

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การย่อหน้าให้เว้นจากขอบซ้าย 1.5 ซม.

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบ และสร้างชุดควบคุมกระบวนการการทำงานของระบบควบคุมความดันในถังลม พร้อมทั้งหาสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ของความดันในถังลมกับการเปิดวาล์วที่ตำแหน่งต่างๆ กัน ของถังทดลองทั้งสองถัง โดยเริ่มจากจากวาล์วที่ปิดสุด, เปิด 20 เปอร์เซ็นต์, เปิด 40 เปอร์เซ็นต์, เปิด 60 เปอร์เซ็นต์, เปิด 80 เปอร์เซ็นต์ และเปิดสุด ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาสมการความสัมพันธ์ของแรงดันในถังกับการเปิดวาล์ว และดำเนินการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานควบคุมความดันในถังลม เราจึงจำเป็นต้องออกแบบการใช้งานให้ง่ายต่อผู้ใช้งาน โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมการทำงานที่มีไอคอนรูปภาพแสดงถึงการทำงาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานชุดควบคุมความดันในถังลมได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสามารถแสดงค่าที่ตอบสนองคืนจากชุดทดลองกระบวนการ (Process Control System) ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยแสดงในภาพที่ 3.1

เว้น 1 บรรทัด

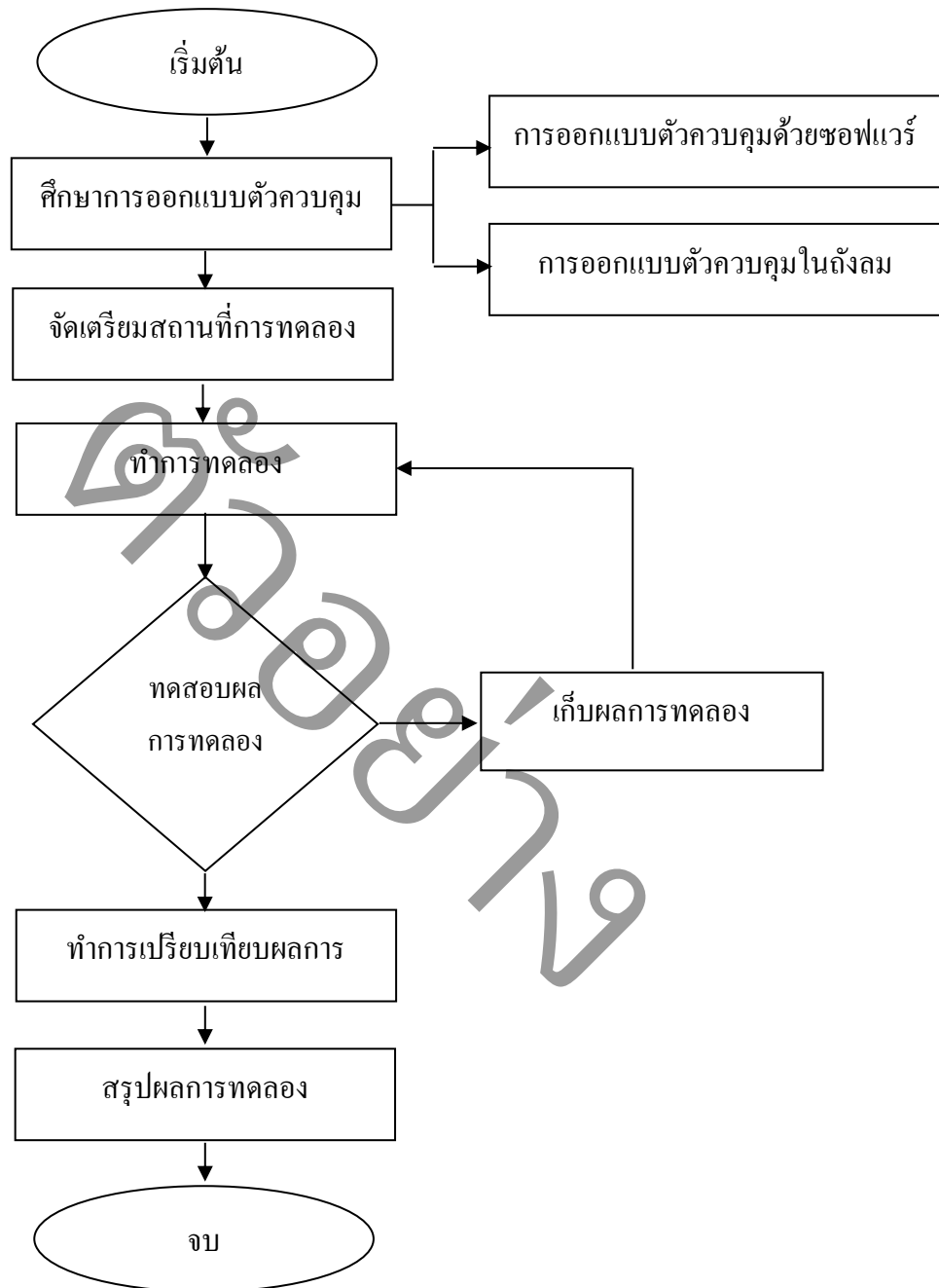


เว้น 1 บรรทัด

ภาพที่ 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบการควบคุมความดันในถังลม

ภาพที่/X.X//คำบรรยาย [ลำดับอ้างอิง]

3.1 ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำวิจัย

ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนทำการศึกษาคณิตศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลใ
ออกแบบและดำเนินการระบบควบคุมความดันในถังลม โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
กระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการออกแบบตัวควบคุมต่างๆ ดังนี้
 - การออกแบบตัวควบคุมด้วยซอฟต์แวร์
 - การออกแบบตัวควบคุมในถังลม
- ขั้นตอนที่ 3 จัดเตรียมสถานที่และการติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ เพื่อทำการทดลอง
- ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดลอง โดยเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม LabVIEW
- ขั้นตอนที่ 5 ทำการทดสอบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- ขั้นตอนที่ 6 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการผลการทดลอง
- ขั้นตอนที่ 7 ทำการสรุปผลการทดลอง

3.2 สถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง ณ ห้อง 8403 อาคาร
วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองครั้งประกอบไปด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือ ดังนี้

3.3.1 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) ทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูลจากคาน้ำ โดยจะ
นำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อสร้างสัญญาณควบคุมให้แก่ระบบ



ภาพที่ 3.3 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสั่งการและบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบ

3.3.2 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)

สำหรับเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดความดัน สามารถวัดความดันได้ในช่วง 1-5 bar โดยให้ผลการตรวจวัดเป็นกระแส 4-20 mA. ยี่ห้อ BCM รุ่น 130C ซึ่งเซนเซอร์จะส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับความดัน



ภาพที่ 3.4 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (Pressure Sensor)

3.3.3 ชุดโซลินอยวาล์ว (Solenoid Valve)

เป็นอุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟฟ้าเป็นตัวกำหนดการทำงานควบคุมให้ลื่นกลไกปิดหรือเปิดได้ สำหรับชุดโซลินอยวาล์วที่ใช้เป็น ยี่ห้อ SDPC รุ่น 2W025-06 Coil voltage DC 24V.



ภาพที่ 3.5 โซลินอยวาล์ว (Solenoid Value)

3.3.4 ชุดวาล์วแบบอัตราส่วน (Proportional valve)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปิด-ปิด ลมภายในระบบและเป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลของอากาศภายในระบบ Actuator ยี่ห้อ BELIMO รุ่น TR24-SR (AC/DC 24V) Control signal DC 2(0)-10V.



ภาพที่ 3.6 วาล์วแบบอัตราส่วน (Actuator)

3.3.5 วาล์วปรับแรงดัน (Regulation Valve)

เป็นวาล์วสำหรับรักษาปริมาณการไหลให้คงที่ ซึ่งจะติดตั้งไว้ทางด้านเข้าของถังเก็บความดัน มีหน้าที่ในการควบคุมความดันทางด้านเข้าให้มีความดันในระดับ 5 bar เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ภายในวงจร อันเนื่องมาจากความดันที่สูงเกินไป



ภาพที่ 3.7 วาล์วปรับแรงดัน (Regulation Valve)

3.3.6 ถังลมแหล่งจ่าย (Storage Tank)

เป็นอุปกรณ์ผลิตลมโดยมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่ 1. หัวปั๊มลม 2. มอเตอร์ และ 3. ถังเก็บลม วิธีการทำงานก็คือ การที่หัวปั๊มลม อัดลมเก็บไว้ในถังลม โดยมีมอเตอร์เป็นต้นกำลัง เพื่อจ่ายให้กับระบบต่อไป



ภาพที่ 3.8 ถังลมแหล่งจ่าย

3.3.7 ถังเก็บความดัน (Air Tank)

มีหน้าที่ในการเก็บลม เพื่อรักษาความดันลมของระบบให้คงที่อยู่ตลอดเวลา



ภาพที่ 3.9 ถังเก็บความดัน

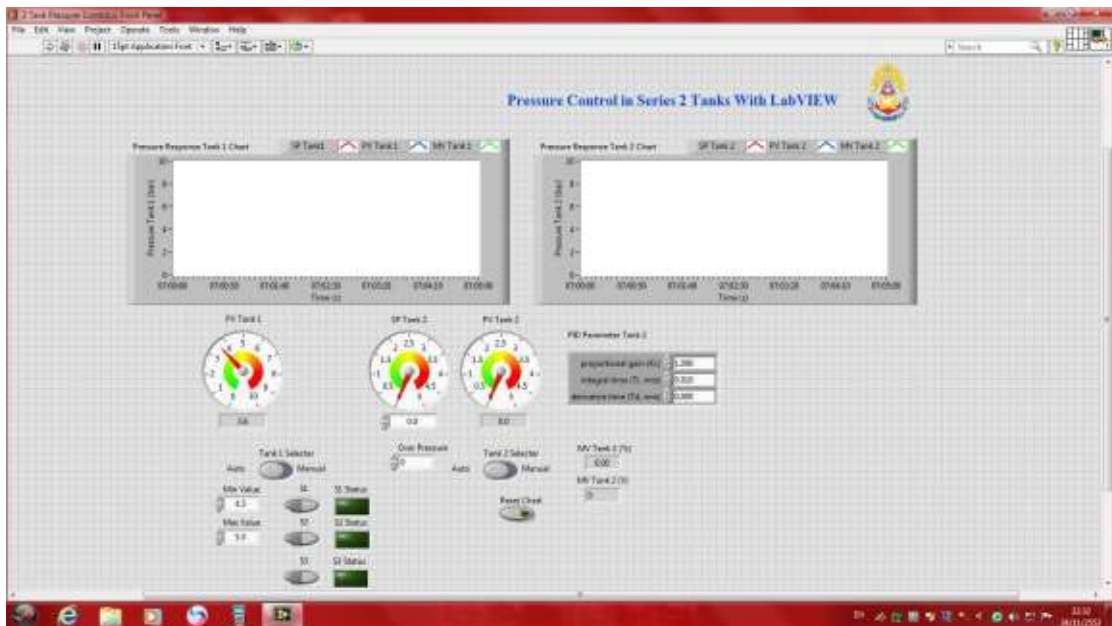
3.3.8 โปรแกรม LabVIEW

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการวัดมากมายและแน่นอนที่สุด โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆ สิ่งที่ LabVIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ LabVIEW นั้นเป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียน Code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้เราจะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่คุ้นเคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด LabVIEW นี้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม

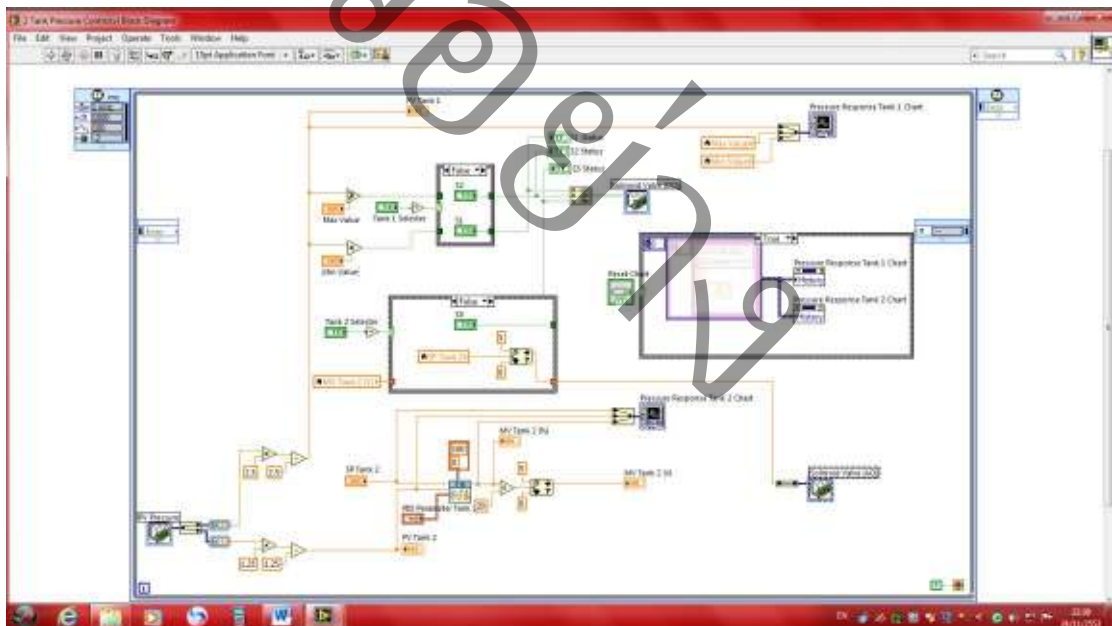
ข้อได้เปรียบสูงสุดของ LabVIEW คือการพยายามทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเมื่อรวมกับ LabVIEW และอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการเก็บข้อมูล (Data Acquisition Card) แล้วสามารถเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราให้กลายเป็นเครื่องมือวัดในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น Oscilloscope, Multi-meter, Function Generator, Strain meter Thermometer หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ตามที่เราต้องการทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการทำการวัดและเครื่องมือวัดได้อย่างกว้างขวาง

3.4 การออกแบบตัวควบคุมด้วยซอฟต์แวร์

ออกแบบโดยใช้โปรแกรมแลปวิวร่วมกับกล่องเครื่องมือการควบคุมพีไอดี (PID Control Toolkit) เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมกระบวนการ โดยมีฟังก์ชันการทำงานที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย ได้แก่ ฟังก์ชันควบคุมแบบ Auto, Manual แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Process variable (PV), Set point (SP) ในรูปแบบของตัวเลขและกราฟ สามารถกำหนดค่า Set point ผ่านทางคอมพิวเตอร์และสามารถป้อนค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม PID เป็นต้น



ภาพที่ 3.10 หน้าต่าง Front panel



ภาพที่ 3.11 หน้าต่าง Block diagram

3.5 การออกแบบระบบควบคุมความดันในถังลม

สำหรับการออกแบบระบบควบคุมความดันในถังลม ประกอบด้วย

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสั่งการและบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบ

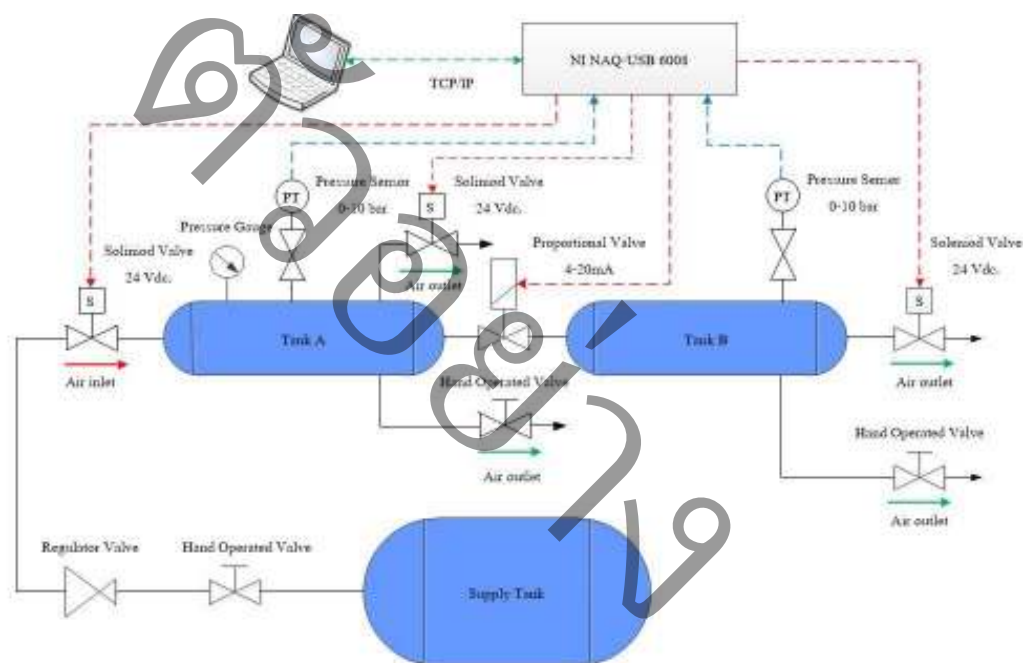
3.2.2 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน จำนวน 2 ชุด ส่งสัญญาณอนาล็อกแบบ 4-20 มิลลิแอมป์

3.2.3 ชุดโซลินอยด์วาล์ว จำนวน 3 ตัว ทำงานที่ 24 โวลต์ เพื่อควบคุมเปิด-ปิดลมเข้าและออก

3.2.4 ชุดวาล์วแบบอัตราส่วน จำนวน 1 ตัว ทำงานที่ 2-10 โวลต์ เพื่อควบคุมลมเข้าจากถังแรก ไปยังถังที่สอง

3.2.5 ถังลมแหล่งจ่ายขนาด 8 บาร์สามารถปรับตั้งความดันได้

3.2.6 ถังเก็บความดัน จำนวน 2 ถัง ถังแรกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และถังที่สองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.12 ระบบทดสอบโดยรวมของการควบคุมความดันในถังลม

3.6 การใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ NI DAQ รุ่น USB-6008

ในงานวิจัยนี้จะใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ NI DAQ รุ่น USB-6008 ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างกระบวนการกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นของบริษัท เนชั่นแนลอินสทรูเมนต์ จำกัด มีจำนวนคอนเนคเตอร์ทั้งหมดจำนวน 32 ขา ซึ่งมีคุณสมบัติหลักดังนี้

- มีอินพุตแบบอนาล็อก (A/D) จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- มีเอาต์พุตแบบอนาล็อก (D/A) จำนวน 2 ช่องสัญญาณ

- มีอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัล(DI/DO) จำนวน 12 ช่องสัญญาณ



ภาพที่ 3.13 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ NI DAQ รุ่น USB-6008

Module	Terminal	Signal Single-Ended Mode
	1	GND
	2	AI 0
	3	AI 4
	4	GND
	5	AI 1
	6	AI 5
	7	GND
	8	AI 2
	9	AI 6
	10	GND
	11	AI 3
	12	AI 7
	13	GND
	14	AO 0
	15	AO 1
	16	GND

Module	Terminal	Signal
	17	PO 0
	18	PO 1
	19	PO 2
	20	PO 3
	21	PO 4
	22	PO 5
	23	PO 6
	24	PO 7
	25	PI 0
	26	PI 1
	27	PI 2
	28	PI 3
	29	PI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

ภาพที่ 3.14 คอนเนคเตอร์ของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ NI DAQ รุ่น USB-6008

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ NI DAQ รุ่น USB-6008 ที่ใช้งานในโครงการวิจัยนี้จะใช้ A/D จำนวน 2 ช่อง รับสัญญาณแรงดันขนาด 0-5 โวลต์ จาก Pressure sensor โดยค่าดังกล่าวจะถูกส่งให้แก่ตัวควบคุมในโปรแกรมแลปวิวส์ และเมื่อตัวควบคุมในโปรแกรมแลปวิวส์คำนวณสัญญาณควบคุมเสร็จ ค่าสัญญาณควบคุมจะถูกส่งผ่านการ์ดอินเทอร์เฟซ DAQ โดยใช้ DI/DO จำนวน 4 ช่อง แปลงเป็นสัญญาณแรงดันขนาด 0-5 โวลต์ ส่งไปให้แก่โซลินอยวาล์ว และชุดวาล์วแบบอัตร่าส่วน เพื่อควบคุมผลตอบสนองของระบบควบคุม