13 จะทำให้เราสามารถทำงานและปรับปรุงหน้าต่างของ LabVIEW ได้

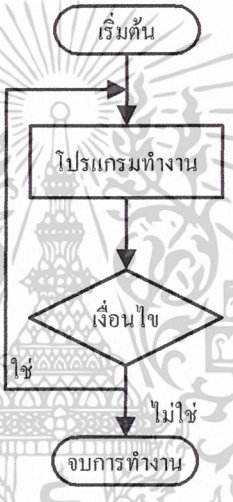


รูปที่ 2.13 Windows Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 โครงสร้างของโปรแกรม LabVIEW

หากพิจารณาจากรูปที่ 2.14 จะเห็นว่าการทำงานของโปรแกรมคือ จะทำงานไปเรื่อยๆ ถ้าผลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นจริง แต่ถ้าผลที่ได้เป็นเท็จก็จะไปทำลำดับต่อไปที่เรากำหนดไว้การทำงานลักษณะนี้เป็นกลุ่มโครงสร้างโปรแกรมที่เรียกว่า Do/While ในภาษา ซี แต่เราเรียกโครงสร้างแบบนี้ใน LabVIEW ว่า While loop และการเปิด While loop ให้คลิกที่ Positioning tool ใน Function menu และเลือก While loop ใน While loop จะมีจุดต่อที่จะเป็นตัวนับจำนวนของวงรอบในการทำงานของ Loop ดังรูปที่ 2.14

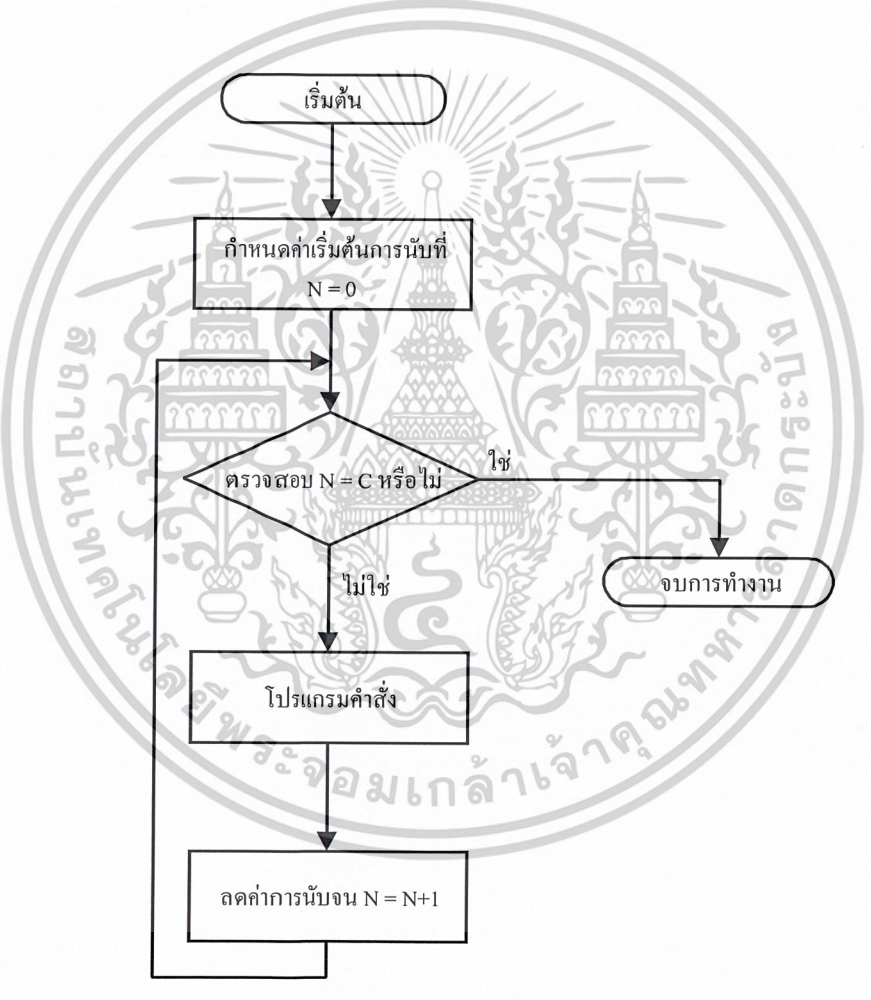


รูปที่ 2.14 การทำงานของ While loop

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For loop จะเป็นกลุ่มของโครงสร้างการทำงานแบบซ้ำๆ กันภายในกรอบที่กำหนดโดยเริ่มตรวจสอบการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่เป็นจริงและมันจะทำงานไปเรื่อยๆจนครบลูปถ้าตรวจสอบพบเงื่อนไขที่เป็นเท็จก็จะหยุดการทำงานทันทีการทำงานของลูปของการทำงานนั้นจะมีโครงสร้างให้กำหนดให้คงที่สำหรับการทำงานใน รอบของการทำงานหนึ่งๆ โดยเริ่มแรกจะนับ N = 0 ดังแสดงในรูปที่ 2.15 และนำไปตรวจสอบกับค่า C ถ้าค่า N มีค่าไม่เกิน C ก็ยังจะทำงานต่อไป และค่า N จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบของการทำงานที่กระทำและมันจะทำงานไปจนถึงค่า N มีค่าเท่ากับ C จากนั้นมันก็จะหยุดทำงาน



รูปที่ 2.15 การทำงาน For loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 หลักการของโปรแกรม LabVIEW

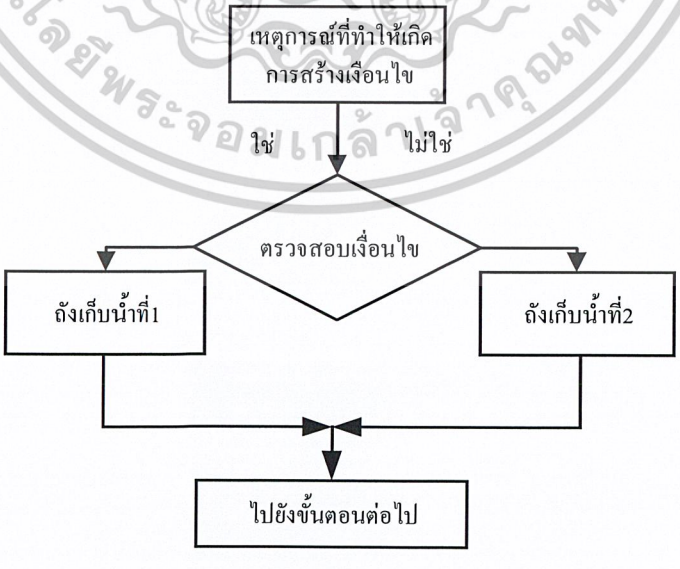
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ผ่านเข้ามาจะมี รูปแบบจะคล้ายๆ กับ Shift Register หรือ Shift binary ในวงจรดิจิตอล (Digital Circuit) แต่ในวงจรดิจิตอลจะจำกัดข้อมูลเฉพาะที่เป็นไบนารี (Binary) เท่านั้นใน LabVIEW ข้อมูลของ Shift Register จะประกอบไปด้วย String, Floating point ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้คือ

1) Shift register

เราสามารถสร้าง Shift register ได้โดยเรียก Pop-up menu บนขอบของลูปของการทำงาน และเลือก Add shift register จาก Pop-up menu จะปรากฏ Terminal 1 คู่โดยที่ Shift register จะสามารถเก็บค่าได้หลายๆ Type เช่น Numeric Boolean, Array และอื่นๆ จะเป็นค่าใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าออบเจ็คไหนที่เป็นตัวที่เป็นสายเข้ากับจุดต่อสายขวามือของ Shift register จะเก็บข้อมูลที่ได้ในแต่ละครั้งของการวนลูปของการทำงาน ถ้ามีการสายเข้ากับจุดต่อสายขวามือของข้อมูลนี้จะไปปรากฏทางจุดต่อสายทางซ้ายมือในอีกลูปของการทำงาน ถัดไป

2) If/Else

โครงสร้างแบบเลือกที่เป็น If/Else จะมีในภาษาระดับสูง เช่น ภาษาซีมีรูปแบบในรูปที่ 2.16 ซึ่งโครงสร้างแบบเลือก If/Else เราจะพิจารณาเงื่อนไขแรกและถ้าผลที่ได้เป็นจริงโปรแกรมก็จะไปทำงานในถังเก็บน้ำใบที่ 1 ถ้าโปรแกรมเป็นเท็จก็จะไปทำงานในส่วนของ ถังเก็บน้ำใบที่ 2 โดย การใช้ If/Else จะพบได้บ่อยๆ ในโครงสร้างแบบเลือก (Selection structures)

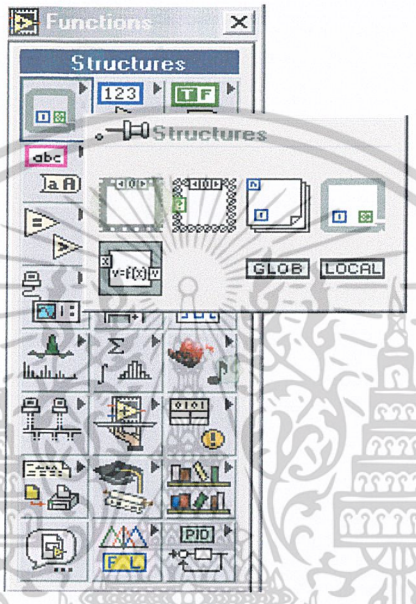


รูปที่ 2.16 การทำงานแบบ If/Else

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

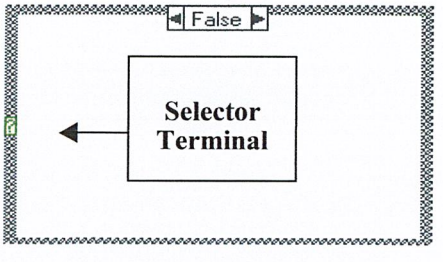
3) โครงสร้างบูลีนเคส (Boolean case structure) LabVIEW

มีโครงสร้างแบบเดียวกับ If/Else ในภาษาซี แต่ในLabVIEW ถูกเรียกว่าโครงสร้างแบบเคส โดยโครงสร้างแบบนี้จะมีชนิดที่เป็นบูลีนและชนิด Numeric เราจะมาดูการทำงานในชนิดบูลีนกัน ก่อนเปิดบูลีนเคสต้องเลือกเคสจาก Structure ของ Function palette ดังรูปที่ 2.17



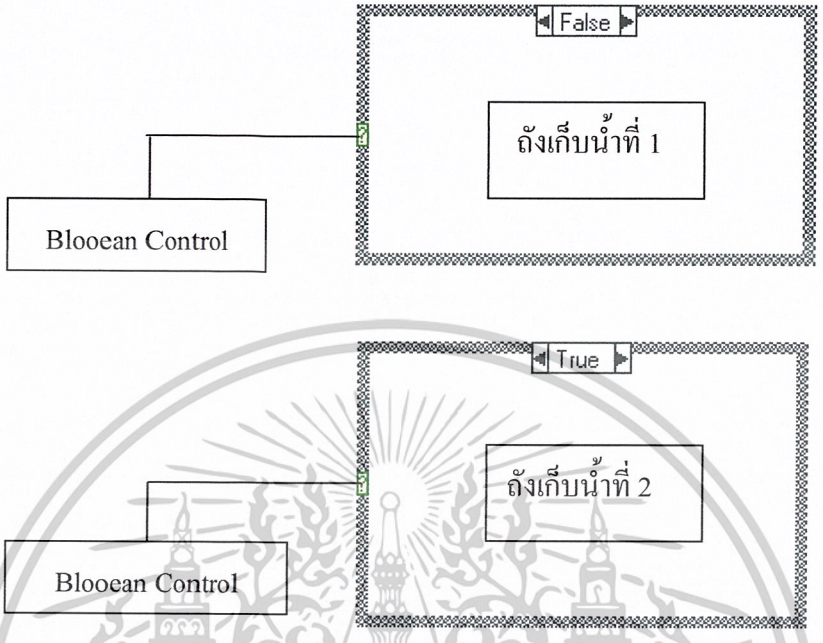
รูปที่ 2.17 การใช้งานบูลีนเคสใน LabVIEW

เมื่อเราเปิดในแผนผังการทำงานนั้นจะมีกรอบแสดงในรูปที่ 2.18 ซึ่งจะมี 2 เฟรม (Frame) ที่ซ้อนกันอยู่ คือเฟรมที่เป็นจริงและเฟรมที่เป็นเท็จสวิตช์ (Switch) ของปุ่มทางด้านซ้ายและสวิตช์ False/True จะอยู่ด้านบน



รูปที่ 2.18 Case structure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



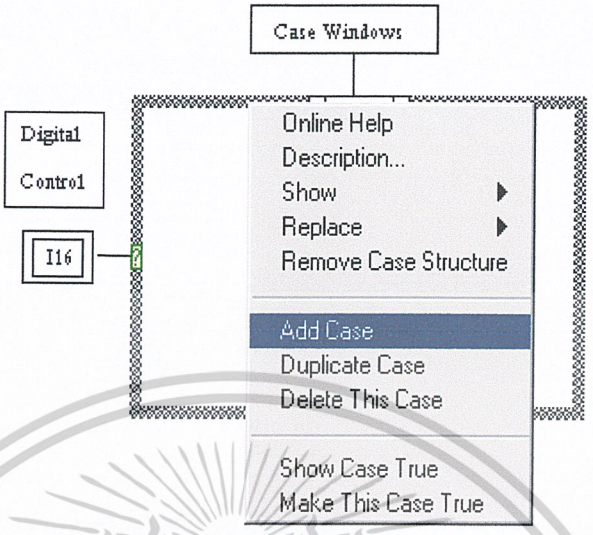
รูปที่ 2.19 การเลือก Case Windows ในการทำงาน

4) Numeric Case

ใน LabVIEW เป็นการทำงานที่มากกว่า 2 กรณีเพราะในกรณีที่เรามีงานที่ต้องทำมากกว่า 2 งานขึ้นไป Numeric case structure จะเหมือนการเปิด Boolean case structure การลำดับเฟรมหน้าหลังให้คลิกที่ในเฟรมบนปุ่มทางด้านซ้ายหรือทางขวา และการเพิ่ม Case frame ให้คลิกที่ใดก็ได้ในหน้าต่าง Case และเลือก Add case after จากเมนูมันจะเพิ่มเฟรมหลังจากเฟรมนี้มาให้หรือเราคลิกที่ Add case befor มันจะเพิ่มเฟรมก่อนหน้านี้มาให้สมมติในกรณีที่เรามีจำนวนเฟรมมากๆ เช่น ในรูปนี้มี 10 เฟรม เราทำงานอยู่ในเฟรมที่ 1 และเราต้องเปิดเฟรมที่ 9 มาดู เราก็ต้อง (คลิกที่เมาส์ด้านซ้าย) และเลือกเลข 9 จากเมนูดังรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

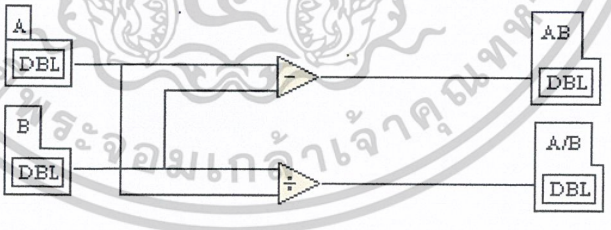
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.20 การเพิ่มเฟรม

5) คำสั่งแบบลำดับ (Sequence)

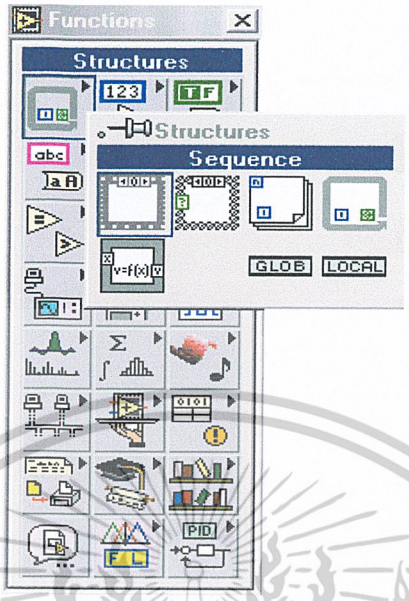
เป็นกลุ่มของคำสั่งที่มีการทำงานเป็นลำดับ ซึ่งเป็นคำสั่งที่เขียนได้ง่ายคำสั่งใน LabVIEW ในแผนผังการทำงานของ การทำงานจะขึ้นอยู่กับข้อมูลอินพุต



รูปที่ 2.21 การทำงานแบบลำดับ

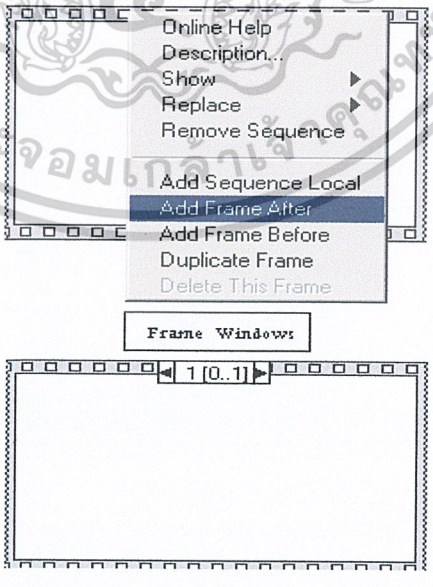
ในรูปจะเป็นตัวอย่างการทำงานของการคูณและหาร ซึ่ง Sequence structure สามารถแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้มากการเปิด Sequence structure ให้คลิกที่ตำแหน่งของเครื่องมือบน Structure subpalette ของ Function palette แสดงในรูปที่ 2.21 และรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
48315



รูปที่ 2.22 การเปิดใช้งานโครงสร้างแบบลำดับ

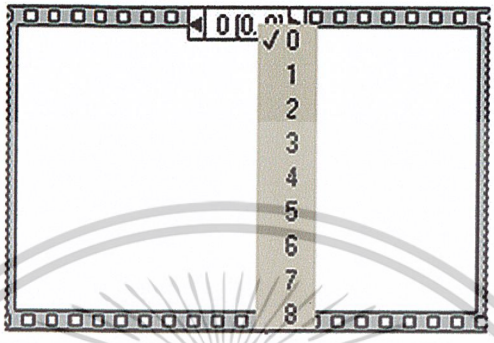
การเพิ่มเฟรม ให้คลิกที่เมาส์ด้านขวาบน Sequence structure และเลือก Add frane after จาก Pop-up menu และจะมี Add frame before อยู่ด้วยซึ่งจะทำงานคล้ายๆ กันดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การเพิ่มเฟรม

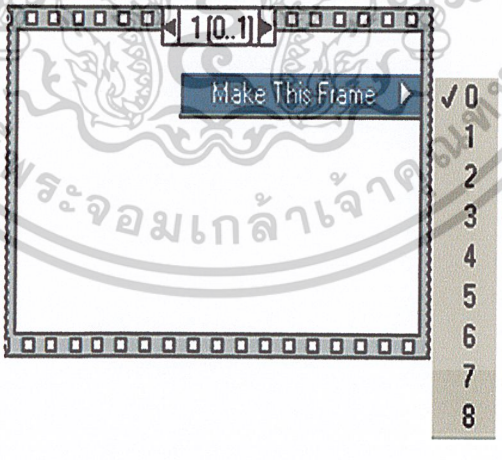
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.24 เป็นการสร้างเฟรม Window ซึ่งคล้ายๆ กับ Numeric case struction จากรูปเป็นการแสดงถึง Current frame และในวงเล็บ [0...1] แสดง Frame ที่ทำงานได้ 0...1 หมายถึงที่มีเฟรม 0 และ 1



รูปที่ 2.24 การสร้างเฟรมวินโดส์

การเปิดเฟรมอื่นๆ ให้คลิกที่เมาส์ด้านซ้ายบนหน้าต่างของเฟรมและเลือกที่จะเปิดเฟรมใดๆ ก็ได้ในกรีที่มี เฟรม 9 เฟรม แต่ในกรอบจะแสดงเป็น 0 ถึง 8 ดังรูปที่ 2.25

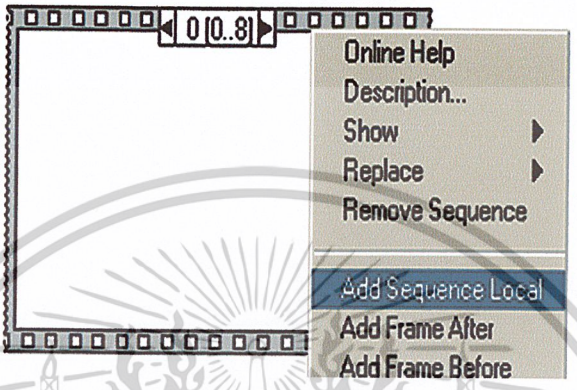


รูปที่ 2.25 การเปิดเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02 9382939

ถ้าเราต้องการให้เฟรมใดทำงานให้เลือกจัดทำเฟรมขึ้นจาก Pop-up menu เพื่อเลือกจำนวนเฟรมจาก Submenu ในรูปที่ 2.26 เห็นว่าจะมีการ Transferred จากเฟรม 0 เฟรม 4 โดยการเพิ่ม Sequence local ให้เลือก Add sequence local จาก Pop-up menu

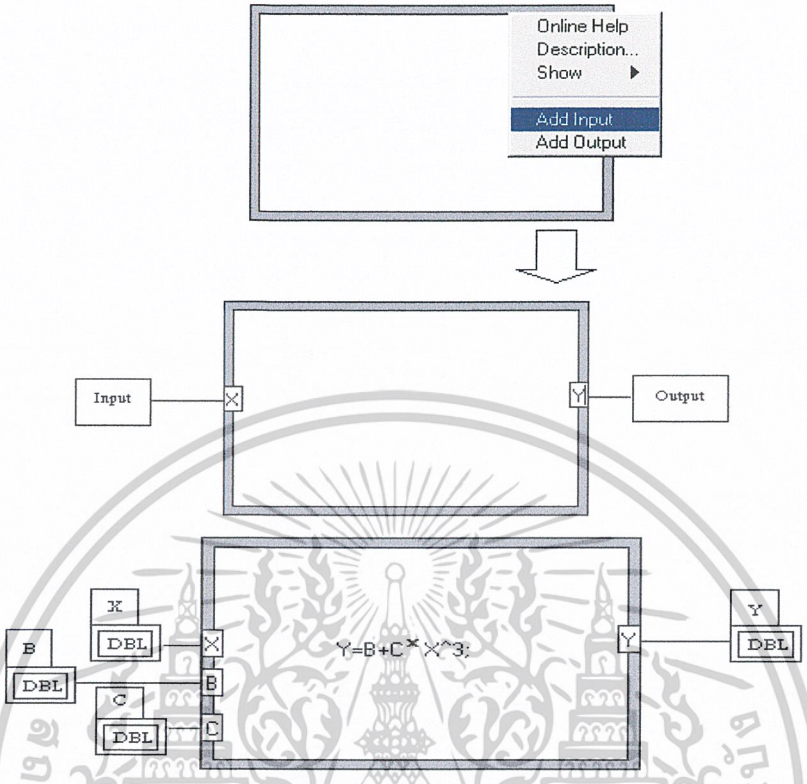


รูปที่ 2.26 การ Add sequence local จาก Pop-up menu

2.2.8 การสร้างจุดต่อร่วมในโปรแกรม LabVIEW

Array คือ ข้อมูลชนิดเดียวกันที่เก็บเป็นชุดๆ มีได้หลายชนิด หลายมิติโดยที่ Array ใน Lab VIEW สามารถเป็นชนิดอะไรก็ได้ยกเว้น Array ชาร์ท (Chart) หรือกราฟ (Graph) เราสามารถอ้างตำแหน่งของ Array ได้โดยใช้ Index ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง N-1 ซึ่ง N เป็นจำนวนสมาชิกใน Array และในการสร้าง Input terminal ให้กดเมาส์ด้านขวาที่บนจุดต่อร่วมพิเศษและเลือก Add output ดังแสดงในรูปที่ 2.27 การเขียนสูตรใน จุดต่อร่วมพิเศษให้คลิกที่ Lableing tool ใน Tool palette เมื่อคลิกในจุดต่อร่วมพิเศษก็จะมีเคอร์เซอร์ให้เรากดคีย์ได้ดังรูป และจะต้องจำไว้ว่าเราต้องไม่ลืมใส่ Semicolon เพราะเป็นเครื่องหมายจบของสมการ

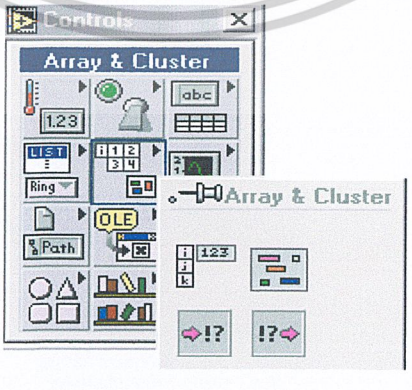
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 การใช้จุดต่อร่วมพิเศษ

1) Array control และ Indicators

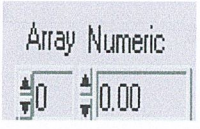
เลือก Array ใน Array & Cluster ใน Controls menu จะปรากฏดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การใช้งาน Array

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้าง Array ให้คลิกขวาเรียก Pop-up menu เลือกชนิดของ Array เช่นจากข้างต้นเราเลือกชนิดข้อมูลเป็นตัวเลขจะเป็นดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การสร้าง Array of numerics

ในทำนองเดียวกันกับ Array ในแผนผังเริ่มแรก Array จะไม่มีชนิดและหลังจากเราให้ชนิด Array เป็น Numeric จะปรากฏดังรูปที่ 2.30

รูปที่ 2.30 Array of Numerics ในแผนผังการทำงาน

2) Array 1 มิติ

ตัวอย่างของ Array 1 มิติเช่น จะจำนวนเต็ม4 3 10 12 15 96ในจำนวนเต็มใน Array จะถือว่าเป็นข้อมูลเหมือนๆกันโดยค่าของตำแหน่ง Numerical กับ Array เราเรียกชื่อของ Array ว่า Bunch เช่นใน Array ที่มีชื่อว่า Bunch จะอ้างตำแหน่งโดยใน Index ค่าของ Index คือส่วนที่อยู่ในวงเล็บ Array ที่ 0 จะมีค่า Index สูงสุด ถ้า Array มี 8 ตัว Index จะมีตั้งแต่ 0 ถึง 7 เช่น

ตัวอย่าง Bunch (0) = 4 Bunch (3) = 0 Bunch (5) = 15

2.1) Array 2 มิติ

Array 2 มิติจะมีแถว และคอลัมน์ดังนี้ เช่นในตัวอย่างเป็น Array ของจำนวนเต็ม

ตัวอย่าง

7	3	12	0	10	9
0	7	20	6	4	1
3	6	4	2	19	0
6	9	5	12	16	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติชื่อของ Array นี้คือ กล่องใน Index ก็จะมีแถวและคอลัมน์คือ Box [i,j] ซึ่ง i คือ Index ของแถวส่วน j คือ Index ของคอลัมน์โดย Index จะเริ่มที่ Box[0,0] = 7 เช่น

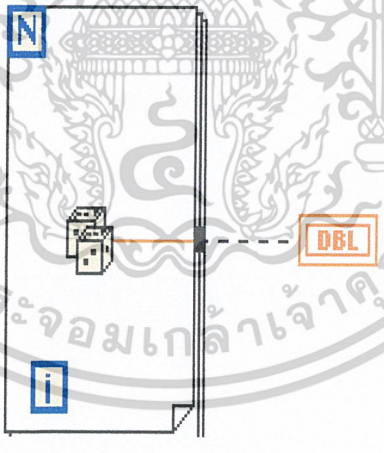
ตัวอย่าง Box[0,3] = 0 Box[1,4] = 4 Box[2,5] = 0 Box[3,2] = 5

และเราสามารถเพิ่ม มิติโดย Pop-up ที่ Array แล้วเลือก Add dimension ดังรูปที่ 2.31

รูปที่ 2.31 Array 2 มิติ

3) การสร้าง Array โดยใช้ Auto-indexing

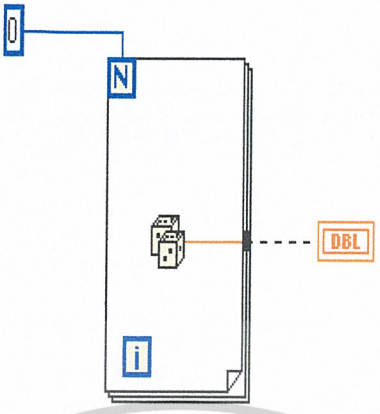
For loopและWhile loop สามารถทำ Auto-indexing ได้รูปที่ 2.32 จะใช้ For loop ไปยัง ตัวแสดงตำแหน่งเส้นที่ออกมาจากลูปจะหนา



รูปที่ 2.32 การสร้าง Array โดยใช้ Auto-indexing

ถ้าเราต้องการเอาค่าออกมาจากลูปของการทำงานโดยไม่ต้องสร้าง Array เราทำได้โดยวิธี Disable auto-indexing โดยเรียก Menu popup ที่ บริเวณสี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำเลือก Disable indexing หลังจาก Disable จะมีเพียงค่าสุดท้ายที่ออกมาจากลูปของการทำงาน ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

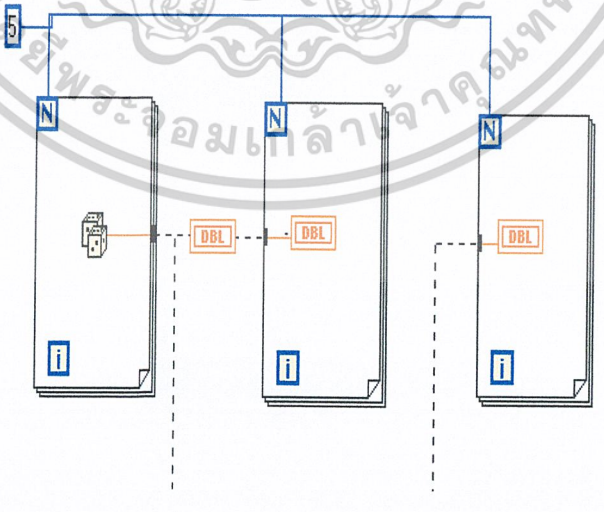


รูปที่ 2.33 Disable auto-indexing

เมื่อเรานำค่า Array ใส่ในลูปของการทำงานจะแบ่งเป็น 2 กรณี

1. Array ใส่ในตัวธรรมดาค่าที่อยู่ในลูปของการทำงานจะเป็นค่าของ Array index ที่ 1 จำนวนรอบที่วนถ้า I มากกว่าค่าของขนาดของ Array มีค่าที่อยู่ในลูปของการทำงานจะเป็นตัวสุดท้าย

2. Array ใส่ใน Array เราต้อง Disable indexing เหมือนเราใส่ Array ทั้งหมดในลูปของการทำงานที่เดียวดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 Array disable indexing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การสร้าง Array 2 มิติ

เราสามารถใช้ลูปของการทำงานมากกว่าขนาดของ Array จะยึดเอาขนาดของ Arrayฟังชั่นที่ใช้ในการสร้าง Array จะอยู่ในแผนผังของฟังก์ชั่น Array & Cluster โดยที่ Initialize Array จะสร้างและ Initialize Array and Dimension ให้เป็นไปตามค่าที่เรา ต้องการ และเมื่อขนาดของ Array นั้นจะคืนค่าจำนวน Element ที่อยู่ใน Input Array และ Build Array จะต่อหรือรวม Array 2 Array หรือเพิ่ม Element เข้าไปให้กลายเป็น I Array build จะมีอินพุตได้ 2 ชนิดคือ Array และ Element โดยที่ Array Subset จะ Return Array ที่เริ่มที่ Index และมีความยาว Length Element และจะส่งค่าให้ Index Erray จะให้ค่าที่ตำแหน่งที่กำหนดออกมาให้

4.1) Polymorphism

ในฟังก์ชั่นการคำนวณของ LabVIEW เช่น Add, Multiply, Divide จะมีกฎโดย อินพุตสามารถมีได้หลาย Data Type ตัวอย่าง Polymorphism ของการบวก เช่นดังตาราง

ตารางที่ 2.1 โพลีมอรฟิสซึม

Combination	Result
Scalar + Scalar	Scalar
Scalar + Array	Array โดยนำเอา Scalar บวกทุก Element ใน Array
Array + Array	Array

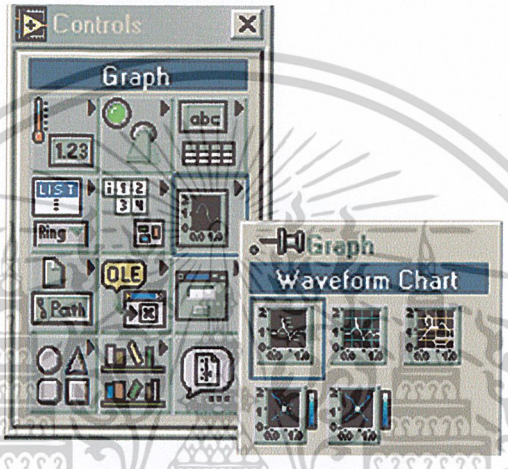
4.2) Clusters

นั้นจะคล้าย Array คือเป็นกลุ่มของข้อมูลแต่โดยแต่ละกลุ่มจะต่างจาก Array ตรงที่สามารถมีกลุ่มของข้อมูลที่มีชนิดต่างกันเหมือนโครงสร้างที่บันทึกมาใน Pascal หรือโครงสร้างในภาษาซีโดยการทำเป็นกลุ่มทำได้โดยที่กลุ่มของสายแต่ละสายจะแทน Element ที่ต่างกันของกลุ่มเมื่อมาเข้ากลุ่มของสายจะเหลือเส้นเดียวทำให้สามารถสะดวกเข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้กับ Sub Vis กลุ่มสายสามารถต่อหลายๆกลุ่มได้การสร้างกลุ่มควบคุมและตัวแสดงผล โดยเลือกจากกลุ่มก่อน และหลังจากนั้นเลือกชนิดที่จะทำเป็นกลุ่มโดยคลิกขวาเลือกที่ชนิดต่างๆ ที่อยู่ในกลุ่มที่ต้องการควบคุมทั้งหมด หรือตัวแสดงผลทั้งหมดทั้งกลุ่มจะมี Logical order ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของมันใน Shell ออบแจ็คแรกที่อยู่ในกลุ่มที่จะเป็น Element 0 ต่อมาเป็น Element 1 ถ้าเราปรับโดยอัตโนมัติเราสามารถเปลี่ยนคำสั่งโดย Pop-up ที่ขอบของ Clusters แล้วเลือกกลุ่มคำสั่งการสร้างข้อมูลโดยเลือก Bundle ฟังก์ชั่นโดยปรับขนาดของ Bundle ให้เหมาะกับอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

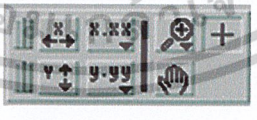
2.2.9 ชาร์ท และ กราฟ แสดงการทำงานของโปรแกรม LabVIEW

Waveform Chart จะอยู่ใน Array & Graph ใน Control Menu Waveform Chart เป็น Numeric Indicator ชนิดพิเศษที่สามารถแสดงได้ 1 หรือมากกว่า 1 Plot หรือแสดงผลข้อมูลได้หลายชุดพร้อมกันการเปิด Waveform Chart เลือก Waveform Chart จาก Graph Subpalette ของ Control Palette ดังแสดงในรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 การเปิด Waveform Chart

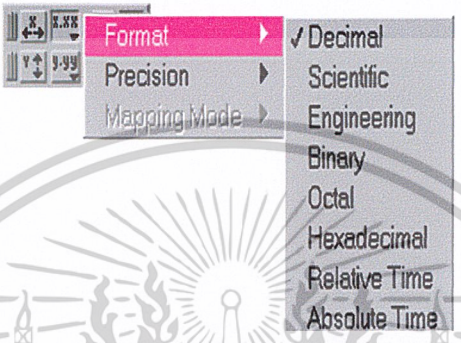
เมื่อเราเปิด Waveform Chat ใน Front Panel จะปรากฏดังรูปที่ 2.35 คือจะมีส่วนของ Palette แสดงในรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 Palette Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราต้องการให้เป็น Auto Scale Y ให้คลิกที่ Positioning tool บนปุ่มที่มีให้เลือกสเกลทางด้านแนวตั้ง ก็จะเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ ในแกน X ก็ทำในลักษณะเดียวกันโดยคลิกที่ปุ่มที่มีให้เลือกนอกจากนี้สามารถทำ Auto Scale โดยเลือกจาก Pop-up Menu ของ Waveform และเลือก Y Scale > Auto Scale Y หรือ X scale > Auto Scale X ซึ่งจะมีการเลือกทำงานทั้งแบบ Seal และเลือกการทำงานแบบ Wavefrom ดังรูปที่ 2.37 และรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.37 การเลือก Scale Chart

รูปที่ 2.38 Waveform Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.10 ส่วนประกอบของชาร์ทและกราฟในโปรแกรม LabVIEW

ชาร์ทและกราฟนั้น จะปรับ Scale ทั้งแกนตั้งและแกนนอนให้อัตโนมัติ แต่เราสามารถตั้งให้ปรับแกน X หรือ Y อัตโนมัติได้โดย Pop-up ที่ชาร์ท เลือก Auto Scale X จาก Data Operation นอกจากนี้ทั้ง X Scale และ Y Scale สามารถความละเอียดของจุดทศนิยมเลือกจาก Format & Precision ใน X หรือ Y Scale ตั้งการ Mapping Mode ว่าเป็น Log หรือ Linear และสำหรับ Legend ถ้าเรามีหลาย Plot เราสามรถ Set ค่าแต่ละ Plot ให้มีรูปร่างลักษณะอย่างไร สีอะไร เราสามารถดูลายละเอียดและตั้งค่าการแสดงผลแต่ละ Plot ได้โดยเรียก Legend จาก Show ใน Pop-up Menu ของกราฟ และสามารถกำหนดแต่ละ Plat ได้

2.3 การวัดระดับโดยหลักการทางไฟฟ้า

การวัดระดับปริมาณของเหลว นั้น เช่น สารละลาย และสารเคมี ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของขบวนการทางอุตสาหกรรม การวัดระดับของเหลวก็เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเหลวที่ถูกเก็บไว้ในภาชนะโดยระดับของเหลวนั้น โดยกระบวนการในการวัดระดับ และวิธีการที่ใช้ในการวัดนั้นเป็นสิ่งจำเป็น และสำคัญเป็นอย่างยิ่งในขบวนการของการควบคุมในอุตสาหกรรมต่างๆ และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการทำโครงงานชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำในครั้งนี้

2.3.1 การวัดระดับโดยหลักการทางไฟฟ้า

หลักเกณฑ์ในการทำงานของค่าความจุไฟฟ้านั้นก็เพื่อกาอ่านค่าระดับของเหลวที่อยู่บนพื้นฐานของค่าความจุไฟฟ้าที่เราคุ้นเคยกันดีของค่าของคาปาซิเตอร์ที่มีเพลทวางขนานกันอยู่นั่นคือ

$$C = \frac{KA}{D} \tag{2.1}$$

เพราะฉะนั้นจากสมการข้างบนเราจะพบว่า ถ้า A และ D คงที่ค่าความจุไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าคุณสมบัติประจำตัวของสาร ซึ่งหลักการนี้จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการวัดระดับด้วยค่าความจุไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.39

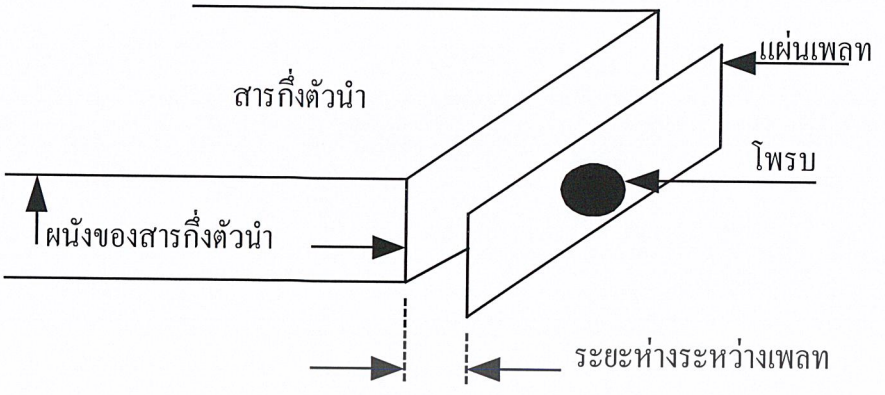
เมื่อ C = ค่าความจุทางไฟฟ้า

K = ค่าคุณสมบัติประจำตัวของสาร (Dielectric Constant) ของตัวกลาง

A = พื้นที่ของเพลท (Plate)

D = ระยะห่างระหว่างเพลททั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 การวัดระดับโดยหลักของค่าความจุไฟฟ้า

จากรูปเป็นการแสดงการวัดระดับชนิดที่ใช้ค่าความจุไฟฟ้า มันประกอบด้วยโพรบค่าความจุดไฟฟ้า Capacitance probe ซึ่งทำด้วยแท่งโลหะ และจะถูกยึดติดอย่างแน่นหนาไว้ใกล้กัน และขนานกันกับผนังของโลหะของภาชนะ ในกรณีที่ของเหลวในภาชนะไม่เป็นตัวนำ โพรบค่าความจุและผนังของภาชนะจะมีลักษณะที่คล้ายกับเพลทของคาปาซิเตอร์ที่วางขนานกัน และของเหลวระหว่างโพรบและผนังจะทำหน้าที่เหมือนกับ Dielectric เครื่องมือวัดค่าความจุไฟฟ้าจะต่อเข้ากับโพรบและผนังของภาชนะซึ่งถูกสอบเทียบไว้ในเทอมของระดับของของเหลวในภาชนะ เมื่อระดับของเหลวในภาชนะเพิ่มขึ้น ค่าของความจุไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อระดับของเหลวลดลงค่าความจุไฟฟ้าจะลดลงตามไปด้วย การเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าความจุดไฟฟ้านี้ จะถูกวัดและแสดงค่าในรูปของระดับของเหลว

2.3.2 หลักการวัดระดับหลักของค่าความจุไฟฟ้า

หลักการวัดระดับด้วยการวัดค่าความจุไฟฟ้า จะเหมาะสมกับการวัดวัสดุตัวกลางที่มีค่า K สูงกว่าค่า K ของอากาศมากๆ โดยปกติค่า K ของวัสดุตัวกลางจะเปลี่ยนแปลงค่าไปบ้างตามอุณหภูมิและความหนาแน่น ถ้าวัสดุตัวกลางมีลักษณะเป็นผง ค่า K จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นเป็นหลัก แต่ถ้าวัสดุเป็นของเหลว ค่าของ K จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เช่น ในของเหลวชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิลดลงนั้นจะมีค่าของ K สูงขึ้น โดยจะมีตารางเปรียบเทียบค่า K หรือค่าของ คุณสมบัติเฉพาะของเหลวจะแสดงในตารางที่ 2.2

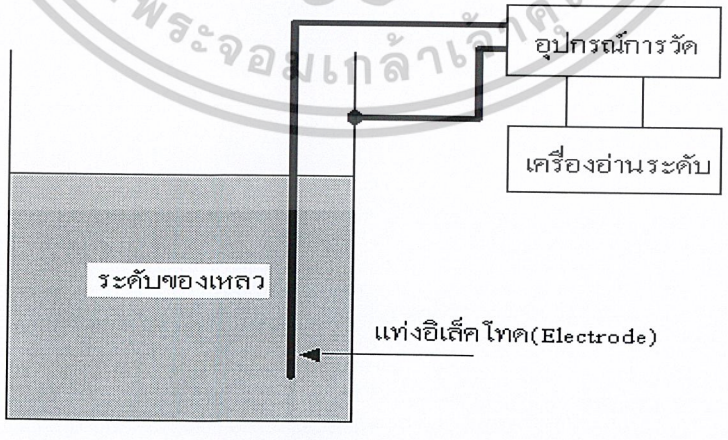
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเฉพาะของของเหลว

ชนิดของเหลว	อุณหภูมิ ^0F	Dielectric Constant
น้ำ	32	88
ฟรีออน	70	2.4
ปัสสาวะ	71	3.5
แอมโมเนีย	68	15.5
น้ำมันเบนซิน	68	2.3
น้ำผสมคลอรีน	32	2
เมทิลแอลกอฮอล์	68	33.1
ไฮโดรเจนคลอไรด์	82	4.6

2.3.3 การวัดระดับโดยใช้ขั้วอิเล็คโทด (Electrode)

ถ้าเราใส่ขั้วตัวนำ อิเล็คโทด ไปทำการติดตั้งไปในแนวตั้งของภาชนะ และป้อนไฟฟ้าไปที่ขั้วของตัวนำและโลหะของภาชนะจะเกิดเป็นตัวประจุไฟฟ้าโดยขั้วของตัวนำ และโลหะของภาชนะจะเป็นแผ่นเพลทสองแผ่นที่มีตัวเก็บประจุคือสารที่ถูกบรรจุอยู่ภายในภาชนะซึ่งการวัดระดับโดยใช้ขั้วอิเล็คโทด นี้จะมีหลักการคล้ายการวัดระดับโดยวิธีประจุไฟฟ้าดังรูปที่2.40



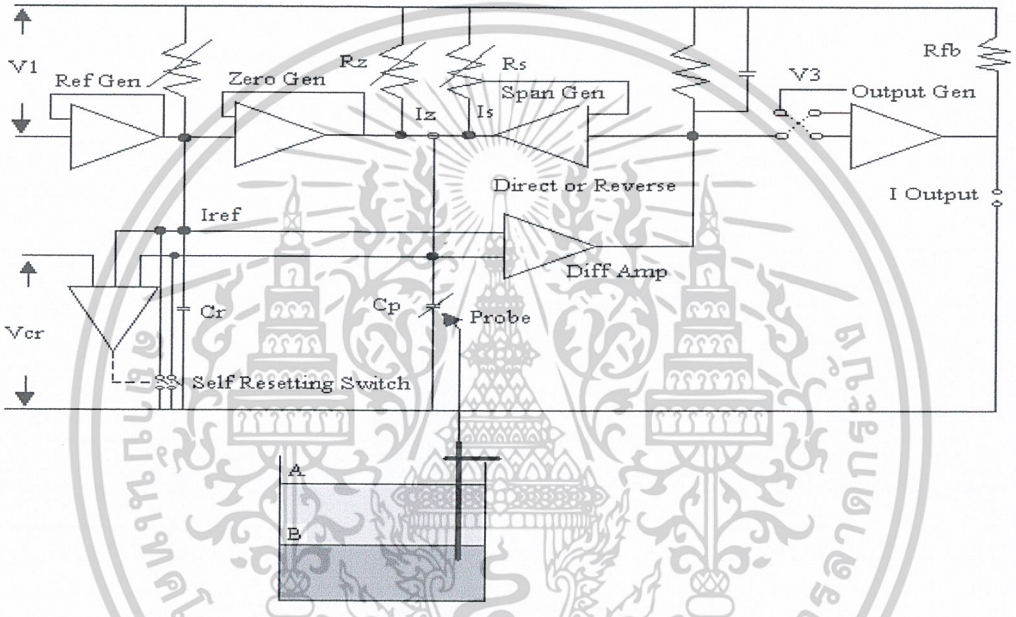
รูปที่ 2.40 การวัดระดับโดยใช้ขั้วอิเล็คโทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ข้อมูลทางเทคนิคที่ควรทราบก่อนทำการวัดระดับ

1. ขนาดความยาวของอุปกรณ์ที่จะใช้วัด
2. ค่าความจุของภาชนะ
3. คุณสมบัติเฉพาะของสารที่ต้องการวัด

2.3.5 วิธีการวัดและวงจรพื้นฐานการวัดระดับ



รูปที่ 2.41 วิธีการวัดและวงจรพื้นฐานการวัดระดับ

2.4 การวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และบ่อยครั้งที่ อุณหภูมิเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุมโดยกระบวนการทางอุตสาหกรรมหลายอย่าง อันหนึ่งเป็นเพราะว่ากระบวนการผลิต และการสร้างผลิตภัณฑ์บางอย่างต้องการเพียงแต่ การวัดอุณหภูมิ และการรักษาอุณหภูมิ ไว้อย่างถูกต้องเที่ยงตรงเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้น อุณหภูมิยังเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกอันหนึ่งใน เทอร์โมไดนามิก (Thermodinamic) การส่งถ่ายความร้อน และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการทำงาน หรือปฏิกริยาทางเคมี นอกจากนี้มันยังเป็นปริมาณมูลฐาน หนึ่งเช่นเดียวกับมวล ความยาว และเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 นิยามของอุณหภูมิ

วัสดุที่อยู่ล้อมรอบตัวเราโดยปกติแล้วไม่ได้เป็นธาตุบริสุทธิ์ แต่เป็นการรวมตัวกันของอะตอมของธาตุต่างๆ ขึ้นมาในรูปของโมเลกุล เช่นน้ำประกอบไปด้วยโมเลกุล และแต่ละโมเลกุลจะประกอบไปด้วยไฮโดรเจนสองอะตอม และออกซิเจนหนึ่งอะตอม เป็นต้น และในการแสดงให้เห็นถึงพลังงานความร้อน เราจึงจำเป็นจะต้องดูความสัมพันธ์ทางกายภาพ หรือปฏิกริยาร่วมกันของธาตุ และของโมเลกุลในวัสดุนั้นๆ ในขณะที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยในการวัดระดับพลังงานความร้อนนั้นเราจะมีหน่วยของการวัด โดยมีหน่วยเริ่มต้นที่ถูกใช้จะเป็น ร้อนและเย็นโดยหน่วยเหล่านี้ใช้ได้ดีสำหรับการประมาณค่าอุณหภูมิ แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานในปัจจุบัน โดยหน่วยที่ถูกต้องสำหรับการวัดระดับพลังงานความร้อนได้แก่ Joules (สำหรับในระบบ SI) อย่างไรก็ตามจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุด้วย และการวัดอุณหภูมิแบบนี้เราสามารถใช้เพื่ออธิบายพลังงานได้ โดยหน่วยพิเศษที่เข้ามาอธิบายได้แก่ เควิน (Kelvin) ฟาเรนท์ไฮท์ (Fahrenheit) และเซลเซียส (Celcius)

2.4.2 วิธีการวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดได้โดยการสังเกตุผลที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนเครื่องมือวัด และวิธีการวัดอุณหภูมิเราสามารถจำแนกได้เป็นอย่างกว้างๆ ดังนี้ (โดยเราจะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการวัดทางไฟฟ้าที่เป็นที่นิยมใช้เท่านั้น)

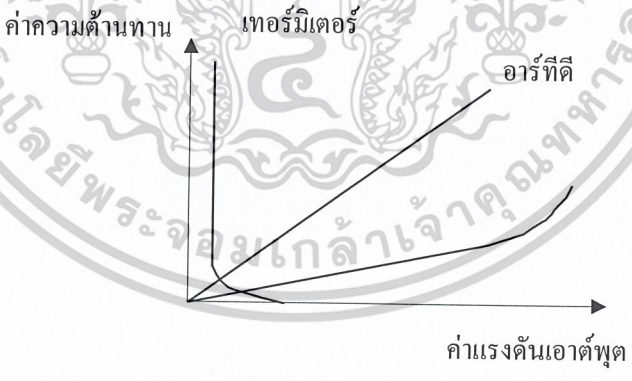
1. วิธีทางไฟฟ้า เช่น เทอร์มิสเตอร์ (Thermister)
2. ไม่ใช่วิธีทางไฟฟ้า
3. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

ซึ่งจะกล่าวถึงการวัดอุณหภูมิโดยวิธีทางไฟฟ้าเพราะเป็นวิธีที่นำมาใช้ในโครงงานนี้เพียงวิธีเดียว หลักการพื้นฐานของเทอร์มิสเตอร์ นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักในการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเหมือนอาร์ทีดี แต่เทอร์มิสเตอร์จะใช้คาร์บอน และสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เช่นพวกออกไซด์ของโลหะ และนิกเกิล โคบอลต์ แมงกาสิส เหล็ก ทองแดง เจอร์เมเนียม แมกนีเซียม และไทเทเนียม โดยปกติทำจากออกไซด์ของแมงกานิสกับทองแดง และออกไซด์ของนิกเกิลกับทองแดง ทำให้สัมประสิทธิ์ค่าของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสูงขึ้น เช่นเทอร์มิสเตอร์บางตัวอาจเปลี่ยนค่าความต้านทานเป็น 156 โอห์มเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปเพียง 1 องศาเซลเซียส แต่การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์นั้นจะกลับกันกับ อาร์ทีดีคือ จะลดค่าความต้านทานลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ และการที่เทอร์มิสเตอร์นั้นมีสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสูงขึ้นจะทำให้ช่วงในการวัดอุณหภูมิแคบลง โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการวัดอุณหภูมิที่อยู่ใจช่วงที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีบางชนิดที่สามารถวัดได้ถึง 450 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในย่านของอุณหภูมิที่ต่ำ เทอร์มิสเตอร์นั้นจะสามารถทำงานได้ดี เช่น ในย่านการวัดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 เควิน และข้อสำคัญคือเทอร์มิสเตอร์มีความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ต้องมีการเลือกใช้งานในบางช่วงที่เป็นเชิงเส้นเท่านั้น จึงทำให้ค่าของการวัดไม่เป็นมาตรฐานเหมือนกับอาร์ทีดี หรือเทอร์โมคัปเปิล และจะต้องใช้คู่มือที่ทางบริษัทให้มากับเทอร์มิสเตอร์ตัวนั้นๆ และจะต้องทำการสอบเทียบค่าเป็นวงจรอิเล็คทรอนิคส์ต่างๆ เพื่อทำให้การวัดจะได้ถูกต้องตลอด แม้ว่าอุณหภูมิบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม ในวงจร Reference สำหรับเทอร์โมคัปเปิลแบบอิเล็คทรอนิคส์ก็จะใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังรูปที่2.42 และรูปที่ 2.43 แสดงคุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์เทียบกับอาร์ทีดี

รูปที่ 2.42 เทอร์มิสเตอร์



รูปที่ 2.43 คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์เทียบกับอาร์ทีดี

2.5 คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์

นอกจากเราจะใช้เทอร์มิสเตอร์ในการวัดอุณหภูมิโดยตรงแล้วเรายังสามารถนำเทอร์มิสเตอร์ มาใช้เป็นตัวชดเชยอุณหภูมิของการทำงานในวงจรอิเล็คทรอนิคส์ต่างๆได้ และสามารถทำให้วงจรทำงานได้ถูกต้องตลอดเวลา แม้ว่าอุณหภูมิของบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม เช่นเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) จะใช้ เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบรรยากาศเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

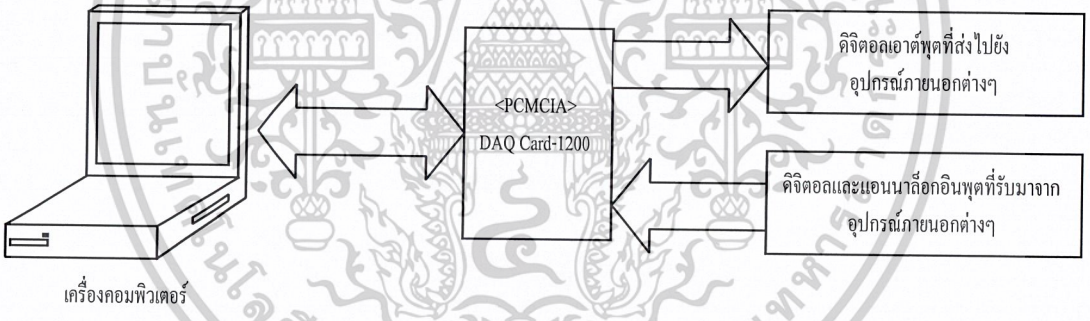
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบ และการสร้างรวมไปจนถึงหลักการทำงานของชุดการทดลองแบ่งออกเป็นสองชุดด้วยกัน คือ

1. ทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ทแวร์
2. ทางด้านโปรแกรมซอฟต์แวร์

โดยมีโครงสร้างการทำงานคือตัวเครื่องคอมพิวเตอร์นี้จะเปรียบได้กับเป็นตัวควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของชุดทดลองโดยจะมีการ์ด DAQCard-1200 (PCMCIA) เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ทแวร์กับโปรแกรมซอฟต์แวร์ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อโดยผ่าน PCMCIA

จากรูปที่ 3.1 เราจะเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับชุดทดลองโดยผ่านทาง DAQCard-1200 (PCMCIA) ได้ดังนี้

ดิจิตอลอินพุต พอร์ต 0 ที่ขา 14-21 รับค่าสัญญาณการตรวจวัดระดับน้ำ 8 บิต

ดิจิตอลเอาต์พุต พอร์ต 1 ที่ขา 22-26 การสั่งงานไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ขาที่ 22 ปั๊มน้ำ

ขาที่ 23 หม้อน้ำระบายความร้อน

ขาที่ 24 โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1

ขาที่ 25 โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2

ขาที่ 26 ฮีทเตอร์

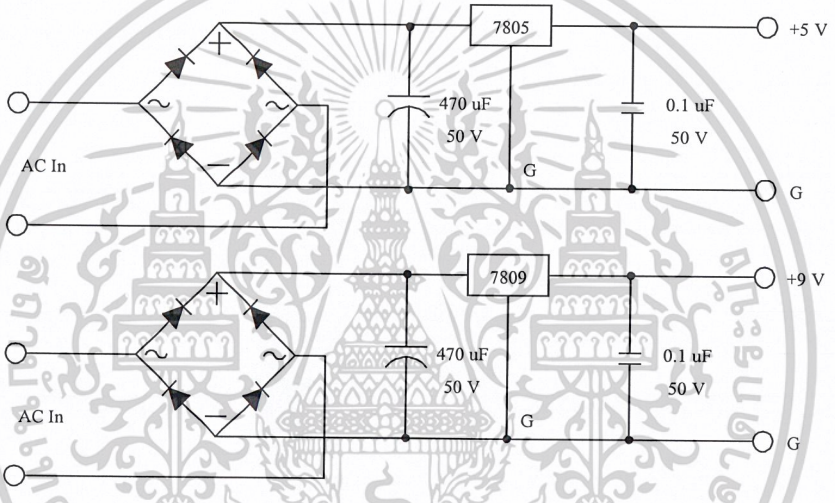
แอนนาล็อกอินพุต พอร์ต 0 ที่ขา 1 รับค่าสัญญาณการตรวจวัดอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ทแวร์

3.2.1 วงจรแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

ในชุดทดลองมีแหล่งกำเนิดแรงดันอยู่ 4 ชุด มีขนาดแรงดัน 5-9 โวลต์ (Volts)โดยส่วนของแรงดัน 5 โวลต์จะจ่ายให้วงจรรวมทั้งหมดและจะป้อนให้กับอุปกรณ์ภายนอกดังรูปที่ 3.1หลักการทำงานของวงจรแหล่งกำเนิดแรงดัน (Voltage) จะรับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ผ่านหม้อแปลงขนาด 3 แอมแปร์มี 2 ชุดผ่านวงจรเร็กติไฟเออร์ โดยชุดที่หนึ่งผ่านไอซีเบอร์ 7805 เอาต์พุตที่ได้มีค่า 5 โวลต์ชุดที่สองผ่านไอซีเบอร์ 7809 เอาต์พุตที่ได้มีค่า 9 โวลต์

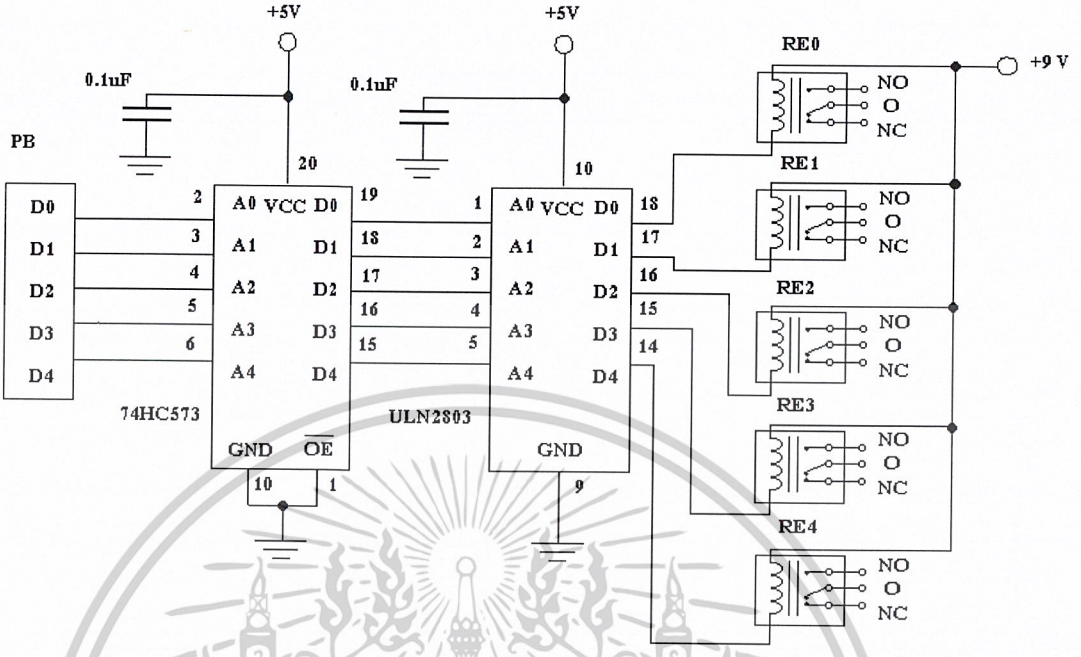


รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งกำเนิดแรงดัน

3.3.2 วงจรขับรีเลย์

วงจรขับรีเลย์ เป็นวงจรที่ใช้ขับรีเลย์จำนวน 5 ช่องการทำงานมีการจ่ายแรงดันไฟตรงให้กับรีเลย์5 โวลต์เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับรีเลย์ ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



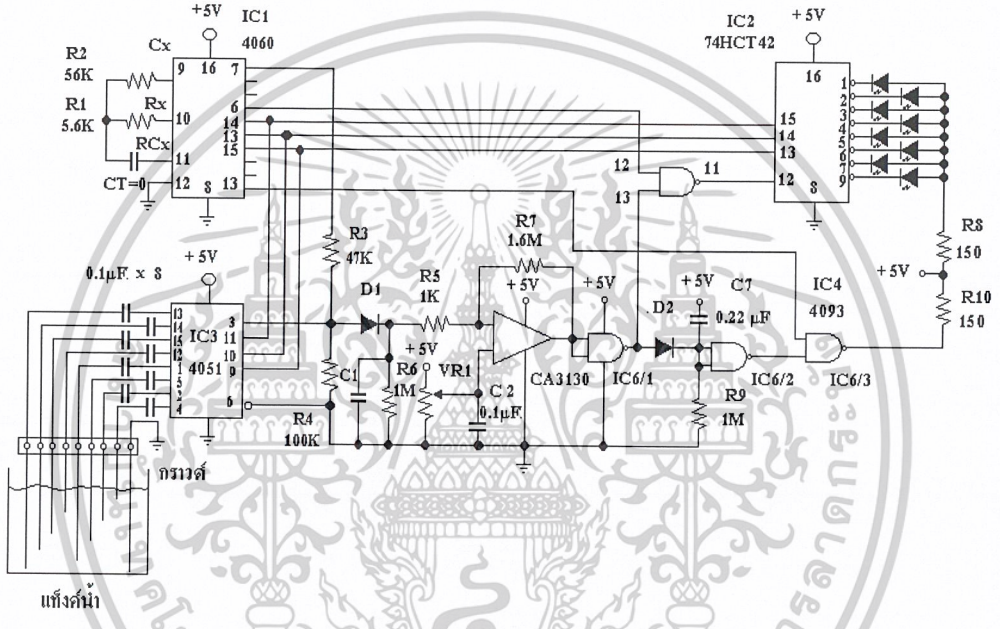
รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรขับรีเลย์

3.2.3 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ

ตัวแสดงผล LED1 ถึง LED8 จะเป็นตัวบอกระดับน้ำตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 8 โดยที่ LED ทั้ง 8 ดวงนั้นจะส่งสัญญาณให้กับพอร์ตเอเป็นไบนารี และจะดับลงเมื่อน้ำเต็มถึงระดับที่ 8 การติดของ LED ทั้ง 8 ตัวนั้นจะกำหนดลักษณะการทำงานที่แอกทีฟโลว์ หรือรับเอาต์พุตที่ออกมาจากขา 1 ถึงขา 8 ของไอซี 3 และขา 10 ของไอซี 6/3 โดยต้องมีแรงดันเป็นลอจิก 0 จึงจะทำให้ LED ติดสว่างโดยที่ เคาน์เตอร์ออสซิสเลเตอร์ ไอซี 4 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจร ซึ่งกำหนดค่าโดยตังต้านทาน R1 กับ R2 และตัวเก็บประจุ C20 พัลส์ความถี่ส่วนหนึ่งออกขา 7 กำหนดให้เป็นแรงดันตรวจสอบผ่านตัวต้านทานแบ่งแรงดัน R3 กับ R4 ผ่านมัลติเพล็กเซอร์ไอซี 5 ตัวเก็บประจุ C12 ถึง C19 และคอนเน็กเตอร์ K1 ผ่านตัวตรวจจับ 1ถึง 8ผ่านน้ำถ้าหากตัวตรวจจับตัวใดตัวหนึ่งสัมผัสกับน้ำจะทำให้แรงดันตรวจสอบที่จุดแบ่งแรงดันตกลงจนถึงค่าใดค่าหนึ่งและแรงดันตรวจสอบนี้จะถูกตัดออกไปโดยไดโอด D1 ตัวต้านทาน R5 และตัวเก็บประจุ C1 ให้เหลือเพียงแรงดันค่าใดค่าหนึ่งออกไปเข้าที่ขานอนอินเวอร์ติ้งที่ขา 3 ของไอซี 2 เพื่อเปรียบเทียบแรงดันกับขาอินเวอร์ติ้งหรือขา 2 ซึ่งมีตัวต้านทานปรับค่าได้โดยกำหนดแรงดันคงที่ให้กับขา 2 โดยสัญญาณแรงดันเอาต์พุตที่ขา 6 ของไอซี 2 จะผ่านเนนด์เกตไอซี 6/1 เอาพ์พุตที่ออกจากขา 3 ของไอซี 6/1 ส่วนหนึ่งนั้นจะผ่านแนนด์เกตไอซี 6/2 และไอซี 6/3 ไปขับ LED9 อีกส่วนหนึ่งจะผ่านแนนด์เกตไอซี 6/4 เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินพุตที่ขา 12 จะกระตุ้นการทำงานให้กับไอซี 3 ร่วมกับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากขา 14 และ 13 และ 15ของไอซี 4 ซึ่งเป็นรหัส BCD เพื่อให้ไอซี 3 ถอดรหัส BCD ออกไปขับ LED1 ถึง LED8 ต่อไปการรับรู้ว่าตัวตรวจจับ 1 ถึง 8 ตัวใดตัวหนึ่งมาสัมผัสกับระดับน้ำโดยจะแสดงผลให้ตรงกับ LED1 ถึง LED8 ได้ถูกต้องโดยจะมีมัลติเพล็กเซอร์ไอซี 5 คอยอ่านพัลส์สัญญาณที่ออกมาจากเอาต์พุต ส่วน LED ตัวอื่นๆ ก็เหมือนกันจะติดสว่างตรงกับตัวตรวจจับนั้นๆ สัมผัสน้ำเมื่อ LED1 ถึง LED8 ทุกตัวติดสว่าง

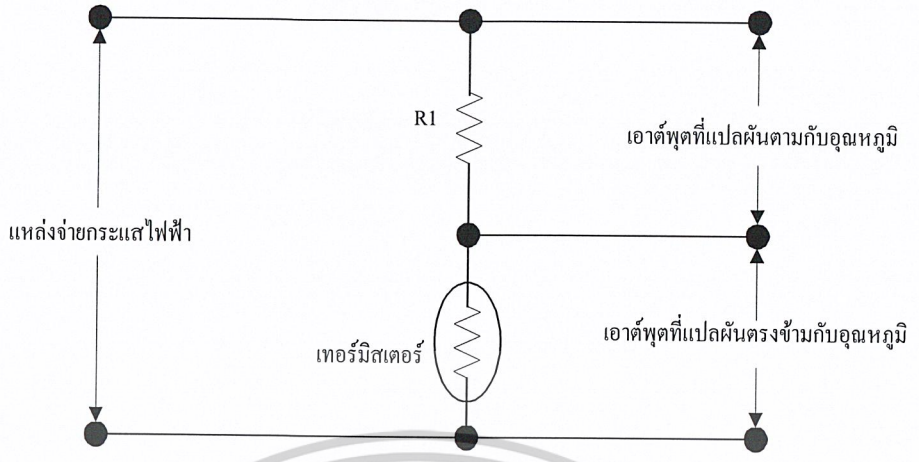


รูปที่ 3.4 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ

3.2.4 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ

เนื่องจากสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์นั้นมีค่าที่สูง ดังนั้นวงจรบริดจ์แบบอาร์ทีดีทำให้สามารถอ่านค่าได้ละเอียดมากในช่วงาของอุณหภูมิแคบๆ ที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแม้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นวงจรการวัดโดยทั่วไปแล้วจึงเป็นแบบวงจรแบ่งแรงดันเท่านั้นดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การต่อใช้งานเทอร์มิสเตอร์

เนื่องจากเทอร์มิสเตอร์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานมาก ดังนั้น จึงทำการจัดรูปวงจรไว้ในรูปของขนานเพื่อเป็นการลดการเปลี่ยนแปลง และสายที่ใช้ในการต่อจากเทอร์มิสเตอร์มายังวงจรวัดจะต้องไม่มีส่วนที่จะสร้างความผิดพลาดในการวัด จากการทดลองใช้สายทองแดงในการวัดอุณหภูมิ จะเกิดค่าความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือเพียง 0.005 องศาเซลเซียสเท่านั้น เมื่อเทียบกับอุณหภูมิบรรยากาศที่ 25 องศาเซลเซียส หลักการพื้นฐานของเทอร์มิสเตอร์ นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยหลักในการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเหมือนอาร์ทีดี แต่เทอร์มิสเตอร์จะใช้คาร์บอน และสารกึ่งตัวนำ เช่นพวกออกไซด์ของโลหะ และนิกเกิล โคบอลต์ แมงกาสิส เหล็ก ทองแดง เจอร์เมเนียม แมกนีเซียม และไทเทเนียม โดยปกติทำจากออกไซด์ของแมงกานิสกับทองแดง และออกไซด์ของนิกเกิลกับทองแดง ทำให้สัมประสิทธิ์ค่าของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสูงขึ้น เช่นเทอร์มิสเตอร์บางตัวอาจเปลี่ยนค่าความต้านทานเป็น 156 โอห์ม เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปเพียง 1 องศาเซลเซียส แต่การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์นั้นจะกลับกันกับ อาร์ทีดีคือ จะลดค่าความต้านทานลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งเป็นคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ และการที่เทอร์มิสเตอร์นั้นมีสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสูงขึ้นจะทำให้ช่วงในการวัดอุณหภูมิแคบลง โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการวัดอุณหภูมิที่อยู่ใจช่วงที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่ก็มีบางชนิดที่สามารถวัดได้ถึง 450 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในย่านของอุณหภูมิที่ต่ำ เทอร์มิสเตอร์นั้นจะสามารถทำงานได้ดี เช่น ในย่านการวัดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 เควิน และข้อสำคัญคือเทอร์มิสเตอร์มีความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ต้องมีการเลือกใช้งานในบางช่วงที่เป็นเชิงเส้นเท่านั้น จึงทำให้ค่าของการวัดไม่เป็นมาตรฐานเหมือนกับ อาร์ทีดี หรือเทอร์โมคัปเปิล และจะต้องใช้คู่มือที่ทางบริษัท

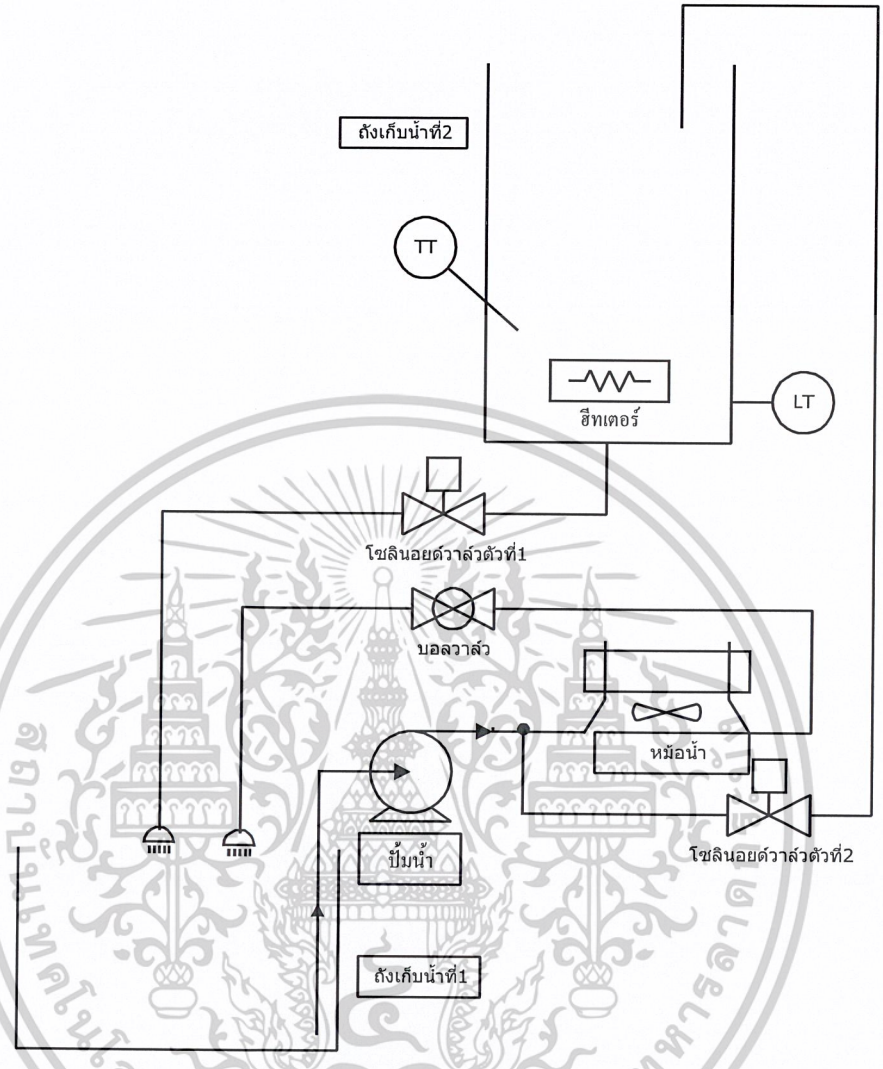
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มือที่ทางบริษัทให้มากับเทอร์มิสเตอร์ตัวนั้นๆ และจะต้องทำการสอบเทียบค่าเป็นวงจรอิเล็คทรอนิคส์ต่างๆ เพื่อทำให้การวัดจะได้ถูกต้องตลอด แม้ว่าอุณหภูมิบรรยากาศจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม ในวงจร Reference สำหรับเทอร์โมคัปเปิลแบบอิเล็คทรอนิคส์ก็จะใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวชดเชยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

3.2.5 รูปแบบโครงสร้างของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

รูปที่ 3.6 แบบโครงสร้างชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

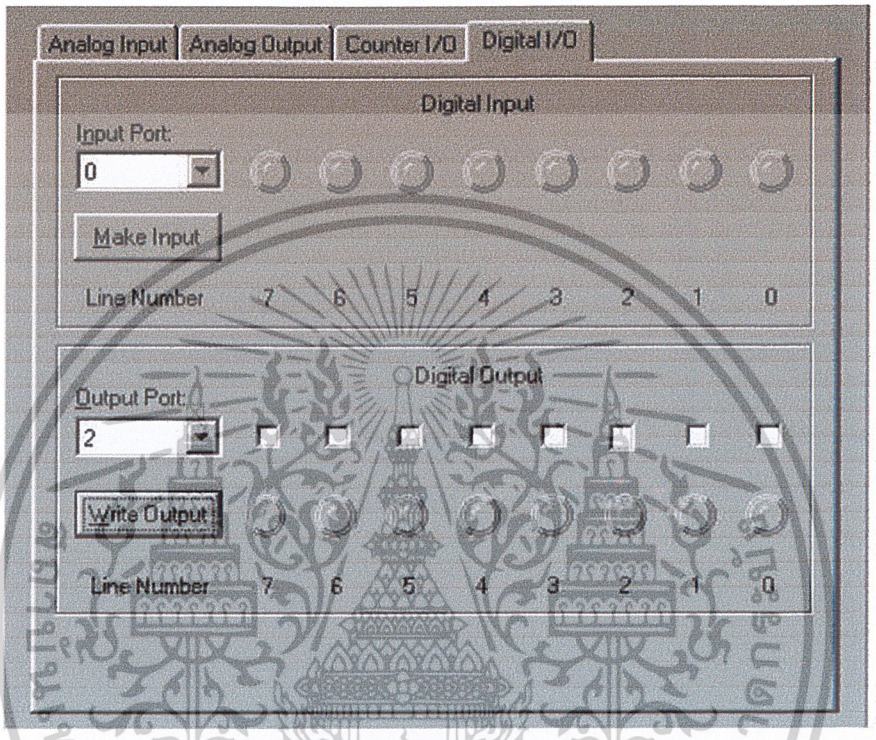


รูปที่ 3.7 การทำงานของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

จากรูปที่ 3.7 การทำงานจะเริ่มจากปั๊มน้ำจะทำการดูดน้ำไหลผ่านไปยังโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 และไหลผ่านไปยังหม้อน้ำและน้ำจะเริ่มไหลไปยังถังเก็บน้ำที่ 2 จะได้ระดับที่ต้องการหรือกำหนดไว้และจากนั้นฮีทเตอร์ก็จะเริ่มทำงานจะอุณหภูมิถึงค่าที่กำหนดไว้และโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 ก็จะเปิดน้ำให้ไหลออกเข้าสู่ถังเก็บน้ำที่ 1 และในกรณีที่น้ำในถังเก็บน้ำที่ 1 มีอุณหภมิสูงกว่าค่าที่ต้องการหรือค่าที่ตั้งไว้จะต้องทำการเปิดบอลวาล์ว โดยที่ไม่ให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่สองทำงานน้ำก็จะไหลผ่านไปยังหม้อน้ำเพื่อระบายความร้อนและจะไหลเข้าสู่ถังเก็บน้ำที่หนึ่งอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเราสามารถที่จะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ โดยที่เราให้ดิจิตอลเอาต์พุตแชนเนิลที่ 2 รับค่าสัญญาณการตรวจวัดระดับน้ำ 8 ระดับ 8 บิต ระดับที่ 1 บิตที่ 0จนถึง ระดับที่ 8 บิตที่ 7 และดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตแชนเนิลที่ 0 เป็นการสั่งงานไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ เราจะใช้เพียงแค่ 5 บิตเท่านั้น คือ บิตที่ 0 ปั๊มน้ำ, บิตที่ 1 โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1, บิตที่ 2 โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2, บิตที่ 3 หม้อน้ำระบายความร้อน, บิตที่ 4 ฮีทเตอร์ ดังรูปที่ 3.8



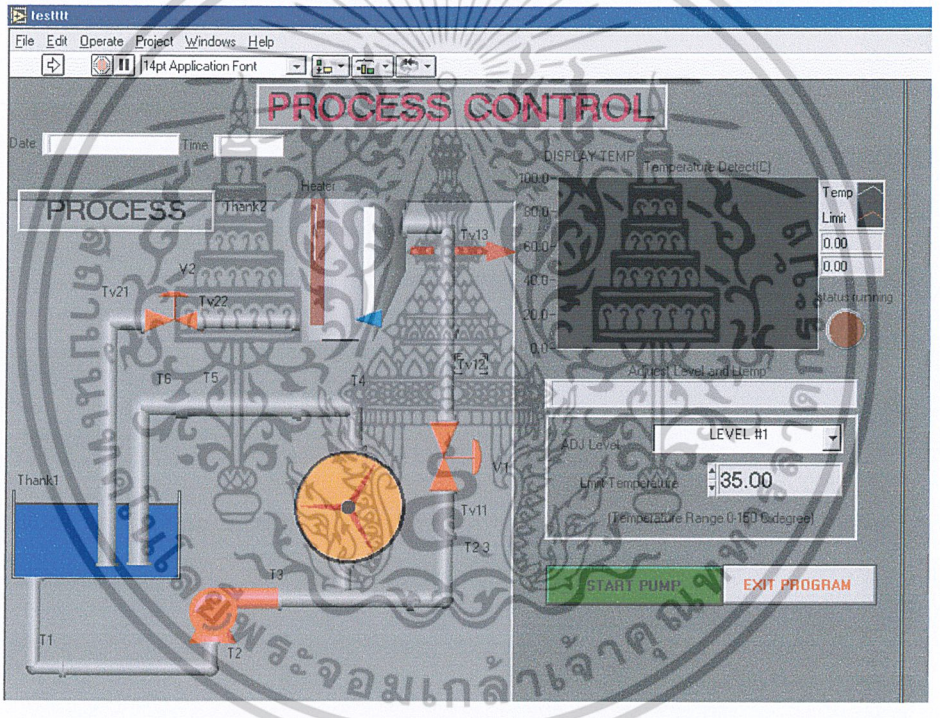
รูปที่ 3.8 การแสดงดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต

3.3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของโปรแกรมซอฟต์แวร์

การทำงานของ โปรแกรมจะทำการตั้งค่าระดับ และค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการแล้วก็จะให้ทำการสั่งปั๊มทำงานจากนั้นปั๊มก็จะทำงานโดยที่จะทำงานไปเรื่อยๆ โดยที่โปรแกรมจะปรับการทำงานโดยใช้การจับเวลาเป็นเวลา 10 วินาทีก่อนที่จะให้วาล์วตัวที่หนึ่งทำงานแล้วจะทำการนำน้ำเข้าไปในถังเก็บน้ำและโปรแกรมก็จะรับค่าระดับจากตัวตรวจจับระดับที่ติดตั้งไว้ โดยใช้การวัดเป็น 8 ระดับเป็นแบบไบนารี่โดยโปรแกรมจะรับข้อมูลระบบไบนารีแล้วใช้โปรแกรมทำการนับเป็นการสั่งมาจากวงจรมาเป็น 8 ค่าคือ 0,1,3,7,15,31,63,127,255 ดังรูปที่ 3.8 โดยรับเข้าทางพอร์ตเอ ของดิจิตอลอินพุต (Digital Input) และเมื่อน้ำถึงระดับที่ต้องการแล้ววาล์วตัวที่หนึ่งก็จะหยุดนำน้ำเข้าถังเก็บน้ำแล้วโปรแกรมก็จะสั่งให้ตัวทำความร้อนทำงานโดยจะมีเทอร์มิสเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิเมื่อถึงอุณหภูมิที่ต้องการโดยที่อุณหภูมิที่รับมาได้จะรับค่าอินพุตโดยที่กำหนดจะแสดงเป็นค่าที่

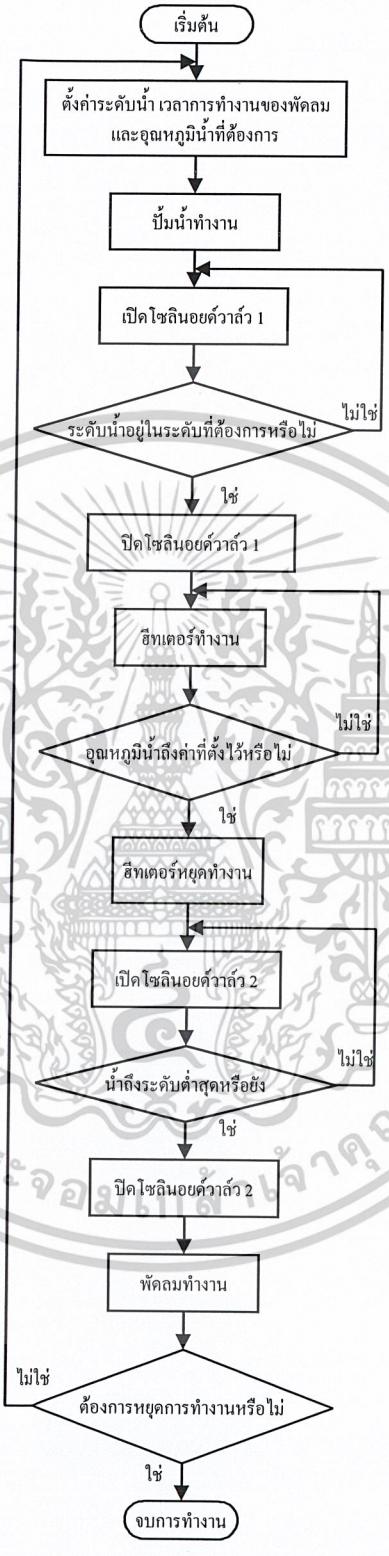
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการบนกราฟโดยทางโปรแกรมจะรับค่า อุณหภูมิมาแสดงด้วยเช่นกันแต่เมื่อถึงตามอุณหภูมิที่ตั้ง โดยที่ค่าของเทอร์มิสเตอร์รับเข้ามาทาง พอร์ตแอนะลอก (Analog Port) อินพุตโปรแกรมจะสั่งให้ตัวทำความร้อนหยุดการทำงานเมื่อตัวทำความร้อนหยุดทำงานแล้วโปรแกรมก็จะสั่งให้วาล์ว 1 ทำงานเพื่อปล่อยน้ำออกเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 เมื่อน้ำที่ปล่อยมาเป็นน้ำที่ร้อนเพื่อให้ การระบายความร้อนได้ดีขึ้นก็จะให้พัดลมทำงานเพื่อระบายความร้อนแล้วโปรแกรมเมื่อทำงานครบรอบของการทำงานก็จะหยุดทำงานโดยที่การสั่งให้เอาท์พุตของโปรแกรมโดยการควบคุมปั๊ม, วาล์ว1 , วาล์ว2 , ตัวทำความร้อน และพัดลมโดยการใช้การควบคุมออกทางดิจิตอลพอร์ต (Digital Port) โดยใช้ตั้งแต่บิต 0, 1, 2, 3 ซึ่งเราจะดังโปรแกรมดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โปรแกรม LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ผังงานควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองและการตรวจสอบการทำงานของระบบเราจึงได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งการทดลองส่วนของโปรแกรมของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำโดยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งในส่วนของโปรแกรมเราก็ได้แบ่งออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการรับอินพุตจากเซนเซอร์ตรวจวัดระดับแท่งอิเล็กโทรด

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการรับอินพุตจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิเทอร์มิสเตอร์

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการสั่งงานปั๊มน้ำ

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของการสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่1 และตัวที่ 2

ส่วนที่ 5 เป็นส่วนของการสั่งงานฮีทเตอร์

ส่วนที่ 6 เป็นส่วนของการสั่งงานพัดลมระบายความร้อน

ส่วนที่สองเป็นส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เราแบ่งการทดลองออกเป็น 1 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของชุดทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำโดยไมโครคอมพิวเตอร์

4.2 การทดลองชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้านซอฟแวร์

4.2.1 การทดลองรับอินพุตจากตัวตรวจวัดระดับโดยแท่งอิเล็กโทรด

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) ทำการเปิดโปรแกรมดังรูปที่ 4.1

1.2) เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับตัวตรวจวัดระดับแท่งอิเล็กโทด

1.3) ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบ

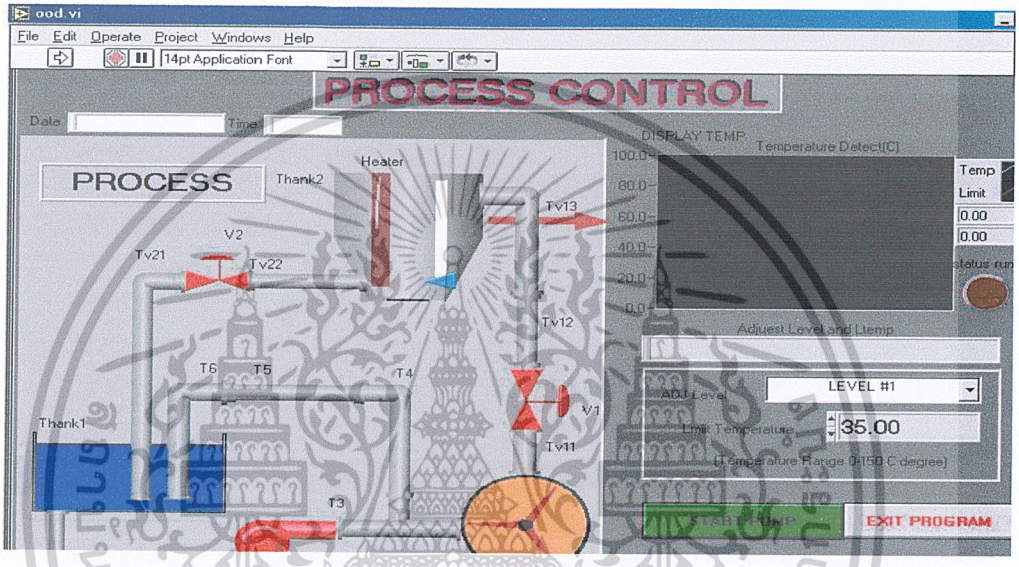
1.4) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับในถังกระบวนการจริงกับถังกระบวนการทดลองในจอเครื่องคอมพิวเตอร์

1.5) บันทึกผลการทดลองที่เกิดขึ้น

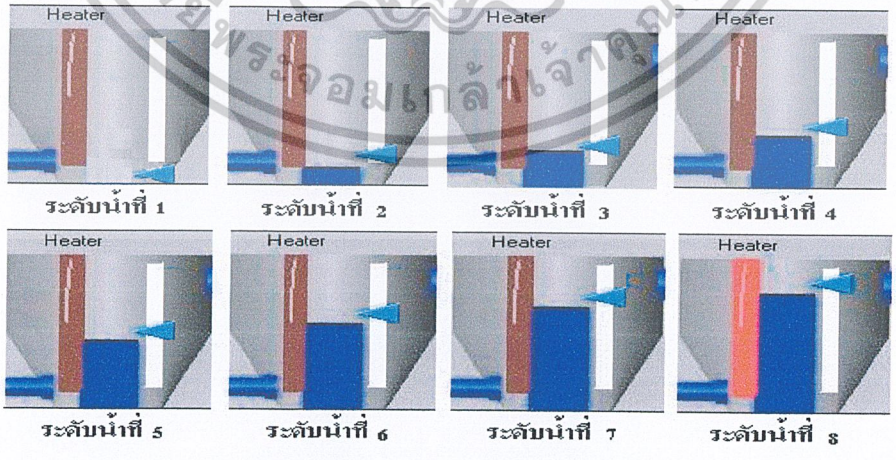
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าระดับที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด 8 ระดับตามระดับน้ำที่ขึ้นลง โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดระดับแท่งอิเล็กโทดที่ใช้วิธีตรวจวัดทั้งหมด 8 จุดนั้น แสดงผลในจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ นั้นจะตรงกันกับระดับที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ดังรูปที่ 4.1และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การทดลองตรวจวัดระดับน้ำ



รูปที่ 4.2 ระดับน้ำที่แสดงในจอของเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองการรับอินพุตจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิ จากเทอร์มิสเตอร์

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) ทำการเปิดโปรแกรมดังรูปที่ 4.1

1.2) ทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ เทอร์มิสเตอร์

1.3) ปรับค่าอุณหภูมิไปที่ 35 องศาเซลล์เซียส

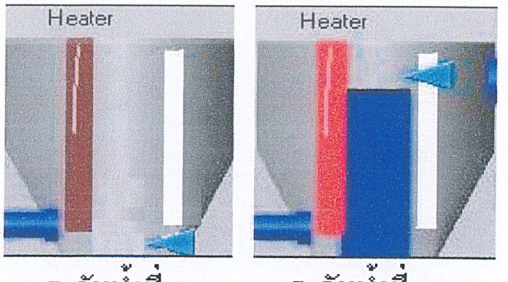
1.4) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกราฟว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.5) บันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อเราเพิ่มอุณหภูมิ กราฟในจอเครื่องคอมพิวเตอร์จะเพิ่มขึ้นและเมื่อเราลดอุณหภูมิกราฟในจอเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะลดลงดังรูปที่ 4.3 ซึ่งการที่ฮีทเตอร์จะทำงานให้อุณหภูมิถึงระดับที่ต้องการต้องขึ้นอยู่กับระดับของน้ำในถังกระบวนการด้วยดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลล์เซียส



รูปที่ 4.4 เมื่อระดับน้ำเปลี่ยนแปลงจากระดับที่ 1 เป็นระดับน้ำที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองการสั่งงานปั๊มน้ำ

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) ทำการเปิดโปรแกรม LabVIEW

1.2) ทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การสั่งงานปั๊มน้ำ

1.3) ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบ

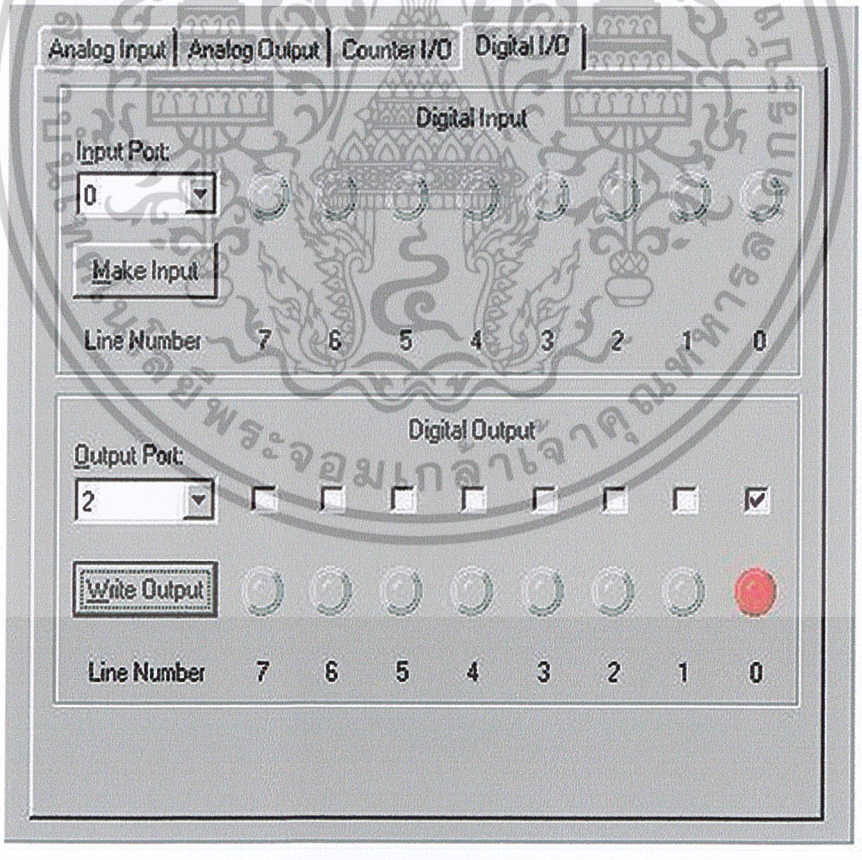
1.4) กดปุ่มสตาร์ทปั๊มน้ำจากโปรแกรม

1.5) สังเกตการทำงานของปั๊มน้ำ

1.6) บันทึกผลการทดลองที่เกิดขึ้น

2) ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อเราสั่งการทำงานของปั๊มน้ำให้ทำงานในบิตที่ 0 ของเอาต์พุตของพอร์ทที่ 2 จะเห็นได้ว่าปั๊มน้ำนั้นสามารถทำงานได้



รูปที่ 4.5 การสั่งงานปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลองสั่งงานโซลินอด์ยวาล์ว (Solinoilvalve) ตัวที่1และตัวที่ 2

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) เปิดโปรแกรม LabVIEW

1.2) ทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์สั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่1 และตัวที่ 2

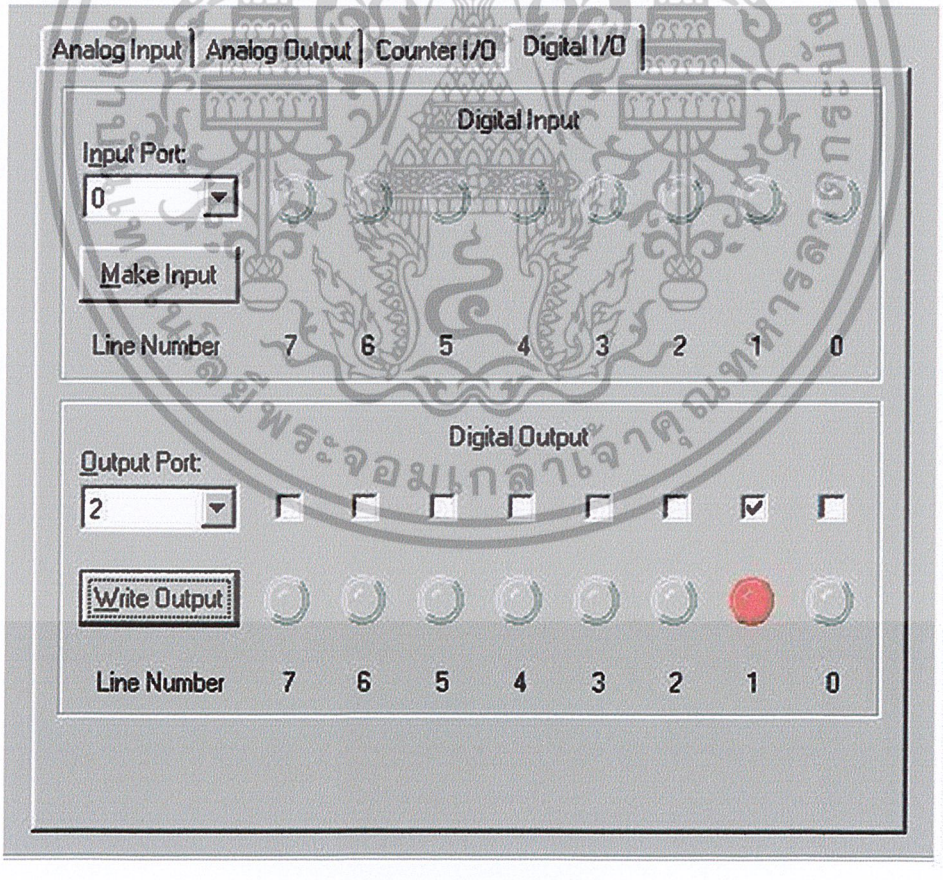
1.3) ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบ

1.4) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของโซลินอด์ยวาล์วตัวที่1และตัวที่ 2

1.5) บันทึกผลการทดลอง

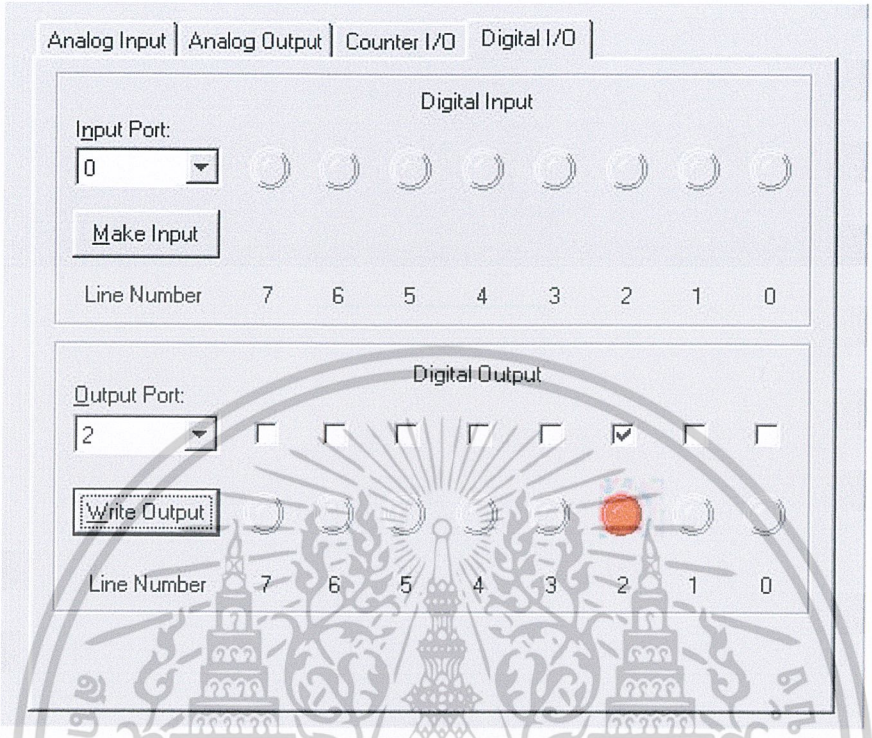
2) ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการสั่งงานให้โซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 1และตัวที่ 2 โดยให้บิตที่ 1และบิตที่ 2 ของดิจิตอล เอาต์พุต/อินพุตพอร์ทที่ 2 เป็นตัวควบคุมการการทำงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่1และตัวที่ 2 ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 การสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การสั่งงานโซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 2

4.2.5 การทดลองการสั่งงานของฮีทเตอร์ (Heater)

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) เปิดโปรแกรมดังรูปที่ 4.1

1.2) ทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การสั่งงานของฮีทเตอร์

1.3) ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบ

1.4) ทำการสั่งให้ฮีทเตอร์ทำงาน

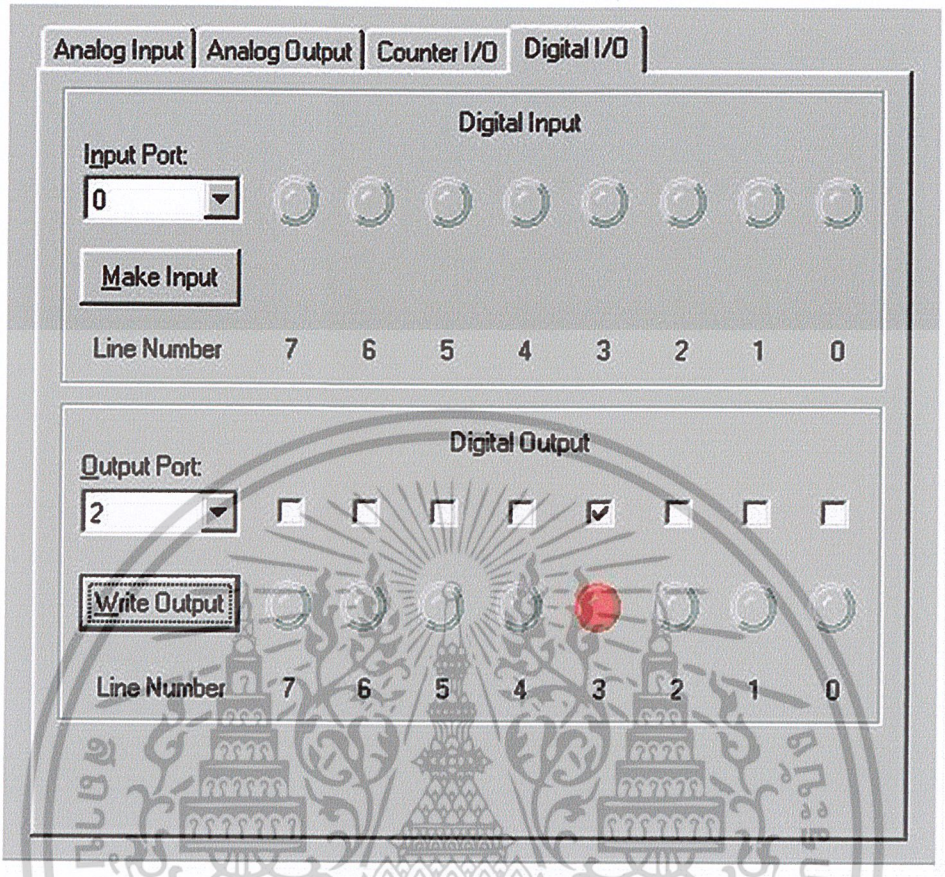
1.5) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของพัดลมระบายความร้อน

1.6) บันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อเราทำการสั่งงานให้ฮีทเตอร์ทำงาน โดยผ่านทางบิตที่ 3 ของดิจิตอล เอาต์พุต/อินพุต พอร์ทที่ 2 จะเห็นว่าโปรแกรมที่เราใช้งานนั้นสามารถสั่งงานได้ดีดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การสั่งงานเครื่องทำความร้อนฮีทเตอร์

4.2.6 การทดลองการสั่งงานพัดลมระบายความร้อน

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของพัดลมว่ามีการทำงานหรือไม่ และมีลอยรั่วซึมหรือไม่

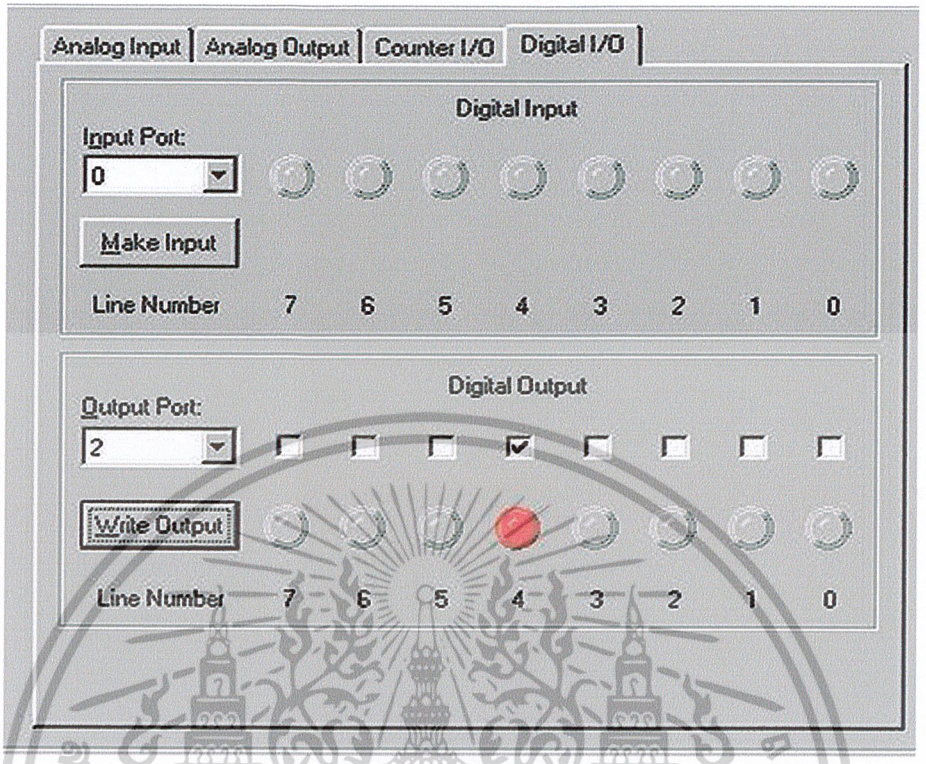
1.2) สังเกตการตอบสนองในการสั่งงานปกติหรือไม่

1.3) บันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองเห็นได้ว่าเราสั่งให้บิตที่ 4 ของดิจิตอล เอาต์พุต/อินพุต พอร์ทที่ 2 พัดลมระบายความร้อนก็จะทำงาน โดยที่เราสั่งงานจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การสั่งงานพัดลมระบายความร้อน

4.3 การทดลองชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้านฮาร์ดแวร์

1) ขั้นตอนการทดลอง

1.1) เชื่อมต่อชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์

1.2) จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ให้ชุดทดลอง

1.3) ทำการสั่งการทำงานโดยโปรมแกรม ให้ชุดทดลองทำงานโดยอัตโนมัติ

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการสั่งการทำงานโดยโปรแกรม จะเห็นได้ว่าปั๊มน้ำจะทำงานตลอด และเมื่อโซลินอด์ยตัวที่ 1 เปิดน้ำจะไหลเข้าแท็งค์กระบวนการจนระดับน้ำถึงระดับที่เราต้องการ ฮีทเตอร์จึงจะทำงานจนอุณหภูมิถึงระดับที่เราต้องการ โซลินอด์ยวาล์วตัวที่ 2 จะเปิดน้ำให้ไหลออกจากแท้งค์กระบวนการ เข้าสู่แท็งค์เก็บ หลังจากนั้นน้ำในแท็งค์เก็บที่อุณหภูมิที่สูงจะถูกระบายความร้อนด้วยพัดลมระบายความร้อนและไหลเข้าสู่แท็งค์เก็บเหมือนเดิม เพื่อให้น้ำในแท็งค์เก็บมีอุณหภูมิมีต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ในการศึกษาวิธีการออกแบบ และสร้างชุดทดลองนั้นรวมไปจนถึงระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำโดยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างชุดทดลองระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่มีประสิทธิภาพรวมถึงให้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาระบบควบคุมอีกด้วย

จากการศึกษาและการลงมือสร้างทำให้ทราบถึงรายละเอียดรวมไปจนถึงคุณสมบัติและหลักการทำงานของอุปกรณ์ทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ชนิดต่างๆ เช่นเทอร์มิสเตอร์, อุลตร้าโซนิค และอิเล็คโทรดรวมไปถึงวงจรที่ใช้ในการสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว, ปั๊มน้ำรวมไปจนถึงพัดลม และฮีทเตอร์ รวมไปจนถึงยังได้เรียนรู้หลักการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลและจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก และวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการทำโครงงาน และในการนั้นก็จะเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นซึ่งเมื่อเจอปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไขทำให้มีประสบการณ์และทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องทั้งยังได้ความสามัครคีและการทำงานร่วมกันเป็นระบบในการทำงานในครั้งได้เกิดความสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ แต่ติดปัญหาในส่วนของการควบคุมแบบต่อเนื่องโดยที่ขีดความสามารถของโครงงานโดยสามารถรับค่าจากอุปกรณ์การตรวจวัดและสั่งงานด้วยโปรแกรม LabView ได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. **ปัญหา** ในการจัดซื้อโดยที่เนื่องจากโครงสร้างที่ใช้ในการทำงานต้องประกอบไปด้วยมอเตอร์ปั๊มน้ำ , โซลินอยด์วาล์ว, ฮีทเตอร์ และพัดลมระบายความร้อนรวมไปจนถึงอุปกรณ์ในการตรวจวัดต่างๆ ที่มีราคาสูงมากทำให้ต้องจัดหาจัดซื้อตามร้านจำหน่ายอุปกรณ์มือสองซึ่งไม่ได้ขนาดและคุณสมบัติตามที่ต้องการ

แนวทางแก้ไข ทำการจัดซื้อจัดหาตามร้านขายอุปกรณ์มือสองที่มีราคาถูกและสามารถใช้งานได้ และมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหา ที่เกิดจากผลกระทบจากอุณหภูมิเนื่องจากในชุดทดลองต้องมีการกำหนดอุณหภูมิโดยการต้มน้ำในแท็งค์และในแท็งค์น้ำจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดด้วยจึงส่งผลกระทบในด้านความร้อนให้กับอุปกรณ์การวัดบางตัว เช่น อุลตร้าโซนิคซึ่งหัวส่งสัญญาณคลื่นความถี่เสียงจะได้รับความเสียหายเมื่อได้รับความร้อนโดยตรง

แนวทางแก้ไข หลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดเข้ากับจุดที่ได้รับความร้อนโดยตรงหรือทำการหาอุปกรณ์อื่นๆมาป้องกันในส่วนของอุลตร้าโซนิกนั้น ที่ไม่สามารถทำการหลีกเลี่ยงได้จึงจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับระดับโดยการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์วัดระดับแบบอิเล็คโทรดซึ่งอุณหภูมิจะไม่ส่งผลกระทบหรือทำความเสียหายต่ออุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัด

3. ปัญหา ข้อมูลที่ใช้ในการทำส่วนของโปรแกรมนั้นหาได้ยาก เนื่องจากข้อมูลที่ใช้นั้นเป็นความรู้ใหม่มีแหล่งข้อมูลน้อย

แนวทางแก้ไข ศึกษาข้อมูลและค้นคว้าข้อมูลจากระบบอินเตอร์เนต

4. ปัญหา ความก้าวหน้าของโครงงานมีน้อย เนื่องจากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้นรวมทั้งความรู้ความชำนาญในการทำโครงงานมีน้อยตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานมีน้อยจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

แนวทางแก้ไข พยายามศึกษาค้นคว้าข้อมูลให้มากขึ้นรวมทั้งหมั่นปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ในการพัฒนาเครื่องควบคุมอุณภูมิน้ำโดยไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมนั้นสามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้

2. สามารถพัฒนาโครงงานโดยทำการควบคุมการไหลของน้ำในขณะน้ำที่ไหลเข้า และไหลออกได้

3. สามารถพัฒนาโครงงานให้มีความสามารถควบคุมกระบวนการได้อย่างต่อเนื่อง

4. สามารถควบคุมพัฒนาโครงงานให้มีความสามารถโดยการควบคุมระดับน้ำในแท็งค์ได้มากกว่า 8 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์. **หลักการของเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม**. เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

บริษัทศิลาริเสิร์ชจำกัด. **Data Book 2**. กรุงเทพฯ

พยัพ พลแก้ว. **Measurement and Control of Liquid Level**. วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี : แผนกเครื่องมือวัดและควบคุมในงานอุตสาหกรรม

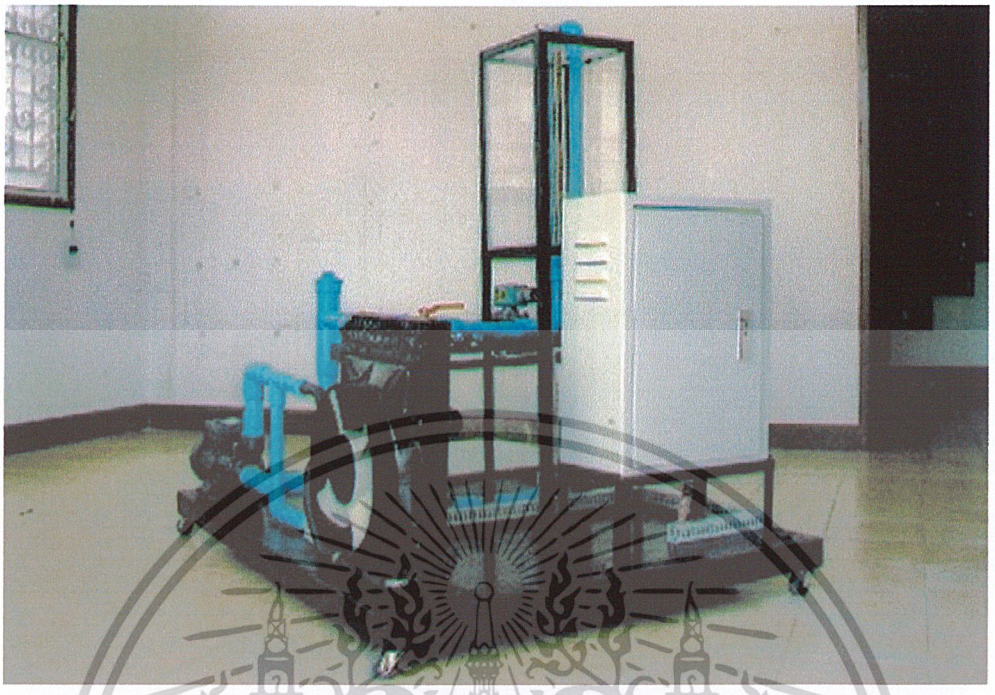
Ejichi Ohno. **Introduction Power Electronic**. Oxford : clarendon Press. 1988

John p Bentley, Third Edition. **Principles Of Measurement Systems**. Third edition

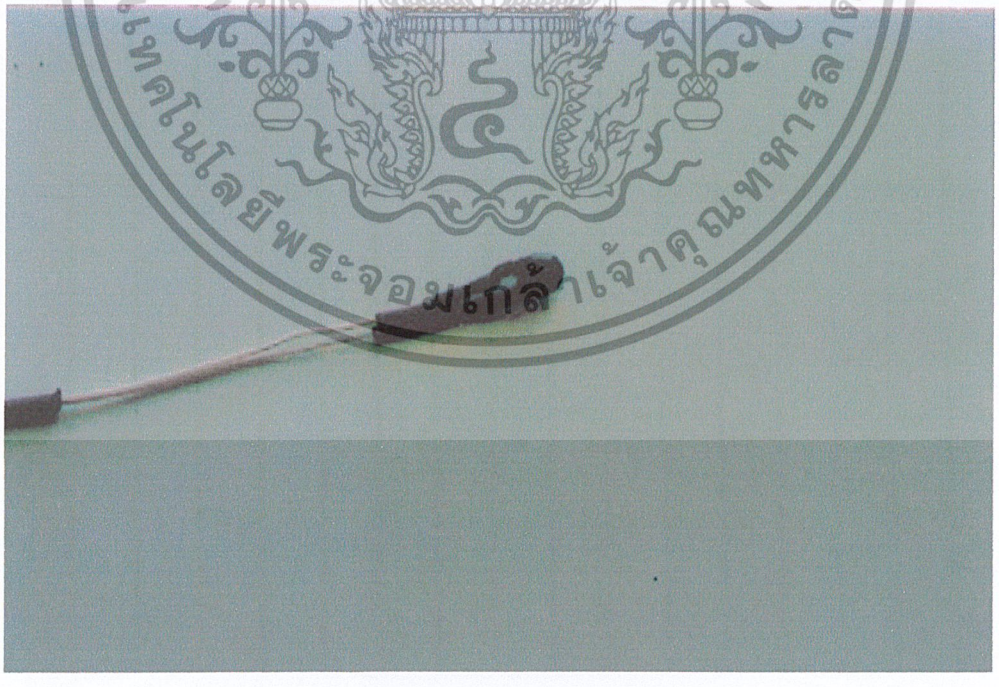
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

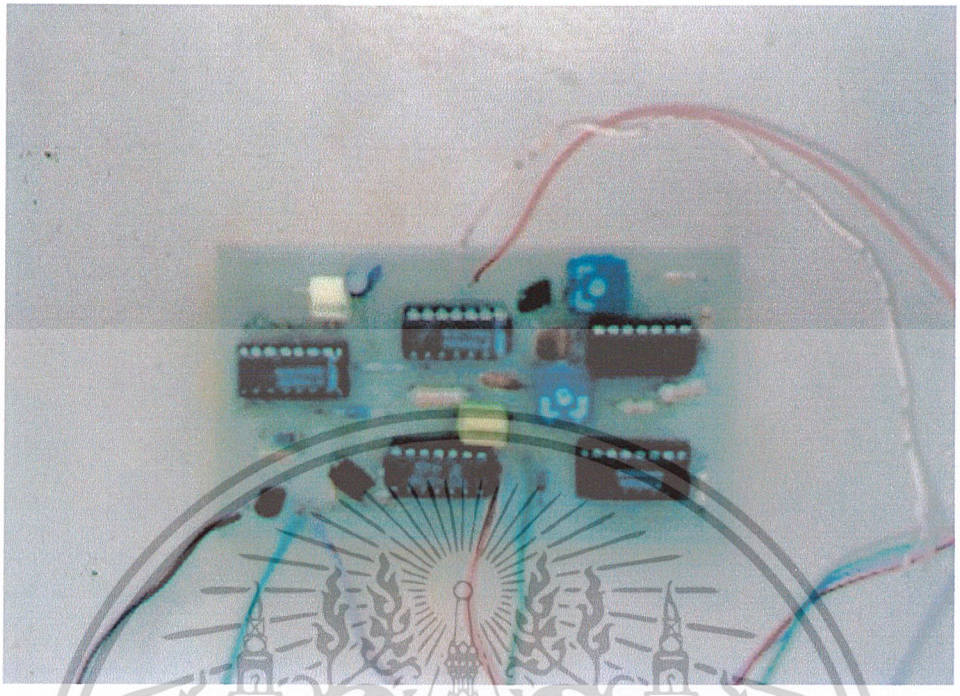


รูปที่ ก.1 ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

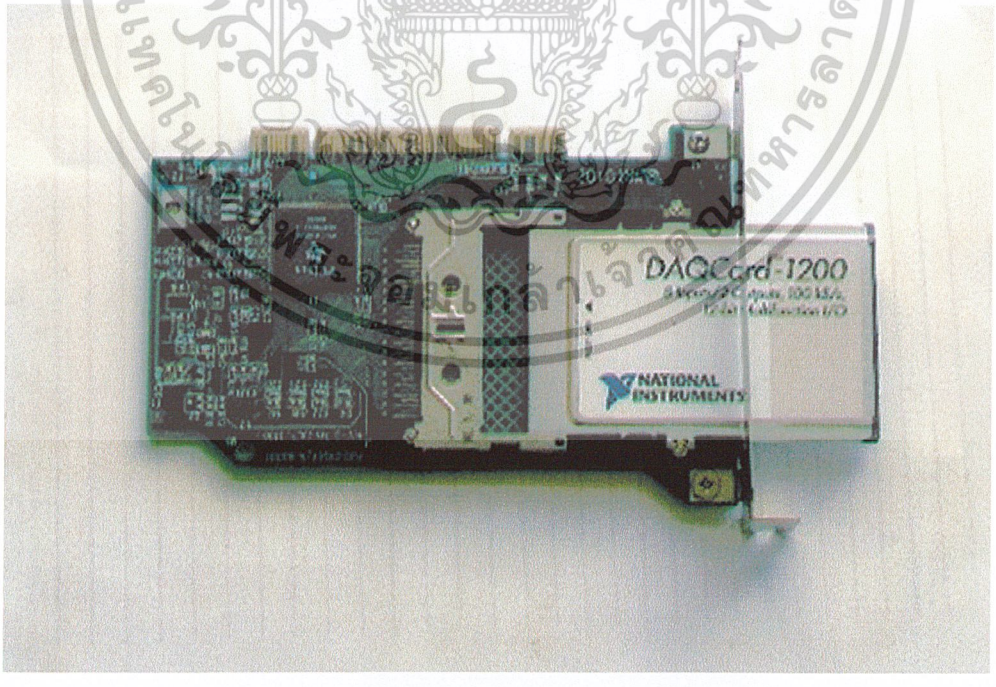


รูปที่ ก.2 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (เทอร์มิสเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบแท่งอิเล็กโทรด



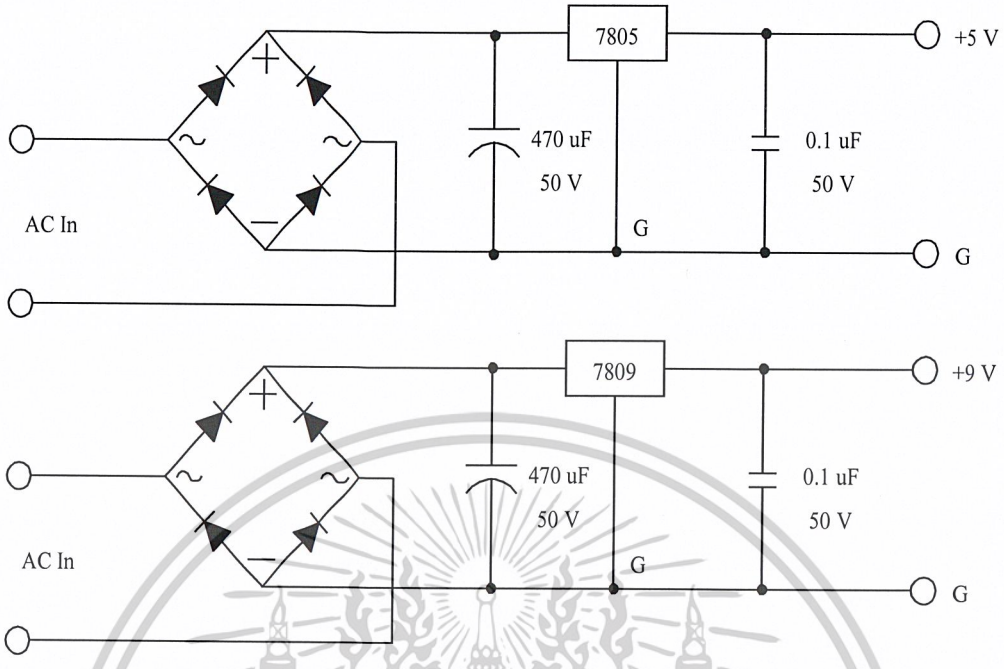
รูปที่ ก.4 การ์ด DAQCard-1200 (PCMCIA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

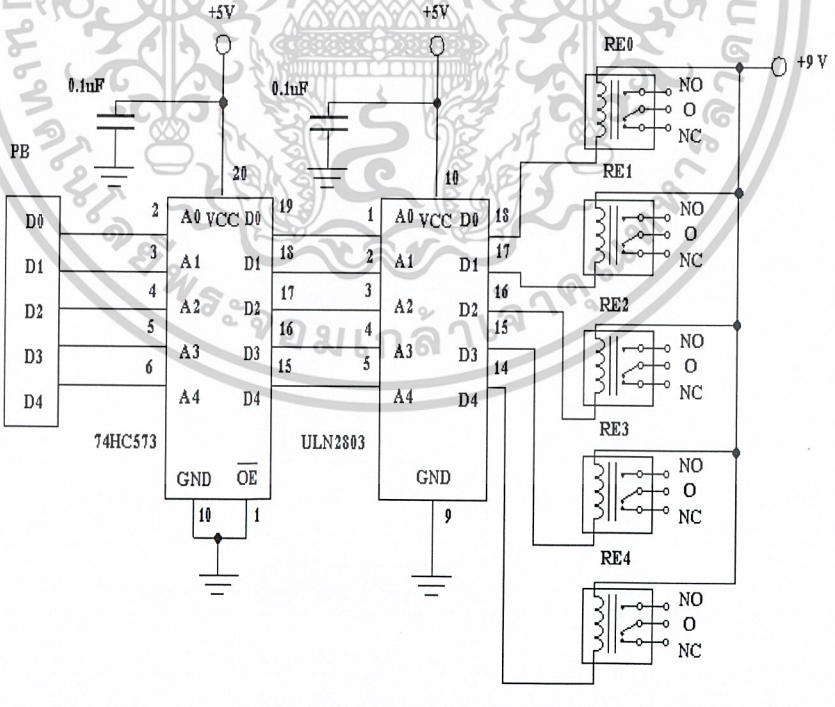
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

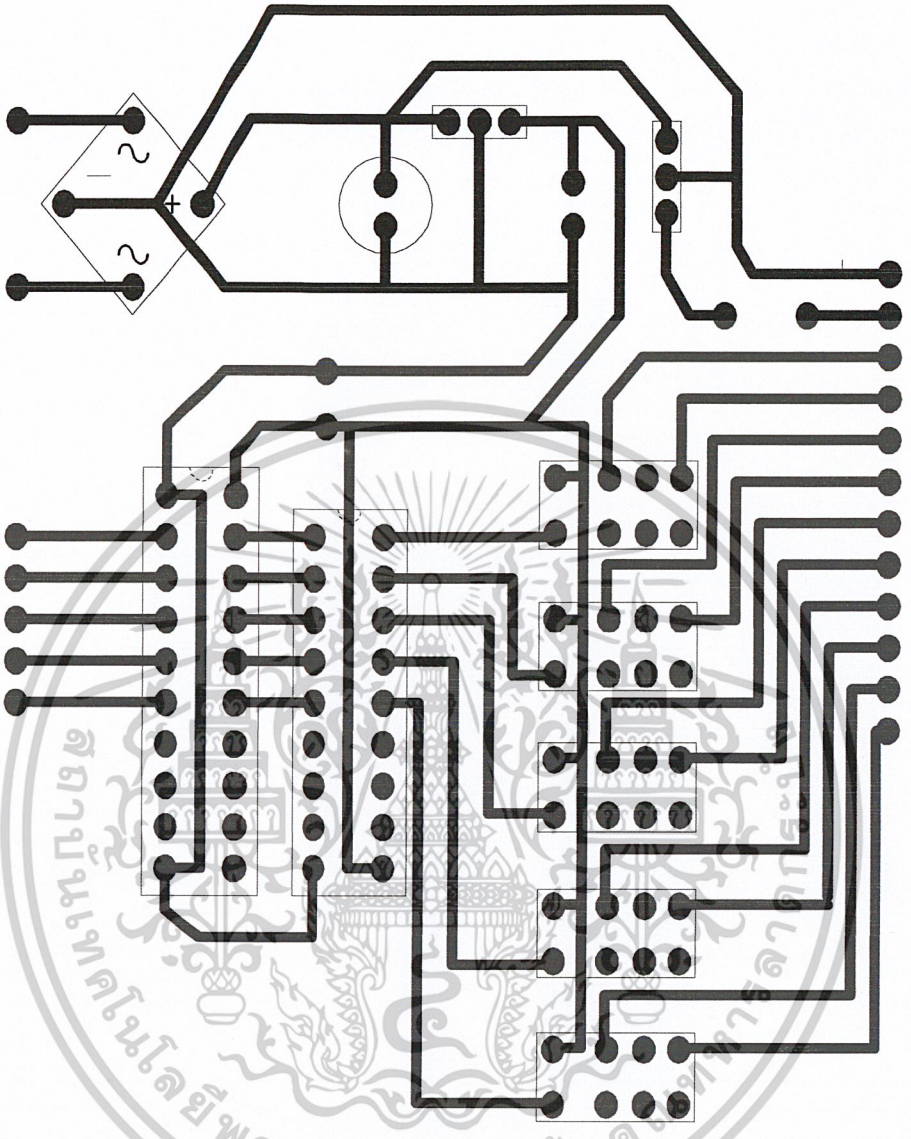


รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ ข.2 วงจรรีเลย์ควบคุมและวงจรเทอร์มิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์รีเลย์ควบคุม,วงจรเทอร์มิสเตอร์ และวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบอิเล็กโทรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	7805	1 ตัว
IC2	3130	1 ตัว
IC3	74HCT42	1 ตัว
IC4	4060	1 ตัว
IC5	4051	1 ตัว
IC6	4093	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1,D2	1N4148	2 ตัว
LED1-LED8	สีเหลือง	8 ตัว
LED9	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.001 µF 50 V เซรามิก	2 ตัว
C2-C6,C8,C9,C12-C19	0.1µF 50 V เซรามิก	20 ตัว
C7	0.22 µF 50 V เซรามิก	1 ตัว
C10	220 µF 16 V	1 ตัว
C11	47 µF 16 V	1 ตัว
C20	100 pF 50 V เซรามิก	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	5.6 kΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R2	56 kΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R3	47 kΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R4	100 kΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R5,R9	1 MΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R6	1 kΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R7	1.8 MΩ 4/1 W 5%	1 ตัว
R8,R10	150 Ω 4/1 W 5%	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
VR1	25 kΩ /22 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	คิพคอนเน็กเตอร์ ตัวผู้ 3 ขา ตัวเมีย 2 รู	1 ตัว
K1	คิพคอนเน็กเตอร์ ตัวผู้ / ตัวเมีย 9 ขา	1 ตัว
J1	Socket 8 pin	1 ตัว
J2	Socket 14 pin	1 ตัว
J3	Socket 16 pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	7805	1 ตัว
IC2	7809	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	4700 μF 50 V	2 ตัว
C3	0.1μF เซรามิค	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
วงจรบริจด์สำเร็จรูป	400 V 15 A	1 ตัว
T1	หม้อแปลง 220 / 12-9-6-0-6-9-12 4 A	1 ตัว
CB1	เซอร์กิตเบรคเกอร์ 220 V 5A	1 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1	10 kΩ	3 ตัว
R2	เทอร์มิสเตอร์ 20 kΩ	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

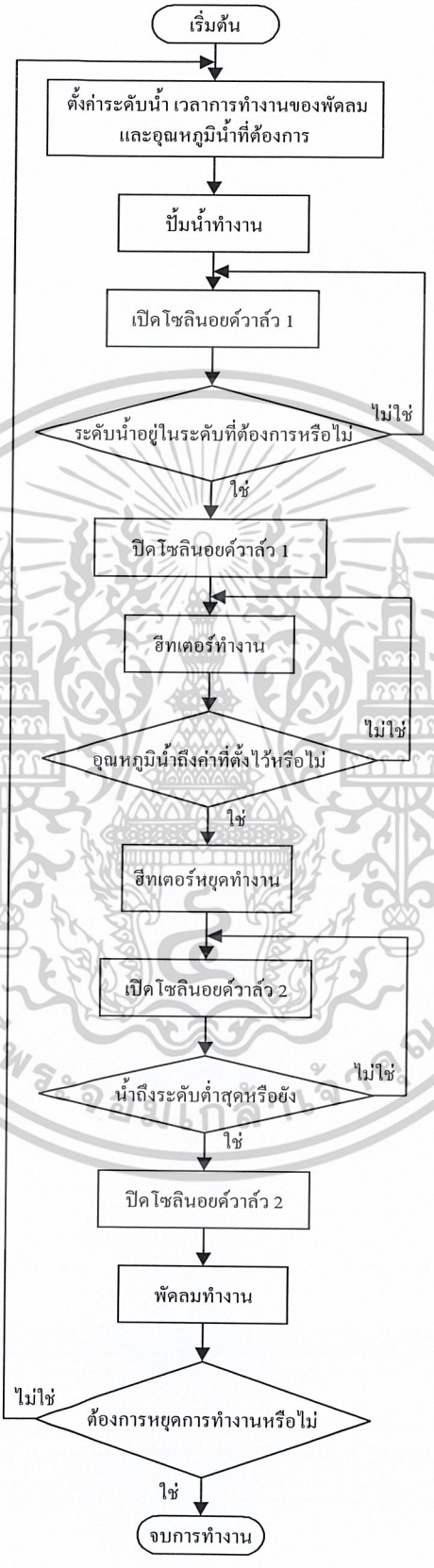
ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ถังเก็บน้ำ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ถังเก็บน้ำที่ 1 และขาตั้ง	40 x 40 x 25 ซม.	1 ถัง
ถังเก็บน้ำที่ 2 และขาตั้ง	20 x 20 x 40 ซม.	1 ถัง
ปั้มน้ำ	220 VAC 0.5 HP 42 เมตร	1 ตัว
ฮีทเตอร์	220 VAC 1000 W	2 ตัว
ฐาน	80 x 120 ซม.	1 ชุด
ท่อน้ำ PVC	$\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 1.5 เมตร	1 เส้น
	$\frac{3}{4}$ นิ้ว ยาว 3.5 เมตร	1 เส้น
ลูกล้อ		4 อัน
ตู้คอนโทรล		2 ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

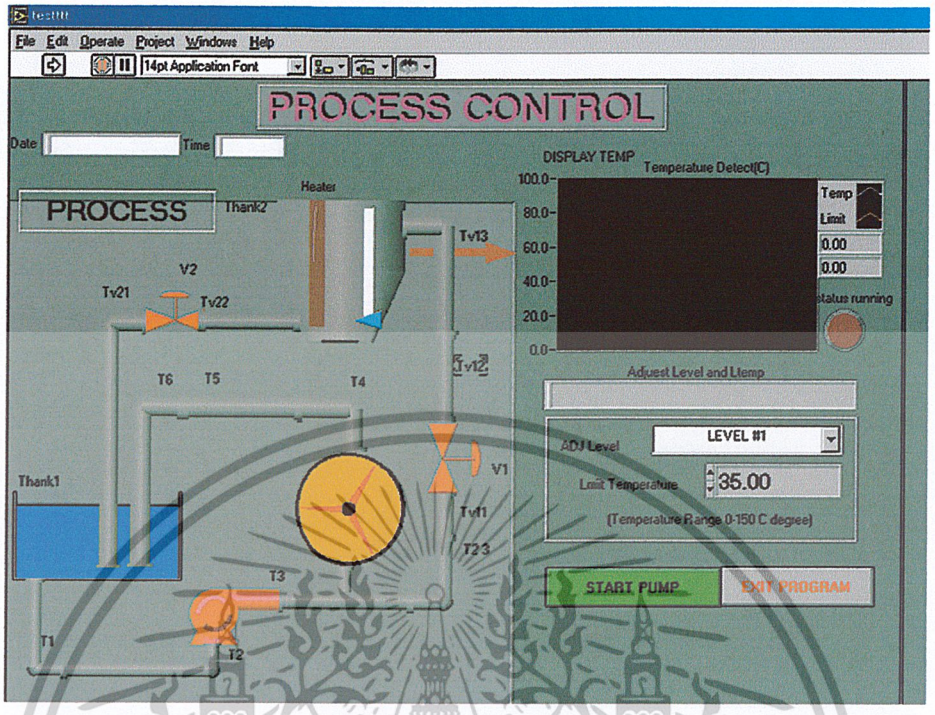
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

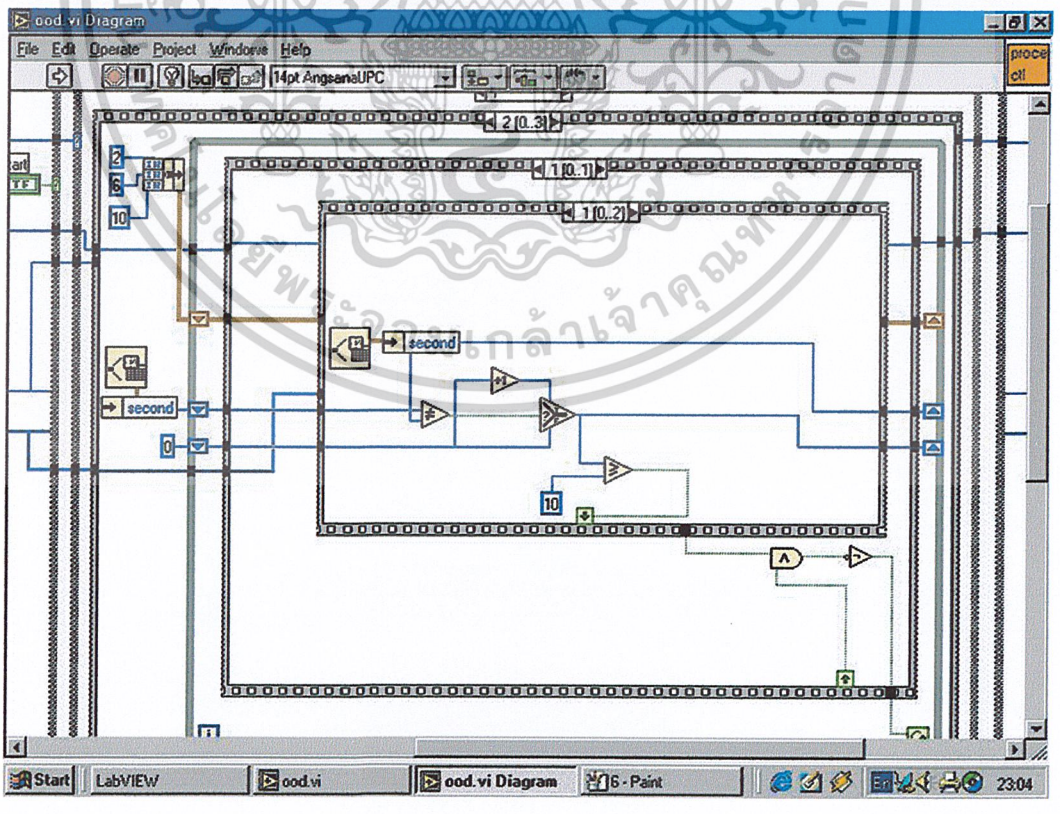


รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

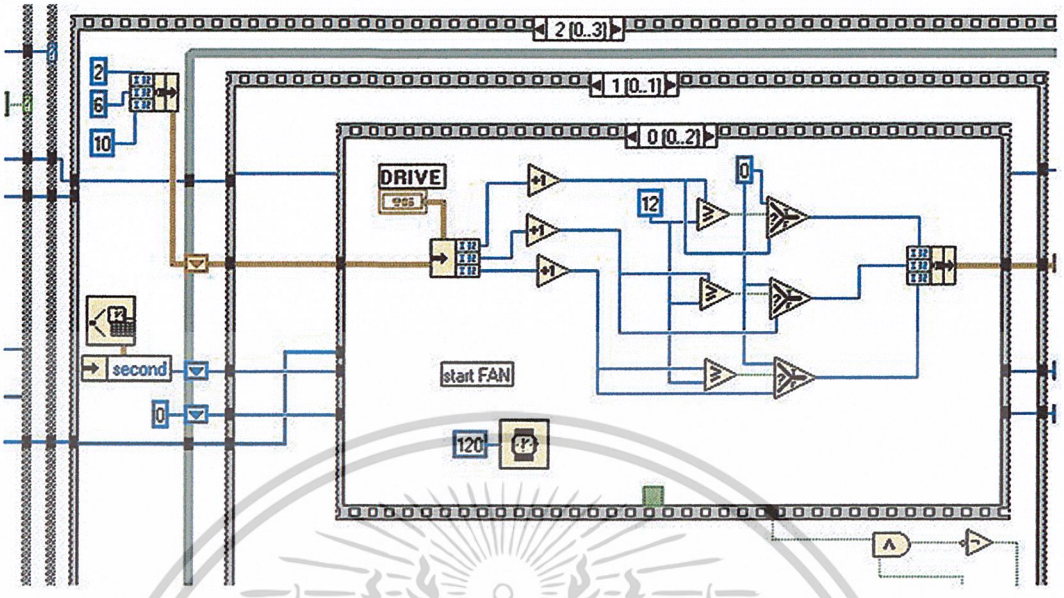


รูปที่ ง.2 โปรแกรม Lab VIEW

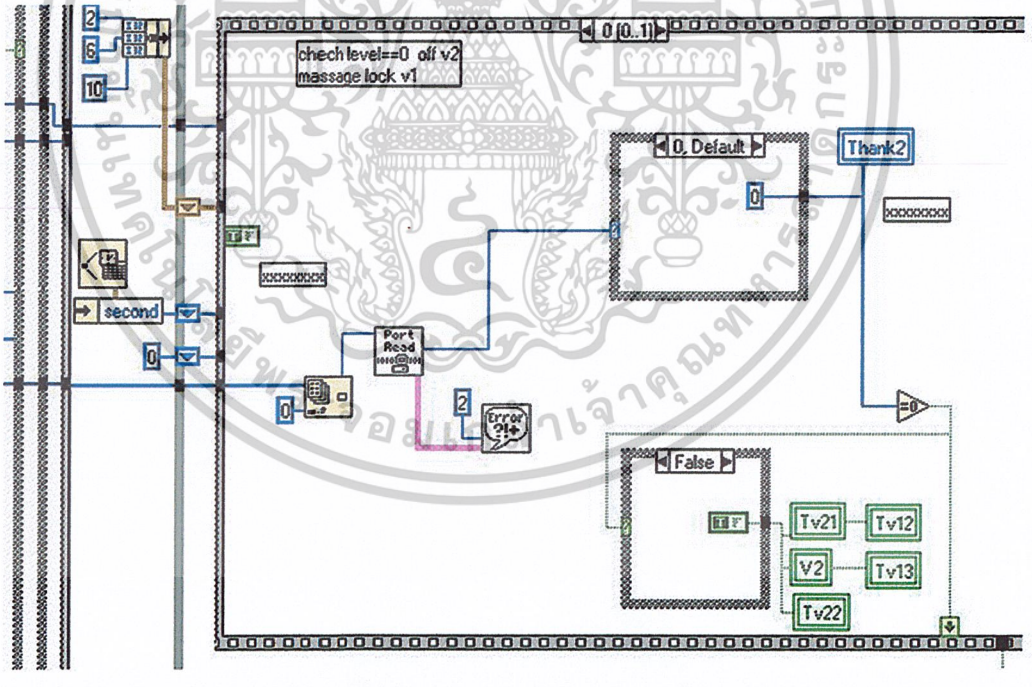


รูปที่ ง.3 ผังการทำงานโปรแกรม Lab VIEWควบคุมส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

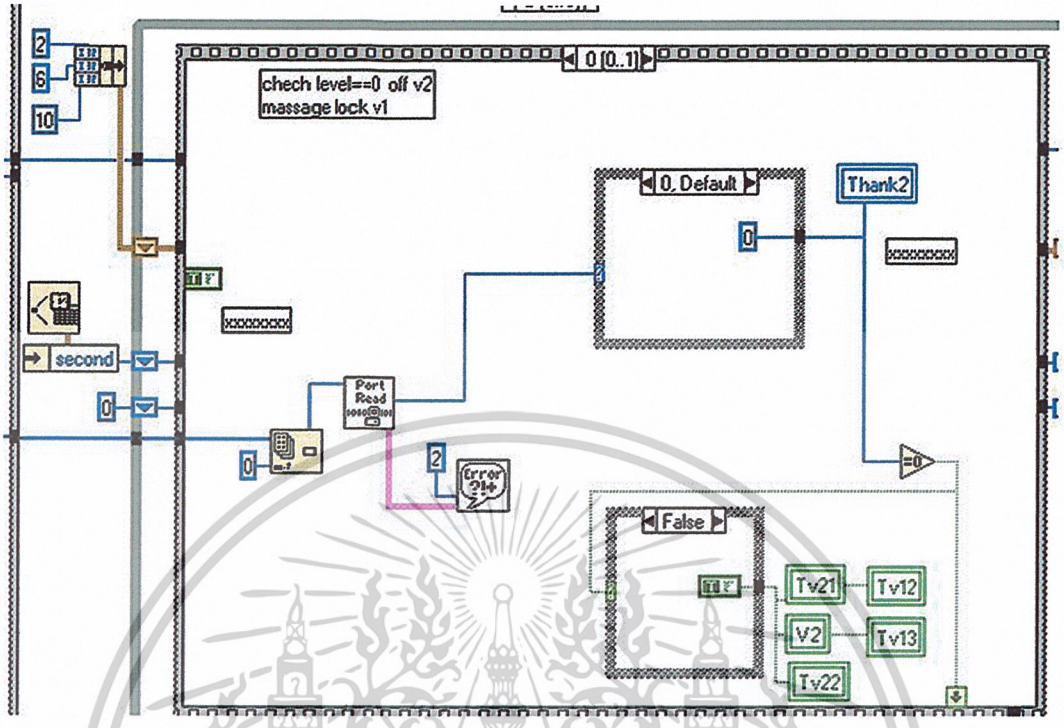


รูปที่ ง.4 ผังการทำงานของปั๊มน้ำ

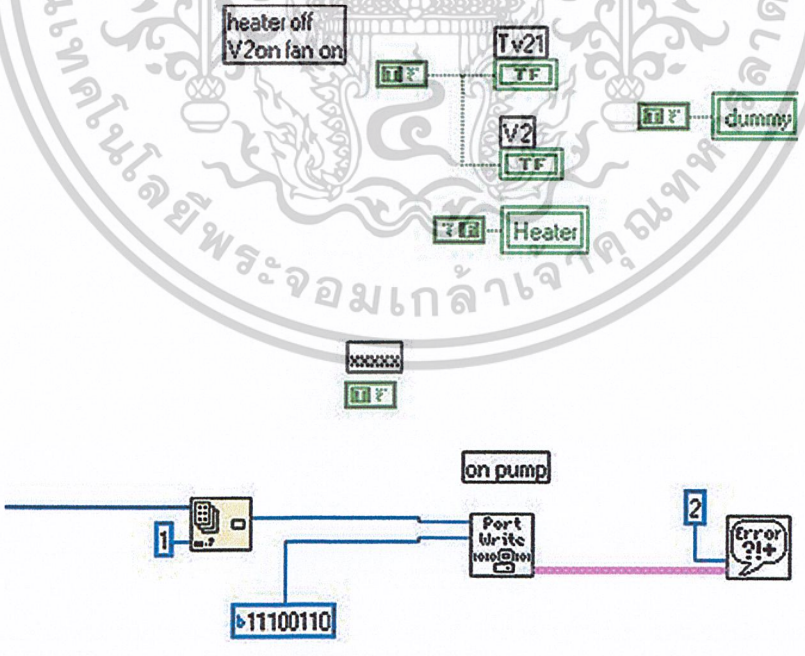


รูปที่ ง.5 ผังการทำงานของการวัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

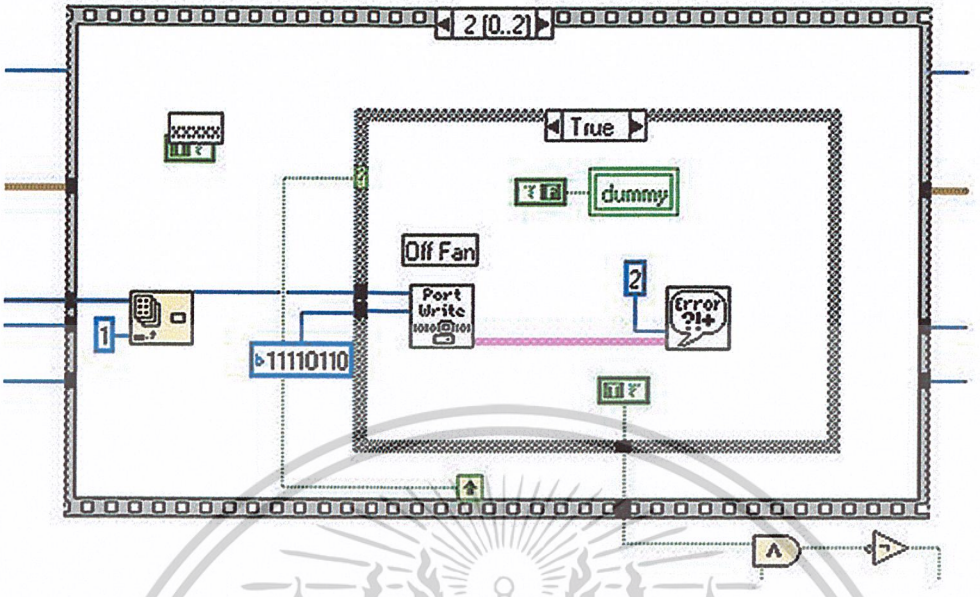


รูปที่ ง.6 ผังการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทั้งสองตัว

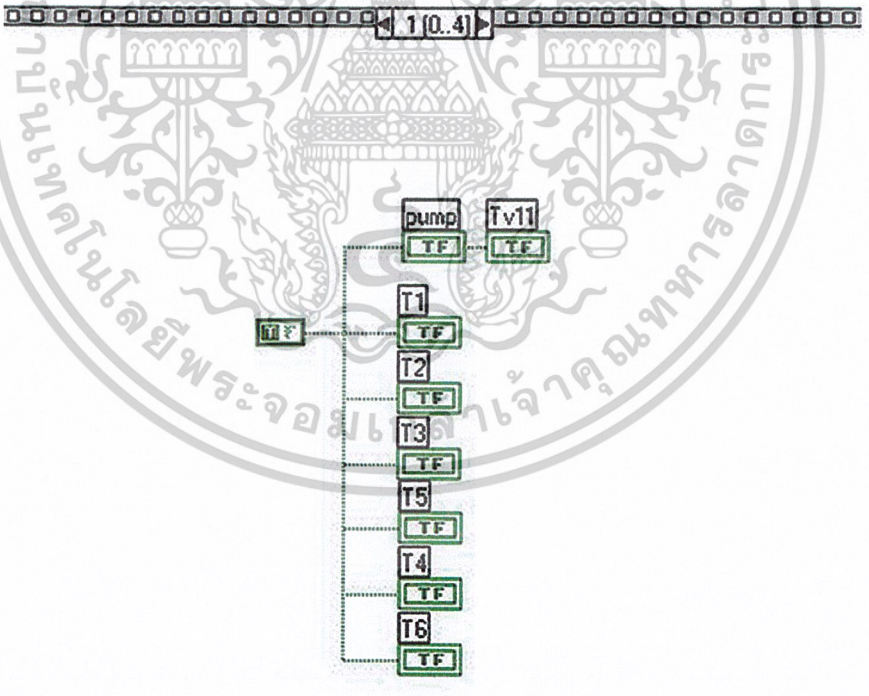


รูปที่ ง.7 การสั่งงานการทำงานฮีทเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

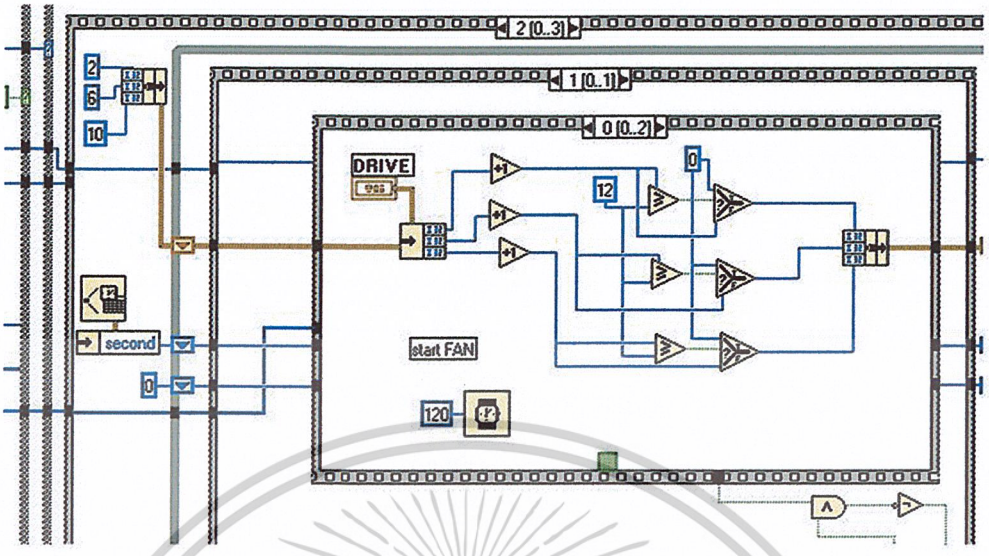


รูปที่ ง.8 ตรวจสอบการทำงานของหม้อน้ำ

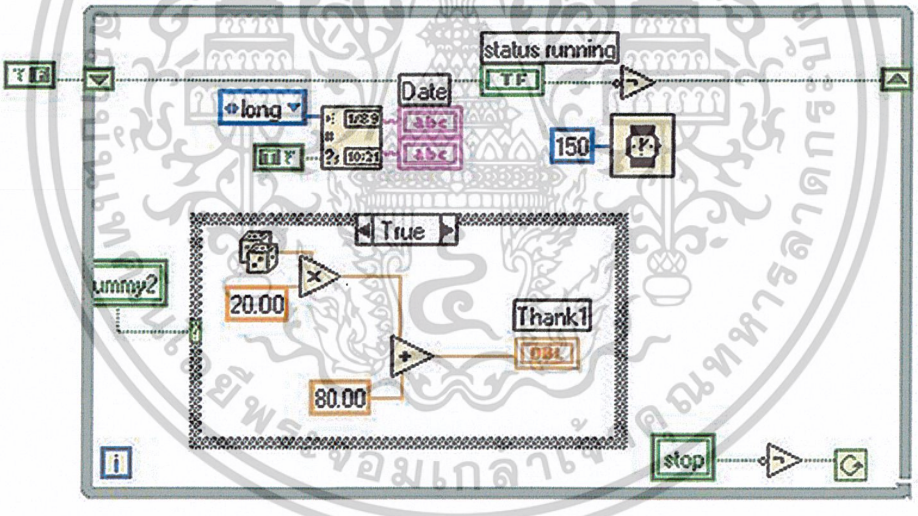


รูปที่ ง.9 การไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.10 ตรวจสอบการรับส่งค่าเอาต์พุตและอินพุต



รูปที่ ง.11 ส่วนแสดงระดับน้ำของถังเก็บน้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 1
การควบคุมระดับน้ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

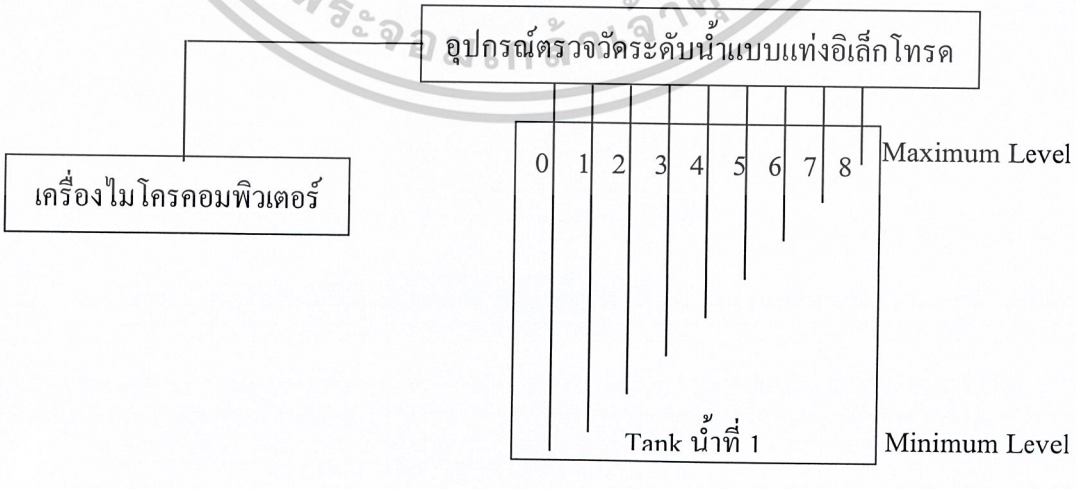
เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับการควบคุมระดับโดยใช้แท่งอิเล็กโทรดตรวจวัดระดับน้ำได้
2. ควบคุมระดับ โดยใช้การควบคุมระดับน้ำได้
3. อธิบายการรับค่าอินพุตจากอุปกรณ์ตรวจวัดระดับ แบบแท่งอิเล็กโทรดได้
4. บอกวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบแท่งอิเล็กโทรดได้
5. บอกขั้นตอนการทำงานเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมระดับน้ำได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำแบบแท่งอิเล็กโทรด	1	ชุด
4. สายไฟ		

ทฤษฎีเบื้องต้น



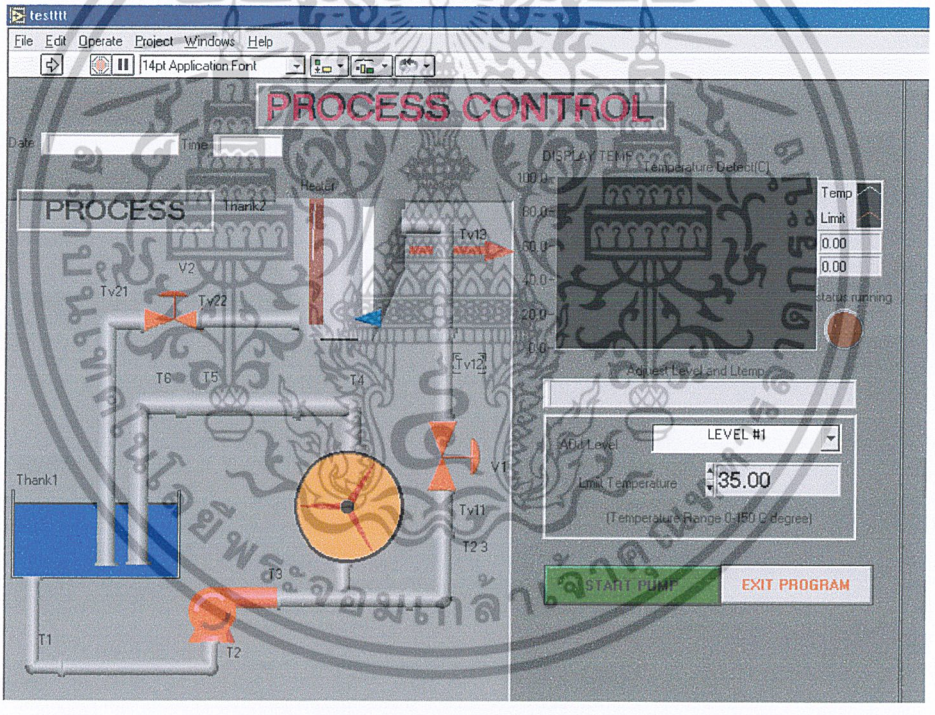
รูปที่ จ.1 ระยะในการวัดระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

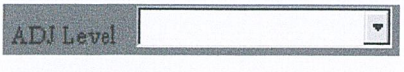
เมื่อใช้เซนเซอร์ตรวจวัดระดับของของเหลวในถัง ซึ่งแท่งอิเล็กโทรดนั้นสามารถที่จะปรับระยะตรวจวัดได้เพียงแต่เราปรับ ความยาวของแท่งอิเล็กโทรด ให้อยู่ในระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ระดับ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เราต้องการ ซึ่งการที่ระดับของของเหลวขึ้นหรือลงนั้นขึ้นอยู่การสั่งจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ว่าจะทำการเปิดหรือ ปิดโซลินอยด์วาล์วทั้งสองตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลอง
2. เปิดโปรแกรมไฟล์ testtt.vi ดังรูปที่ จ.2

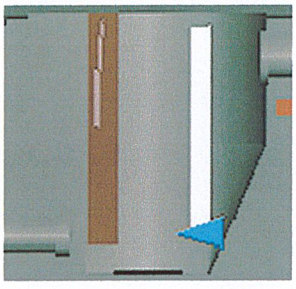


รูปที่ จ.2 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน

3. ตั้งค่าระดับน้ำ 

แล้วคลิกที่ปุ่ม
4. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้
5. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นในรูปที่ จ.3 แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 ส่วนแสดงระดับน้ำ

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1.จากการทดลองถ้าระดับน้ำในจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ กับระดับน้ำในแท็งค์ 1 ไม่ตรงกัน เราควรปรับแต่งที่ใดของชุดเซนเซอร์ระดับแท่งอิเล็กโทรดจึงจะมีระดับที่ตรงกัน

2.จากการทดลองถ้าระดับมีการคลาดเคลื่อนมากจะส่งผลเสียต่อการวัดหรือไม่และถ้ามีผลกระทบจะมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 2
การควบคุมอุณหภูมิน้ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้
2. ควบคุมอุณหภูมิให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการได้
3. นำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิได้
4. วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้
5. อธิบายการรับค่าอินพุตจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. เทอร์มิสเตอร์ค่าความต้าน 20 กิโลโอหม์	1	ตัว
4. สายไฟ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

เทอร์มิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับในการวัดอุณหภูมิที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานโดยจะมีอยู่สองแบบคือ

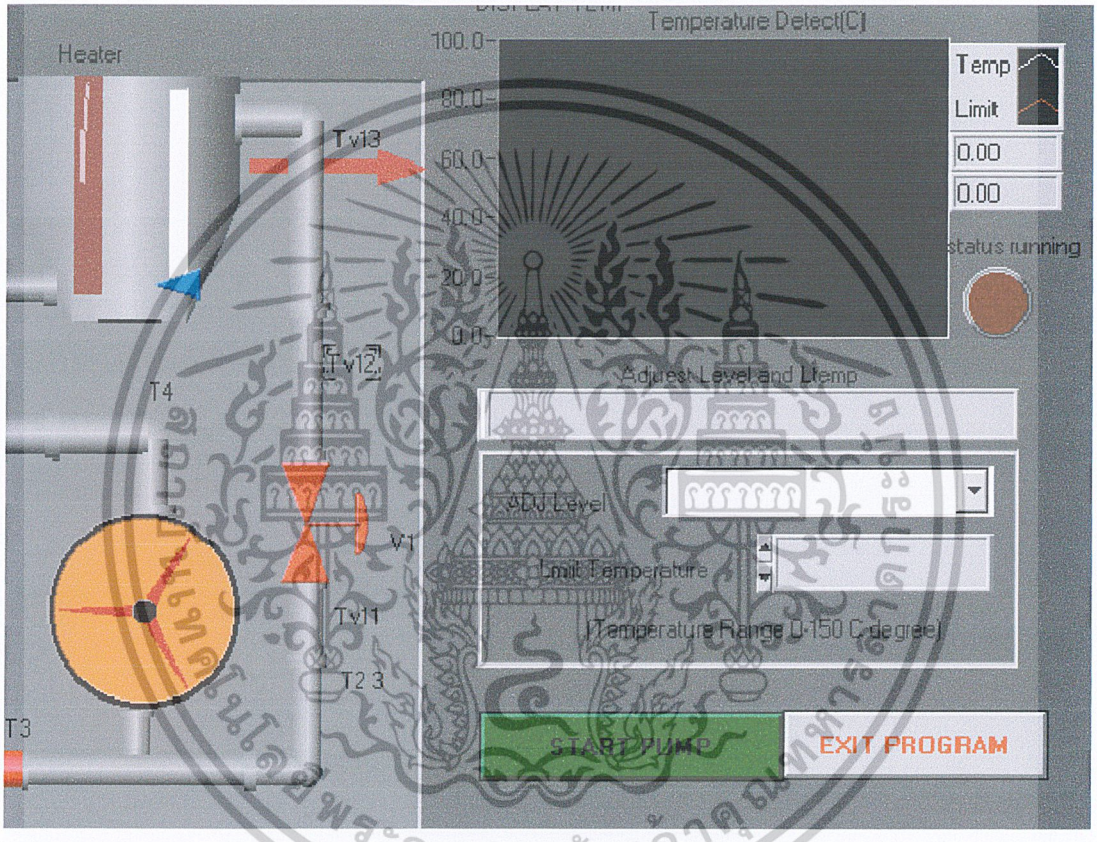
1. NTC (Negative Temperature Coefficient)
2. PTC (Positive Temperature Coefficient)

ซึ่งในในโครงงานนี้เราจะแบบ NTC (Negative Temperature Coefficient)โดยค่าความต้านทานจะแปรผกผันกับค่าอุณหภูมิ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ก็จะลดลงด้วย และในทางกลับกันถ้าอุณหภูมิลดลงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ก็จะลดลงตามไปด้วย ซึ่งช่วงการทำงานของเทอร์มิสเตอร์บางช่วงจะเป็นเชิงเส้นและบางช่วงการใช้งานจะไม่เป็นเชิงเส้น จึงเลือกช่วงการใช้งานให้ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

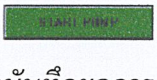
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

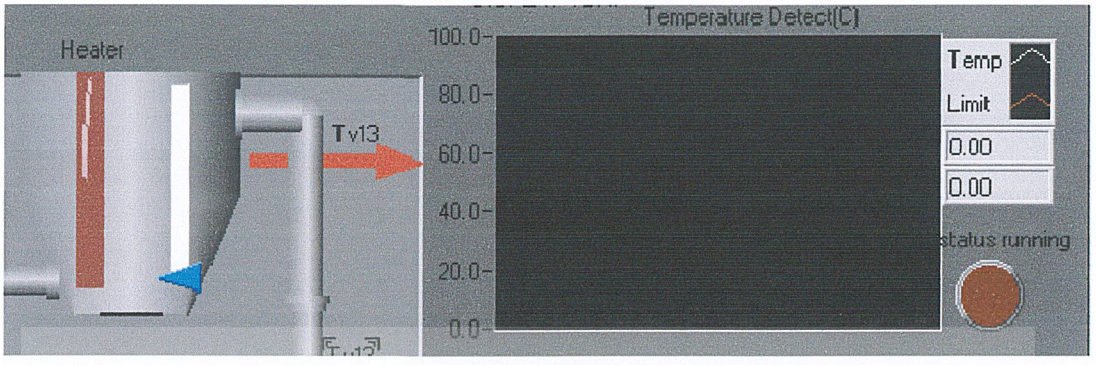
1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลอง
2. เปิดโปรแกรมไฟล์ testtt.vi ดังรูปที่ จ.4
3. ตั้งค่าระดับน้ำ (ADJ Level) และอุณหภูมิ (Limit Temperature)



รูปที่ จ.4 แสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ

4. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้
5. สั่งให้ฮีทเตอร์ทำงานโดยคลิกที่ 
6. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นในรูปที่ จ.5 แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.5 แสดงฮีทเตอร์และกราฟแสดงอุณหภูมิ

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เทอร์มิสเตอร์มีกี่แบบใด
2. การต่อเทอร์มิสเตอร์ใช้งานในโครงงานนี้เป็นแบบใด
3. การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์มีความสัมพันธ์แบบใดกับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 3
การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. บอกวิธีการเชื่อมต่อภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
3. นำโปรแกรม LabVIEW มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้
4. อธิบายการนำเอาต์พุตที่ได้จากตัวควบคุมไปใช้ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. มอเตอร์ปั๊มน้ำ 220 V	1	ชุด
4. โปรแกรม Lab VIEW		
5. สายไฟ		

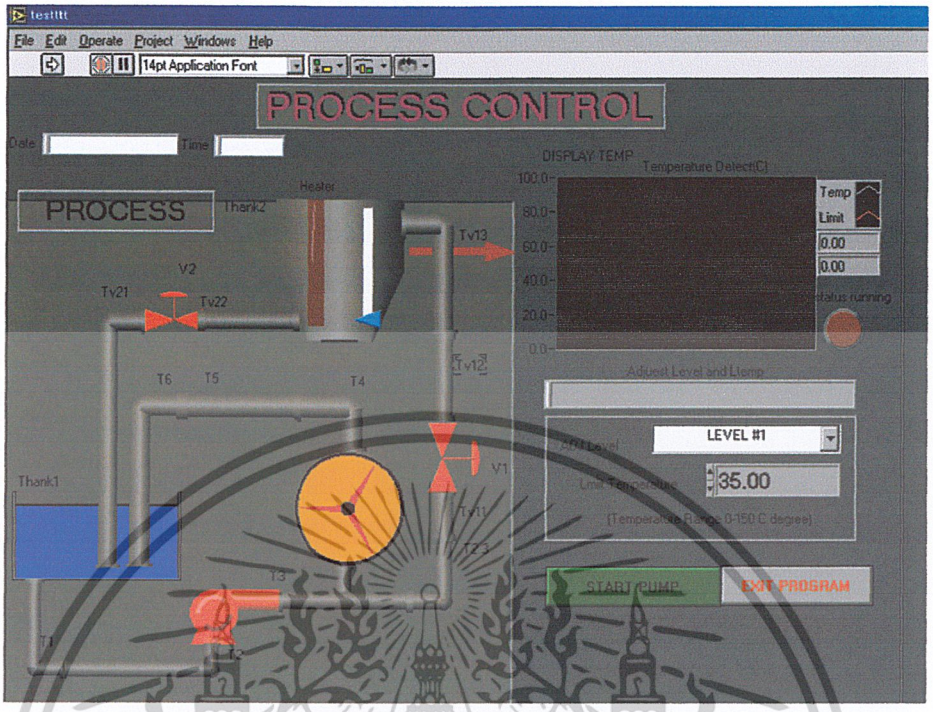
ทฤษฎีเบื้องต้น

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบการวัดและควบคุมโดยตรงและยังมีฟังก์ชั่นการทำงานที่รองรับให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ตามลักษณะงานที่ต้องการอีกด้วยโปรแกรม LabVIEW นี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานกลายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานของระบบในอุตสาหกรรมอีกด้วย และยังสามารถที่ที่จะสั่งการทำงานไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลอง
2. เปิดโปรแกรมไฟล์ testtt.vi ดังรูปที่ จ.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.6 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน

3. ตั้งค่าระดับน้ำ แล้วคลิกที่ปุ่ม

4. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้

5. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นในรูปที่ จ.5 แล้วบันทึกผลการทดลอง

รูปที่ จ.7 ส่วนแสดงปั๊มน้ำ

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองเราใช้อะไรแทนตัวคอนโทรลเลอร์

2.ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกนั้นต้องคำนึงถึงข้อควรระวังอะไรบางเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 4
การควบคุมการทำงานของฮีทเตอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. ควบคุมอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อภายนอกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
3. นำโปรแกรม LabVIEW มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้
4. อธิบายการนำเอาต์พุตที่ได้จากตัวควบคุมไปใช้ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. แท่งฮีทเตอร์ 220 โวลต์ 1000 วัตต์	1	ชุด
4. โปรแกรม LabVIEW		
5. สายไฟ		

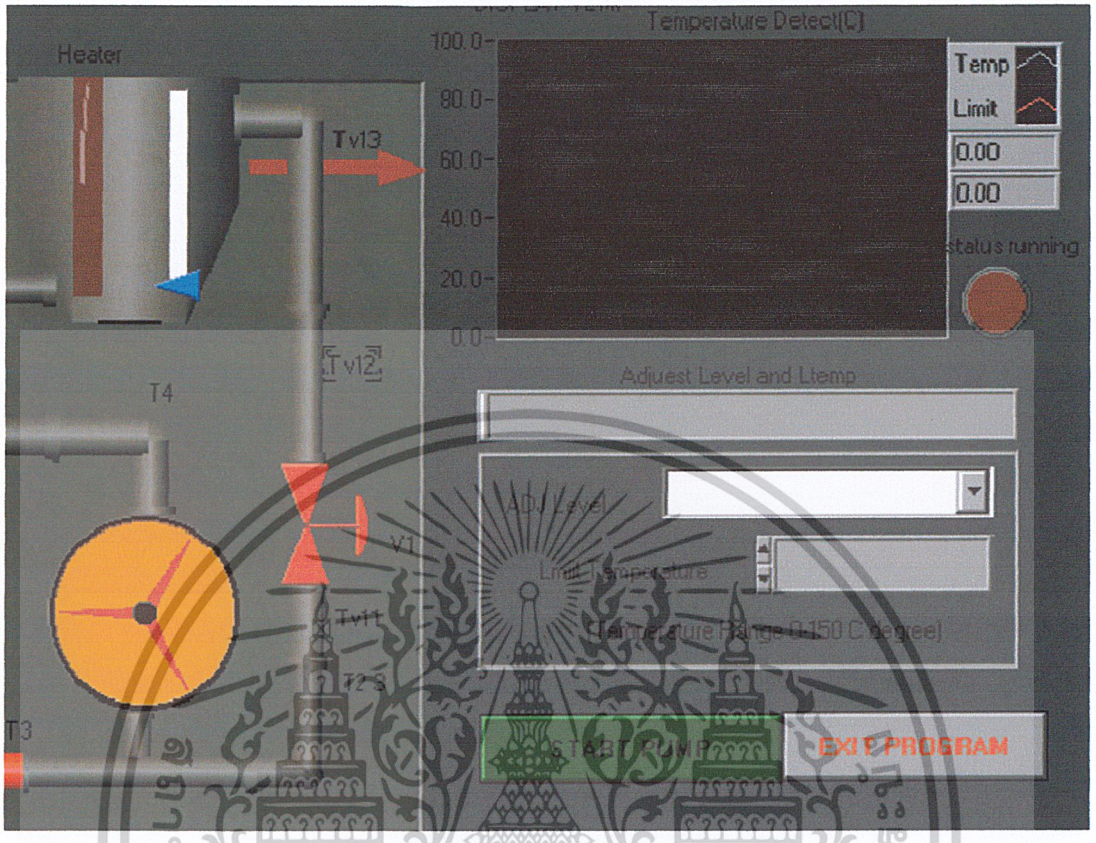
ทฤษฎีเบื้องต้น

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบการวัดและควบคุมโดยตรงและยังมีฟังก์ชั่นการทำงานที่รองรับให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ตามลักษณะงานที่ต้องการอีกด้วยโปรแกรม LabVIEW นี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานกลายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานของระบบในอุตสาหกรรมอีกด้วย

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลองแล้วเปิดโปรแกรมไฟล์ testtt.vi
2. ตั้งค่าระดับน้ำ (ADJ Level) และอุณหภูมิ (Limit Temperature)
3. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้
4. สั่งให้ฮีทเตอร์ทำงานโดยคลิกที่ START PUMP
5. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นในรูปที่ จ.4 แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.8 ส่วนแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ

ผลการทดลอง

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองฮีทเตอร์จะทำงานเมื่อใด
2. หลังจากที่อุณหภูมิถึงระดับที่เราต้องการแล้วโซลินอยด์วาล์วตัวใดจะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 5
การควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. ควบคุมอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อภายนอกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
3. นำโปรแกรม LabVIEW มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้
4. อธิบายการนำเอาต์พุตที่ได้จากตัวควบคุมไปใช้งานได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. โซลินอยด์วาล์ว ตัวที่ 1 และ 2	1	ชุด
4. โปรแกรม Lab VIEW		
5. สายไฟ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

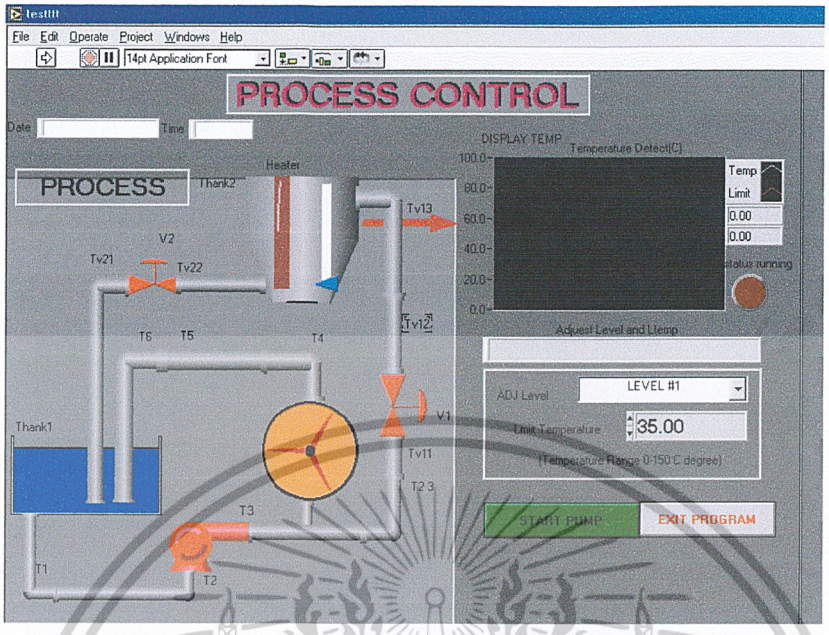
โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบการวัดและควบคุมโดยตรงและยังมีฟังก์ชั่นการทำงานที่รองรับให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ตามลักษณะงานที่ต้องการอีกด้วยโปรแกรม LabVIEW นี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานกลายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานของระบบในอุตสาหกรรมอีกด้วย และยังสามารถที่ที่จะสั่งการทำงานไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลอง
2. เปิดโปรแกรมไฟล์ testtt.vi ดังรูปที่ จ.9
3. สั่งให้โซลินอยด์ 1 เปิดน้ำเข้าถังน้ำที่ 2 โดยคลิก

4. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.9 แสดงโปรแกรมและตำแหน่งโซลินอยด์ตัวที่ 1 (V1) ตำแหน่งโซลินอยด์ตัวที่ 2 (V2)

5. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นกับ V1 และ V2 ในรูปที่ จ.9 แล้วบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 และ2 จะเปิด-ปิดเมื่อใด
2. การทำงานของโซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 และ 2 โดยสั่งงานมาจากที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดลองที่ 6
การควบคุมแบบอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการเชื่อมอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. ควบคุมอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อภายนอกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
3. นำโปรแกรม LabVIEW มาใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้
4. อธิบายการนำเอาต์พุตที่ได้จากตัวควบคุมไปใช้ได้
5. อธิบายการการควบคุมแบบอัตโนมัติได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ	1	ชุด
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1	ชุด
3. โปรแกรม LabVIEW		
4. สายไฟ		

ทฤษฎีเบื้องต้น

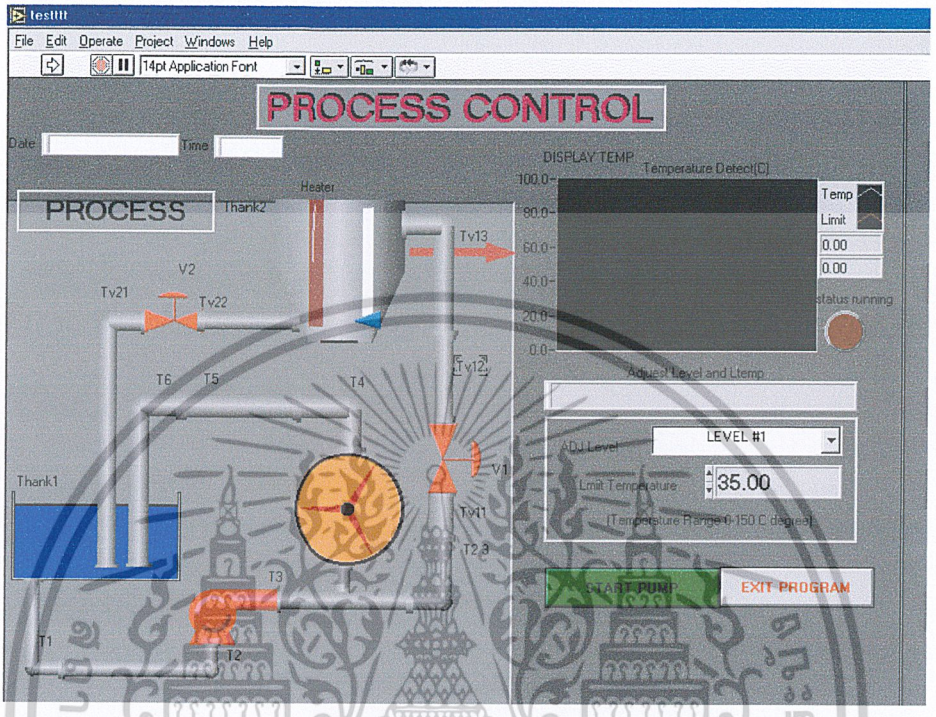
โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้ในระบบการวัดและควบคุมโดยตรงและยังมีฟังก์ชั่นการทำงานที่รองรับให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ตามลักษณะงานที่ต้องการอีกด้วยโปรแกรม LabVIEW นี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานกลายเป็นเครื่องควบคุมการทำงานของระบบในอุตสาหกรรมอีกด้วย

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อชุดไมโครคอมพิเตอร์เข้ากับชุดการทดลอง
2. โปรแกรม LabVIEW ดังรูปที่ จ.10
3. ตั้งค่าระดับน้ำ (ADJ Level) และอุณหภูมิ (Limit Temperature)
4. ทำการปั๊มน้ำเข้าถังเก็บน้ำที่ 1 ให้อยู่ระดับที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามที่ตั้งค่าไว้
5. สั่งให้ฮีทเตอร์ทำงานจนถึงค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สังเกตว่าผลที่เกิดขึ้นแล้วบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ จ.10 โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ควบคุมการทำงาน

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

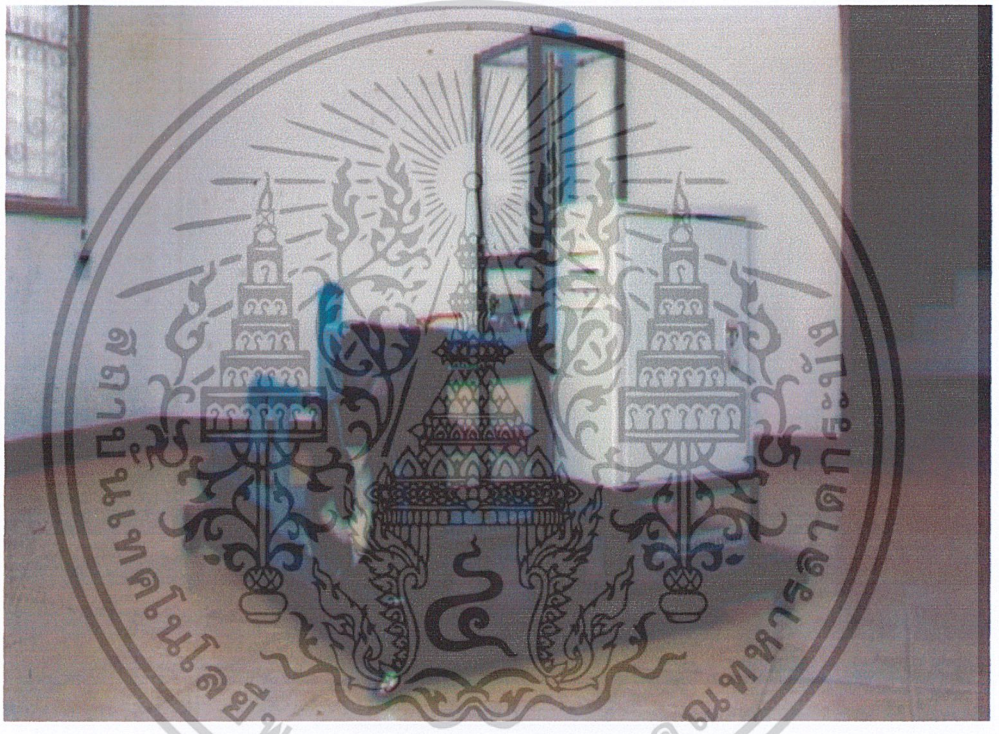
1. การทำงานแบบอัตโนมัติคือ
2. ค่าที่ไม่ได้ตามค่าที่ตั้งไว้เรียกว่าการการเหตุการณ์ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ



สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

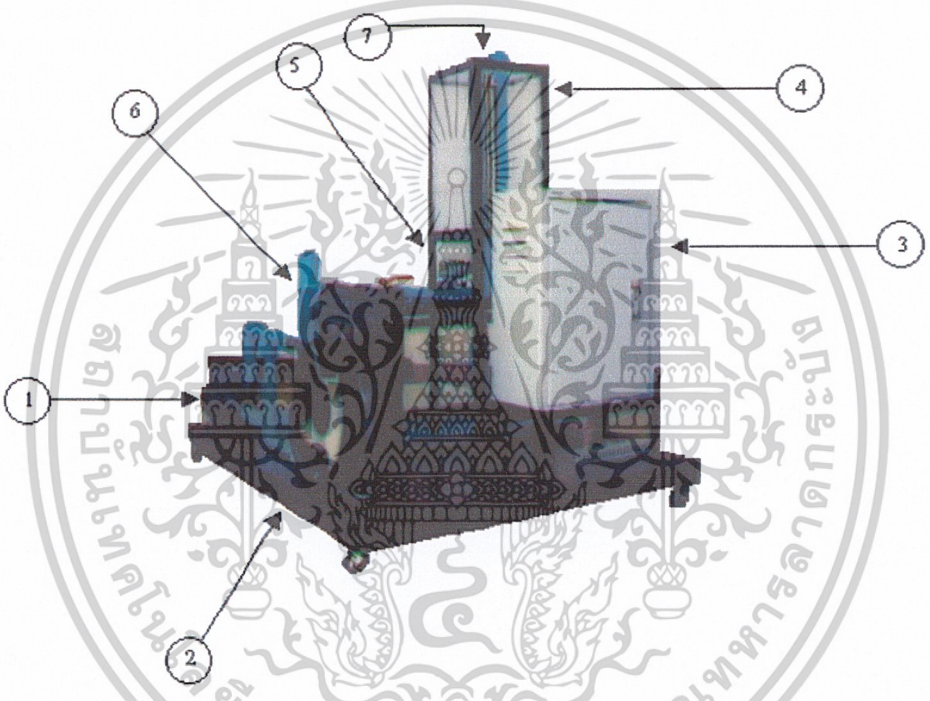
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ ควรจะทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อการทำงานที่ถูกต้องแม่นยำกับค่าที่ต้องการจะควบคุม และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำได้

2. ส่วนประกอบ



รูปที่ ฉ.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

จากรูปที่ ฉ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

① ปั๊มน้ำ
② หม้อน้ำระบายความร้อน
③ ตู้ควบคุมการทำงาน
④ ถังเก็บน้ำ
⑤ โซลินอยด์วาล์ว
⑥ ท่อน้ำ
⑦ ฮีทเตอร์

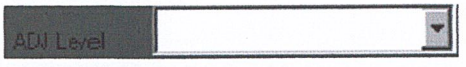
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

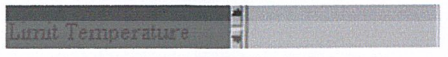
3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เสียบปลั๊กเข้ากับแหล่งจ่าย AC 220 V แล้วเปิดเบรกเกอร์ที่อยู่ในตู้คอนโทรล

3.2 ทำการเชื่อมต่อชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำกับเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3 ทำการเปิดโปรแกรม LabVIEW แล้วเปิดไฟล์ที่ชื่อ testtt.vi

3.4 ตั้งค่าระดับน้ำ 

และอุณหภูมิของน้ำ ตามย่านที่ต้องการควบคุม 

ซึ่งระดับน้ำสามารถตั้งได้ทั้งหมด 8 ระดับ ส่วนอุณหภูมิสามารถตั้งได้ ตั้งแต่อุณหภูมิห้องปกติ - 100°C

3.5 สั่งการทำงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำงานโดยอัตโนมัติ โดยคลิกที่

3.6 เมื่อทำการปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ให้ทำการปิดเครื่องโดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วถอดปลั๊กแหล่งจ่ายไฟออก

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านได้ประสบปัญหาในการใช้งานชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือการแก้ไข
ควบคุมชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่ได้	การเชื่อมต่อชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำกับเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่แน่นหรือหลุด
ชุดปฏิบัติการระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่ทำงาน	สายไฟแหล่งจ่ายหลุด, เบรกเกอร์ทริป
ปั๊มน้ำไม่ทำงาน	สายไฟหลุด, มีอากาศเข้าไปในตัวปั๊ม,แบร์ริ่งชำรุด
พัดลมระบายความร้อนไม่ทำงาน	สายไฟหลุด, อุปกรณ์การเชื่อมต่ออาจเสียหายหรือไม่แน่น,แบร์ริ่ง
โซลินอยด์ไม่ทำงาน	สายไฟหลุด, สปริงยันวาล์วยึด, อุปกรณ์การเชื่อมต่ออาจเสียหายหรือไม่แน่น
ฮีทเตอร์ไม่ทำงาน	สายไฟหลุด, อุปกรณ์การเชื่อมต่ออาจเสียหายหรือไม่แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ทำความสะอาดปั้มน้ำไม่ให้เกิดสนิม และตะกรัน
- เวลาถอดสายคอนเน็กเตอร์อย่าดึงแรง
- หลังใช้งานควรถอดปลั๊กและปิดเบรกเกอร์ทุกครั้ง
- ตรวจสอบการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว
- ตรวจสอบของหม้อน้ำระบายความร้อนว่าพัดทำงานหรือไม่

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่าให้น้ำเข้าไปตู้คอนโทรล
- อย่าแตะที่ฮีทเตอร์ขณะทำงานเพราะมีความร้อนสูง
- ขณะที่โซลินอยด์วาล์ว 1 ปิดไม่ควรให้ปั๊มทำงานเพราะท่ออาจรั่วได้
- ใช้น้ำที่ไม่มีสิ่งเจือปน

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หลักการวัดอุณหภูมิ	ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ 20 kΩ
หลักการวัดระดับ	ใช้หลักการความนำไฟฟ้าโดยใช้แท่งอิเล็กโทรด
ย่านการวัดอุณหภูมิ	อุณหภูมิห้องปกติ - 100 ^{o}C
ย่านการวัดระดับ	วัดได้ 1-8 ระดับ
ความผิดผลาด	(สำหรับการควบคุม)
	±1% ในการควบคุมอุณหภูมิ
	±0.01% ในการควบคุมระดับ
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

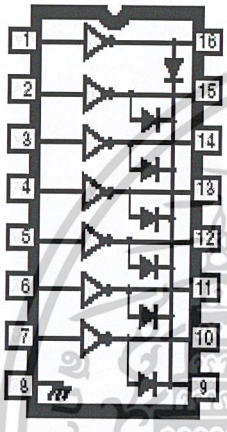
ภาคผนวก ช
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024

Data Sheet 29304.F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{ce}
(ULN200xA and ULN200xL) ..... 50 V
(ULN202xA and ULN202xL) ..... 95 V
Input Voltage, V_{in} ..... 30 V
Continuous Output Current, I_c ..... 500 mA
Continuous Input Current, I_{in} ..... 25 mA
Power Dissipation, P_D
(one Darlington pair) ..... 1.0 W
(total package) ..... See Graph
Operating Temperature Range, T_A ..... -20°C to +85°C
Storage Temperature Range, T_S ..... -55°C to +150°C

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

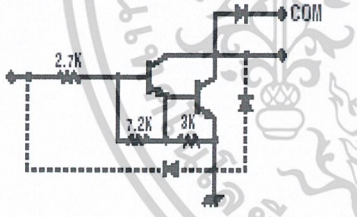
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

*Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

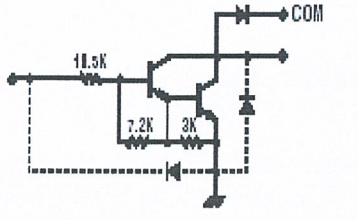
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)

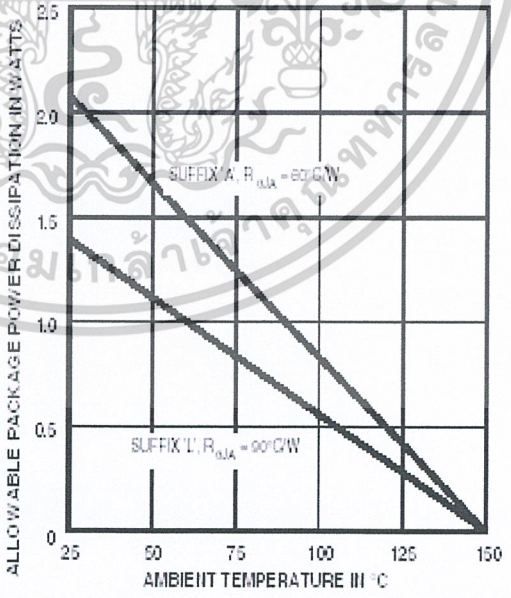


Dwg No. A-9951

ULN20x4A/L (Each Driver)



Dwg No. A-9956A



Dwg. GP-008A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 50 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2004A/L	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{I(ON)}$	3	ULN2003A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{I(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2004A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_I	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 50 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 50 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

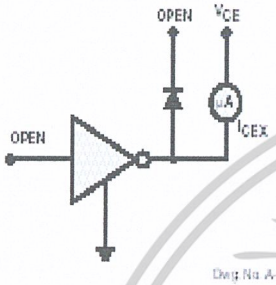
Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{I(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{I(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

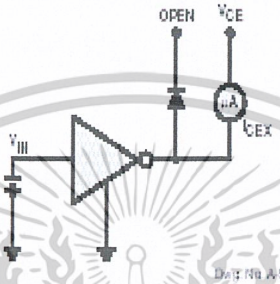
TEST FIGURES

FIGURE 1A



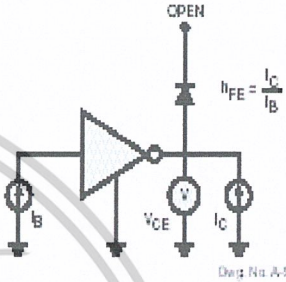
Dwg No. A-9,720A

FIGURE 1B



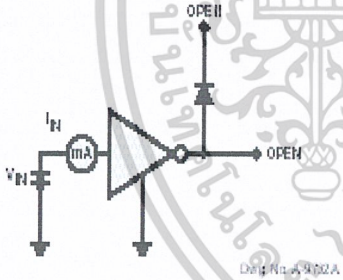
Dwg No. A-9,720A

FIGURE 2



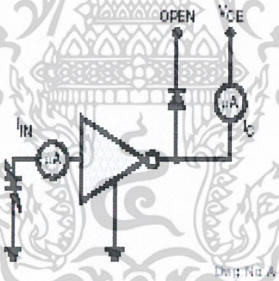
Dwg No. A-9,721A

FIGURE 3



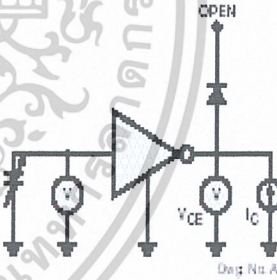
Dwg No. A-9,722A

FIGURE 4



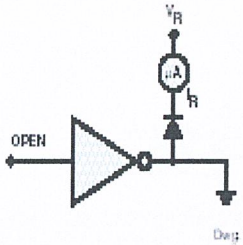
Dwg No. A-9,723A

FIGURE 5



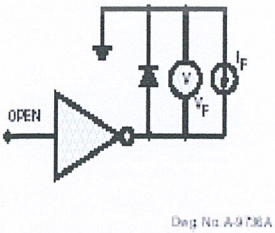
Dwg No. A-9,724A

FIGURE 6



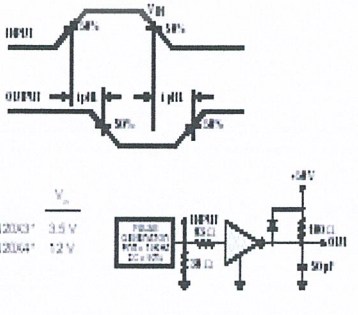
Dwg No. A-9,725A

FIGURE 7



Dwg No. A-9,726A

FIGURE 8



	V_{IH}
ULN2003*	3.5 V
ULN2004*	12 V

* Complete part number includes a final letter to indicate package.

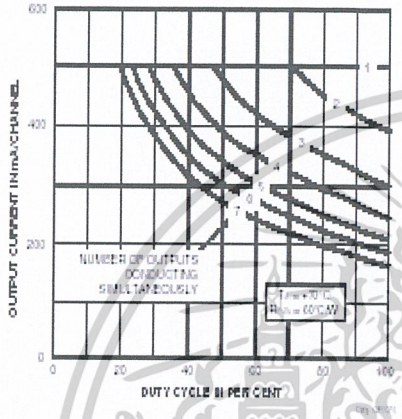
X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

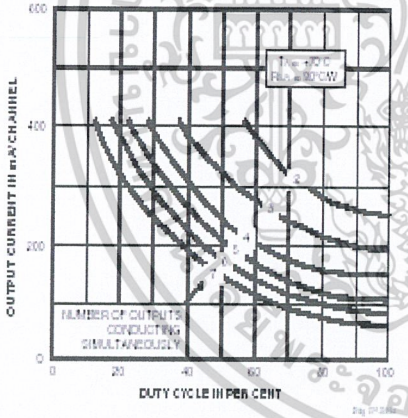
2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

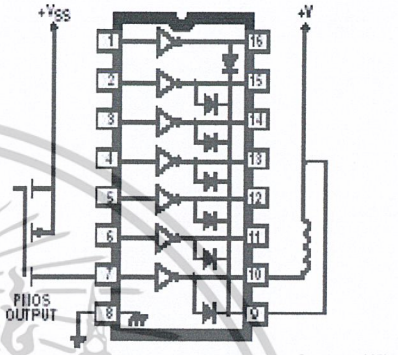
(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



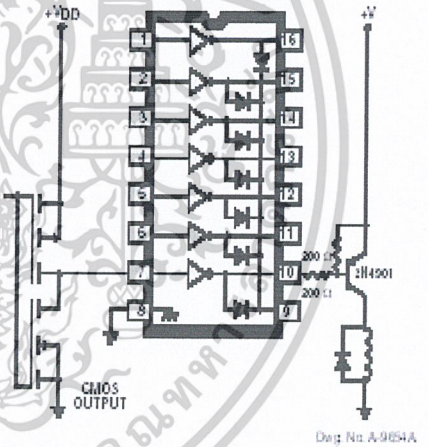
(Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')



TYPICAL APPLICATIONS

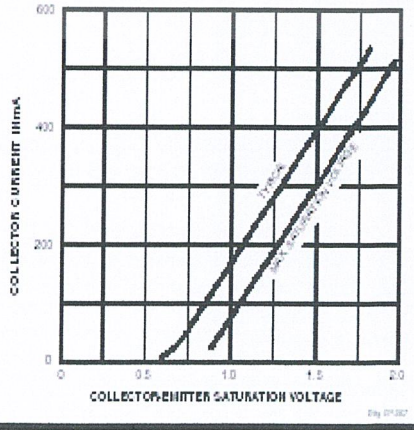


Dwg No. A-9652

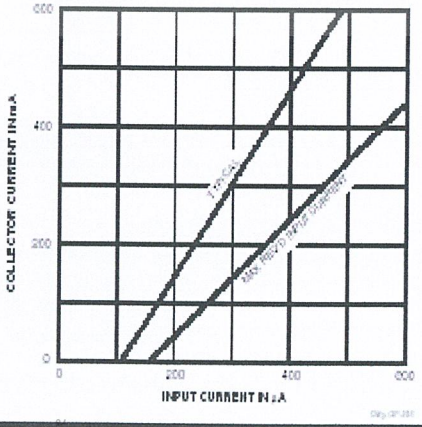


Dwg No. A-9654A

SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



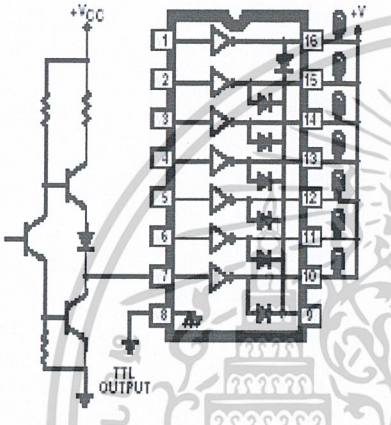
COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT

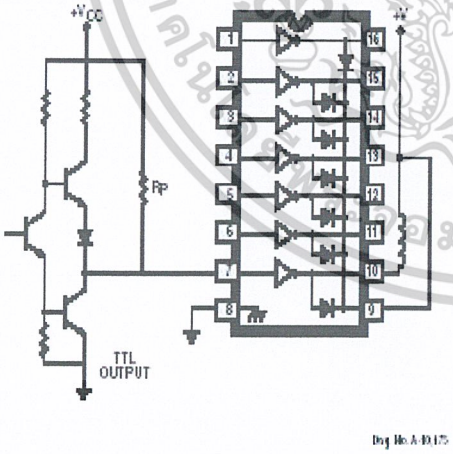


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

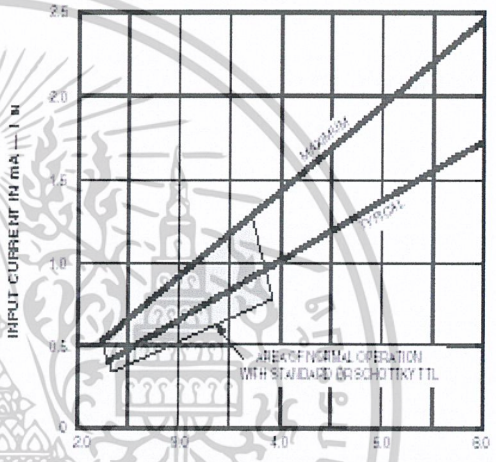
TYPICAL APPLICATIONS



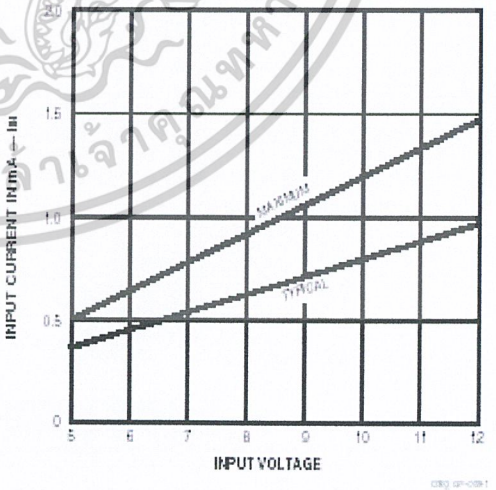


INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L

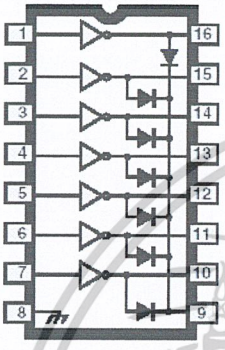


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024

Data Sheet 29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}
(ULN200xA and ULN200xL) ..... 50 V
(ULN202xA and ULN202xL) ..... 95 V
Input Voltage, V_{IN} ..... 30 V
Continuous Output Current,
I_C ..... 500 mA
Continuous Input Current, I_{IN} ..... 25 mA
Power Dissipation, P_D
(one Darlington pair) ..... 1.0 W
(total package) ..... See Graph
Operating Temperature Range,
T_A ..... -20°C to +85°C
Storage Temperature Range,
T_S ..... -55°C to +150°C

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

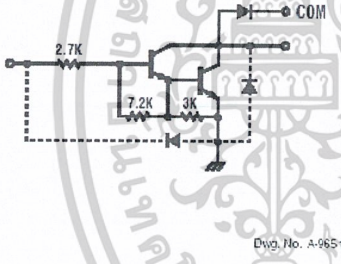
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	**Part Number**	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

*Also available for operation between -40° C and +85° C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

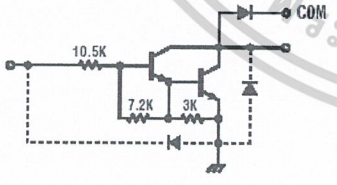
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)

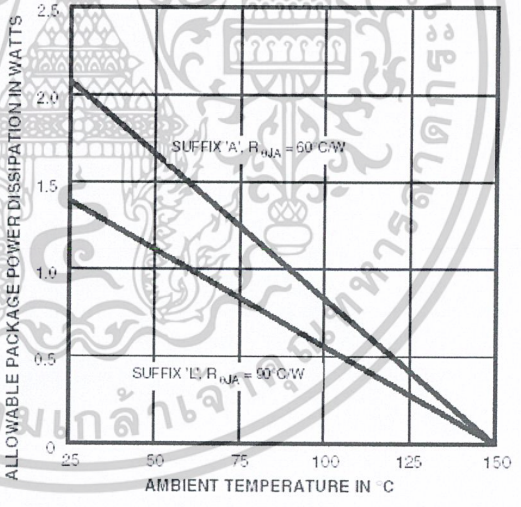


Dwg. No. A-9651

ULN20x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9898.A



Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 50 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2004A/L	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2004A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 50 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 50 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST FIGURES

FIGURE 1A

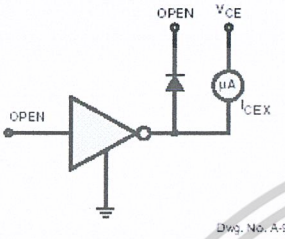


FIGURE 1B

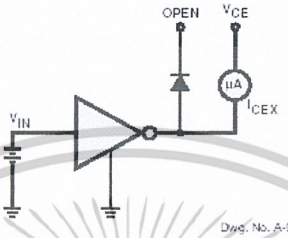


FIGURE 2

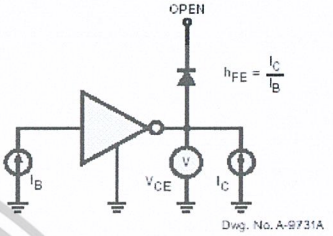


FIGURE 3

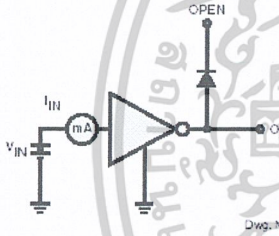


FIGURE 4

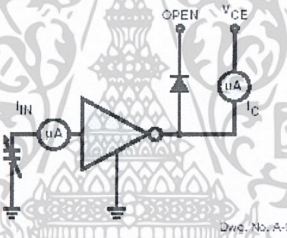


FIGURE 5

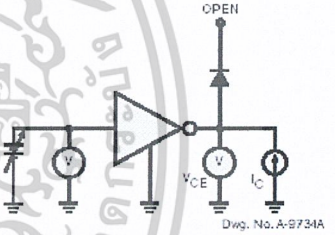


FIGURE 6

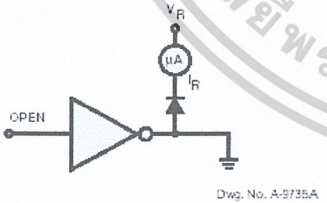


FIGURE 7

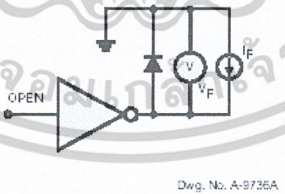
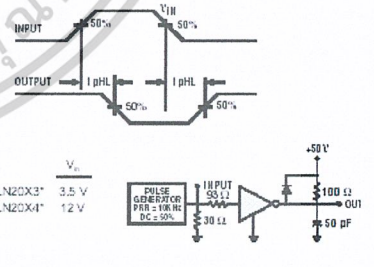


FIGURE 8



* Complete part number includes a final letter to indicate package.

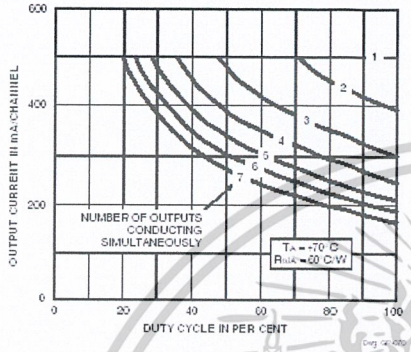
X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

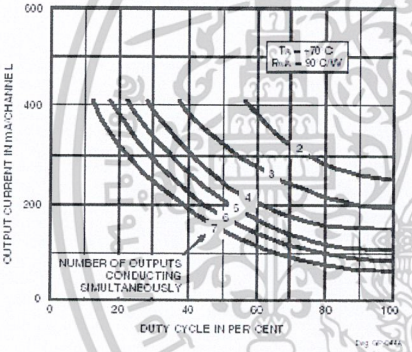
2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

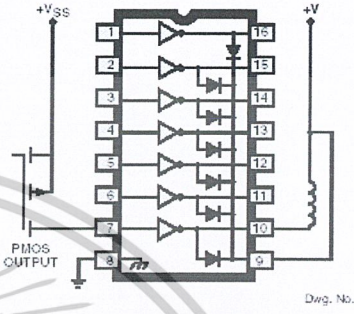
(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



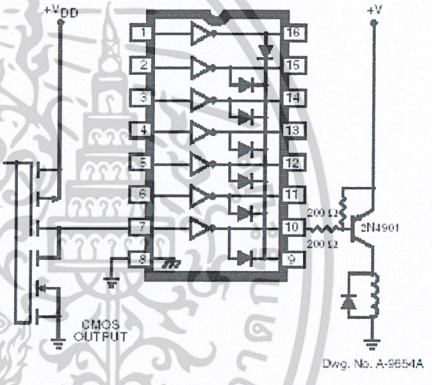
(Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')



TYPICAL APPLICATIONS

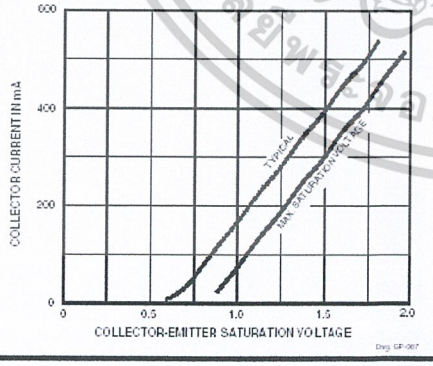


Dwg. No. A-9652

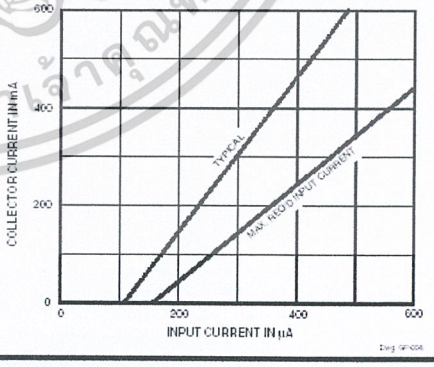


Dwg. No. A-9654A

SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT

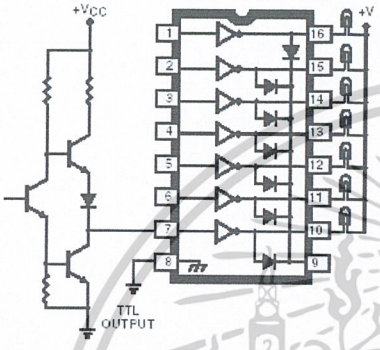


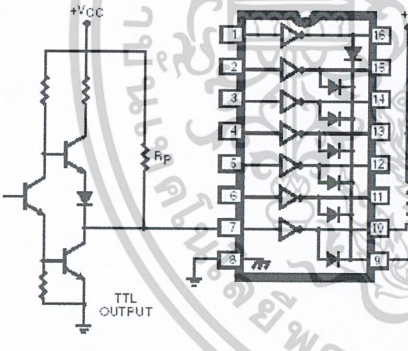
COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

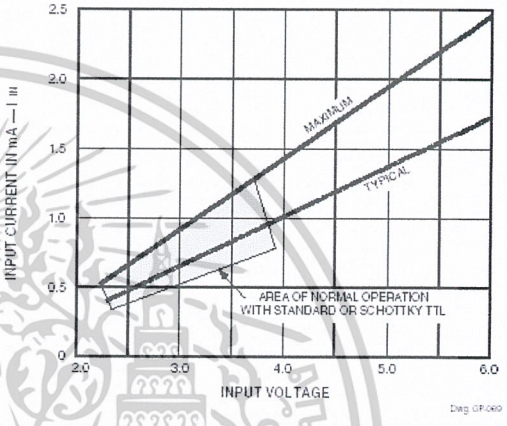
TYPICAL APPLICATIONS



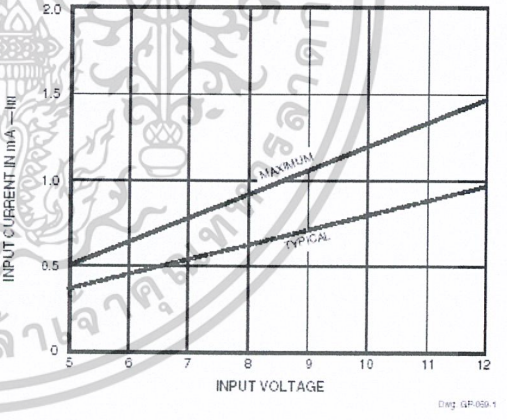


INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

For a complete data sheet, please also download:

- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines

74HC/HCT42
BCD to decimal decoder (1-of-10)

Product specification
File under Integrated Circuits, IC06

December 1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BCD to decimal decoder (1-of-10) 74HC/HCT42

FEATURES

- Mutually exclusive outputs
- 1-of-8 demultiplexing capability
- Outputs disabled for input codes above nine
- Output capability: standard
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT42 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT42 decoders accept four active HIGH BCD inputs and provide 10 mutually exclusive active LOW outputs. The active LOW outputs facilitate addressing other MSI circuits with active LOW input enables.

The logic design of the "42" ensures that all outputs are HIGH when binary codes greater than nine are applied to the inputs.

The most significant input (A_3) produces an useful inhibit function when the "42" is used as a 1-of-8 decoder. The A_3 input can also be used as the data input in an 8-output demultiplexer application.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay A_n to $\overline{Y}_n$	C_L = 15 pF; V_{CC} = 5 V	14	17	ns
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per package	notes 1 and 2	37	37	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in μW):
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz
   f_o = output frequency in MHz
   $\Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs
   C_L = output load capacitance in pF
   V_{CC} = supply voltage in V
2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}
   For HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} − 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BCD to decimal decoder (1-of-10) 74HC/HCT42

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11	$\overline{Y}_0$ to $\overline{Y}_9$	multiplexer outputs
8	GND	ground (0 V)
15, 14, 13, 12	A_0 to A_3	data inputs
16	V_{CC}	positive supply voltage

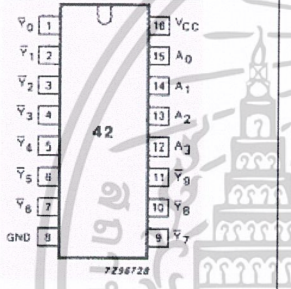


Fig.1 Pin configuration.

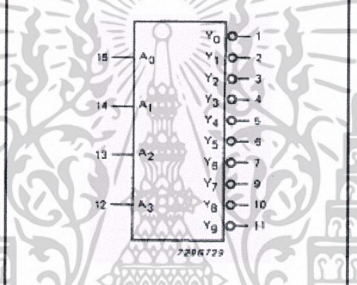


Fig.2 Logic symbol.

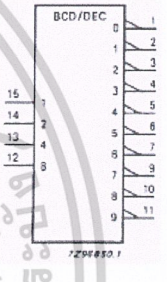


Fig.3 IEC logic symbol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

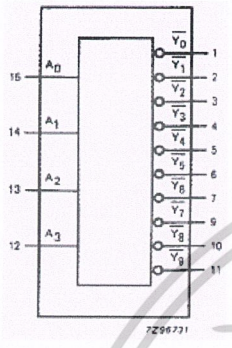


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS									
A_3	A_2	A_1	A_0	$\overline{Y}_0$	$\overline{Y}_1$	$\overline{Y}_2$	$\overline{Y}_3$	$\overline{Y}_4$	$\overline{Y}_5$	$\overline{Y}_6$	$\overline{Y}_7$	$\overline{Y}_8$	$\overline{Y}_9$
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Note

1. H = HIGH voltage level
   L = LOW voltage level

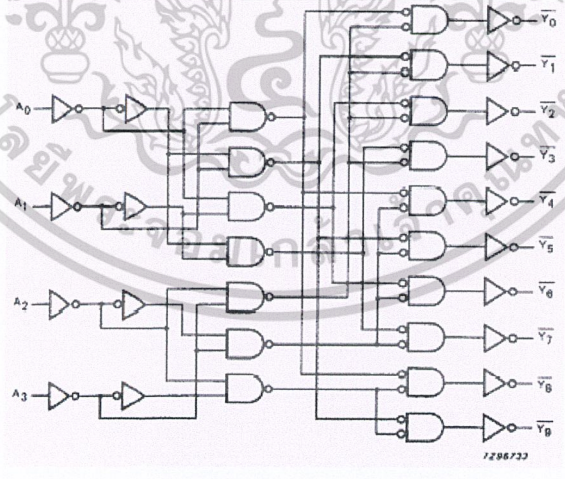


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HC

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: standard
I_{CC} category: MSI

AC CHARACTERISTICS FOR 74HC

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HC								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			−40 to +85		−40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay A_n to $\overline{Y}_n$		47 17 14	150 30 26		190 38 33		225 45 38	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6
t_{THL}/ t_{TLH}	output transition time		19 7 6	75 15 13		95 19 16		110 22 19	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6

DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: standard
I_{CC} category: MSI

Note to HCT types

The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
A_n	1.0

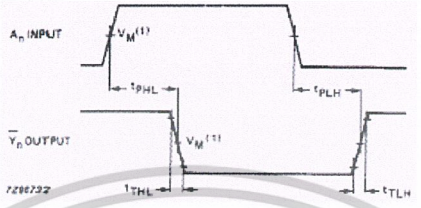
AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HCT								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			−40 to +85		−40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay A_n to $\overline{Y}_n$		20	35		44		53	ns	4.5	Fig.6
t_{THL}/ t_{TLH}	output transition time		7	15		19		22	ns	4.5	Fig.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC WAVEFORMS



(1) HC : V_M = 50%; V_I = GND to V_{CC}.
HCT: V_M = 1.3 V; V_I = GND to 3 V.

Fig.6 Waveforms showing the input (A_n) to output ($\overline{Y}_n$) propagation delays and the output transition times.

PACKAGE OUTLINES

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTEGRATED CIRCUITS

DATA SHEET

For a complete data sheet, please also download:

- The IC04 LOCMOS HE4000B Logic Family Specifications HEF, HEC
- The IC04 LOCMOS HE4000B Logic Package Outlines/Information HEF, HEC

HEF4051B
MSI
8-channel analogue multiplexer/demultiplexer

Product specification
File under Integrated Circuits, IC04

January 1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8-channel analogue multiplexer/demultiplexer

HEF4051B
MSI

DESCRIPTION

The HEF4051B is an 8-channel analogue multiplexer/demultiplexer with three address inputs (A_0 to A_2), an active LOW enable input ($\overline{E}$), eight independent inputs/outputs (Y_0 to Y_7) and a common input/output (Z).

The device contains eight bidirectional analogue switches, each with one side connected to an independent input/output (Y_0 to Y_7) and the other side connected to a common input/output (Z).

With $\overline{E}$ LOW, one of the eight switches is selected (low impedance ON-state) by A_0 to A_2. With $\overline{E}$ HIGH, all switches are in the high impedance OFF-state, independent of A_0 to A_2.

V_{DD} and V_{SS} are the supply voltage connections for the digital control inputs (A_0 to A_2, and $\overline{E}$). The V_{DD} to V_{SS} range is 3 to 15 V.

The analogue inputs/outputs (Y_0 to Y_7, and Z) can swing between V_{DD} as a positive limit and V_{EE} as a negative limit. $V_{DD}-V_{EE}$ may not exceed 15 V.

For operation as a digital multiplexer/demultiplexer, V_{EE} is connected to V_{SS} (typically ground).

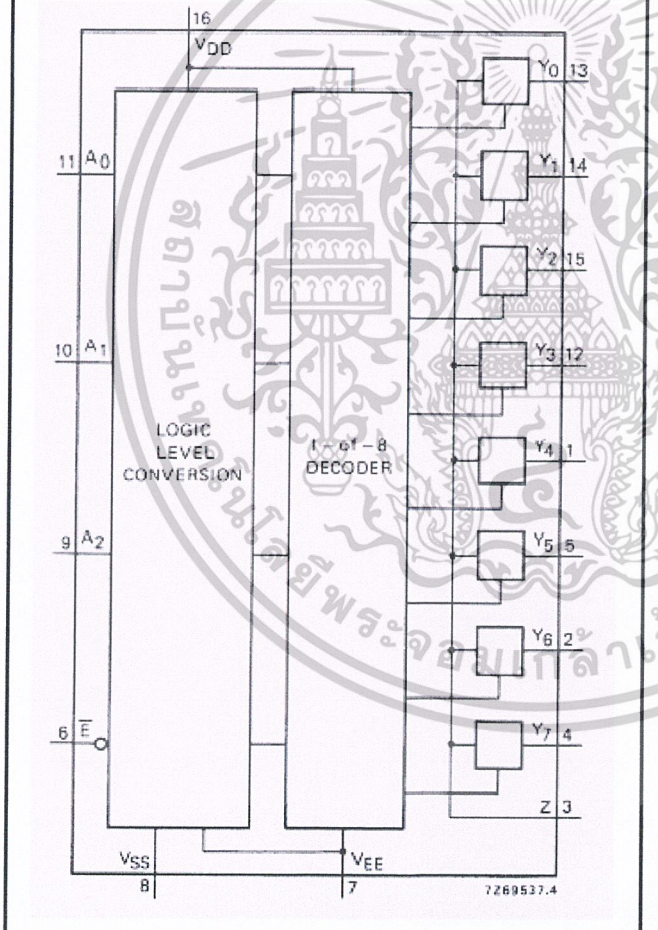


Fig.1 Functional diagram.

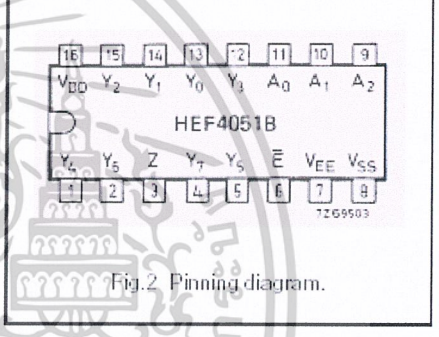


Fig.2 Pinning diagram.

HEF4051BP(N): 16-lead DIL; plastic (SOT38-1)

HEF4051BD(F): 16-lead DIL; ceramic (cerdip) (SOT74)

HEF4051BT(D): 16-lead SO; plastic (SOT109-1)

( ): Package Designator North America

PINNING

Y_0 to Y_7	independent inputs/outputs
A_0 to A_2	address inputs
$\overline{E}$	enable input (active LOW)
Z	common input/output

FAMILY DATA, I_{DD} LIMITS category MSI

See Family Specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

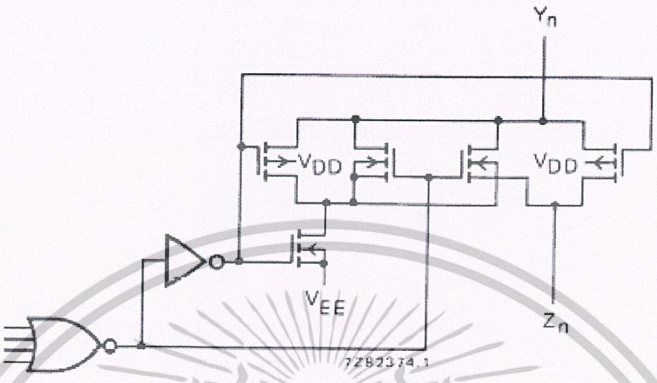


Fig.3 Schematic diagram (one switch).

FUNCTION TABLE

INPUTS				CHANNEL ON
$\overline{E}$	A_2	A_1	A_0	
L	L	L	L	Y_0–Z
L	L	L	H	Y_1–Z
L	L	H	L	Y_2–Z
L	L	H	H	Y_3–Z
L	H	L	L	Y_4–Z
L	H	L	H	Y_5–Z
L	H	H	L	Y_6–Z
L	H	H	H	Y_7–Z
H	X	X	X	none

Notes

1. H = HIGH state (the more positive voltage)
   L = LOW state (the less positive voltage)
   X = state is immaterial

RATINGS

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

Supply voltage (with reference to V_{DD})	V_{EE}	−18 to + 0,5 V

Note

1. To avoid drawing V_{DD} current out of terminal Z, when switch current flows into terminals Y, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0,4 V. If the switch current flows into terminal Z, no V_{DD} current will flow out of terminals Y, in this case there is no limit for the voltage drop across the switch, but the voltages at Y and Z may not exceed V_{DD} or V_{EE}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

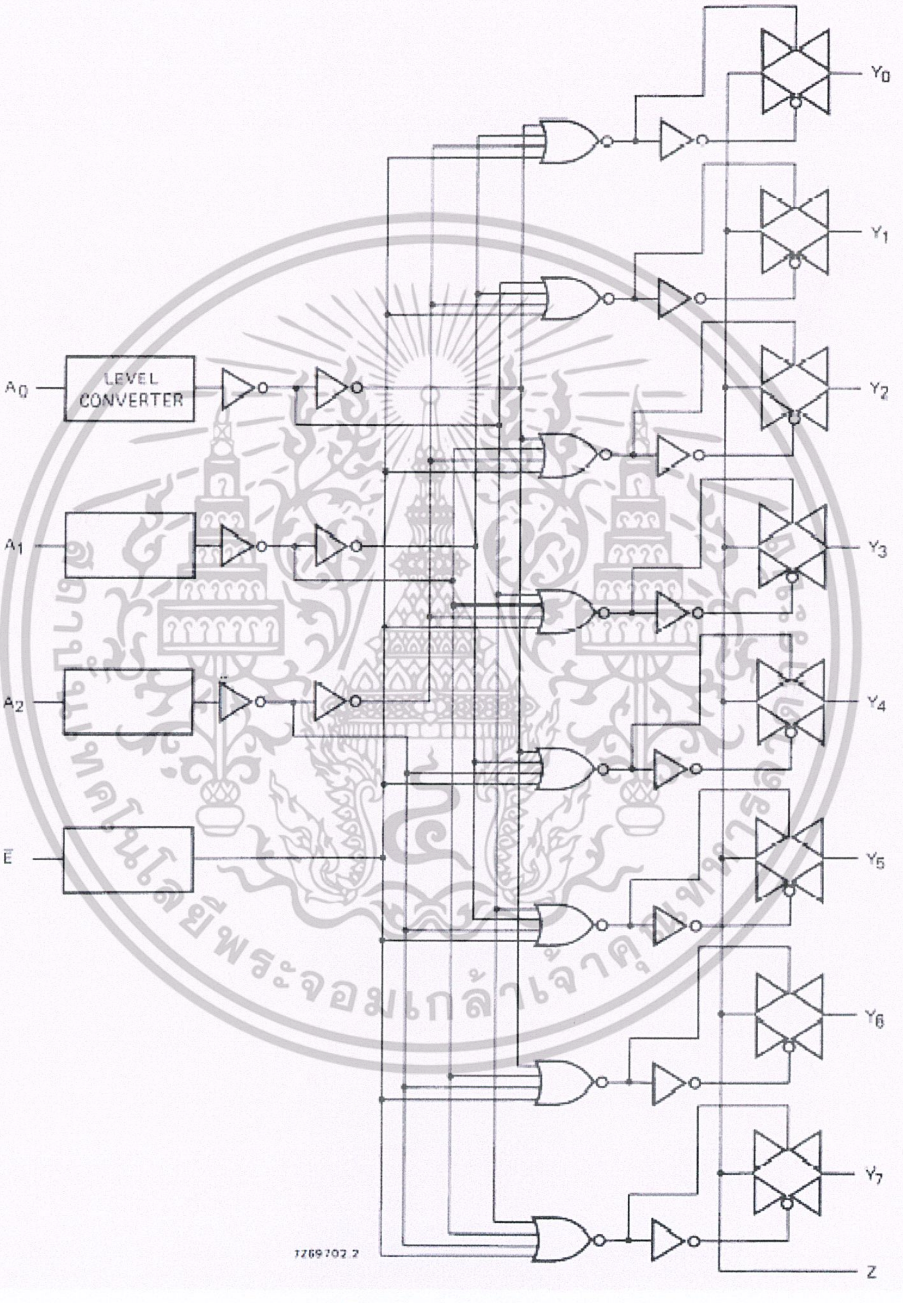


Fig.4 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS

T_{amb} = 25 °C

	$V_{DD}-V_{EE}$ V	SYMBOL	TYP.	MAX.		CONDITIONS
ON resistance	5	R_{ON}	350	2500	Ω	V_{is} = 0 to $V_{DD}-V_{EE}$ see Fig.6
	10		80	245	Ω	
	15		60	175	Ω	
ON resistance	5	R_{ON}	115	340	Ω	V_{is} = 0 see Fig.6
	10		50	160	Ω	
	15		40	115	Ω	
ON resistance	5	R_{ON}	120	365	Ω	V_{is} = $V_{DD}-V_{EE}$ see Fig.6
	10		65	200	Ω	
	15		50	155	Ω	
'Δ' ON resistance between any two channels	5	ΔR_{ON}	25	–	Ω	V_{is} = 0 to $V_{DD}-V_{EE}$ see Fig.6
	10		10	–	Ω	
	15		5	–	Ω	
OFF-state leakage current, all channels OFF	5	I_{OZZ}	–	–	nA	$\overline{E}$ at V_{DD} V_{SS} = V_{EE}
	10		–	–	nA	
	15		–	1000	nA	
OFF-state leakage current, any channel	5	I_{OZY}	–	–	nA	$\overline{E}$ at V_{SS} V_{SS} = V_{EE}
	10		–	–	nA	
	15		–	200	nA	

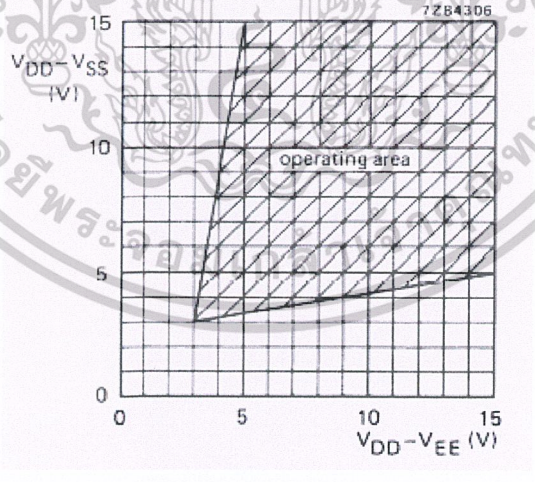


Fig.5 Operating area as a function of the supply voltages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

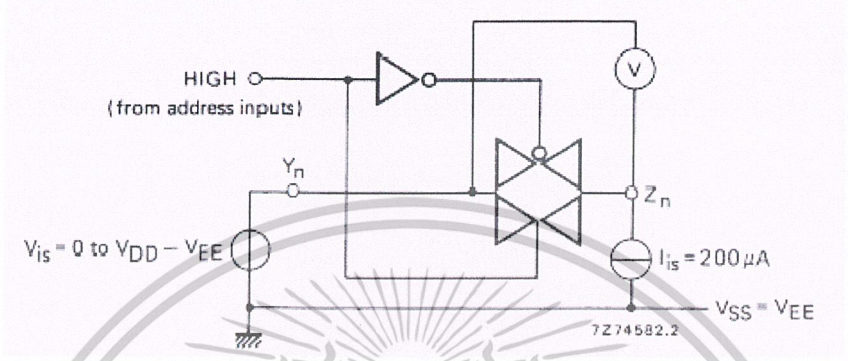


Fig.6 Test set-up for measuring R_{ON}.

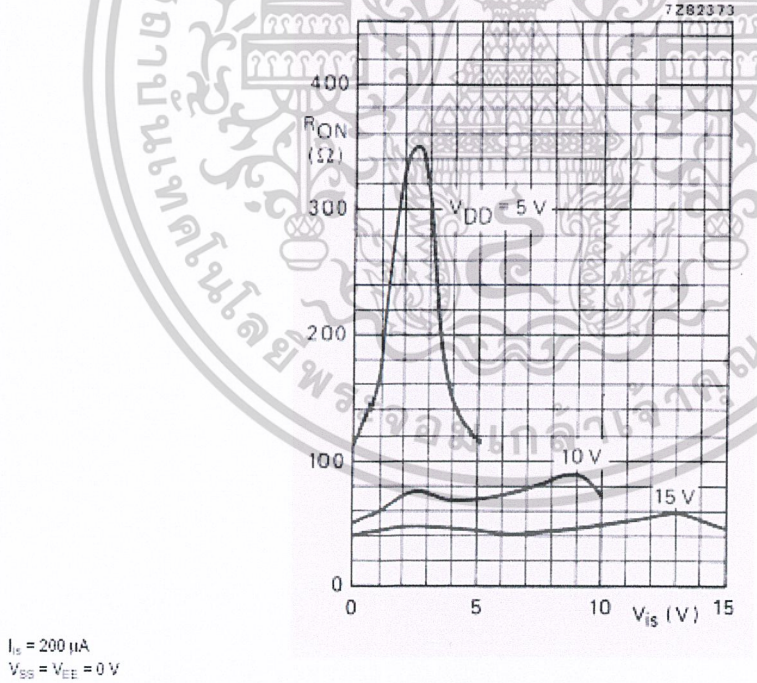


Fig.7 Typical R_{ON} as a function of input voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายปิติชัย จันคมณี

วัน-เดือน-ปีเกิด 13 เมษายน 2520

ภูมิลำเนา 45/216 ซ. 17/5 ถ.สุขาภิบาล1
อ.บึงกุ่ม แขวงคลองกุ่ม
จ.กรุงเทพมหานคร 10240
โทรศัพท์ 0-2374-7482

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนพระมารดา จังหวัดกรุงเทพมหานคร
มัธยมศึกษา	โรงเรียนเพ็ญสมิทธ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ คนที่ไม่เคยทำผิดคือคนที่ไม่เคยทำอะไรเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายวิบูลย์ ฉัตรแดง

วัน-เดือน-ปีเกิด 13 มิถุนายน 2524

ภูมิลำเนา 85/2 หมู่ที่ 2 ต.บ้านงิ้ว อ.สามโคก
จ.ปทุมธานี 12160 โทรศัพท์ 0-94512709

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดป่างิ้ว จังหวัดปทุมธานี

มัธยมศึกษา โรงเรียนสามโคก จังหวัดปทุมธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายสุรชัย ไวทยาชีวะ

วัน-เดือน-ปีเกิด 7 กรกฎาคม 2522

ภูมิลำเนา 7/3 หมู่ที่.5 ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2904-6365

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนลิ้นจี่อุทิศ จังหวัดปทุมธานี

มัธยมศึกษา โรงเรียนหัตถสารวิทยาคาร จังหวัดปทุมธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ปัญหาคือสิ่งที่ต้องฝ่าฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายสุรสิทธิ์ บางแจ้ง

วัน-เดือน-ปีเกิด 15 พฤศจิกายน 2523

ภูมิลำเนา 13/15 ม.7 ต.บางตลาด อ.ปากเกร็ด
จ.นนทบุรี 10320 โทรศัพท์ 0-9762-5335

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนชลประทานวิทยา จังหวัดนนทบุรี

มัธยมศึกษา โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ เวลาและสายน้ำไม่เคยคอยใคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้