สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบจำลองวงจรนิวเมติก

PNEUMATIC SIMULATOR

โดย

นายกิตติ กุณสิทธิ์ 39014024

นางสาวอัญชลี สุจิรสกุล 39014667

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แบบจำลองวงจรนิวเมติก

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติ กุณสิทธิ์ รหัส 39014024
2. นางสาวอัญชลี สุจิรสกุล รหัส 39014667

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองวงจรนิวเมติก

นายกิตติ กุณสิทธิ์
นางสาวอัญชลี สุจิรสกุล
อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการทำงานของวาล์วที่ใช้ในระบบนิวเมติก ซึ่งมีใช้อยู่ในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ โดยจะจำลองการทำงานของวาล์วผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะได้สังเกตได้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวงจรนิวเมติก โดยจะศึกษาเฉพาะวาล์วที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมอัด

ABSTRACT

The objective of this thesis studies about pneumatic valves which is widely used in industrial process. In this thesis a computer uses to simulate pneumatic valves in the pneumatic system to show about the change in the pneumatic system. By intent on directional control valve.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. ทฤษฎีและหลักการ	3
บทที่ 3. การออกแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรนิวเมติก	22
บทที่ 4. การใช้งานคำสั่งต่างๆของโปรแกรม	64
บทที่ 5. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	68
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 2/2 D.C.V. ปกติปิดใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง 7

รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง 8

รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 2/2 D.C.V. ปกติปิดใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง 8

รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง 9

รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 ปกติปิดเป็นแบบข้างหนึ่งโตข้างหนึ่งเล็ก 9

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ลูกสูบด้านหนึ่งโตกว่าอีกด้านหนึ่ง 10

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและรีเซตด้วยสปริง 10

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง 11

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยปุ่มกดรีเซตด้วยสปริง 11

รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและลม รีเซตสปริง 12

รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วย ลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง 12

รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน 5/2 D.C.V. ใช้การเซตและรีเซตด้วยลม 13

รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์วาล์วลดการไหล 14

รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์วาล์วกันกลับ 14

รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ชัตเทิลวาล์ว 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์วาล์วความดันสองทาง 15
รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์วาล์วเปิด-ปิด ลมอัด 15
รูปที่ 2.18 หน้าต่างหลักของโปรแกรมเดลไฟ 17
รูปที่ 2.19 เมนูของเดลไฟ 17
รูปที่ 2.20 Speedbar ของเดลไฟ 18
รูปที่ 2.21 Component palette เดลไฟ 18
รูปที่ 2.22 เพจพร็อพเพอร์ตี้ 20
รูปที่ 2.23 เพจอีเวนต์ 21
รูปที่ 3.1 ฟอร์มหลักที่เดลไฟให้มา 22
รูปที่ 3.2 คอมโพเนนต์เมนเมนู 23
รูปที่ 3.3 คอมโพเนนต์อิมเมจ 24
รูปที่ 3.4 คอมโพเนนต์ไทม์เมอร์ 25
รูปที่ 3.5 ฟอร์มหลักที่ออกแบบเสร็จแล้ว 25
รูปที่ 3.6 คอมโพเนนต์เทเบิล 26
รูปที่ 3.7 ตารางฐานข้อมูลของวาล์ว 26
รูปที่ 3.8 คอมโพเนนต์ DataSource 27
รูปที่ 3.9 คอมโพเนนต์ DBLookListBox 27
รูปที่ 3.10 คอมโพเนนต์ปุ่ม 28
รูปที่ 3.11 ฟอร์มแสดงไลบรารีที่ออกแบบเสร็จแล้ว 29
รูปที่ 3.12 คอมโพเนนต์เลเบล 30
รูปที่ 3.13 ฟอร์มแสดงความผิดพลาดในกรณีที่สัญญาณที่ต่อกับวาล์วมีความผิดพลาดหรือไม่ได้นำปั๊มลมมาต่อในวงจรนิวเมติก 30
รูปที่ 3.14 ฟอร์มแสดงความผิดพลาดในกรณีที่นำกระบอกสูบมาต่อในวงจรนิวเมติกเกิน 10 ตัว 31
รูปที่ 3.15 แผนผังโครงสร้างของโปรแกรม 32
รูปที่ 3.16 แผนผังการเลือกรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกจากฟอร์มไลบรารี 34
รูปที่ 3.17 แผนผังการเลื่อนรูป 37
รูปที่ 3.18 แผนผังการลากเส้น 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.19 แผนผังโพรซีเยอร์ repaint 42
รูปที่ 3.20 แผนผังการเก็บค่าตำแหน่งรูลม (โพรซีเยอร์ KeepPosition) 44
รูปที่ 3.21 แผนผังการลบเส้น 46
รูปที่ 3.22 แผนผังการลบรูป 48
รูปที่ 3.23 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckRight 50
รูปที่ 3.24 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckLeft 52
รูปที่ 3.25 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckDown 54
รูปที่ 3.26 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckUp 56
รูปที่ 3.27 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckPiston 58
รูปที่ 3.28 แผนผังโพรซีเยอร์ Calculate 60
รูปที่ 3.29 แผนผังการจำลองการทำงานในวงจรนิวเมติก 62
รูปที่ 4.1 ไอคอน simulate.exe 64
รูปที่ 4.2 การเข้าถึงไลบรารีของวาล์ว 64
รูปที่ 4.3 การเลือกสัญลักษณ์วาล์ว 65
รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญลักษณ์วาล์วที่ถูกเลือก 65
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรนิวเมติกที่เชื่อมต่อเสร็จแล้ว 66
รูปที่ 5.1 แสดงการทดลองที่ 1 68
รูปที่ 5.2 แสดงการทดลองที่ 2 69
รูปที่ 5.3 แสดงการทดลองที่ 3 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว	4
ตารางที่ 2.2	สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

มนุษย์รู้จักการนำเอาลมอัดมาใช้ให้เป็นประโยชน์มาเป็นเวลานานแล้ว โดยที่ใช้แรงดันนี้มาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ ผลที่ออกมาคือจะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น ในปัจจุบันนี้ได้พัฒนานำเอาลมอัดนี้มาใช้งานในงานด้านอุตสาหกรรมอย่างมาก เช่น เครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ เครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ และเครื่องมือเครื่องจักรอื่นๆ อีกมากมาย เป็นต้น ในปัจจุบันระบบลมอัดที่ได้พัฒนามาใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะเรียกระบบลมอัดนี้ว่า " ระบบนิวเมติก "

เหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจาก

1.ระบบนิวเมติกที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย

2.ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ในระบบนิวเมติกให้ความเร็วในการทำงาน 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที แต่ถ้าต้องการความเร็วสูงขึ้นมากกว่านี้ จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งจะมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที

3.ระบบนิวเมติกเมื่อใช้งานแล้วระบายทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศเลยไม่ต้องเดินท่อนำกลับมาใช้อีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

4.ระบบนิวเมติกสามารถนำลมที่อัดตัวแล้วเก็บไว้ในถังและนำไปใช้งานได้เลย

5.ในกรณีที่ใช้งานเกินกำลังระบบนิวเมติกยังคงมีความปลอดภัยอยู่

6.ระบบนิวเมติกสามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว

7.ระบบนิวเมติกสามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากน้อยได้ตามต้องการ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน

8.ลมอัดในระบบนิวเมติกเป็นลมอัดที่สะอาดมาก เพราะต้องมีชุดปรับคุณภาพลมอัดก่อนที่จะนำไปใช้งาน

9.กระบอกสูบซึ่งเป็นเครื่องมือทำงานชนิดหนึ่งในระบบนิวเมติกสามารถที่จะปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามความต้องการ

10.ระบบนิวเมติกสามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเหตุผลดังกล่าวมาทั้งหมดเห็นได้ว่าระบบนิวเมติกเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ด้วยเหตุผลที่ว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบนิวเมติกนั้นค่อนข้างจะมีราคาที่สูง ดังนั้นในการที่จะศึกษาระบบนิวเมติกนั้นค่อนข้างจะมีราคาที่สูงตามไปด้วย จึงได้มีการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาระบบนิวเมติก โดยที่ปริญญานิพนธ์งานนี้จะเน้นไปที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของลมอัดในระบบนิวเมติก คือ วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำการจำลองการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ภายในโปรแกรมจะมีการรวบรวมรูปสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดที่นิยมใช้และกระบอกสูบลมเพื่อใช้จำลองการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด เมื่อนำรูปสัญลักษณ์ของวาล์วมาต่อกันแล้ว โปรแกรมจะทำการจำลองการทำงานของวาล์วตามสัญลักษณ์แล้วจะแสดงผลออกเป็นภาพการเคลื่อนที่ของลมอัดและการทำงานของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล

ในวงงานอุตสาหกรรมนิยมการใช้สัญลักษณ์ทั้งนี้เพราะรวดเร็ว ง่ายต่อการอ่าน หรือสามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบได้รวดเร็ว สัญลักษณ์ที่มีใช้กันอยู่มีหลายระบบ เช่น

1.ASA (American Standard Association)

2.ISO (International Standard Organization)

3.JIS (Japanese Industrial Standard)

4.JIC (Joint Industry Conference)

5.DIN (Deuatsche Industrie Norm)

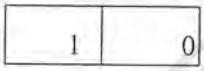
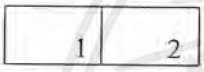
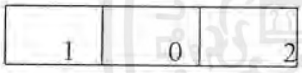
แต่ถ้าเข้าใจถึงสัญลักษณ์ของระบบใดระบบหนึ่งแล้ว จะสามารถ อ่านวงจรที่ใช้สัญลักษณ์ในระบบอื่นได้ไม่ยากมากนัก เพราะแต่ละระบบมีความแตกต่างกันไม่มากนัก การกำหนดสัญลักษณ์มักจะกำหนดจากหลักการทำงานจริงของอุปกรณ์นั้นๆ สำหรับสัญลักษณ์ที่เขียนลงในปริญญานิพนธ์นี้จะแสดงให้เห็นเฉพาะหน้าที่การทำงานเท่านั้น ไม่ได้แสดงถึงโครงสร้างภายใน โดยเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายในจะมีเส้นและลูกศรแสดงทิศทางการไหล และกำหนดสัญลักษณ์ของรูที่ตัวของวาล์วด้วย เพื่อแสดงทิศทางการทำงานหรือแสดงการควบคุมการทำงานในวงจร การเขียนสัญลักษณ์จะใช้สี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูปแทนตำแหน่งของวาล์ว 1 ตำแหน่ง ถ้าวาล์วควบคุมนี้มีตำแหน่งการทำงานหลายตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหลายรูปติดต่อกัน เช่น วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 รูปติดกัน บางครั้งอาจแสดงตำแหน่งของวาล์วให้รู้ว่าตำแหน่งไหนเป็นตำแหน่งพัก ตำแหน่งการทำงานที่ 1 หรือตำแหน่งการทำงานที่ 2 ได้ โดยเขียนตัวเลขประกอบเข้าไปด้วย โดยกำหนดว่า

เลข 0 หมายถึง ตำแหน่งปกติ คือตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อน

เลข 1 หมายถึง ตำแหน่งทำงานที่ 1

เลข 2 หมายถึง ตำแหน่งทำงานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่งและตำแหน่งทำงาน1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งการทำงานทั้ง 2 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่ง มีตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งพัก (ปกติ) และมี 2 ตำแหน่งที่ทำงาน

ตารางที่ 2.1 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว

การกำหนดสัญลักษณ์รูอุปกรณ์ มีการกำหนดอยู่ 3 วิธี คือ

1.กำหนดเป็นตัวอักษรย่อ เช่น Sup , Ex , IN , Out

2.กำหนดเป็นตัวอักษร เช่น A , B , P , R , X , Y

3.กำหนดเป็นตัวเลข เช่น 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 12 , 14

การเขียนสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์เพื่อที่จะได้ทราบถึงรูใดของอุปกรณ์ทำหน้าที่อะไร โดยปกติตัววาล์วการกำหนดสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์มักกำหนดกับวาล์วที่มี 2 ตำแหน่งขึ้นไป จะเขียนกำกับไว้ที่สัญลักษณ์วาล์วตรงตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติเท่านั้น ส่วนสัญลักษณ์วาล์วที่ไม่มีตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติก็จะเขียนไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 โดยลากเส้นต่อออกนอกกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วกำหนดสัญลักษณ์รูกำกับไว้ใกล้ๆ เส้นนั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการต่อวาล์วควบคุมในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริญญานิพนธ์แบบจำลองวงจรนิวเมติกนี้กำหนดสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์ไว้ดังนี้

a หมายถึง รูต่อลมอัดเข้าวาล์ว (supply port)

b , d หมายถึง รูต่อลมอัดไปใช้งาน

c , e หมายถึง รูระบายลมทิ้ง (exhaust port)

2.2 วาล์วในระบบนิวเมติก

ในระบบนิวเมติกทิศทางการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบลม สามารถควบคุมให้ทำงานตามความต้องการได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ซึ่งคือ วาล์ว โดยสามารถแยกประเภทของวาล์วออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (directional control valve)

2.วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด (flow valve control)

3.วาล์วบังคับลมอัดทางเดียว (non-return valve)

4.วาล์วควบคุมความดันลมอัด (pressure control valve)

5.วาล์วเปิด-ปิดลมอัด (shut-off valve)

รายละเอียดของวาล์วชนิดต่างๆ มีดังต่อไปนี้

2.2.1 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

คือวาล์วที่ทำหน้าที่บังคับทิศทางการไหลของลมอัดให้เป็นไปตามความต้องการเพื่อที่อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบลม มอเตอร์ลม (ในที่นี้ใช้กระบอกสูบลม) จะได้ทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้อง โดยหลักการทำงานของวาล์วชนิดนี้คือ การเปิด-ปิดลมอัดจากรูลมอัด(port)หนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง จำนวนรูลมอัดของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลมีอยู่หลายแบบ เช่น 2,3,4,5 รูลมอัด ซึ่งจะประกอบด้วย

1.รูลมอัดสำหรับต่อท่อที่จะจ่ายลมอัดเข้า

2.รูลมอัดสำหรับระบายลมทิ้ง

3.รูลมอัดสำหรับต่อท่อที่จะส่งลมอัดไปให้หรือรับลมอัดกลับมาจากอุปกรณ์ทำงาน

โดยทั่วไปจะเรียกวาล์วควบคุมทิศทางการไหลว่า D.C.V. (Directional Control Valves)

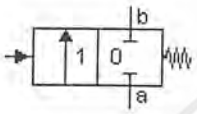
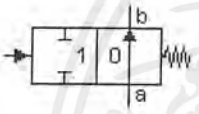
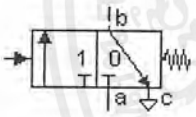
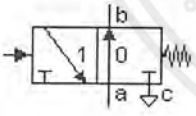
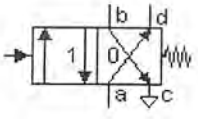
การบังคับเลื่อนของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.เลื่อนโดยใช้กล้ามเนื้อ เช่น ใช้มือหรือเท้าในการบังคับวาล์วให้เลื่อน

2.เลื่อนโดยใช้กลไก เช่น สปริงดัน ลูกกลิ้งกด

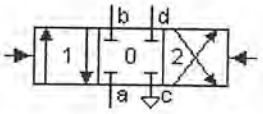
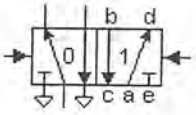
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เลื่อนโดยใช้ลมควบคุม ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ใช้ลมควบคุมโดยตรงและใช้ลมควบคุมทางอ้อม
4.เลื่อนโดยใช้ไฟฟ้า คือ ใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นเสมือนสวิตซ์ควบคุมให้วาล์วเลื่อน
5.เลื่อนโดยใช้วิธีแบบผสม เช่น ไฟฟ้ากับลม ลูกกลิ้งกับลม

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 2/2 D.C.V. Normally Closed
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด หรือ 2/2 D.C.V. Normally Opened
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 3/2 D.C.V. Normally Closed
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 3/2 D.C.V. Normally Opened
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง หรือวาล์ว 4/2 D.C.V. โดยตำแหน่งปกติจะมีลมเข้าหนึ่งท่อและลมระบายทิ้งออกอีกทางหนึ่ง

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

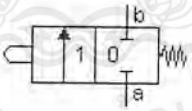
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางเป็นแบบปิดหมด หรือวาล์ว 4/3 D.C.V. Close Center สำหรับตำแหน่งกลางนี้มีอยู่หลายแบบแล้วแต่ลักษณะของการนำไปใช้งาน
	วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ท่อลมอัดเข้าหนึ่งท่อ ลมระบายทิ้งออกท่อหนึ่ง ส่วนรูระบายอีกรูหนึ่งถูกปิดวาล์วทิ้งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วาล์ว 5/2 D.C.V.

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง (ต่อ)

ตัวอย่างวาล์วควบคุมทิศทางการไหล

วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 2/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง ตำแหน่งของวาล์วปกติจะปิด ลมที่เข้ามาทางรู a จะผ่านไปยังรู b ไม่ได้ วาล์วชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยสปริงที่อยู่ภายในโครงสร้างของวาล์วจะดันลูกบอลปิดทางลมไม่ให้ลมที่เข้ามาทางรู a ผ่านไปได้ แต่เมื่อกดปุ่มจะดันให้ลูกบอลเคลื่อนที่เปิดทางลมให้ลมอัดผ่านทางรู a ไปยังรู b ได้ ถ้าปล่อยปุ่มกดเมื่อไร แรงดันจะดันลูกบอลปิดทางลมทันที วาล์วชนิดนี้มักจะใช้ในงานปิดเปิดลมสู่ระบบนิวเมติก

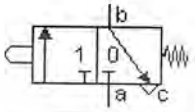


รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 2/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง รูลม a เป็นรูสำหรับลมเข้า รูลม b เป็นลมใช้งาน รูลม c เป็นรูระบายลมทิ้ง ซึ่งในตำแหน่งปกติจะต่อกับรูลม b ส่วนรูลม a จะถูกกั้นไว้ วาล์วชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยสปริงที่อยู่ภายในโครงสร้างของวาล์ว จะดันให้ลูกบอลปิดทางลมไม่ให้ลมที่เข้ามาทางรูลม a ผ่านไปได้ ส่วนรูลม b และรูลม c จะต่อถึงกันอยู่เมื่อกดปุ่มจะดันให้ลูกบอลเคลื่อนที่เปิดทางลมให้ลมอัดผ่านจากรูลม a ไปยังรูลม b ได้โดย

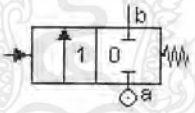
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่รูลม c จะถูกกั้นอยู่ถ้าปล่อยปุ่มกดเมื่อไร แรงดันสปริงจะดันลูกบอลปิดทางลมรู a และจะต่อรูลม b กับรูลม c วาล์วชนิดนี้นำไปใช้ควบคุมกระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว และยังนำไปใช้กับสัญญาณที่นำมาใช้กับการเลื่อนอื่นๆ ได้



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดลูกบอลแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง

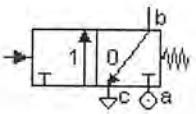
วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 2/2 ปกติปิด ใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง รูลม a เป็นรูลมเข้า ในตำแหน่งวาล์วปกติ ลมอัดจะไม่สามรถผ่านไปยังรูลม b ได้ การทำงานของวาล์วชนิดนี้เริ่มเมื่อมีสัญญาณลมเข้ามา ลมจากรูลม a ก็จะสามารถผ่านไปยังรูลม bวาล์วจะกลับสู่ตำแหน่งเดิมเมื่อสัญญาณลมหมดไป การกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมจะถูกกระทำโดยแรงสปริง วาล์วชนิดนี้นำไปใช้ในงานปิดเปิดลมสู่ระบบนิวเมติก



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 2/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง

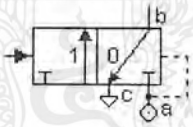
วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง ลมอัดจะเข้ารูลม a ซึ่งปกติจะปิดอยู่ รูลม b จะต่อกับรูลม c การทำงานของวาล์วชนิดนี้จะเริ่มเมื่อมีสัญญาณลมเข้ามา จะทำให้รูลม a ต่อกับรูลม b ซึ่งจะต่อไปใช้งาน ส่วนรูลม c ในตอนนี้จะปิด วาล์วนี้จะสามารถกลับสู่ตำแหน่งเดิมได้โดยแรงสปริง เมื่อสัญญาณลมหมดไป วาล์วชนิดนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมกระบอกสูบชนิดทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยความดันและรีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 ปกติปิด เป็นแบบข้างหนึ่งโตข้างหนึ่งเล็ก ตำแหน่งของวาล์วปกติจะปิด ลมอัดเมื่อเข้าสู่รูลม a จะผ่านรูกลางแกนวาล์วสู่ด้านแกนวาล์วข้างเล็กและดันแกนวาล์วขึ้น ทำให้ลมจากรูลม a ไม่สามารถทะลุผ่านไปยังรูลม b ได้ การทำงานของวาล์วเริ่มเมื่อมีสัญญาณลมเข้ามาลมจะดันแกนวาล์วด้านใหญ่ซึ่งจะทำให้แกนกลางเลื่อนตัวลง ทำให้รูลมเข้า a ต่อกับรูใช้งาน b ในขณะเดียวกันรูใช้งาน b จะไม่ต่อกับรูลม c วาล์วนี้จะกลับสู่ตำแหน่งเดิมเมื่อสัญญาณลมหมดไป โดยลมซึ่งดันแกนด้านเล็ก จะดันแกนกลับสู่ตำแหน่งเดิม วาล์วนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมกระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว

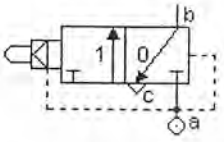


รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 ปกติปิด เป็นแบบข้างหนึ่งโตข้างหนึ่งเล็ก

วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ลูกสูบด้านหนึ่งโตกว่าอีกด้านหนึ่ง ตำแหน่งการทำงานของวาล์วปกติจะปิด ลมจากรูลมเข้า a จะกระทำต่อปลายลูกสูบด้านโตผ่านรูเล็กๆ กลางลูกสูบในตำแหน่งนี้ลมจากรูจ่ายลม a จะไม่ต่อกับรูใช้งาน b ส่วนรูใช้งาน b จะต่อกับรูระบาย c การทำงานของวาล์วจะเริ่มเมื่อวาล์วถูกกด กระเดื่องจะยก ทำให้ลมสามารถหนีออกจากรูเล็กๆ ฝั่งด้านลูกสูบโตผ่านออกทางรูระบายทิ้ง c จะทำให้แรงฝั่งลูกสูบด้านเล็กสามารถผลักแกนเลื่อนเข้าทำให้รูลมเข้า a ต่อกับรูลมใช้งาน b ส่วนรูลมระบายทิ้ง c จะถกปิด วาล์วจะกลับสู่ตำแหน่งเดิมเมื่อปล่อยปุ่มกด

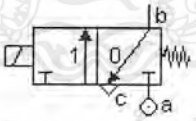
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วประเภทนี้สามารถนำไปใช้ในงานคัดขนาด นอกจากนั้นยังนำไปใช้กับสัญญาณที่นำมาใช้กับการเลื่อนอื่นๆ ก็ได้



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ลูกสูบด้านหนึ่งโตกว่าอีกด้านหนึ่ง

วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและรีเซตด้วยสปริง ตำแหน่งของวาล์วที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้า คอยล์สปริงจะกดแกนกลางลงและปิดรูลมด้านล่างทั้งนี้จะทำให้ลมจากรูจ่ายลม a ไม่ต่อกับรูลมใช้งาน b ส่วนรูใช้งาน b จะต่อกับรูระบายลมทิ้ง c การทำงานของวาล์วจะเริ่มเมื่อมีไฟฟ้าเข้ามาที่คอยล์ แกนกลางจะยกขึ้นปิดรูลมด้านบน ทำให้รูลมเข้า a ต่อกับรูใช้งาน b ส่วนรูระบายลมทิ้ง c จะถูกปิด วาล์วจะกลับสู่ตำแหน่งเดิมโดยแรงสปริงเมื่อการจ่ายไฟเข้าคอยล์หยุดลง วาล์วชนิดนี้ใช้สำหรับควบคุมกระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว

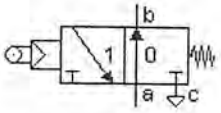


รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและรีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง ตำแหน่งของวาล์วในตำแหน่งปกติรูลม a ถูกอุดตันที่ปอปเปต (poppet) ตัวบนติดกับลูกกลิ้ง ส่วนรูลม b จะต่อกับรูลม c วาล์วจะทำงานเมื่อลูกกลิ้งถูกกดลง จะไปเปิดวาล์วช่วย (pilot valve) ทำให้ลมที่เข้ามาทางรู a ผ่านปอปเปตไปกดแผ่นไดอะแฟรมให้เคลื่อนที่ ทำให้ปิดรูลม c ดังนั้นรูลม b ก็ไม่สามารถตีดต่อกับรูลม c แผ่นไดอะแฟรมจะเคลื่อนที่ลงมาเรื่อยๆ ทำให้รูลม a ต่อกับรูลม b ได้ วาล์ว

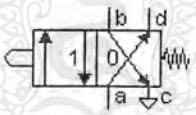
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้สามารถนำไปสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน หยุดหรือเปลี่ยนทิศทางการทำงาน โดยนำสัญญาณที่ผ่านจากวาล์วตัวนี้ไปสั่งการทำงานของเมนวาล์ว



รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 3/2 D.C.V. ปกติปิด ใช้การเซตด้วยลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยปุ่มกดและรีเซตด้วยสปริง ตำแหน่งของวาล์ว 4/2 นี้จะไม่มีปกติปิด ในตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งปกติรูลม a จะต่อกับรูลม d ส่วนรูลม b จะต่อกับรูลม c การทำงานของวาล์วเริ่มเมื่อกดปุ่มให้วาล์วเลื่อนตำแหน่ง รูลม a จะต่อกับรูลม b ส่วนรูลม c จะต่อกับรูลม d เมื่อปล่อยปุ่มกด สปริงจะดันวาล์วกลับตำแหน่งเดิม วาล์วชนิดนี้สามารถนำไปบังคับการทำงานของกระบอกสูบชนิดทำงาน 2 ทิศทางได้

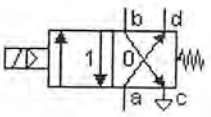


รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์วาล์วแบบปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การแซตด้วยปุ่มกดรีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและลม รีเซตด้วยสปริง ตำแหน่งของวาล์วในขณะเริ่มต้นยังไม่มีการป้อนไฟเข้าสู่โซลินอยด์ จึงยังไม่มีการทำงาน รูลม a จะต่อกับรูลม d ส่วนรูลม b จะต่อกับรูลม c การทำงานของวาล์วเริ่มเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังโซลินอยด์ จะดึงเอาแกนกระทุ้ง (plunger) เลื่อนเปิดทางเข้าออกเล็กที่ติดอยู่กับแกนกระทุ้ง ทำให้ลมไปดันแกนเลื่อน (pilot spood) จะถูกกดลงทั้ง 2 ตัว มีผลให้รูลม a ต่อกับรูลม b เมื่อกระแสไฟหมด

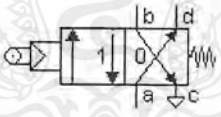
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะกลับตำแหน่งปกติด้วยแรงดันสปริง วาล์วชนิดนี้สามารถนำไปบังคับการทำงานของกระบอกสูบชนิดสองทางโดยการควบคุมทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและลม รีเซตสปริง

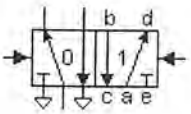
วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง การทำงานของวาล์วเริ่มต้นเมื่อลูกกลิ้งถูกกดลง ก็จะไปเปิดวาล์วช่วยทำให้ลมที่เข้ามาทางรูลม a ผ่านปอปเปตไปกดแผ่นไดอะแฟรมให้เคลื่อนที่ลง ทำให้ปิดรูลมไม่ให้รูลม b ต่อกับรูลม c ในขณะเดียวกันไดอะแฟรมอีกตัวก็จะไปปิดไม่ให้ลมที่ผ่านมาทางรูลม a ต่อกับรูลม d ได้ ดังนั้นในช่วงนี้รูลม a จะต่อกับรูลม b และรูลม c จะต่อกับรูลม d วาล์วชนิดนี้ใช้ในกรณีที่เมนวาล์วต้องการสัญญาณการกดของลูกกลิ้งไปสั่งให้กระบอกสูบทำงาน



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์วาล์วแบบแผ่นปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 4/2 D.C.V. ใช้การเซตด้วยลูกกลิ้งและลม รีเซตด้วยสปริง

วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน 5/2 D.C.V. ใช้การเซตและรีเซตและรีเซตด้วยลม ตำแหน่งปกติของวาล์วรูลม a จะต่อกับรูลม b ส่วนรูลม d จะต่อกับรูลม e ตำแหน่งการทำงานเริ่มเมื่อมีสัญญาณลมทางด้านซ้ายมากระทำจะดันให้วาล์วเลื่อน ทำให้รูลม a ต่อกับรูลม d และรูลม b ต่อกับรูลม c เมื่อสัญญาณหมดไปตำแหน่งวาล์วก็จะยังอยู่ในตำแหน่งนี้ จนกว่าจะมีสัญญาณลมทางด้านขวามากระทำ วาล์วจึงจะเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งไป วาล์วชนิดนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมควบคุมการทำงานของกระบอกสูบชนิดสองทิศทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์วาล์วแบบลูกสูบเลื่อน 5/2 D.C.V. ใช้การเซตและรีเซตด้วยลม

2.2.2 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด

วาล์วชนิดนี้ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดที่จะเข้าสู่อุปกรณ์ทำงานเพื่อที่จะควบคุมความเร็วของอุปกรณ์ทำงาน โดยจะติดตั้งวาล์วชนิดนี้ไว้ระหว่างอุปกรณ์ทำงานและวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ในปัจจุบันวาล์วควบคุมอัตราการไหลจะติดอยู่ที่ตัวกระบอกสูบ แต่ในกรณีที่ไม่ได้ติดอยู่ที่ตัวกระบอกสูบ การติดตั้งควรจะติดตั้งในระยะห่างจากวาล์วควบคุมทิศทางการไหลหรืออุปกรณ์ทำงานไม่เกิน 1 เมตร

วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมอัด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

วาล์วควบคุมอัตราการไหลปรับโดยมือหมุน

ประกอบด้วยวาล์วลดการไหลและวาล์วกันกลับต่อขนานกัน ดังนั้นลมอัดจึงสามารถไหลอย่างอิสระได้ทางหนึ่งและโดยการบังคับไหลอีกทางหนึ่ง วาล์วชนิดนี้บางครั้งเรียกว่า วาล์วบังคับความเร็ว

วาล์วควบคุมอัตราการไหลปรับโดยกลไก

ใช้วาล์วชนิดนี้ ในขณะที่ต้องการให้ความเร็วของลูกสูบในระหว่างช่วงชักให้ลดความแตกต่างกัน โดยใช้ก้านลูกสูบไปกดกลไกบังคับปริมาณลมในระหว่างช่วงชักได้ และการกำหนดปริมาณลมที่จะให้ไหลผ่านวาล์วทำได้โดยปรับสกรูที่บังคับกลไกเพื่อที่ก้านลูกสูบจะสามารถบังคับกลไกได้ง่ายหรือยากขึ้น

วาล์วลดการไหล

ใช้ลดปริมาณการปล่อยลมระบายออกจากวาล์วเปลี่ยนทิศทางการไหลเพื่อความคุมความเร็วกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

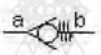
รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์วาล์วลดการไหล

2.2.3 วาล์วบังคับลมอัดไหลทางเดียว

ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของลมอัดให้ไหลผ่านทางเดียว แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

วาล์วกันกลับ (check valve)

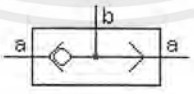
ทำหน้าที่ให้ลมไหลผ่านทางเดียวเท่านั้น โดยป้องกันการไหลย้อนกลับ ลมอัดจะไหลผ่านไปได้ก็ต่อเมื่อ ลมอัดที่เข้ามาต้องมีแรงดันชนะแรงของสปริง



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์วาล์วกันกลับ

ชัตเทิลวาล์ว (shuttle valve)

วาล์วชนิดนี้ท่อลมอัดเข้าสองทางคือรูลม a ดูตามรูป ส่วนรูลมออกไปใช้งานมีรูเดียว คือ รูลม b เมื่อสัญญาณลมอัดเข้ามาทางรูลม a ไม่ว่าจะเป็นทางซ้ายหรือขวาข้างใดข้างหนึ่ง ก็จะมีลมอัดออกไปที่รูลม b ได้ ถ้ามีสัญญาณทั้ง 2 ด้าน ด้านที่มาก่อนจะคือค่าสัญญาณที่ส่งออกไป



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ชัตเทิลวาล์ว

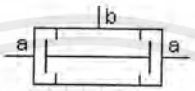
วาล์วทิ้งลมเร็ว (quick exhaust valve)

วาล์วแบบนี้สามารถระบายลมที่ออกมาจากกระบอกสูบให้ออกสู่ภายนอกได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นสามารถควบคุมให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 วาล์วความดันสองทาง

วาล์วแบบนี้อาศัยหลักการทำงานในเรื่องของการล็อคภายใน (interlock) ทางไฟฟ้ามาใช้ คือ จะต้องมีสัญญาณมาทั้งสองทางจึงจะมีลมออกผ่านไปใช้งานได้เหมาะกับงานที่ต้องการความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน เช่น จะต้องใช้มือทั้งสองมือกดเครื่องจักรถึงจะทำงานได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์วาล์วความดันสองทาง

2.2.4 วาล์วควบคุมความดันลมอัด

วาล์วชนิดนี้ทำหน้าที่คอยควบคุมความดันให้อยู่ในขอบเขตที่จำกัดตามที่ระบบตั้งไว้ ในระบบนิวเมติก การใช้งานมีน้อยมากไม่เหมือนกับในระบบไฮดรอลิก การนำวาล์วชนิดนี้มาใช้ในระบบนิวเมติกคือใช้สำหรับตั้งความดันลมอัดเพื่อนำไปใช้งานและป้องกันปริมาณลมอัดในถังพักลมไม่ให้มีมากเกินกว่าที่กำหนด

เนื่องจากจากปริญญานิพนธ์แบบจำลองวงจรนิวเมติกเน้นที่จะศึกษาถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมอัดมากกว่าการคำนวณเกี่ยวกับความดัน ดังนั้นจึงไม่ได้กล่าวถึงวาล์วควบคุมความดันของลมอัดมากนัก

2.2.5 วาล์วเปิด-ปิด ลมอัด

วาล์วชนิดนี้จัดเป็นวาล์วควบคุมแบบ 2 ทิศทางแบบหนึ่ง ใช้สำหรับควบคุมการปิด-เปิดการไหลของลมเท่านั้นจะนำไปใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบหรือมอเตอร์ลมไม่ได้ วาล์วนี้มีเพียงช่องทางเข้ากับช่องทางออก

รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์วาล์วเปิด-ปิด ลมอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการเขียนโปรแกรมโดยใช้เดลไฟ 4

เดลไฟ 4 เป็นตัวแปลภาษา (compiler) สำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ (windows) ภาษาพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ ภาษาปาสคาล (pascal) โดยมีทั้งการเขียนโปรแกรมแบบมองเห็นได้ (visual programming) และการเขียนโปรแกรมแบบมองเห็นไม่ได้ (non visual programming) การเขียนโปรแกรมแบบมองเห็นได้เป็นการเขียนโปรแกรมที่ส่วนประกอบภายในในโปรแกรมสามารถมองเห็นได้ขณะเขียนโปรแกรม ส่วนการเขียนโปรแกรมแบบมองเห็นไม่ได้ คือ การเขียนโปรแกรมด้วยเครื่องหมายและตัวอักษร โดยในขณะที่เขียนโปรแกรมเราไม่สามารถมองเห็นส่วนประกอบของโปรแกรมได้แต่จะสามารถมองเห็นส่วนประกอบของโปรแกรมได้ขณะโปรแกรมทำงาน (run program)

การเขียนโปรแกรมทำได้โดยลาก (drag) คอมโพเนนต์ (component) ที่ต้องการมาวาง(drop) ที่ฟอร์ม (form) ของโปรแกรมที่จะสร้างขึ้น แล้วโปรแกรมเดลไฟ 4 จะสร้าง ซอร์สโค้ด (source code) พื้นฐานให้กับคอมโพเนนต์ที่เราเลือกใช้ จากนั้นเราต้องเขียนซอส์สโค้ดเพิ่มเติมเพื่อให้ได้โปรแกรมตามต้องการ

องค์ประกอบเบื้องต้นสำหรับใช้เขียนโปรแกรม มี 4 อย่างคือ

1.ฟอร์ม คือ หน้าต่างที่ใช้สำหรับออกแบบรูปแบบของโปรแกรม

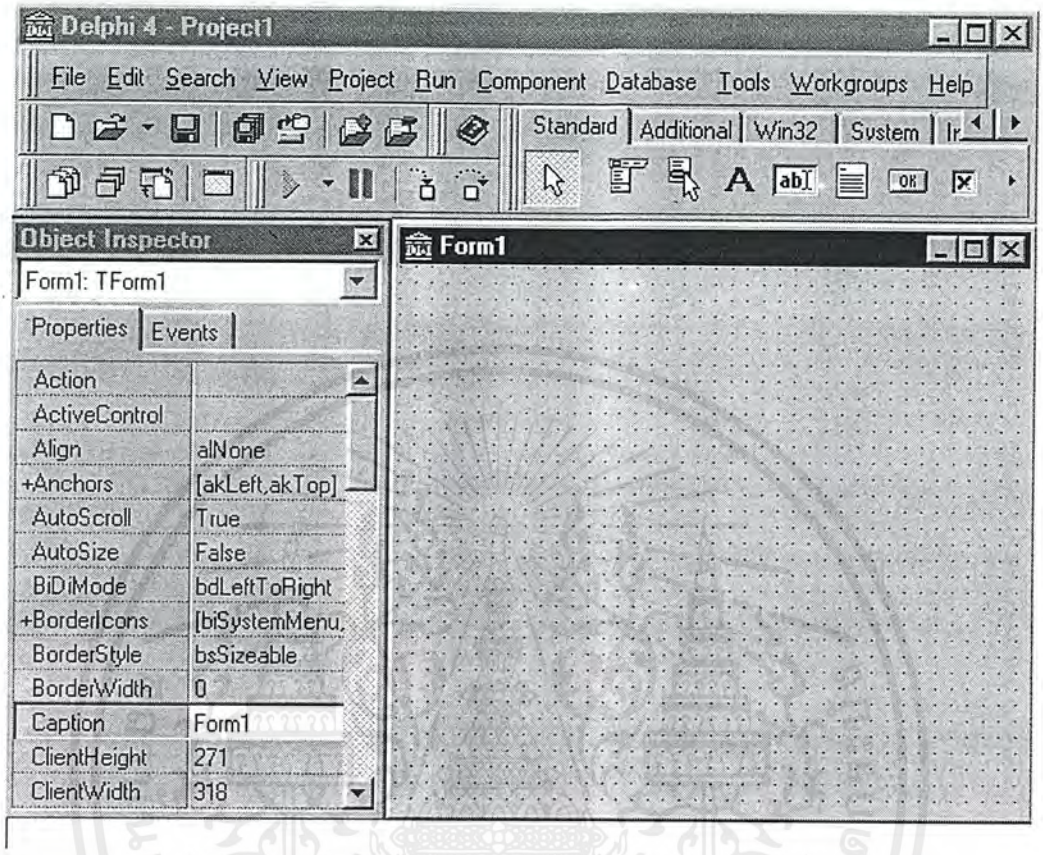
2.คอมโพเนนต์ คือ องค์ประกอบต่างๆที่จะใช้ในโปรแกรม เช่น ปุ่มกด (button) เมนู (menu) เป็นต้น

3.คำสั่งสำหรับจัดรูปแบบและการทำงานของคอมโพเนนต์

4.คำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



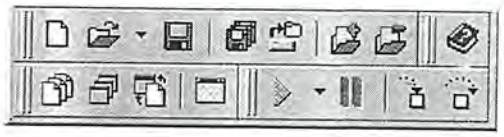
รูปที่ 2.18 หน้าต่างหลักของโปรแกรมเดลไฟ

เมนู เป็นส่วนหลักที่ใช้ในการทำงานของคำสั่งต่างๆ ซึ่งคำสั่งเกือบทั้งหมดสามารถเรียกใช้ผ่านเมนูได้

รูปที่ 2.19 เมนูของเดลไฟ

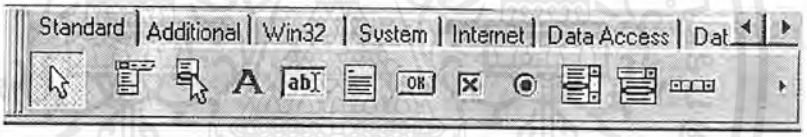
Speedbar ประกอบไปด้วยปุ่มของคำสั่งที่ใช้งานบ่อยๆ สำหรับการทำงานของเดลไฟ ผู้ใช้สามารถเลือกกดเลือกปุ่มต่างๆ เพื่อเรียกคำสั่งเหล่านั้นมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36854



รูปที่ 2.20 Speedbar ของเดลไฟ

Component Palette จะมีไอคอนที่แสดงถึงคอมโพเนนต์ต่างๆในเดลไฟ โดยสามารถจัดแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม เช่น กลุ่ม Standard, กลุ่ม Additional ซึ่งในการเลือกใช้ ผู้ใช้ต้องทำการเลือกกลุ่มที่ต้องการใช้ก่อน โดยทำการเลือกที่ชื่อแถบนั้นๆ จากนั้นทำการเลือกไอคอนที่ต้องการใช้งาน โดยการคลิกไปที่ตัวไอคอนนั้นมาวางลงบนฟอร์ม ในตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 2.21 Component palette เดลไฟ

ส่วนของคอมโพเนนต์ประกอบด้วย พรอพเพอร์ตี้ (property) และอีเวนท์ (event)

พรอพเพอร์ตี้ คือ คุณสมบัติของคอมโพเนนต์ ใช้กำหนดลักษณะของคอมโพเนนต์ให้เป็นไปตามต้องการ

อีเวนต์ คือ ส่วนที่ใช้รับการตอบสนองต่อการกระทำที่เกิดขึ้นที่ตัวคอมโพเนนต์

พรอพเพอร์ตี้ทั่วไปของคอมโพเนนต์ แบ่งออกเป็นกลุ่มๆได้ดังนี้

พรอพเพอร์ตี้เกี่ยวกับตำแหน่งและขนาด

Height คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดความสูงของคอมโพเนนต์

Width คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดค่าความกว้างของคอมโพเนนต์

Left คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดตำแหน่งตามแนวนอนของคอมโพเนนต์

Top คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดตำแหน่งตามแนวตั้งของคอมโพเนนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรอพเพอร์ตี้เกี่ยวกับลักษณะภายนอก

BorderStyle คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดว่าจะให้คอมโพเนนต์มีกรอบหรือไม่ ค่าคุณสมบัติที่กำหนดได้มี bsSingle คือ มีกรอบเกิดขึ้นที่คอมโพเนนต์ bsNone คือ ไม่มีกรอบเกิดขึ้น

Color คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดสีพื้นของคอมโพเนนต์ เช่น ถ้าต้องสีดำกำหนดเป็น clBlack สีแดงเป็น clRed เป็นต้น

Ctrl3D คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดให้คอมโพเนนต์มีลักษณะเป็น 3 มิติ (กำหนดให้เป็น True) หรือเป็นพื้นเรียบ (กำหนดให้เป็น False)

Enable คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดให้สามารถทำงานกับคอมโพเนนต์นี้ได้หรือไม่ คือ ถ้ากำหนดเป็น False จะไม่มีการตอบสนองต่อ เมาส์ หรือ คีย์บอร์ด (keyboard)

Font คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนด ชื่อ ขนาด รูปแบบและสีของตัวอักษรที่ปรากฏในคอมโพเนนต์

Visible คือ คุณสมบัติที่กำหนดให้แสดงหรือไม่แสดงคอมโพเนนต์

พรอพเพอร์ตี้อื่นๆ

Cursor คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดลักษณะของเมาส์ ขณะที่อยู่บนคอมโพเนนต์

Hint คือ คุณสมบัติที่ใช้ในการเก็บข้อความที่ใช้แสดงเป็น Hint ซึ่งHint จะทำงานก็ต่อเมื่อเราได้กำหนดค่า ShowHint เป็น True ก่อน

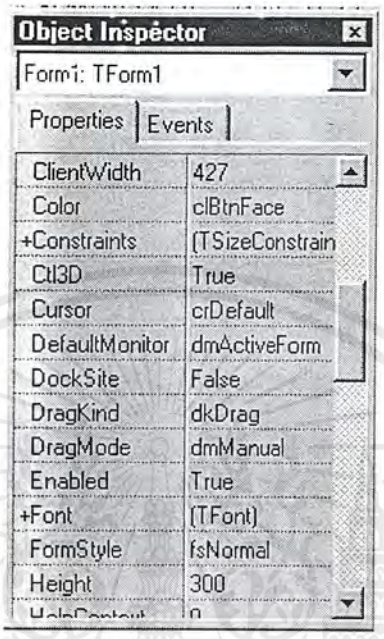
ShowHint คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดว่าจะมี Hint ปรากฏบนคอมโพเนนต์หรือไม่

PopupMenu คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดคอมโพเนนต์ Popup Menu ที่ใช้เป็นเมนูลอยซึ่งจะปรากฏเมื่อมีการคลิก (Click) ปุ่มขวาของเมาส์ที่คอมโพเนนต์ แต่การกำหนดคุณสมบัตินี้ได้ ต้องทำการสร้างคอมโพเนนต์ Popup Menu ขึ้นมาก่อน

TabOrder คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดการย้ายจุดโฟกัส (Focus) โดยใช้ปุ่มแท็ป (Tab) ลำดับการย้ายโฟกัสนั้นจะมีการเรียงจากน้อยไปหามาก (ค่าน้อยที่สุดที่สามารถกำหนดได้คือ 0) พรอพเพอร์ตี้ TabOrder จะทำงานก็ต่อเมื่อค่าของพรอพเพอร์ตี้ TabStop ของคอมโพเนนต์มีค่าเป็น True

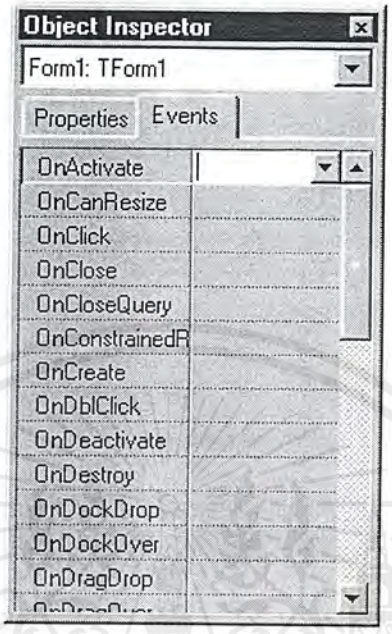
TabStop คือ คุณสมบัติที่ใช้กำหนดว่าจะให้หยุดที่คอมโพเนนต์นี้หรือไม่ เมื่อมีการย้ายจุดโฟกัสโดยการใช้ปุ่มแท็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 เพจพรอพเพอร์ตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 เพจอีเวนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรนิวเมติก

แนวทางการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรนิวเมติก ในที่นี้ได้เลือกใช้เดลไฟในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนวินโดว์ ที่มีประสิทธิภาพสูงตัวหนึ่ง ซึ่งสามารถรองรับความสามารถต่างๆที่อยู่ในวินโดว์ได้อย่างครบถ้วน และยังง่ายในการใช้งาน ทำให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นต่างๆ ได้ในเวลาอันรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ , การเชื่อมโยงฐานข้อมูล

ในโปรแกรมแบบจำลองวงจรนิวเมติกประกอบด้วยฟอร์ม 3 ฟอร์ม คือ

1.ฟอร์มหลัก (Main Form)

2. ฟอร์มแสดงไลบรารี (ValveList Form)

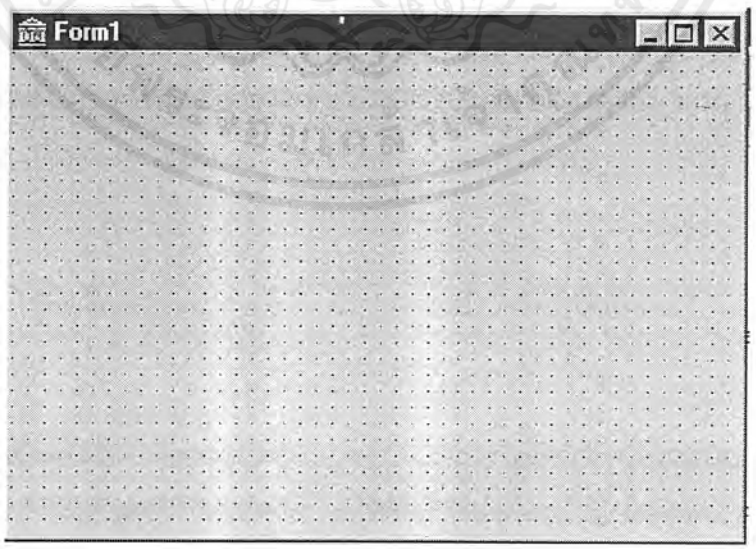
3.ฟอร์มแสดงความผิดพลาด (Error Form)

3.1 การออกแบบฟอร์มหลัก

ในฟอร์มหลักประกอบด้วย

- เมนูคำสั่ง เป็นส่วนที่แสดงเมนูคำสั่งของโปรแกรมใช้ในการทำงานต่างๆ เกือบทั้ง หมด
- พื้นที่สำหรับให้ผู้ใช้นำรูปสัญลักษณ์วาล์วมาเชื่อมต่อเป็นวงจรนิวเมติก

ฟอร์ม



รูปที่ 3.1 ฟอร์มหลักที่เดลไฟให้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของฟอร์ม

Active	ใช้บอกว่าฟอร์มนั้นเป็นฟอร์มที่กำลังถูกใช้งานอยู่หรือไม่
BorderIcons	ใช้สำหรับกำหนดว่าจะให้มีปุ่มคำสั่งใดปรากฏที่ไตเติ้ลบาร์(Titlebar) ของฟอร์มบ้าง เช่น ปุ่มย่อฟอร์มให้เล็กลง ปุ่มขยายให้ฟอร์มมีขนาดเต็มจอ
Caption	ใช้กำหนดชื่อที่จะแสดงบนไตเติ้ลบาร์ของฟอร์ม
Menu	ใช้กำหนดว่าจะให้คอมโพเนนต์เมนูหลัก(Main Menu)ตัวไหนเป็นเมนู ของฟอร์มกรณีมีหลายตัว

อีเวนต์ที่สำคัญของฟอร์ม

OnCreate	จะเกิดขึ้นเมื่อฟอร์มถูกเรียกสร้างมา
OnMouseDown	จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกดเมาส์ (Mouse) ลงบนฟอร์ม
OnMouseMove	จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเลื่อนเมาส์บนฟอร์ม
OnMouseUp	จะเกิดขึ้นเมื่อมีการปล่อยปุ่มเมาส์ที่ถูกกดอยู่
OnPaint	จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของจุดบนฟอร์ม

การสร้างฟอร์มหลักใช้คอมโพเนนต์เดลไฟ ดังนี้

-เมนเมนู (Main Menu)

-ไทม์เมอร์ (Timer)

-อิมเมจ (Image)

เมนเมนู

รูปที่ 3.2 คอมโพเนนต์เมนเมนู

คอมโพเนนต์เมนเมนูเป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้สร้างเมนูต่างๆ โดยในที่นี้ได้ใช้คอมโพเนนต์เมนเมนูสร้างเมนูของ File , Edit , Library และ Tools อีกทั้งยังใช้สร้างเมนูย่อย Exit ,Choose, Delete , Component , Run , Stop , Finish , Line , HorToVer , VerToHor ,Select,Erase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของเมนเมนู

Caption ใช้สำหรับกำหนดข้อความที่เป็นชื่อของเมนู สามารถใช้เครื่องหมาย '&' วางหน้าตัวอักษรที่ต้องการทำเป็นคีย์ลัด

Checked ใช้กำหนดให้มีเครื่องหมายถูกหน้าคำสั่งในเมนู ในกรณีที่คำสั่งนั้นถูกเลือก

shortCu ใช้กำหนดค่า Shortcut-Key (เมื่อกดปุ่มตามค่าที่กำหนดแล้วจะทำงานของเมนูเลยไม่ต้องผ่านเมนู)

อีเวนต์ที่สำคัญของเมนเมนู

OnClick จะเกิดอีเวนต์นี้เมื่อมีการคลิกที่เมนู แล้วโปรแกรมจะทำงานในโพรซีเยอร์ (procedure) ที่กำหนดไว้ที่อีเวนต์นี้

อิมเมจ

รูปที่ 3.3 คอมโพเนนต์อิมเมจ

เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้แสดงรูปภาพ ใช้ในการแสดงรูปสัญลักษณ์วาล์วที่นำมาเชื่อมต่อกัน

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของคอมโพเนนต์อิมเมจ

Picture ใช้สำหรับเก็บรูปที่ต้องการแสดงในคอมโพเนนต์อิมเมจ

Center ใช้กำหนดให้รูปที่นำมาแสดงในคอมโพเนนต์อิมเมจถูกวางในตำแหน่งกึ่งกลางของกรอบที่ออกแบบไว้

AutoSize ใช้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของกรอบ ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของรูปโดยอัตโนมัติ

Strech ใช้กำหนดให้ขนาดของรูปที่โหลด (load) มามีขนาดเท่ากับขนาดของกรอบ

Transparent ใช้กำหนดให้สามารถมองเห็นพื้นหลังรูปได้

อีเวนต์ที่สำคัญของคอมโพเนนต์อิมเมจ

Onprogress จะเกิดอีเวนต์นี้เมื่อมีการโหลดรูปที่มีขนาดใหญ่ๆ ซึ่งจะมีการส่งค่าสถานะการทำงานมาให้ เช่น เปอร์เซ็นต์การทำงาน กำลังทำงานขั้นตอนใดเช่น เริ่มทำงาน กำลังทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์เมอร์

รูปที่ 3.4 คอมโพเนนต์ไทม์เมอร์

เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้นับเวลา เพื่อหน่วงเวลาให้เห็นทิศทางการเคลื่อนที่ลมอัด

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของไทม์เมอร์

Enabled ใช้กำหนดให้ไทม์เมอร์เริ่มนับค่าตามที่กำหนดไว้ที่พรอพเพอร์ตี้ Interval

Interval ใช้กำหนดค่าที่จะให้ไทม์เมอร์นับมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที

อีเวนต์ที่สำคัญของไทม์เมอร์

OnTimer จะเกิดอีเวนต์นี้เมื่อไทม์เมอร์นับค่าตามที่กำหนดไว้ครบแล้ว

รูปที่ 3.5 ฟอร์มหลักที่ออกแบบเสร็จแล้ว

3.2 การออกแบบฟอร์มแสดงไลบรารี

ฟอร์มแสดงไลบรารี เป็นฟอร์มที่แสดงสัญลักษณ์ของวาล์วสำหรับให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือกวาล์วมาต่อในวงจรนิวเมติก ดังนั้นในฟอร์มไลบรารีประกอบด้วย

- ส่วนที่แสดงรายชื่อวาล์วที่มีในฐานข้อมูล
- ส่วนที่แสดงรูปภาพสัญลักษณ์วาล์วตามรายชื่อวาล์วในฐานข้อมูล
- ปุ่มที่ใช้กดเลือกหรือยกเลิกการเลือกวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมโพเนนต์ที่ใช้ในฟอร์มแสดงไลบรารี

- เทเบิล (Table)
- DataSource
- DBLookupListBox
- ปุ่ม (button)

เทเบิล

รูปที่ 3.6 คอมโพเนนต์เทเบิล

คอมโพเนนต์เทเบิล เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง โดยสามารถแก้ไข ค้นหาคัดลอก และลบข้อมูลในตาราง สามารถกรองเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ ในที่นี้ใช้เทเบิลเป็นตารางฐานข้อมูลของวาล์ว ในตารางประกอบด้วย ชื่อของวาล์ว ภาพของวาล์ว และตำแหน่งรูลม (ขา) ของวาล์ว

Table : D:\Project\valve.db

valve	Name	Preview	
1	image1	<BLOB Graphic>	2/2 D.C.V. (NC)
2	image2	<BLOB Graphic>	2/2 D.C.V. (NO)
3	image3	<BLOB Graphic>	3/2 D.C.V. (NC)
4	image4	<BLOB Graphic>	3/2 D.C.V. (NO)
5	image5	<BLOB Graphic>	4/2 D.C.V.
6	image6	<BLOB Graphic>	4/3 D.C.V. Close Ce
7	image7	<BLOB Graphic>	5/2 D.C.V.
8	image8	<BLOB Graphic>	2/2 D.C.V. (NC-B)
9	image9	<BLOB Graphic>	3/2 D.C.V. (NC-B)
10	image10	<BLOB Graphic>	2/2 D.C.V. (NC-P)
11	image11	<BLOB Graphic>	3/2 D.C.V. (NC-P1)

รูปที่ 3.7 ตารางฐานข้อมูลของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร็อพเพอร์ตี้ที่สำคัญของของเทเบิล

DatabaseName ใช้กำหนดไดเรกทอรีเพื่ออ้างอิงถึงฐานข้อมูลที่จะใช้งาน

TableName ใช้กำหนดชื่อเทเบิลที่จะทำงานด้วย

Active ใช้เปิดและปิด Dataset โดยการกำหนดค่าเป็น True กับ False

Fields เป็นรายการฟิลด์ โดยมีลำดับที่ 0 ใช้อ้างอิงฟิลด์โดยระบุลำดับ

FieldValue ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลในฟิลด์ โดยไม่จำเป็นต้องระบุชนิดข้อมูล

Filter ใช้กำหนดนิพจน์ที่ใช้ในการกรองข้อมูล

เมธอดที่สำคัญของเทเบิล

FieldByName ใช้อ้างถึงฟิลด์โดยใช้ชื่อ

DataSoure

รูปที่ 3.8 คอมโพเนนต์ DataSource

DataSource เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับคอมโพเนนต์ที่ใช้แสดงหรือแก้ไขข้อมูล ในที่นี้ใช้ DataSource ในการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลในตารางกับส่วนที่ใช้แสดงตัวอย่างรูปสัญลักษณ์วาล์ว

พร็อพเพอร์ตี้ที่สำคัญของ DataSource

Datasset เป็นพร็อพเพอร์ตี้ที่ใช้สำหรับกำหนดคอมโพเนนต์เพื่อใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล

DBLookupListBox

รูปที่ 3.9 คอมโพเนนต์ DBLookListBox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DBLookListBox เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้สำหรับแสดงรายการข้อมูลในเทเบิลอื่นเพื่อเลือกค่าจากรายการนั้นมาใส่ในฟิลด์ที่ทำงานอยู่ วิธีจะต้องกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ DataSource สำหรับเชื่อมต่อไปยัง DataSet พร็อพเพอร์ตี้ DataField สำหรับกำหนดฟิลด์ที่ต้องการทำงานด้วย ซึ่งในที่นี้ใช้แสดงรายชื่อวาล์วที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

พร็อพเพอร์ตี้ที่สำคัญของ DBLookListBox

DataSource	ใช้กำหนดคอมโพเนนต์ Datasource ซึ่งจะต้องเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล
DataField	ใช้กำหนดฟิลด์ที่อยู่ในฐานข้อมูล
ListSource	ใช้กำหนด DataSource ที่ใช้อ้างอิงข้อมูลที่จะนำมาแสดงในลิสต์บอกซ์
ListField	ใช้กำหนดชื่อฟิลด์ (ที่อยู่ใน DataSet ของ ListSource) ซึ่งจะแสดงในลิสต์รายการ
KeyField	ใช้กำหนดฟิลด์ใน DataSet ซึ่งอ้างอิงด้วย ListSource โดยจะต้องสัมพันธ์กับ DataField

ปุ่ม

รูปที่ 3.10 คอมโพเนนต์ปุ่ม

เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม จะมีลักษณะเป็นปุ่มให้กดและเมื่อถูกกดจะเกิดอีเวนต์ OnClick ขึ้น โปรแกรมก็จะทำตามคำสั่งที่เขียนไว้ในอีเวนต์ OnClick

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของปุ่ม

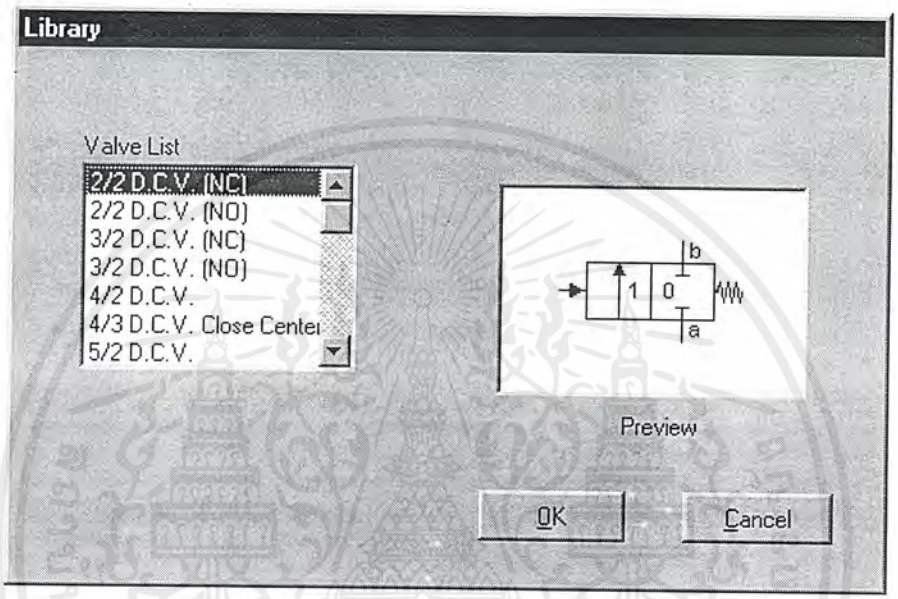
Default	ใช้กำหนดว่าเมื่อทำการกดปุ่มเอนเตอร์ (Enter) ที่คีย์บอร์ดให้เกิดอีเวนต์ OnClick ของปุ่มที่ตั้งค่าพรอพเพอร์ตี้นี้ หมายถึงกดให้ปุ่มนี้เป็น Default นั่นเอง แม้ว่าในแต่ละฟอร์มจะมีปุ่มที่ถูกกำหนดให้เป็น Default หลายปุ่ม แต่จะถือว่าปุ่มที่อยู่ใน TabOrder ก่อนหน้านี้เป็นปุ่มที่เป็น Default
Cancel	ใช้กำหนดว่าถ้ากดปุ่มเอสเคป (Escape) ที่คีย์บอร์ดให้ทำคำสั่งนี้
Caption	ใช้กำหนดข้อความที่จะแสดงบนปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีเวนต์ที่สำคัญของปุ่ม

OnClick จะเกิดอีเวนต์นี้เมื่อมีการคลิกที่ปุ่ม

OnEnter จะเกิดเมื่อมีจุดโฟกัสเลื่อนมาถึงจุดนี้



รูปที่ 3.11 ฟอร์มแสดงไลบรารีที่ออกแบบเสร็จแล้ว

3.3 การออกแบบฟอร์มแสดงความผิดพลาด

ฟอร์มแสดงความผิดพลาดจะแสดงออกมาเมื่อ

- สัญญาณที่ต่อกับวาล์วมีความผิดพลาด
- มีการนำสัญลักษณ์วาล์วมาต่อวงจรเกิน 50 ตัว
- มีการนำกระบอกสูบมาต่อในวงจรเกิน 10 ตัว
- ผู้ใช้งานต่อวงจรแล้วไม่ได้เอาปั๊มลมมาต่อในวงจรด้วย

คอมโพเนนต์ที่ใช้ในฟอร์มแสดงความผิดพลาด

- เลเบล (Label)
- ปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลเบล

รูปที่ 3.12 คอมโพเนนต์เลเบล

เลเบลเป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้แสดงข้อความบนฟอร์ม

พรอพเพอร์ตี้ที่สำคัญของเลเบล

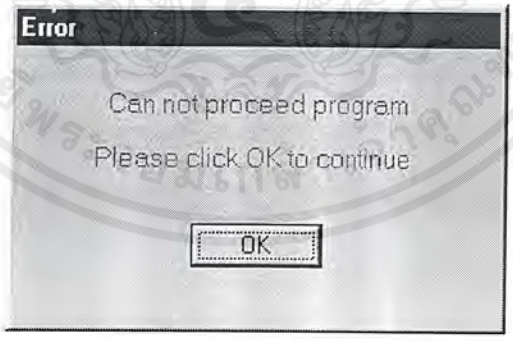
AutoSize ใช้กำหนดค่าความกว้างและความสูงของเลเบลโดยอัตโนมัติ โดยค่าที่นำมากำหนดได้จากขนาดและชนิดของ Font ที่กำหนดให้เลเบล

Caption ใช้เก็บค่าข้อความที่แสดงที่เลเบล

Alignment ใช้กำหนดการวางตัวอักษรตามแนวนอน

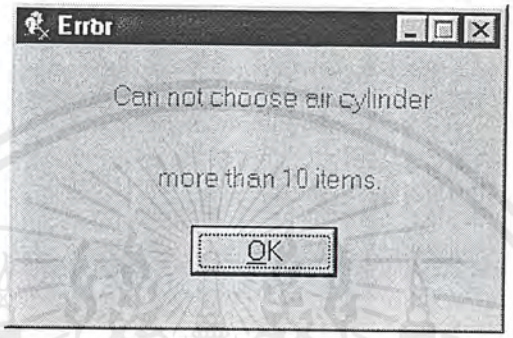
Layout ใช้กำหนดการวางตัวอักษรตามแนวตั้ง

Transparent ใช้กำหนดให้สามารถเห็นพื้นหลังที่อยู่ภายใต้เลเบลได้ โดยที่เลเบลจะแสดงแค่ตัวอักษรเท่านั้น



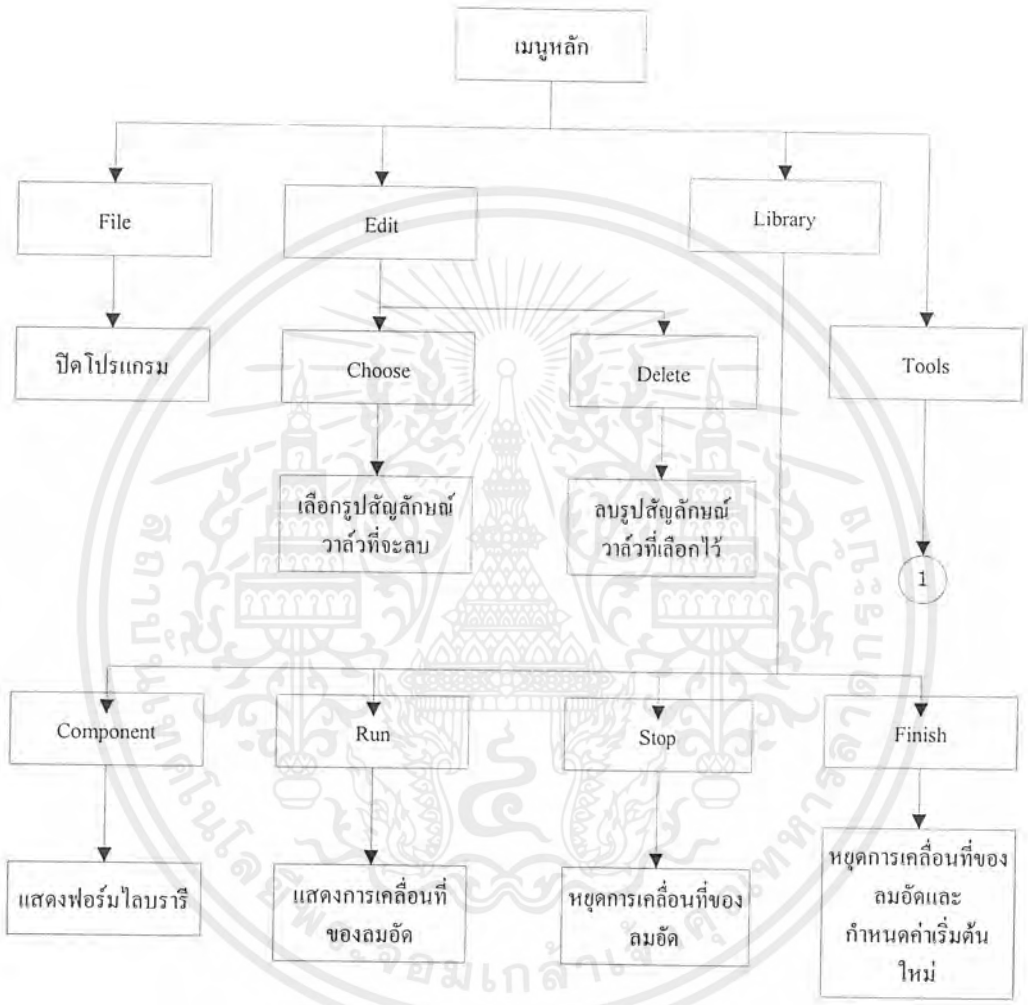
รูปที่ 3.13 ฟอร์มแสดงความผิดพลาดในกรณีที่สัญญาณที่ต่อกับวาล์วมีความผิดพลาดหรือไม่ได้นำปั๊มลมมาต่อในวงจรนิวเมติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



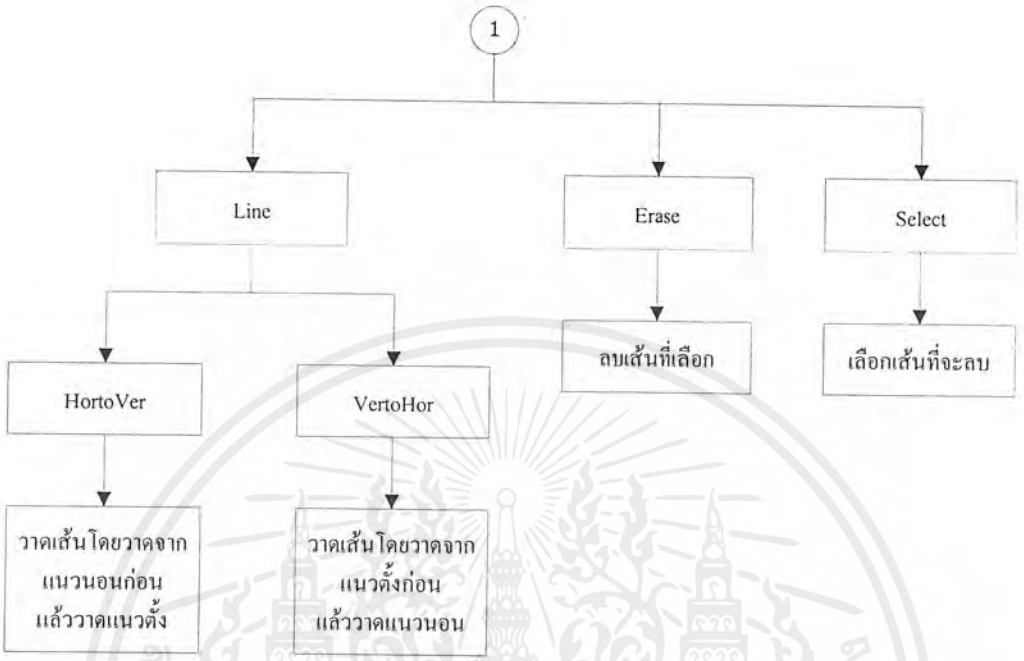
รูปที่ 3.14 ฟอร์มแสดงความผิดพลาดในกรณีที่นำกระบอกสูบมาต่อในวงจรนิวเมติกเกิน 10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แผนผังโครงสร้างของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

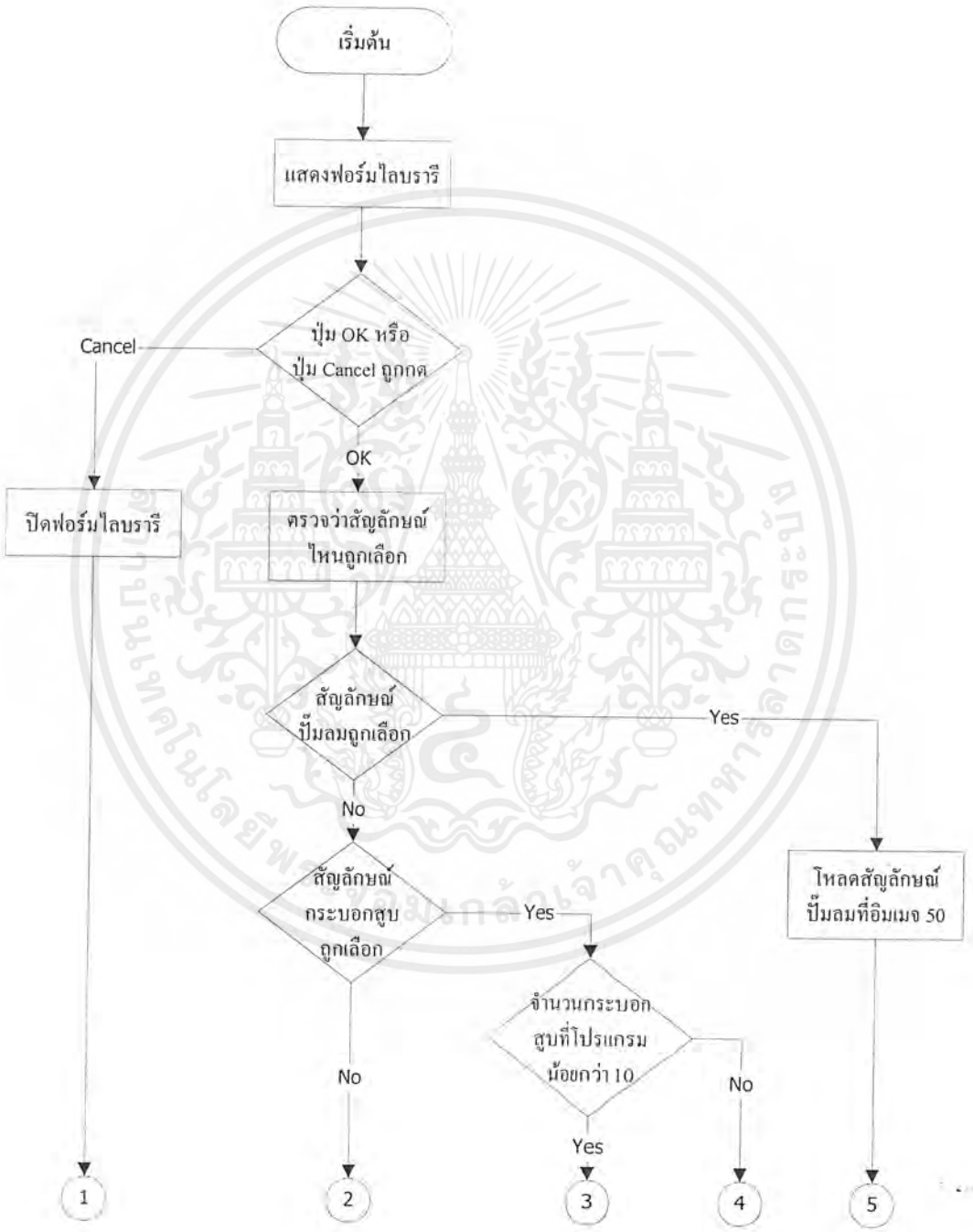


รูปที่ 3.15 แผนผังโครงสร้างของโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนผังแสดงการทำงานของคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมแบบจำลองวงจรนิวเมติกแสดงตามแผนผังดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.16 แผนผังการเลือกรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกจากฟอร์มไลบรารี

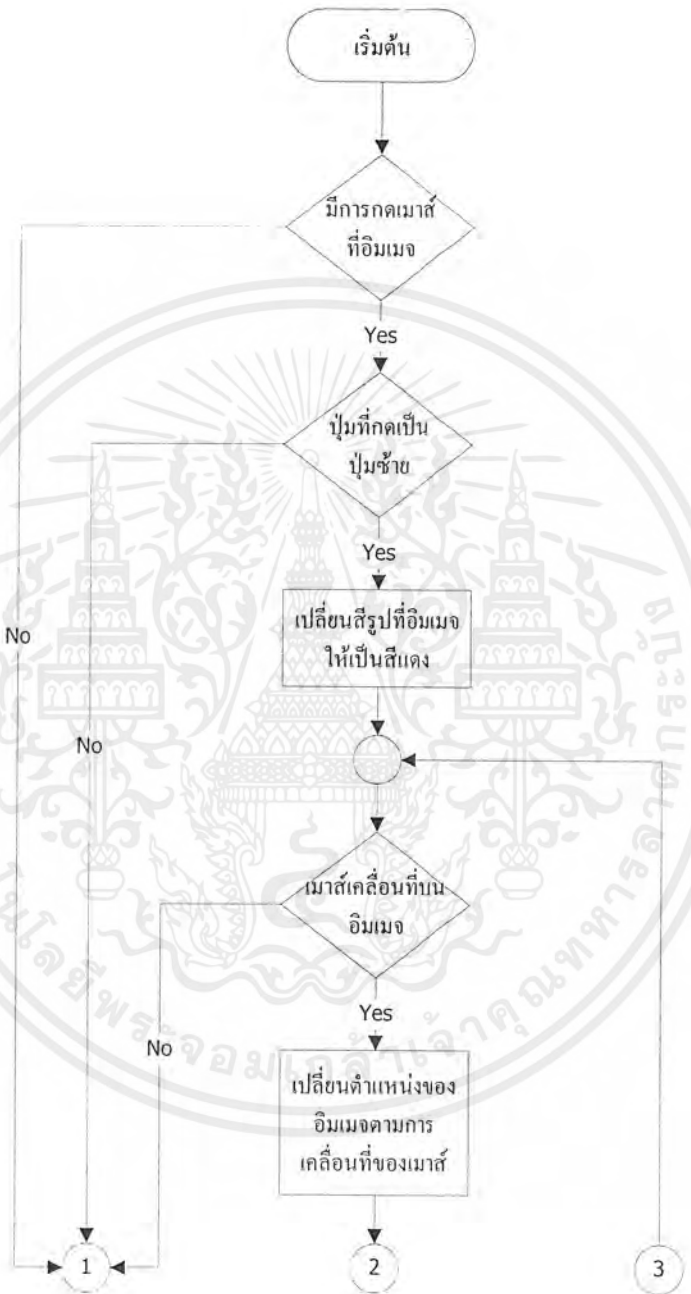
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 แผนผังการเลือกรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกจากฟอร์มไลบรารี (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 แผนผังการเลือกรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกจากฟอร์มไลบรารี (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แผนผังการเลื่อนรูป

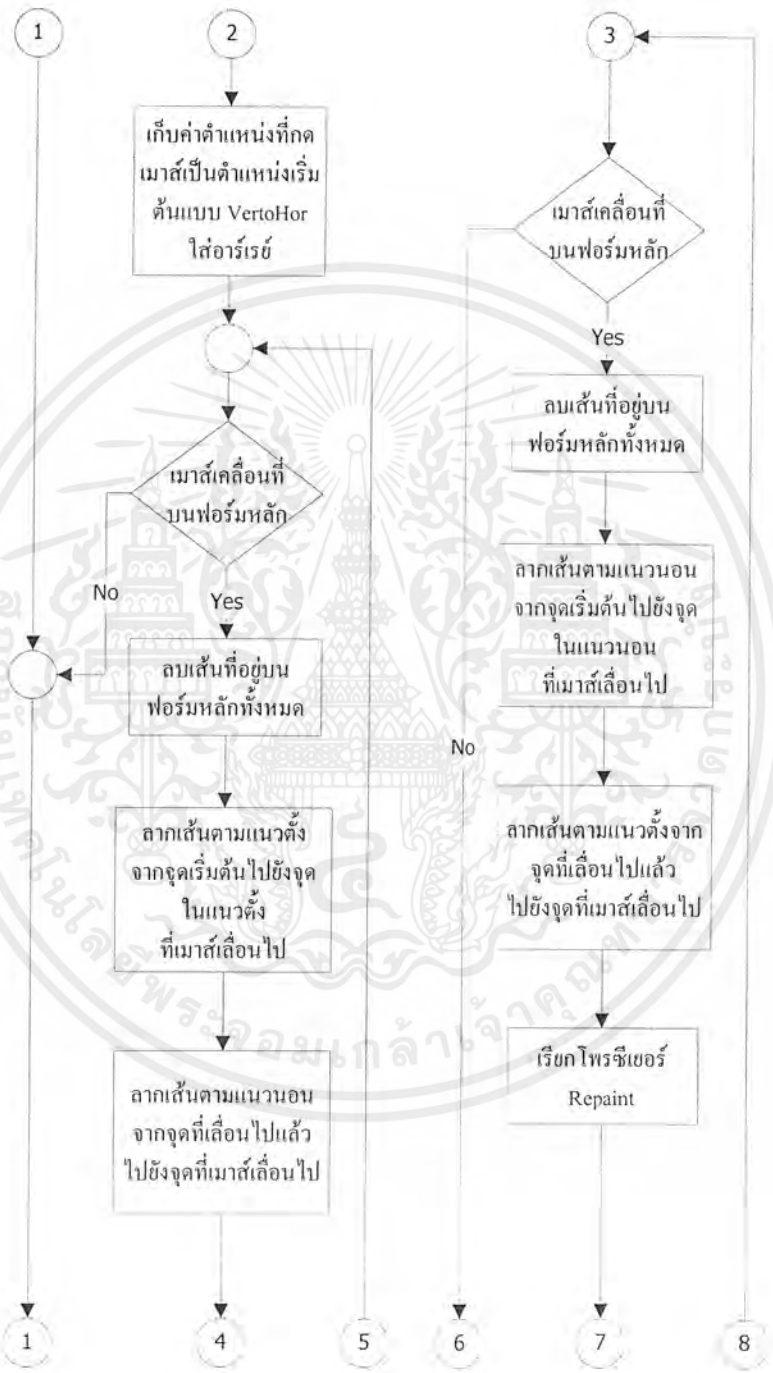
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 แผนผังการเลื่อนรูป (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

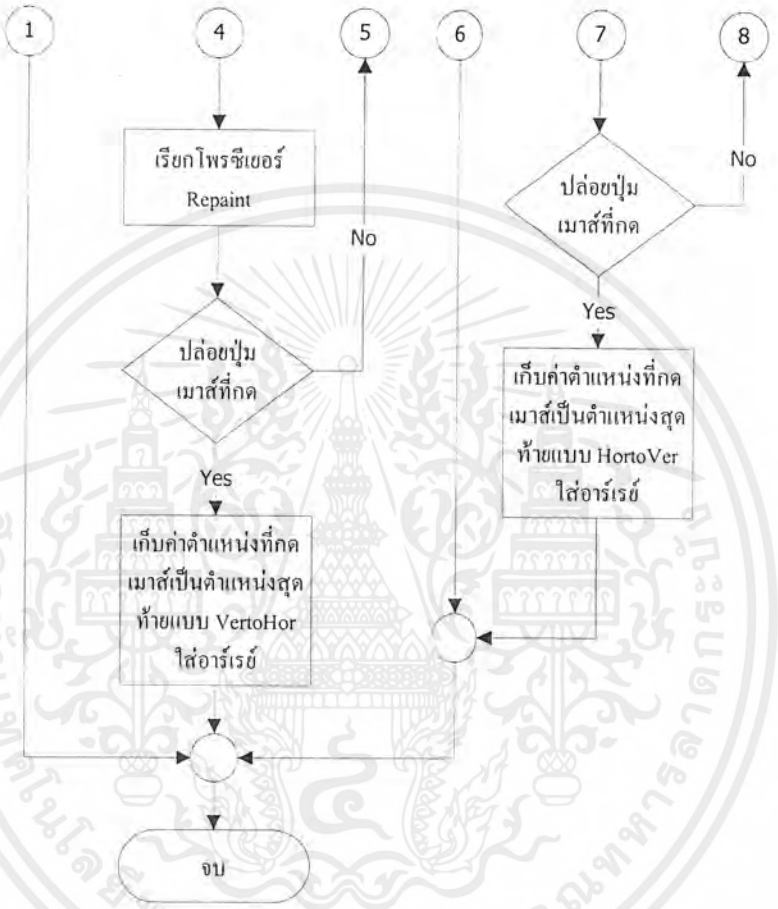
รูปที่ 3.18 แผนผังการลากเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แผนผังการลากเส้น (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แผนผังการลากเส้น (ต่อ)

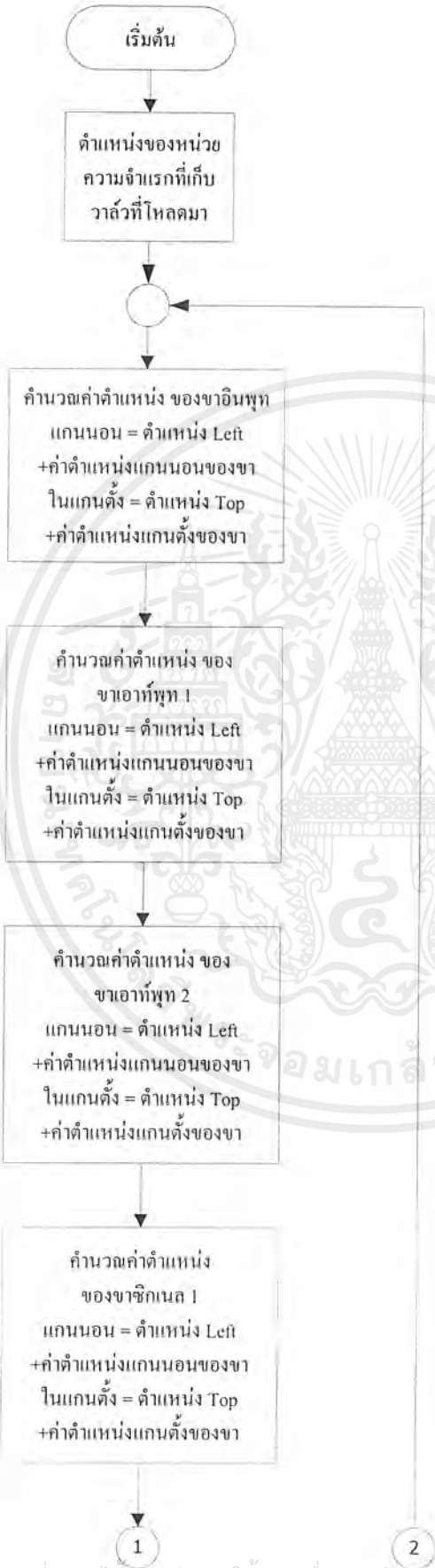
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 แผนผังโพรซีเยอร์ repaint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 แผนผังโพรซีเยอร์ repaint (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แผนผังการเก็บค่าตำแหน่งรูลม (โพรซีเยอร์ KeepPosition)

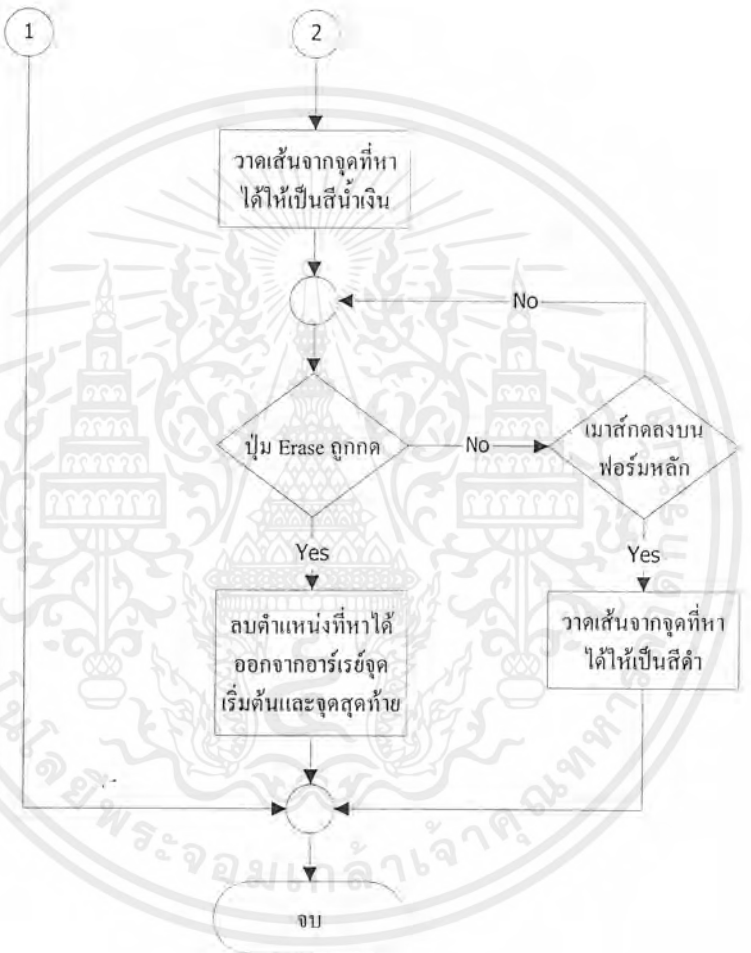
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 แผนผังการเก็บค่าตำแหน่งรูลม (โพรซีเยอร์ KeepPosition) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 แผนผังการลบเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แผนผังการลบเส้น (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 แผนผังการลบรูป

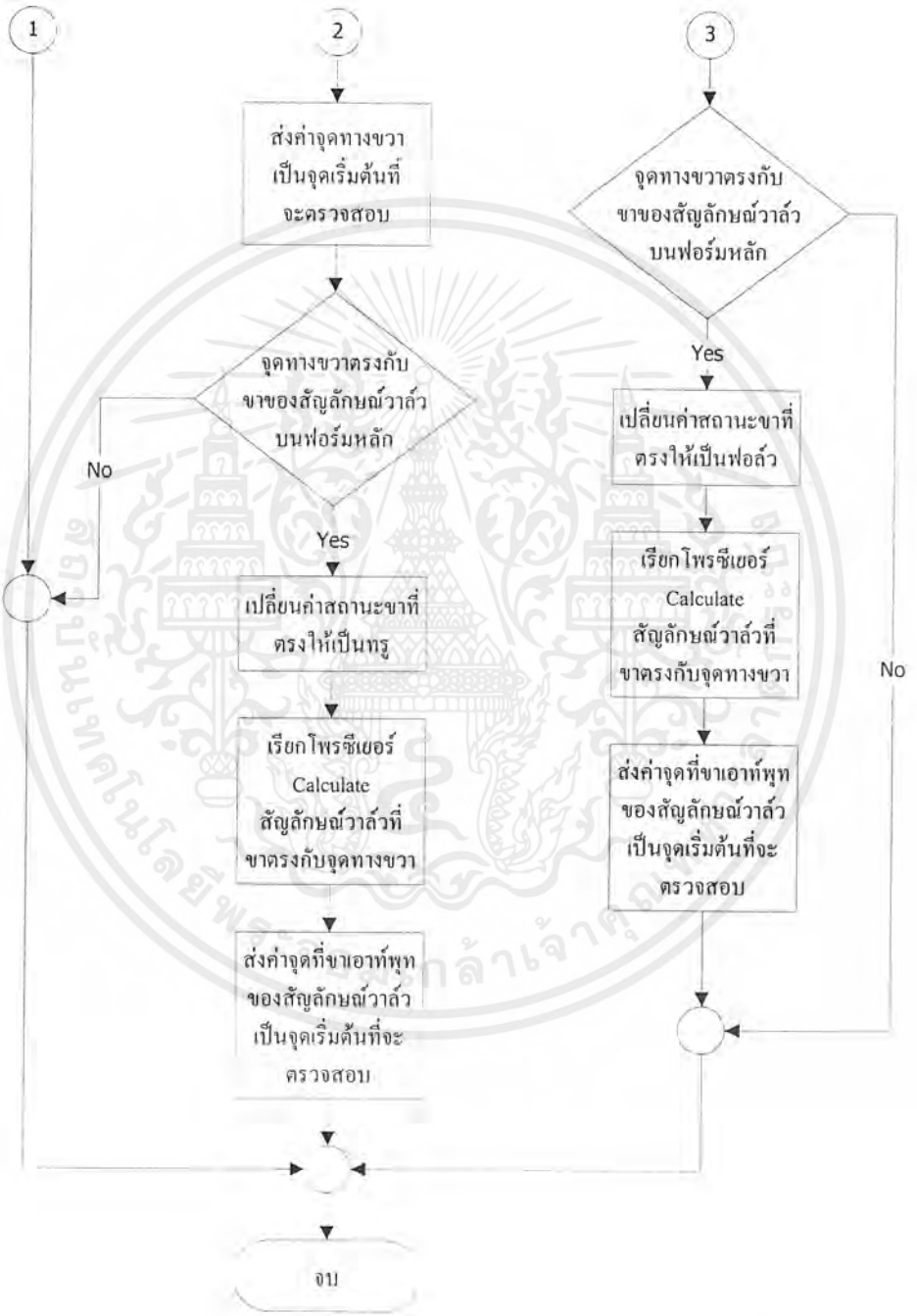
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 แผนผังการลบรูป (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckRight

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

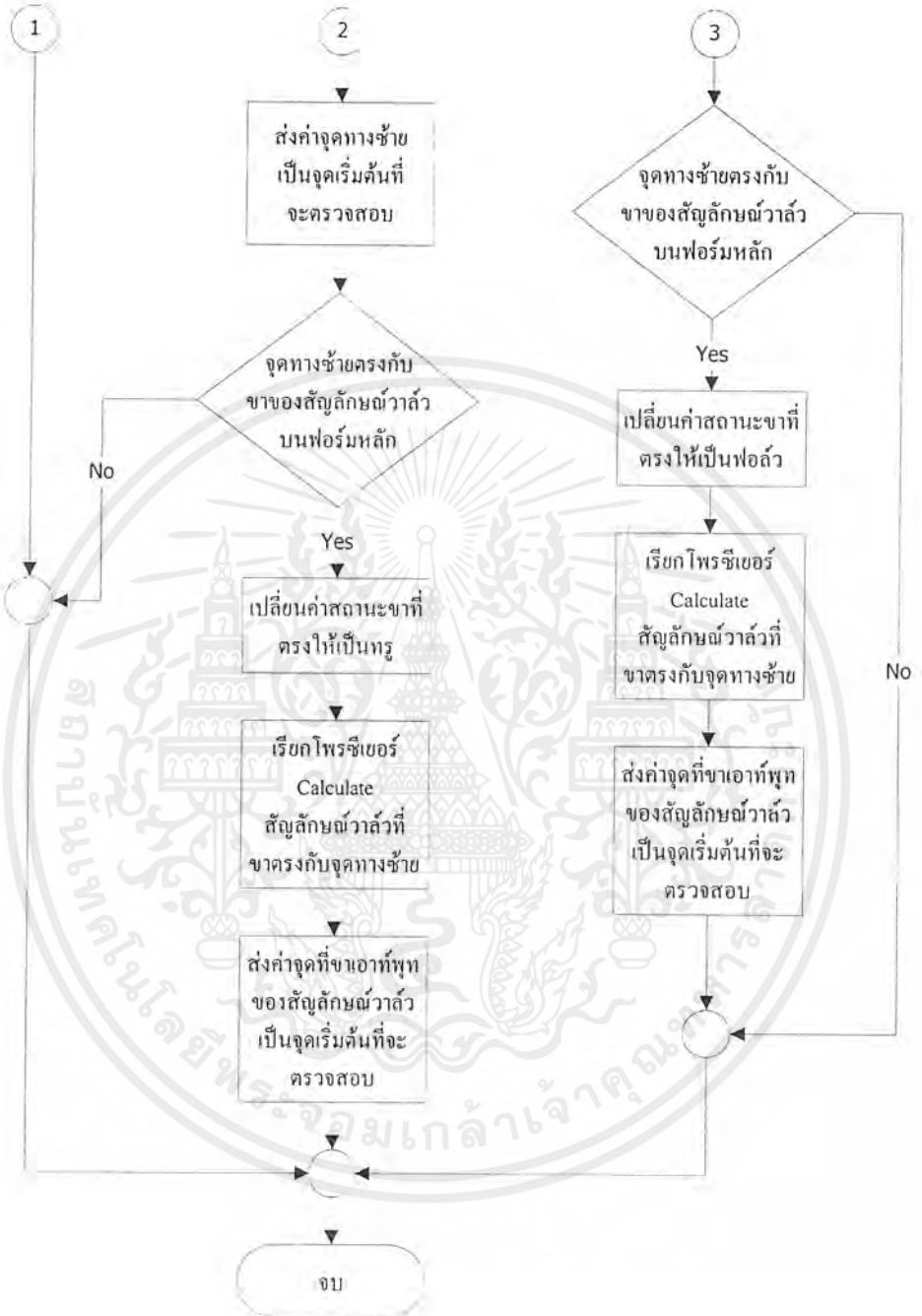


รูปที่ 3.23 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckRight (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckLeft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

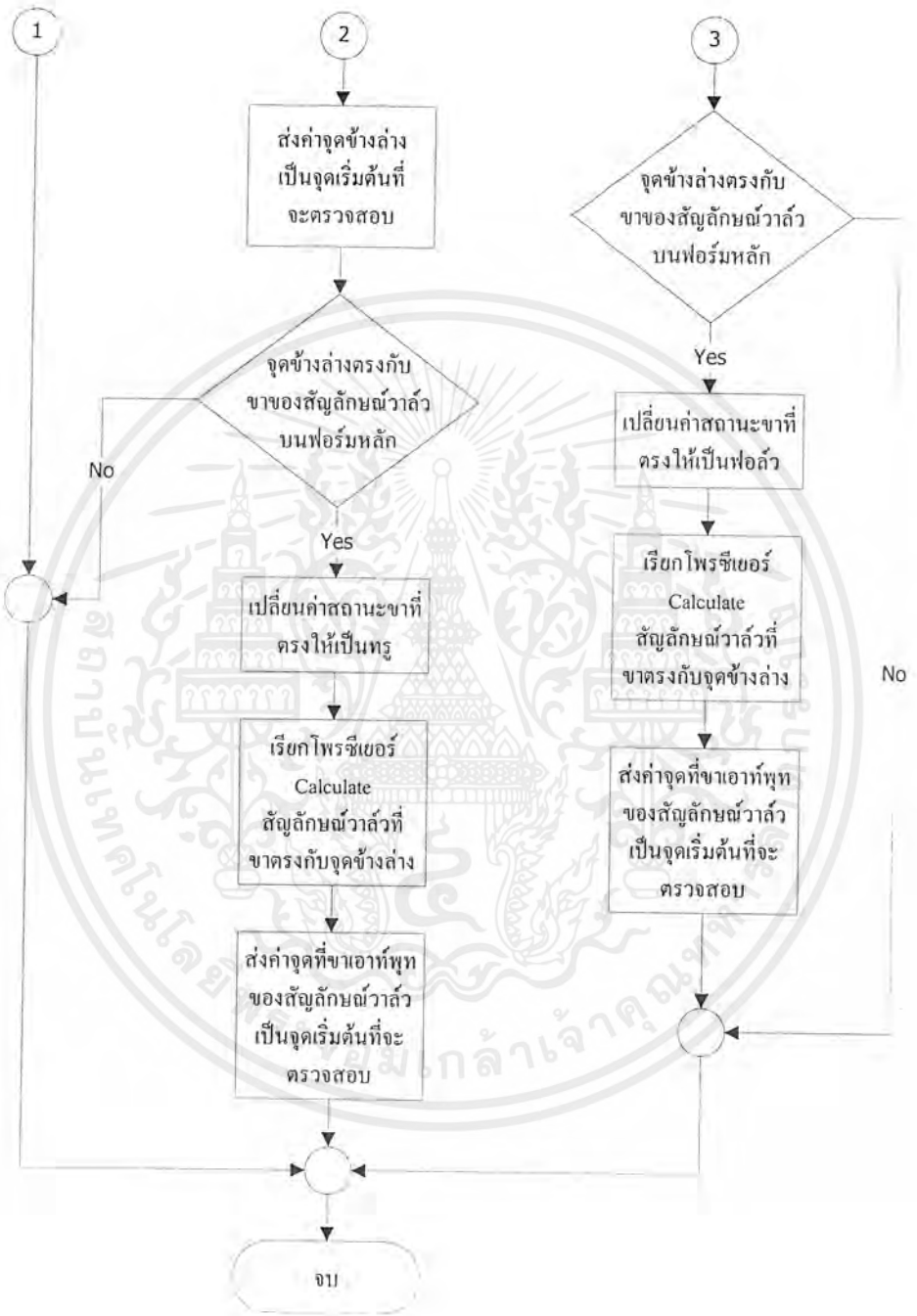


รูปที่ 3.24 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckLeft (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckDown

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

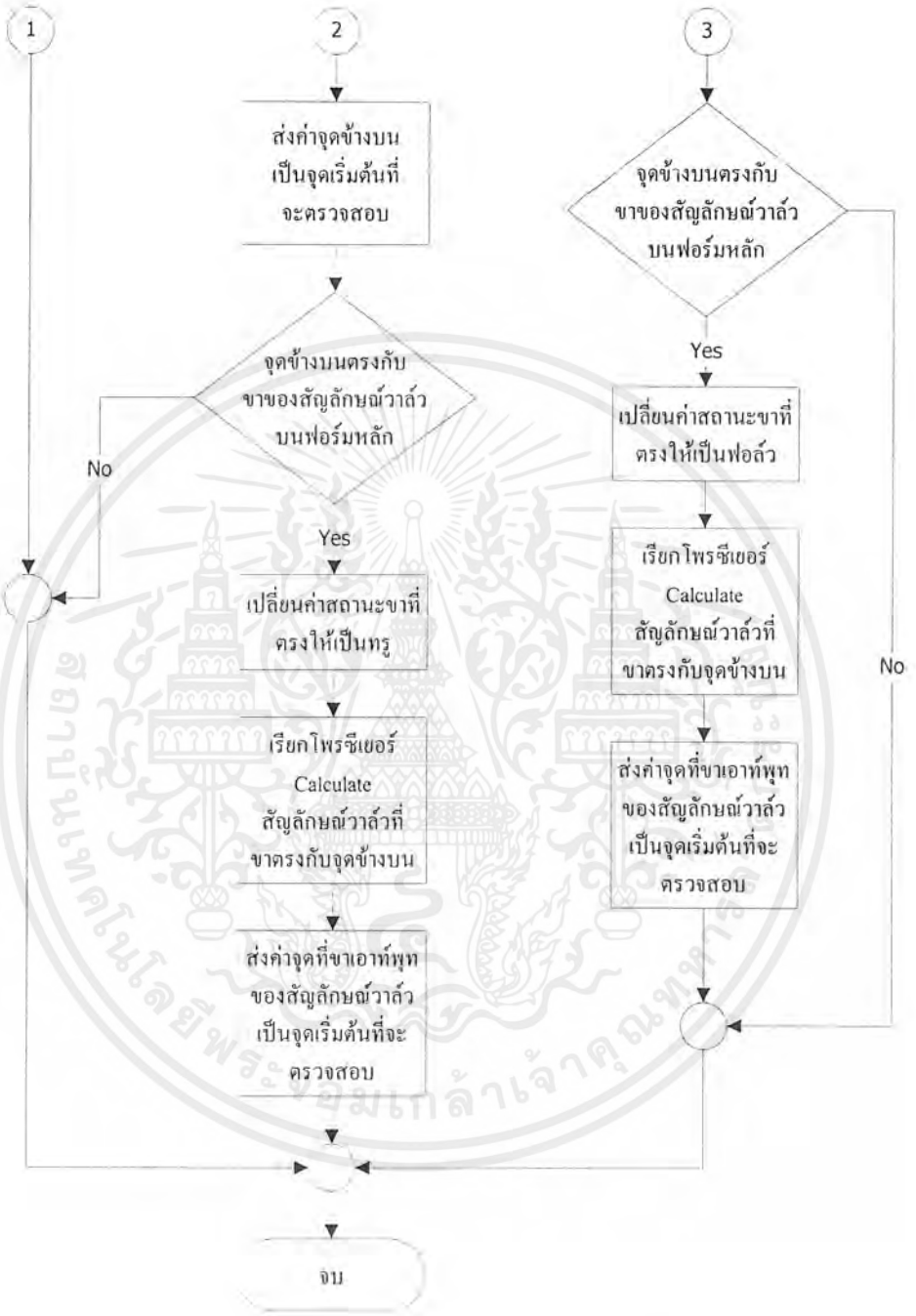


รูปที่ 3.25 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckDown (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckUp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckUp (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.27 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckPiston

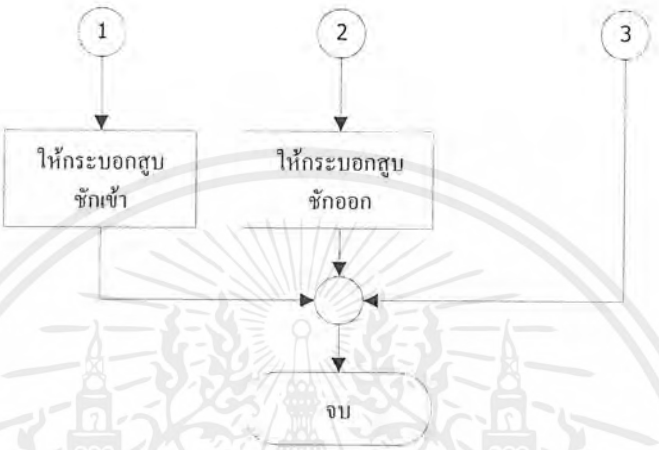
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.27 แผนผังโพรซีเยอร์ CheckPiston (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

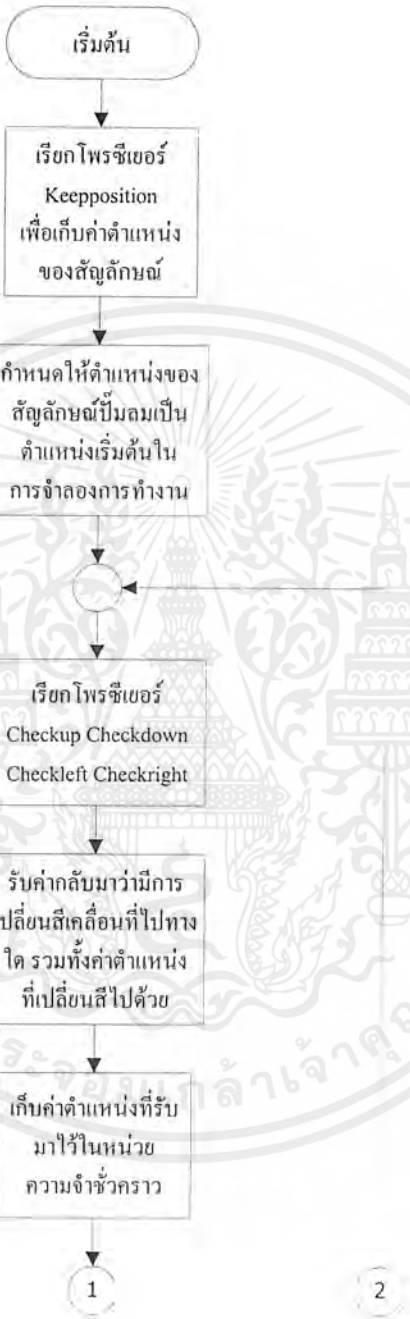
รูปที่ 3.28 แผนผังโพรซีเยอร์ Calculate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



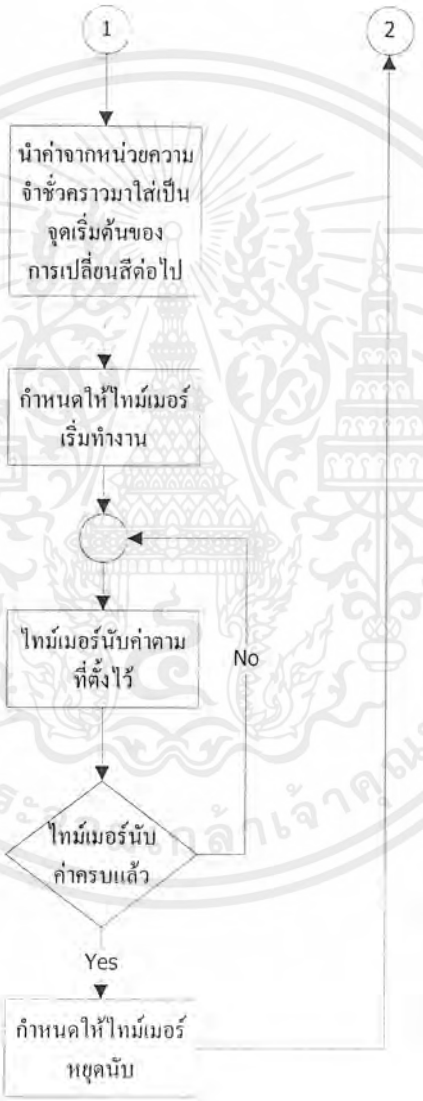
รูปที่ 3.28 แผนผังโพรซีเยอร์ Calculate (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 แผนผังการจำลองการทำงานในวงจรนิวเมติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 แผนผังการจำลองการทำงานในวงจรนิวเมติก (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

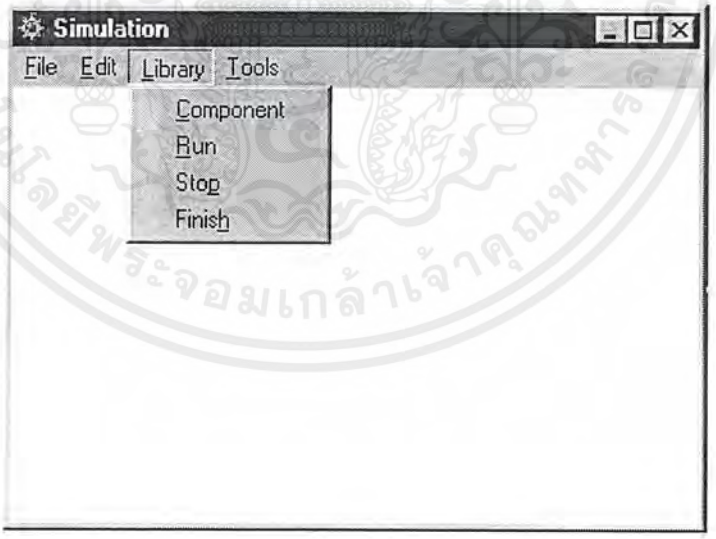
บทที่ 4
การใช้งานคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองวงจรนิวเมติก

1. ทำการรันโปรแกรมโดยการดับเบิลคลิกที่ไอคอนsimulate.exe เพื่อเข้าสู่โปรแกรม

รูปที่ 4.1 ไอคอน simulate.exe

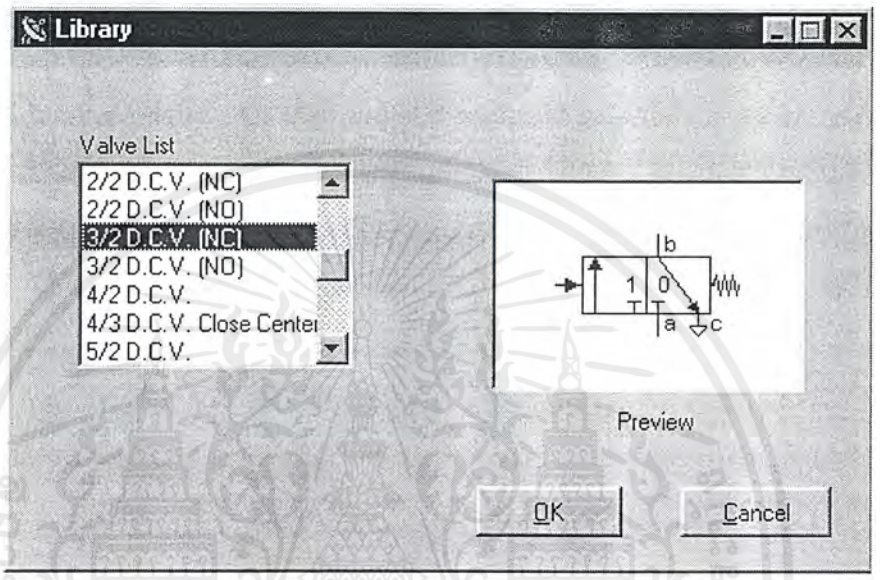
2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม ผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำสัญลักษณ์วาล์วมาวางที่ฟอร์มหลักโดยใช้เมาส์คลิกที่เมนู Library จะปรากฏเมนูย่อยดังรูป



รูปที่ 4.2 การเข้าถึงไลบรารีของวาล์ว

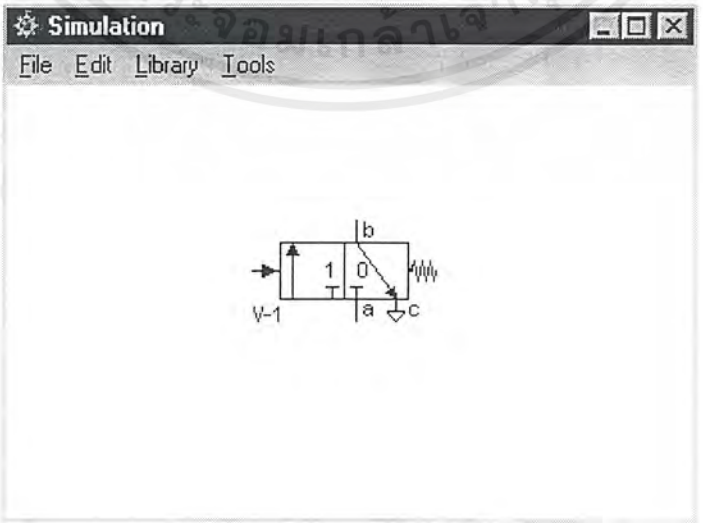
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกที่เมนูย่อย Component จะปรากฏฟอร์มแสดงไลบรารีรายการของวาล์วให้เลือก ผู้ใช้สามารถเลือกสัญลักษณ์วาล์ว โดยการเลื่อนแถบสีไปยังชื่อวาล์วที่ต้องการ แล้วคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อเลือกสัญลักษณ์วาล์ว



รูปที่ 4.3 การเลือกสัญลักษณ์วาล์ว

4. หลังจากเลือกสัญลักษณ์วาล์ว จะปรากฏรูปวาล์วที่ฟอร์มหลักดังรูป



รูปที่ 4.4 แสดงรูปสัญลักษณ์วาล์วที่ถูกเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

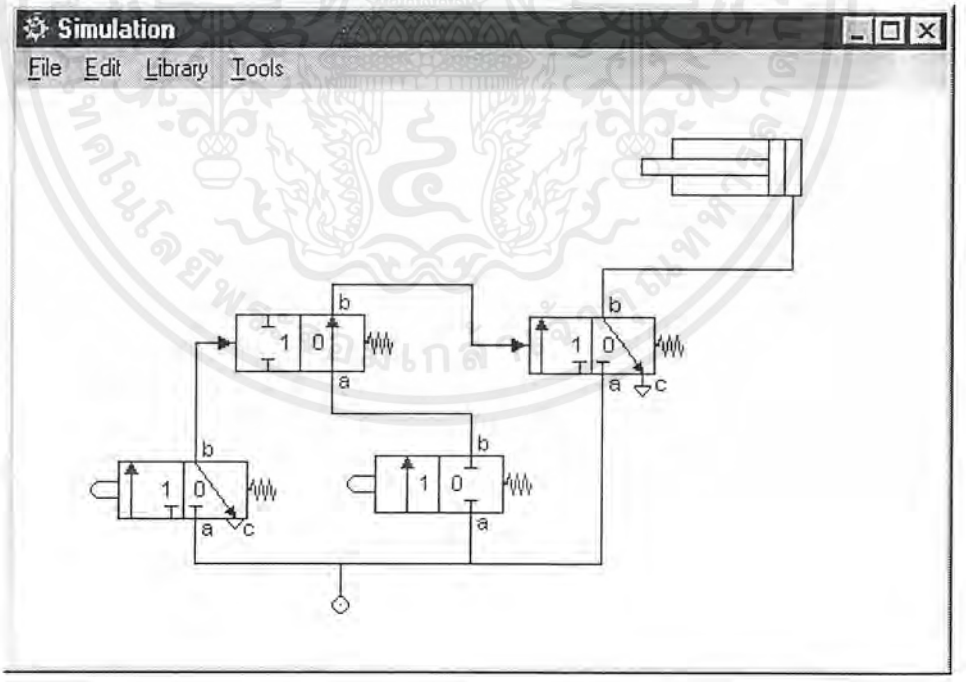
5. ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อสัญลักษณ์วาล์วโดยเลือกที่เมนู Tools->Line แล้วจะมีตัวเลือก 2 แบบ คือ HorToVer และ VerToHor

- HorToVer จะเป็นคำสั่งการลากเส้นจากแนวนอนก่อน แล้วค่อยลากเส้นแนวตั้ง
- VerToHor จะเป็นคำสั่งการลากเส้นจากแนวตั้งก่อน แล้วค่อยลากเส้นแนวนอน

6. ทำตามขั้นตอน 1 – 5 ข้างต้น ถ้าต้องการเลือกวาล์วตัวอื่นหรือลากเส้นเชื่อม

7. วิธีการลบเส้น ทำได้โดย เลือกที่เมนู Tools->Select เป็นคำสั่งที่ใช้เลือกเส้นที่จะลบ เมื่อผู้ใช้โปรแกรมใช้เมาส์คลิกเส้นที่ต้องการจะลบ เส้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน หลังจากนั้นเลือกที่เมนู Tools->Erase เส้นที่เลือกไว้ก็จะหายไป ถ้าต้องการยกเลิกการเลือกเส้นที่จะลบให้ใช้เมาส์คลิกที่จุดใดๆ บนฟอร์มหลัก เส้นที่ถูกเลือกก็จะเปลี่ยนสีกลับเป็นสีดำดังเดิม

8. วิธีการลบรูป ทำได้โดย เลือกที่เมนู Edit->Choose เป็นคำสั่งที่ใช้เลือกรูปที่จะลบ เมื่อผู้ใช้โปรแกรมใช้เมาส์คลิกรูปที่ต้องการจะลบ รูปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน หลังจากนั้นเลือกที่เมนู Edit->Delete รูปที่เลือกไว้ก็จะหายไป ถ้าต้องการยกเลิกการเลือกรูปที่จะลบให้ใช้เมาส์คลิกที่จุดใดๆ บนฟอร์มหลัก รูปที่เลือกก็จะเปลี่ยนสีกลับเป็นสีดำดังเดิม



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรนิวเมติกที่เชื่อมต่อเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

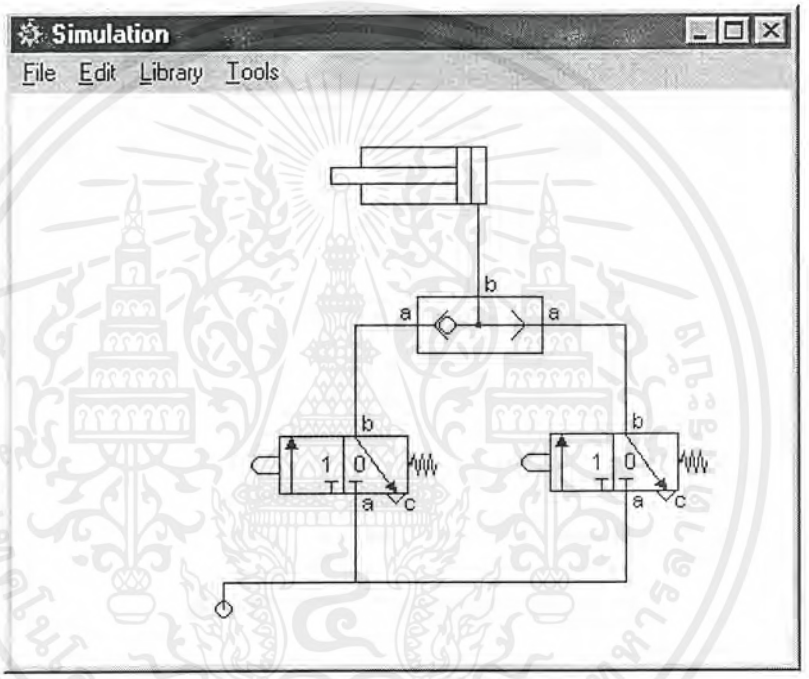
9. เมื่อทำการต่อวงจรนิวเมติกเรียบร้อยแล้ว เลือกเมนู Library->Run เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำการแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลมอัด ซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ของลมอัดจะแสดงโดยสีของเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างวาล์วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

10. ผู้ใช้โปรแกรมสามารถที่จะสั่งหยุดการจำลองการทำงานของวงจรนิวเมติกโดยเลือกที่เมนู Library->Stop หรือถ้าต้องการยกเลิกการจำลองการทำงานของวงจรนิวเมติกก็เลือกที่เมนู Library->Finish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

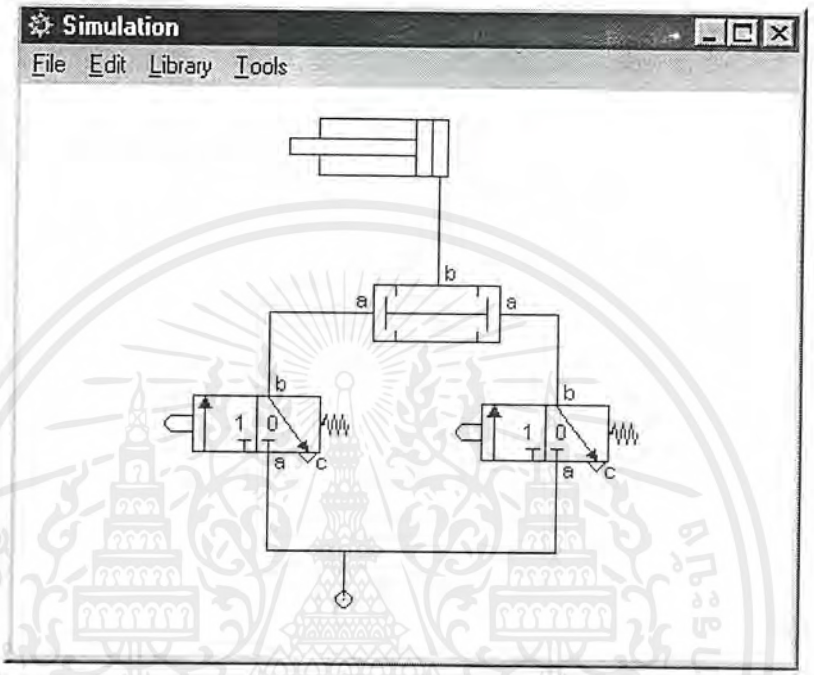


รูปที่ 5.1 แสดงการทดลองที่ 1

เมื่อเริ่มรันโปรแกรมสัญญาณลมอัดจะวิ่งไปหยุดที่วาล์ว 3/2 แบบกด เมื่อมีการคลิกที่สัญลักษณ์ตัวใดตัวหนึ่งเพื่อเปลี่ยนการทำงานของวาล์ว สัญญาณลมอัดจะผ่านวาล์ว 3/2 แบบกดเข้าสู่ชัตเทิลวาล์ว จากนั้นสัญญาณลมอัดก็จะเข้าสู่กระบอกสูบทำให้กระบอกสูบชักออก ถ้าต้องการให้กระบอกสูบชักเข้าต้องตัดสัญญาณลมอัดที่เข้าสู่ชัตเทิลวาล์วทั้ง 2 ด้าน ดังนั้นถ้าคลิกที่สัญลักษณ์วาล์ว 3/2 แบบกดทั้ง 2 ตัวให้ตัดสัญญาณลมอัดไม่ให้ผ่านวาล์วจะทำให้กระบอกสูบชักเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

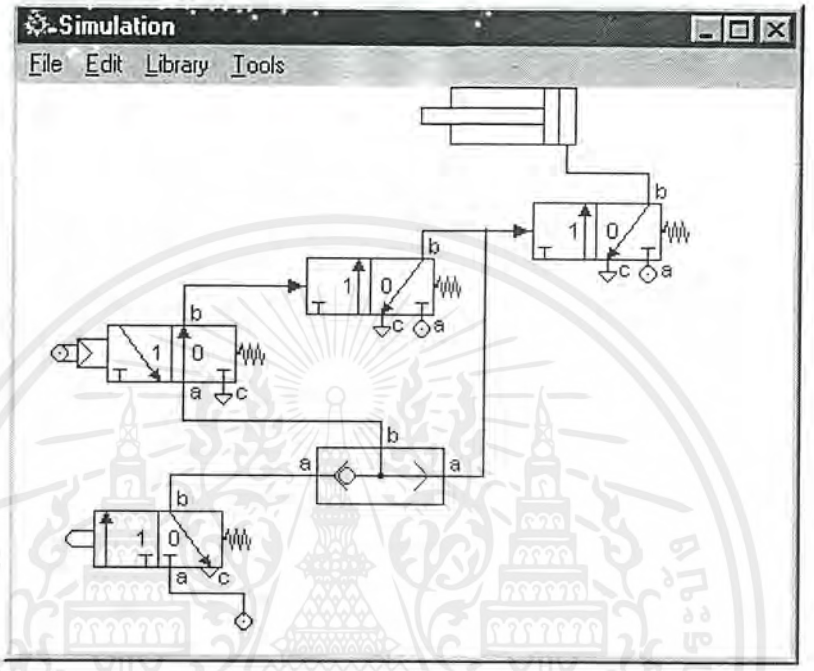


รูปที่ 5.2 แสดงการทดลองที่ 2

เมื่อเริ่มรันโปรแกรมสัญญาณลมอัดจะวิ่งไปหยุดที่วาล์ว 3/2 แบบกด เมื่อมีการคลิกที่สัญลักษณ์ตัวใดตัวหนึ่งเพื่อเปลี่ยนการทำงานของวาล์ว สัญญาณลมอัดจะผ่านวาล์ว 3/2 แบบกดเข้าสู่วาล์วความดันสองทาง แต่สัญญาณลมอัดก็จะยังไม่เข้าสู่กระบอกสูบจนกว่าจะมีสัญญาณลมอัดจากอีกด้านหนึ่งเข้ามาก่อน ถ้ามีสัญญาณลมอัดจากทั้ง 2 ด้านสัญญาณลมอัดจะผ่านวาล์วความดันสองทางเข้าสู่กระบอกสูบทำให้กระบอกสูบชักออก ถ้าต้องการให้กระบอกสูบชักเข้าตัดสัญญาณลมอัดที่เข้าสู่วาล์วความดันสองทางเพียงหนึ่งด้าน ดังนั้นถ้าคลิกที่สัญลักษณ์วาล์ว 3/2 แบบกดตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้ง 2 ตัว จะทำให้สัญญาณลมอัดไม่ให้ผ่านวาล์วกระบอกสูบจะชักเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3



รูปที่ 5.3 แสดงการทดลองที่ 3

เมื่อเริ่มรันโปรแกรมสัญญาณลมอัดจะวิ่งไปหยุดที่วาล์ว 3/2 แบบกด เมื่อมีการคลิกที่สัญลักษณ์วาล์ว 3/2 แบบกด สัญญาณลมอัดจะวิ่งผ่านไปยังชัตเทิลวาล์วและจะออกไปยังวาล์ว 3/2 แบบปกติเปิด ลมจะผ่านเลยไปทำให้วาล์ว 3/2 ที่เซตด้วยลมอัดทำงานส่งสัญญาณลมอัดไปกระทำกับวาล์ว 3/2 ที่เซตด้วยลมอัดอีกตัวทำงานทำให้จ่ายลมอัดเข้ากระบอกสูบชักออก ในขณะนี้ถ้าคลิกที่สัญลักษณ์วาล์ว 3/2 แบบกดเพื่อตัดสัญญาณลมอัด แต่กระบอกสูบก็ยังคงชักออก เนื่องจากลมอัดจากวาล์ว 3/2 ที่เซตด้วยลมอัดตัวแรกยังคงมีอยู่ ถ้าต้องการให้กระบอกสูบชักเข้าจะต้องคลิกที่สัญลักษณ์วาล์ว 3/2 แบบปกติเปิด เพื่อตัดสัญญาณลมอัดไม่ให้จ่ายให้วาล์ว 3/2 ที่เซตด้วยลมอัด จะทำให้ไม่มีลมอัดจ่ายให้กระบอกสูบดังนั้นกระบอกสูบจึงชักเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโปรแกรม โปรแกรมสามารถจำลองการทำงานของระบบนิวเมติกได้ โดยจะแสดงสภาวะการทำงานของวาล์ว เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณลมอัดได้

ปัญหาและอุปสรรค

1. โปรแกรมมีการทำงานที่ใช้เวลานานกว่าที่ควรจะเป็น
2. ยังไม่สามารถจำลองค่าสถานะตามความเป็นจริงทั้งหมดของระบบได้ เนื่องจากหลักการคำนวณในระบบนิวเมติก มีความซับซ้อนเกินกว่าที่โปรแกรมจะทำงานได้ และในระบบจริง จะมีค่าความผิดพลาดต่าง ๆ เกิดขึ้น
3. การใช้งานโปรแกรมยังไม่สะดวก และง่ายเท่าที่ควร

แนวทางแก้ไขและพัฒนา

1. พัฒนาอัลกอริทึมในการเขียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. พัฒนาให้สามารถคำนวณแรงของลมอัดได้ เพื่อให้มีการจำลองการทำงานของระบบได้อย่างมีความสมจริง มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา ที่ช่วยดูแล อบรมสั่งสอน และเป็นที่ปรึกษา

ขอขอบพระคุณ รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร และ อาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ ที่ช่วยแนะนำแนวทางในการทำงาน

ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือในทุกๆด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กนก กุสุมาลย์นุกูล, " คู่มือการเขียนโปรแกรม Delphi 4 ", ซัคเซสมีเดีย, 422 หน้า, 2542
2. กมลมาส กำจรกิจเจริญ, "คู่มือพัฒนาโปรแกรมด้วย Delphi 4", โปรวิชั่น, 436 หน้า, 2542
3. นุกูล กระจาย, " การเขียนโปรแกรมแบบวิชวลด้วย Delphi 4 ", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 496 หน้า, 2542
4. ประวิตร ลิมปะวัฒนะ, "นิวแมติคส์ ไฮดรอลิคส์", พิทักษ์อักษร, 236 หน้า, 2534
5. ปานเพชร ชินินทร, "นิวเมติกอุตสาหกรรม", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 378 หน้า,2537
6. สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ, "Delphi 4 Step by Step", บิบบีโอไฟล์ พับลิชชิ่ง, 304 หน้า, 2542
7. Kent Resdorph, "SAMS Tech Yourself Borland Delphi 4 in 21 Days ", Sams Publishing, 918 p., 1998.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้