สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

DEVELOPMENT OF GAS SENSOR MEASUREMENT SYSTEM

โดย

นาย กรกฎ หร่ายเจริญ

นาย ศิวาวุธ เสรีวัฒนพงษ์

นาย ฉาโรช ทองสกล

วพ.
ก1521ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82437
วัน,เดือน,ปี 11 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b.11949417x
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

DEVELOPMENT OF GAS SENSOR MEASUREMENT SYSTEM

โดย

นาย กรกฎ หร่ายเจริญ รหัส 48015150

นาย ศิวาวุธ เสรีวัฒนพงษ์ รหัส 48015184

นาย สาโรช ทองสกล รหัส 48015187

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุชีวัย ชัยสิทธิ์ศักดิ์

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

ผู้จัดทำ

1.นาย กรกฎ หร่ายเจริญ รหัส 48015150

2.นาย ศิวาวุธ เสรีวัฒนพงษ์ รหัส 48015184

3.นาย สาโรช ทองสกล รหัส 48015187

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.สุชิชัย ชัยสิทธิ์ศักดิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

นาย กรกฎ หร่ายเจริญ รหัส 48015150
นาย ศิวาวุธ เสรีวัฒนพงษ์ รหัส 48015184
นาย สาโรช ทองสกล รหัส 48015187
ผศ.ดร.สุธิชัย ชัยสิทธิ์ศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติและวัดแก๊สเซ็นเซอร์ โครงงานนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือระบบวัดและโปรแกรมควบคุมการวัด ในส่วนของระบบวัดประกอบด้วย 1).ระบบควบคุมความเข้มข้นของแก๊สที่จะทดสอบโดย Mass flow คอนโทรลเลอร์ใช้ควบคุมอัตราการไหลและ Solenoid-Valve ใช้ควบคุมการไหลของแก๊ส 2). ระบบวัดความต้านทานของเซ็นเซอร์โดยใช้ Source-meter รุ่น 2004 และ 3).ห้องสำหรับวัดเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดเซ็นเซอร์ได้หลายตัว โดยทุกส่วนจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ผ่าน GPIB และ USB ในส่วนของโปรแกรมควบคุมการวัด จะถูกเขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรม Labview ซึ่งสามารถแสดงผลการวัดของเซ็นเซอร์แต่ละตัวเป็นกราฟแบบ Real-time สามารถเก็บบันทึกข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์การวัด เช่น โหมดการวัด (กระแสคงที่หรือแรงดันไฟฟ้าคงที่), อัตราการไหลของแก๊สและการสับสวิทช์ชนิดของแก๊ส เป็นต้น

หลังจากที่ตรวจสอบการทำงานของแต่ละส่วนแล้ว จะทำการรวมส่วนต่างๆของระบบเข้าด้วยกันเพื่อให้ง่ายสำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of gas sensor measurement system

Mr.Korakot Raicharoen ID.48015150

Mr.Siwawut Seriwatanapong ID.48015184

Mr.Saroch Tongsakon ID.48015187

Prof.Dr.Sutichai Chaisitsak

Advisor Educational

Abstract

This project develops the sensor measurement system for gas sensor characterization. The project consists of two parts which are the measuring instrument and the measuring & controlling program. The part of measuring instrument are 1) the gas concentration control system which control the gas flow by using the mass flow controller and solenoid-valves, 2) 2004 source-meter® for sensor resistant measurement, and 3) the multi-sensor test chamber. All parts are controlled by computer via GPIB and USB interface. The measuring & controlling programs are developed using Labview® software which can display the results in real time and can store all data into harddisk. Besides the parameter can be changed, such as the measuring mode of source-meter® current constant or voltage constant, as well as the flow rate and type of gases. After checking each parts of the system, they will be attached together to be convenient to move.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

Abstract

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของงานที่ทำ 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 3

2.1 LabVIEW 3

2.1.1 อะไรคือ LabVIEW 3

2.1.2 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม LabVIEW 4

2.1.3 ประเภทของข้อมูล (Data Type) 7

2.1.4 หน้าต่างหลักของ LabVIEW 10

2.1.3.1 ฟร้อนท์พาเนล 10

2.1.3.2 บล็อกไดอะแกรม 11

2.1.5 การใช้งานพื้นฐาน 12

2.1.6 การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 14

2.1.6.1 DAQ (USB-6008) 14

2.1.6.2 การรับส่งข้อมูลผ่านทาง GPIB Bus 16

2.2 Source-Meter KEITHLEY Model 2400 18

2.3 Mass Flow Controller 20

2.3.1 mks 1179A 20

2.3.2 Brooks 5850E 22

2.4 เทอร์โมคัพเปิ้ล 25

2.4.1หลักการของเทอร์โมคัพเปิ้ล 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4.2 หลักการของ RTD(Resistance Temperature Detectors)	26
2.5 แชมเบอร์ (Chamber)	27
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	28
3.1 การเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมวาล์ว	29
3.2 วงจรที่ใช้ในการควบคุมวาล์วลม	30
3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุม Mass flow	31
3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Source-meter	33
3.5 การเดินท่อแสตนเลส	34
3.6 การออกแบบแชมเบอร์	34
บทที่ 4 ผลการทดลอง	36
4.1 การทดสอบระบบควบคุมวาล์วและ Mass Flow	38
4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ผ่าน Source-Meter	40
4.3 ทดลองวัดแก๊สเซ็นเซอร์	40
4.3.1 การเตรียมระบบ	41
4.3.2 การติดตั้งเซ็นเซอร์	41
4.3.3 รันโปรแกรม	42
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำโครงงาน	44
5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โปรแกรม LabVIEW	3
รูปที่ 2.2 (a) แถบเครื่องมือใน front panel (b) แถบเครื่องมือในบล็อกไดอะแกรม	4
รูปที่ 2.3 หน้าต่างเครื่องมือสำหรับแก้ไขอ็อบเจ็คต่างๆ (Tools Palette)	5
รูปที่ 2.4 แสดงวิธีเปลี่ยนประเภทตัวเลข	7
รูปที่ 2.5 แสดงวิธีการเปลี่ยนชนิดของสวิตช์	8
รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนรูปแบบ String	9
รูปที่ 2.7 Control Palette	10
รูปที่ 2.8 แสดงหน้าฟร้อนท์พาเนล	10
รูปที่ 2.9 แสดงหน้าบล็อกไดอะแกรม	11
รูปที่ 2.10 แสดงบางส่วนของ Function Palette	11
รูปที่ 2.11 หน้าต่างแสดงตำแหน่งที่เกิด Error พร้อมกับชนิด Error	12
รูปที่ 2.12 แสดงประเภทของข้อมูลหน้า Front Panel และ Block Diagram	13
รูปที่ 2.13 (a)แสดงการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาด และ (b)หัวลูกศรที่แตกซึ่งทำการรันโปรแกรมไม่ได้	13
รูปที่ 2.14 (a)ภาพDAQ (USB 6008) และ (b)ลงโปรมแกรมUBS 6008	14
รูปที่ 2.15 แสดงพอร์ทของ DAQ	14
รูปที่ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรม	15
รูปที่ 2.17 อธิบายการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ในการรับส่งข้อมูลผ่าน USB-6008	16
รูปที่ 2.18 ภาพของ GPIB	16
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของโปรแกรม GPIB	17
รูปที่ 2.20 อธิบายการทำงานของฟังก์ชั่นต่างๆ ในการรับส่งข้อมูลผ่าน GPIB	17
รูปที่ 2.21 ภาพ Keithley Model 2400 Source meter (a) ด้านหน้า (b)ด้านหลัง	18
รูปที่ 2.22 Mass Flow Controller msk 1179A	20
รูปที่ 2.23 การต่อใช้งาน Mks 1179A	21
รูปที่ 2 .24 หัวต่อดีบี 15 ของ Mass Flow	23
รูปที่ 2.25 การต่อ Mass Flow เข้ากับ DAQ	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.26 Mass Flow Controller Brooks 5850E 24

รูปที่ 2.27 การต่อเทอร์ไมคัพเปิ้ล 25

รูปที่ 2.28 เทอร์ไมคัพเปิ้ลแบบต่างๆ 26

รูปที่ 3.1 ระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ 28

รูปที่ 3.2 (a)ฟร้อนท์พาเนล (b)บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมวาล์ว 29

รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมวาล์วลม 30

รูปที่ 3.4 วงจรเร็กกูเลเตอร์ (Regulator) 31

รูปที่ 3.5 โปรแกรมควบคุม Mass Flow 31

รูปที่ 3.6 การต่อ Mass Flow เข้ากับวาล์วลม 32

รูปที่ 3.7 ฟร้อนท์พาเนลของชุดควบคุม Mass Flow 32

รูปที่ 3.8 รูปจำลองระบบวัดแก๊สเซ็นเซอร์ 33

รูปที่ 3.9 โปรแกรมควบคุม Source-meter 33

รูปที่ 3.10 ภาพแสดงการตัดท่อแสตนเลส 34

รูปที่ 3.11 ภาพของระบบเมื่อเดินท่อเรียบร้อยแล้ว 34

รูปที่ 3.12 ภาพแสดงขนาดของแฟลง ISO 160 35

รูปที่ 3.13 การออกแบบแชมเบอร์ด้วย SolidWorks 2007 35

รูปที่ 4.1 แสดงโฟล์วชาร์ทการทำงานของโปรแกรม 36

รูปที่ 4.2 ฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 1 ของระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ 37

รูปที่ 4.3 ฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 2 ของระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ 38

รูปที่ 4.4 การต่อวงจรเพื่อทดสอบการทำงานของวาล์วลมและ Mass Flow 39

รูปที่ 4.5 ภาพแสดงผลของการเปิดวาล์วลม 39

รูปที่ 4.6 รูปกราฟแสดงค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ 40

รูปที่ 4.7 ตำแหน่งของวาล์ว 41

รูปที่ 4.8 การติดตั้งเซ็นเซอร์ 41

รูปที่ 4.9 หน้าโปรแกรม LabVIEW 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลการอุ่น 10 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คำสั่งการตั้งค่าของ source-meter 18

ตารางที่ 2.2 คำสั่งการวัดความต้านทาน 19

ตารางที่ 2.3 พินและการใช้งานพินของ Mks 1179A 20

ตารางที่ 2.4 พินและการใช้งานพินของMass Flow Brooks 5850E 22

ตารางที่ 2.5 ตัวคูณของแก๊สต่างๆ และอัตราการไหลสูงสุดของแก๊สชนิดต่างๆ 23

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดเซ็นเซอร์ โดย R = 5.25 KΩ ที่ 300 องศาเซลเซียส 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

อากาศของโลกเราประกอบไปด้วยแก๊สหลายชนิดซึ่งพบว่าในอากาศที่ไม่มีมลภาวะจะมีไนโตรเจน (N_2) ประมาณ 78% ออกซิเจน (O_2) ประมาณ 21 % ที่เหลือเป็นแก๊สอาร์กอนส่วนใหญ่ราว 1 % และก็มีจำนวนของแก๊สต่าง ๆ เช่น CO_2 และ H_2O (ในรูปของไอน้ำ) อยู่เล็กน้อย นอกจากนี้แล้วปัจจุบันได้มีการนำแก๊สชนิดต่างๆมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น แก๊สที่ใช้ในครัวเรือน แก๊สที่ใช้ในรถยนต์ หรือใช้ในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ซึ่งแก๊สที่ใช้บางชนิดก็เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อม(ระดับความเข้มข้นที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส) ดังนั้นจึงได้มีการผลิตแก๊สเซ็นเซอร์ขึ้นมาเพื่อวัดชนิดและปริมาณของแก๊ส

ในทางอุตสาหกรรมมีการนำแก๊สเซ็นเซอร์ไปควบคุมปริมาณของแก๊สในขบวนการผลิตต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ หรือใช้วัดการรั่วไหลของแก๊สที่เป็นอันตรายเพื่อความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน จากความจำเป็นดังกล่าวจึงต้องมีการผลิตแก๊สเซ็นเซอร์ขึ้นมาใช้งาน แต่ก่อนจะนำเซ็นเซอร์ไปใช้งานได้จริงนั้น ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติต่างๆก่อนนำไปใช้งานจริง เช่น ค่าการตอบสนอง(sensitivity) ค่าเวลาตอบสนอง(response time) ค่าเวลาคืนกลับสภาพเดิม(recovery time) ความเสถียร(stability) และพิสัยการวัด(dynamic range) ซึ่งโครงงานนี้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัด และระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ขึ้นมา เพื่อใช้ทดสอบคุณสมบัติต่างๆของเซ็นเซอร์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ที่ใช้งานอยู่ ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น เช่น สามารถทดสอบเซ็นเซอร์ได้ครั้งละหลายตัวในเวลาเดียวกัน

2. เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแก๊สเซ็นเซอร์แต่ละชนิด

3. เพื่อนำเครื่องมือวัดและระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ไปใช้จริงในการทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ที่ผลิตขึ้นในห้องทดลองเพื่องานวิจัย

1.3 ขอบเขตของงานที่ทำ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ โดยเริ่มแรกเป็นการศึกษาโปรแกรม LabVIEW เพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวัด คือ วาล์วลม, Mass Flow ,Source-meter และวงจรวัดแก๊สเซ็นเซอร์หลายตัว โดยจะมีการเพิ่ม Mass Flow ขึ้นอีกหนึ่งตัว และทุกตัวจะมีการต่อท่อบายพาสด้วย หลังจากการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบวัดแล้ว จะเป็นการออกแบบและสร้างฮาร์ดแวร์เพื่อใช้ร่วมกับโปรแกรม โดยเริ่มจากการสร้างวงจรรีเลย์เพื่อเป็นการปิดเปิดวาล์วลม จากนั้นเป็นการสร้างวงจร Multiplexer เพื่อใช้ในการเลือกวัดแก๊สเซ็นเซอร์แต่ละตัว สุดท้ายเป็นการออกแบบและสร้างห้องวัดแก๊สเซ็นเซอร์แบบหลายตัว โดยจะต้องออกแบบให้ห้องวัดต้องมีขนาดเล็กและสามารถให้ความร้อนสูงได้ด้วย

เมื่อส่วนต่างๆเสร็จแล้วต่อมาเป็นการนำส่วนต่างๆมาประกอบเข้ารวมกัน และออกแบบให้สามารถใช้งานและเคลื่อนย้ายได้สะดวก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น
2. สามารถทราบถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแก๊สเซ็นเซอร์ได้
3. ได้ระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์เพื่อทดสอบเซ็นเซอร์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการศึกษาและวิจัยเซ็นเซอร์ที่ผลิตขึ้น ในห้องทดลอง

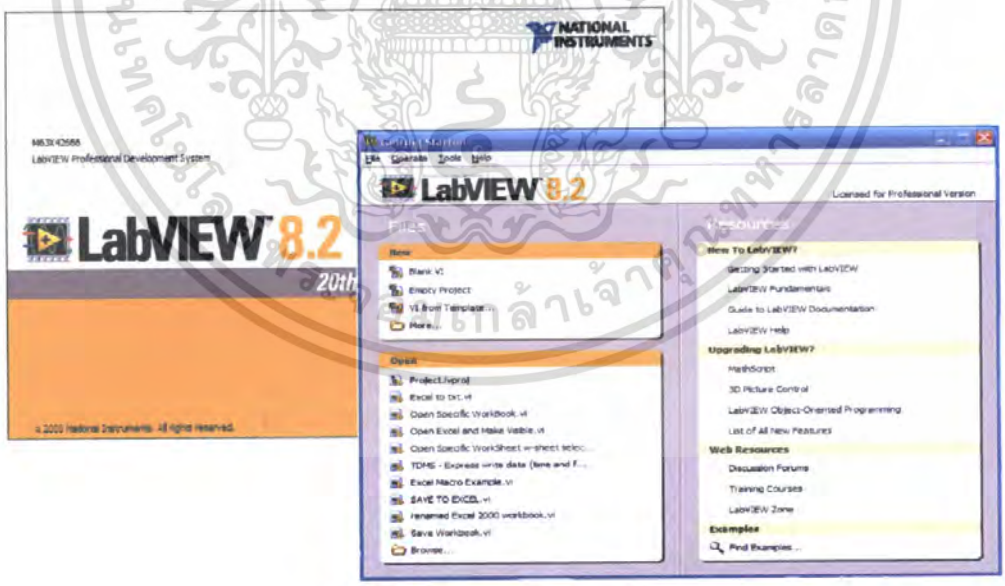
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

2.1 LabVIEW

2.1.1 LabVIEW คืออะไร

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทเนชันแนลอินสทรูเม้นทส์ (National Instrument หรือ NI) ซึ่งเป็นบริษัทที่พัฒนาฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ที่ใช้ในด้านงานวัดเสมือนซึ่งเป็นบริษัทชั้นนำบริษัทหนึ่ง LabVIEW คือซอฟแวร์ชนิดหนึ่งที่มีเครื่องมือในการออกแบบ การทดสอบ การวัดและระบบควบคุม ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้สะดวกเนื่องจากการทำงานในโหมดกราฟิก ปัจจุบันการเขียนโปรแกรมในโหมดนี้เป็นมาตรฐานการเขียนโปรแกรมแบบหนึ่งเรียกว่าภาษา G โดยมีส่วนหน้าตาหรือ front panel สำหรับการติดต่อกับผู้ใช้ใน front panel นั้น จะเป็นส่วนหน้าตาที่ผู้ใช้งาน สามารถ เปลี่ยนแปลงค่าของอินพุทต่างๆ ที่สัมพันธ์กับส่วนของบล็อกไดอะแกรม ในส่วนนี้ถือเป็นการสร้างโปรแกรมแต่แทนที่จะเขียนโปรแกรมเป็นตัวอักษรในแบบแผนของภาษาตระกูล Visual ทั้งหลาย ใน LabVIEW จะใช้กราฟิกทั้งหมดและมีการทำงานแบบการไหลเวียนของข้อมูลซึ่งก่อให้เกิดภาพของการทำงานที่ชัดเจนและส่วนวิธีการเขียนโปรแกรมที่ใช้บล็อกไดอะแกรมซึ่งมีการทำงานสอดคล้องกับ ฟร้อนท์พาเนล (Frontpanel) อยู่ตลอดเวลาทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน



รูปที่ 2.1 โปรแกรม LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือเรียกย่อๆว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือนภายในโปรแกรม LabVIEW นี้จะจัดเป็นซอฟแวร์ประเภท Programming Language คล้ายกับการเขียน Visual Basic หรือ C++ เป็นต้น แต่ LabVIEW นี้จะต่างกับการเขียนโปรแกรมทั่วไปคือ ในโปรแกรม LabVIEW นี้สามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษารูปภาพแทนและผลลัพธ์ที่ออกมานั้นเสมือนกับการใช้เครื่องมือเสมือนจริง

2.1.2 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม LabVIEW

LabVIEW เป็นโปรแกรมชนิด Graphical Programming มีรูปแบบการเขียนโปรแกรมด้วยการนำรูปต่างๆมาเรียงต่อกันซึ่งรูปต่างๆนี้เรียกว่าเครื่องมือของ LabVIEW จะอยู่ในส่วนที่เป็นแถบบนหัวโปรแกรมเรียกแถบเครื่องมือ และส่วนที่ลอยอยู่ในหน้าของโปรแกรมเรียก Tools Palettes หน้าตาเป็นตามรูปด้านล่าง

(a)

(b)

รูปที่ 2.2 (a) แถบเครื่องมือใน front panel (b) แถบเครื่องมือในบล็อกไดอะแกรม

ความหมายของปุ่มต่างๆบนแถบเครื่องมือ

- ปุ่ม Run โปรแกรม จะมีทั้ง Front Panel และบล็อกไดอะแกรมเราสามารถ Run โปรแกรมจากปุ่มนี้ได้

- เมื่อปุ่ม Run แสดงสัญญาลักษณ์นี้แสดงว่าโปรแกรมมีจุดผิดพลาดในเชิงไวยากรณ์ขึ้น อาจมีการ ต่อสายผิด หรือบ้างจุดที่ต้องการการต่อสายไม่ได้ต่อ วิธีดูว่าโปรแกรมมีจุดผิดพลาดที่ตำแหน่งไหนและข้อบกพร่องอย่างไรให้กดปุ่ม Run โดย LabVIEW จะขึ้นหน้าที่เรียกว่า Error List เพื่อแสดงจุดผิดพลาดที่เกิดขึ้น

- ปุ่มบังคับให้โปรแกรมทำการ Run อย่างต่อเนื่อง

- ปุ่มหยุดการทำงานของโปรแกรม

- ปุ่มหยุดการทำงานของโปรแกรมชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็น Pull-Down Menu เพื่อตั้งค่ารูปแบบของข้อความ

- เป็น Pull-Down Menu เพื่อปรับตำแหน่งอ๊อบเจ็ค ทั้งหน้าฟร้อนท์ พาเนลและ บล็อกไดอะแกรม

- Pull-Down Menu เพื่อปรับการทับซ้อนของอ๊อบเจ็คทั้งหน้าฟร้อนท์ พาเนลและบล็อกไดอะแกรม

- เป็นปุ่มที่เรียก Context Help ขึ้นมาแสดงบนหน้าจอ ในส่วนของบล็อกไดอะแกรมจะมีปุ่มเพิ่มเติมดังนี้

- เป็นปุ่มที่ใช้ในการ Debug โปรแกรม ถ้ากดปุ่มนี้ และเริ่ม Run โปรแกรม โปรแกรมจะเดินช้าลงพร้อมกับแสดงเส้นทางการเดินของข้อมูล ทำให้เราสามารถดูข้อบกพร่องในโปรแกรมได้

- เป็นส่วนที่ใช้ในการ Debug โปรแกรมเช่นกัน เรียกว่า "Step Into Button" ใช้ปุ่มนี้เพื่อทำการ Run โปรแกรมที่ละ Step ทีละฟังก์ชัน

- เรียกว่าปุ่ม "Step Over Button" ทำหน้าที่ข้ามโปรแกรมไป Step ถัดไป LabVIEW จะมีแถบเครื่องมือแยกเป็น 2 แถบเนื่องจาก LabVIEW เมื่อเปิดโปรแกรมมาแล้วจะมี 2 หน้าต่างคือหน้าต่างที่เป็นฟร้อนท์พาเนลและหน้าต่างที่เป็นบล็อกไดอะแกรม

Tools Palette เป็นส่วนที่สำคัญที่ต้องใช้ในการเขียนโปรแกรมบน LabVIEW สามรถเรียก ขึ้นมาโดยใช้ การ Right Click พร้อมกับการกดปุ่ม Shift (Right Click + Shift) ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้ง่ายที่สุด แต่ Tools Palette นี้จะหายไปเมื่อเราเลือกเครื่องมือสำหรับใช้งานเรียบร้อยแล้ว ในอีกทางหนึ่งเราสามารถเรียกใช้งานจาก Menu Bar โดยเข้าที่ View > Tools Palette ซึ่ง Tools Palette จะค้างอยู่ที่หน้าจอ โดยใน Tools Palette มีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 2.3 หน้าต่างเครื่องมือสำหรับแก้ไขอ๊อบเจ็คต่างๆ (Tools Palette)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของปุ่มบนหน้าต่างเครื่องมือแก้ไขอ๊อบเจ็คต่างๆ

- "Operating Tool" ใช้งานได้ทั้งใน Front Panel และ ในบล็อกไดอะแกรมถ้าใช้งานใน Front Panel จะใช้เปลี่ยนค่าของตัวควบคุม ในบล็อกไดอะแกรมจะใช้เปลี่ยนค่าคงที่ต่างๆ

- "Positioning Tool" ใช้ได้ทั้งสองหน้าต่าง ใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งอ๊อบเจ็ค บน โปรแกรม

- "Labeling Tool" .ใช้ในการเขียนข้อความ ที่เป็น Label ต่างๆในโปรแกรม

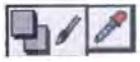
- "Wiring Tool" เป็น เครื่องมือที่มีความสำคัญในการเขียนโปรแกรม LabVIEW คือการลากสายข้อมูลระหว่างฟังก์ชันต่างๆในฝั่งบล็อกไดอะแกรม หรือถ้าในฝั่ง Front Panel จะเป็นการ ลากสาย "Control Object" และ "Indicator Object" เข้าไปยังส่วนเชื่อมต่อของ Sub VI

- "Object Shortcut Menu Tool" เป็นการเปลี่ยนการเข้า Menu จากการคลิกขวา มาเป็นการคลิกซ้าย

-"Scrolling Tool" เป็นอุปกรณ์ สำหรับเลื่อนแผ่นหน้าจอ ไปมา

-"Breakpoint Tool" กำหนดจุดหยุดทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบ

-"Probe Tool" ใช้ในการ Debug โปรแกรมโดยกำหนดจุดแสดงค่าในระหว่างการทำงานของ โปรแกรม



- เป็นเครื่องมือสำหรับใส่สีในอ๊อบเจ็คต่างๆของโปรแกรม LabVIEW

วัตถุ (Object) ต่างๆที่อยู่บนฟร้อนท์พาแนลนั้นสามารถแบ่งออกได้สามประเภทคือ

1. Controls คือวัตถุที่ทำหน้าที่เป็นอินพุทของโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา สามารถรับค่าจากผู้ใช้งานได้โดยตรงโดยการการพิมพ์ค่าลงไป หรือการใช้เมาส์คลิกเพื่อปรับเปลี่ยนค่า

2. Indicators คือวัตถุที่ทำหน้าที่เป็นตัวแสดงผลและแสดงค่าต่างๆ ที่รับมาจากภายนอกหรือผลจากการกระทำของโปรแกรมเอง เช่น กราฟ หลอดไฟ มิเตอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

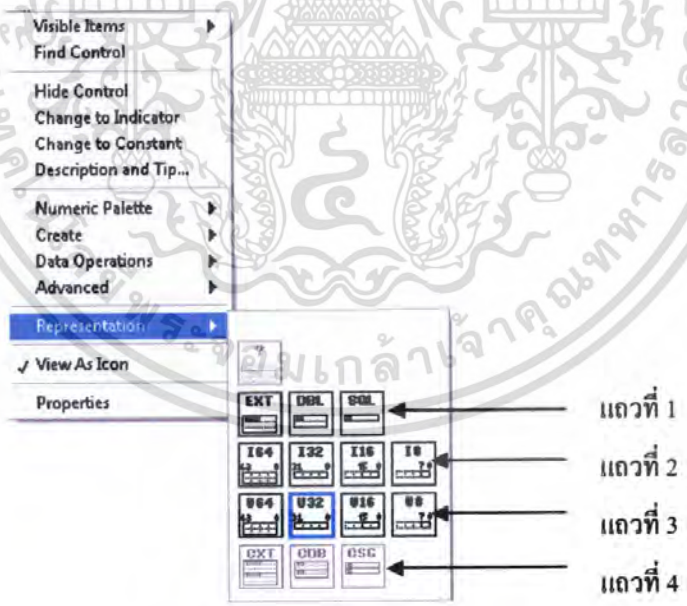
3. Decorations เป็นวัตถุที่ไม่เกี่ยวกับตัวโปรแกรมและโค้ดในบล็อกไดอะแกรมเลย decorationsมีไว้เพื่อใช้ตกแต่งและจัดฟร้อนพาเนลและสวยงามและใช้งานได้ง่ายเท่านั้น

ในการดูว่าวัตถุไดเป็น Control วัตถุไดเป็น Indicator นั้นดูได้จากทิศทางที่จุดเชื่อมต่อขอสายข้อมูลที่เป็นไอคอนในบล็อกไดอะแกรม ถ้าจุดเชื่อมต่ออยู่ทางขวาของไอคอนและชี้ออกแสดงว่าเป็น Control และถ้าจุดเชื่อมต่ออยู่ทางซ้ายของไอคอนและชี้เข้าแสดงว่าเป็น Indicator

2.1.3 ประเภทของข้อมูล (Data Type)

ในการเขียนโปรแกรมทั่วๆไป จะต้องมีการประกาศตัวแปร (Declare) ก่อนจึงจะใช้ตัวแปรนั้นได้ แต่สำหรับ LabVIEW ไม่ต้องมีการประกาศตัวแปรแต่อย่างใดตัว LabVIEW จะจัดการกับตัวแปรต่างๆ ให้เอง เพียงแค่เลือกประเภทของข้อมูลมาวางในโค้ดเท่านั้น ประเภทของข้อมูลใน LabVIEW มีหลายชนิดให้เลือกใช้เช่นเดียวกับในภาษาอื่นๆ และข้อมูลบางประเภทก็จะมีเฉพาะใน LabVIEW เท่านั้น

1. Numeric คือข้อมูลประเภทตัวเลข มีทั้งจำนวนเต็มและจำนวนที่มีทศนิยมในบล็อกไดอะแกรมจะเห็นจำนวนเต็มเป็นสีน้ำเงิน ส่วนจำนวนทศนิยมจะมีสีส้ม วิธีการเปลี่ยนประเภทของตัวเลขทั้งในฟร้อนท์พาเนลและบล็อกไดอะแกรมทำได้โดย คลิกขวาที่ตัวเลขที่ต้องการจะเปลี่ยน เลือก Representation แล้วเลือกประเภทตัวเลขที่ต้องการได้เลย



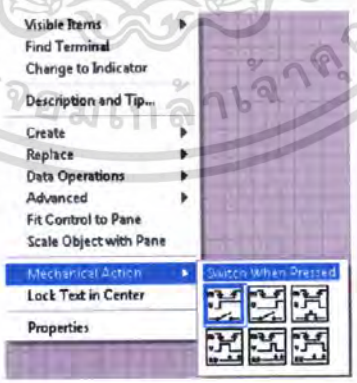
รูปที่ 2.4 แสดงวิธีเปลี่ยนประเภทตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 ประเภทของตัวเลขในแถวที่ 1 คือตัวเลขประเภทจำนวนจริงที่มีทศนิยม ถัดมาในแถวที่ 2 เป็นตัวเลขประเภทจำนวนเต็ม(Integer) ต่อมาเป็นแถวที่ 3 เป็นตัวเลขจำนวนเต็มแบบไม่มีเครื่องหมาย (Unsigned Integer) แถวสุดท้ายเป็นตัวเลขประเภทจำนวนเชิงซ้อน (Complex Number) ซึ่งแต่ละประเภทก็จะมีขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสมของโปรแกรมอีกด้วย

2. Boolean คือข้อมูลประเภทที่มีสองค่า คือ จริง และ เท็จ ในบล็อกไดอะแกรมข้อมูลชนิดนี้จะมีสีเขียว และในฟร้อนพาเนลตัว Boolean Control จะมีคุณสมบัติของสวิตช์ซึ่งมีหลายประเภท วิธีเปลี่ยนชนิดของสวิตช์ให้คลิกขวาที่ตัว Boolean Control ในหน้าฟร้อนพาเนลที่บล็อกไดอะแกรมจะเปลี่ยนไม่ได้ หลังจากคลิกขวาแล้วเลือก Mechanical Action ซึ่งจะมีอยู่ 6 รูปแบบและแต่ละรูปแบบจะแสดงผลดังนี้

- Switch When Pressed คือสวิตช์แบบกดติด-กดดับ
- Switch When Released เป็นสวิตช์กดติด-กดดับเหมือนกันแต่จะให้ผลเมื่อปล่อยมือแล้ว
- Switch Until Released สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ
- Latch When Pressed สวิตช์ชนิดนี้จะเปลี่ยนค่าทันทีเมื่อกด แล้วจะกลับเป็นค่าเดิมทันทีที่โปรแกรมรับรู้ ถึงแม้ยังไม่ปล่อยมือก็ตาม
- Latch When Released หลังจากกดสวิตช์แล้วค่าจะเปลี่ยนเมื่อปล่อยมือ และจะกลับเป็นค่าเดิมเมื่อโปรแกรมรับรู้แล้ว
- Latch Until Released คล้ายกับสวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ แต่จะมีการรอให้โปรแกรมอ่านค่าตอนปล่อยมือก่อน แล้วเปลี่ยนกลับเป็นค่าเดิม

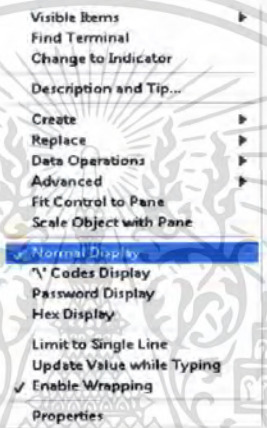


รูปที่ 2.5 แสดงวิธีการเปลี่ยนชนิดของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. String คือข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ไอคอนของ String จะเป็นสีชมพู สำหรับการแสดงผลของ String บนฟร้อนพาเนลจะมีอยู่สี่รูปแบบ และสามารถแบบรูปแบบการแสดงของ String ได้บนฟร้อนพาเนล รูปแบบของ String มีดังนี้

- Normal Display คือการแสดงผลแบบปกติ
- '\' Codes Display คือการแสดงผลแบบ \ โค้ด มีประโยชน์สำหรับแสดงตัวอักษรที่เป็นรหัสซึ่งธรรมดาจะมองไม่เห็น เช่น การเว้นวรรค (\s) แท็บ (\t)
- Password Display จะแทนตัวอักษรด้วยเครื่องหมาย *
- Hex Display แสดงผลเป็นรหัสเลขฐานสิบหก



รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนรูปแบบ String

4. Enum คือข้อมูลประเภทที่แสดงให้ผู้ใช้เห็นเป็นตัวหนังสือ แต่ค่าจริงคือตัวเลขดังนั้นในบล็อกไดอะแกรมจึงมองเห็นข้อมูลประเภทนี้เป็นสีน้ำเงินเหมือนกับเลขจำนวนเต็ม

Enum มีประโยชน์สำหรับแอพพลิเคชันที่ต้องการให้ผู้ใช้ใส่อินพุทที่เป็นตัวหนังสือ (String) ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้กรอกชื่อวัน แต่ผู้ใช้กรอกเป็นชื่อเดือนหรือกรอกเป็นอย่างอื่นทำให้โปรแกรมเกิดผิดพลาดหรือรับข้อมูลที่เป็นไปไม่ได้ กรณีนี้ควรเปลี่ยนจาก Sting Control เป็น Enum Control เพื่อจำกัดไม่ให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

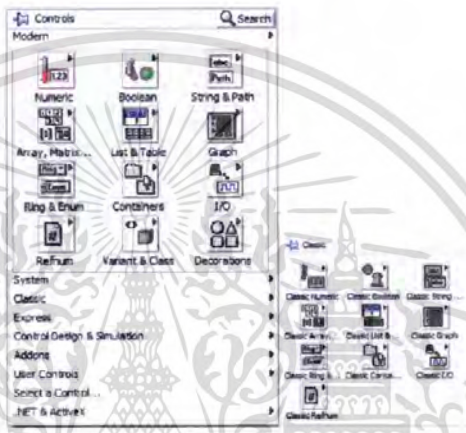
5. Dynamic เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของเวฟฟอร์มสัญญาณในบล็อกไดอะแกรมถูกแสดงด้วยสีน้ำเงินเข้ม เส้นหนา ซึ่งภายในประกอบด้วยข้อมูลมากมาย เช่น Array ของเวฟฟอร์ม, Time Stamp ฯลฯ ข้อมูลประเภท Dynamic ส่วนใหญ่ใช้ใน Express VI จำพวกการอ่าน, กำเนิด และวิเคราะห์สัญญาณ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Time Stamp เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยวันที่ และเวลาที่มีความละเอียดถึงมิลลิวินาที Time Stamp บนบล็อกไดอะแกรมจะมีหน้าตาเป็นสีน้ำตาลเส้นหนา สามารถนำมาแปลงให้เป็นวันที่และเวลาแบบ String ได้

2.1.4 หน้าต่างหลักของ LabVIEW

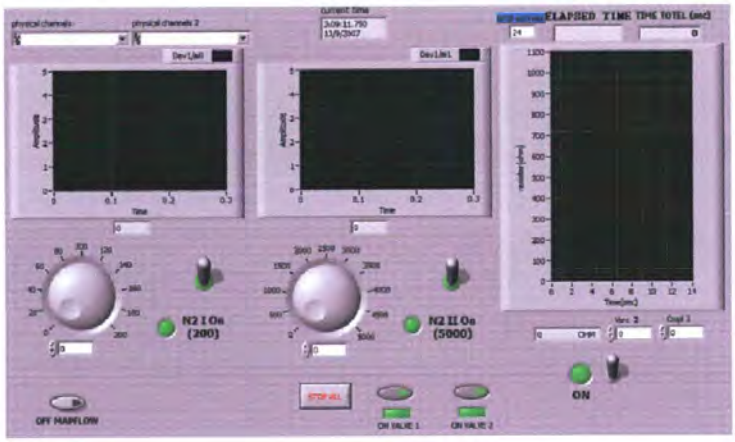
2.1.4.1 ฟร้อนท์พาเนล เป็นส่วนที่ผู้เขียนโปรแกรมจะใช้ควบคุมการทำงาน ซึ่งหน้าต่างฟร้อนท์พาเนลนี้สามารถสร้างรูปแบบได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งภายในโปรแกรม LabVIEW นี้จะมีส่วนรับคำสั่งควบคุมเช่น ปุ่มหมุน (Dial) , สวิตซ์(Switch) และ กราฟ เป็นต้น



รูปที่ 2.7 Control Palette

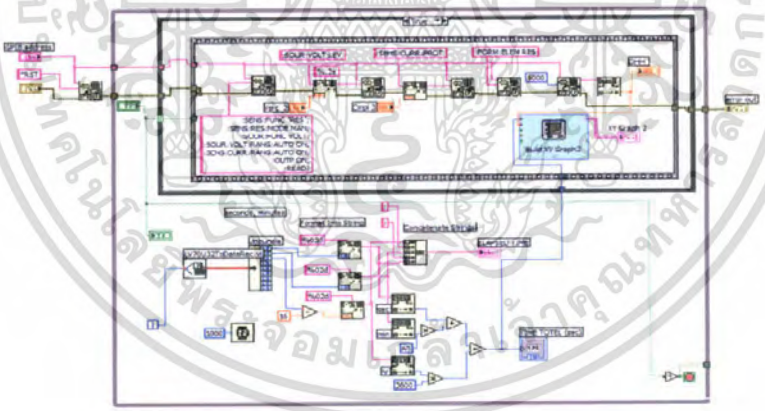
เมื่อผู้ใช้งานคลิกขวาบนที่ว่างในฟร้อนท์พาเนล หน้าต่าง Control Palette จะขึ้นมา ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปไอคอนควบคุมต่างๆวางลงในฟร้อนท์พาเนลได้ การเลือกไอคอนขึ้นอยู่กับงานที่ใช้ เมื่อทำการลากมาวางไว้ที่ฟร้อนท์พาเนล จะพบว่าจะมีตัวควบคุมนั้นปรากฏอยู่ในบล็อกไดอะแกรมด้วย เมื่อออกแบบฟร้อนท์พาเนลได้แล้วจะทำการลากสายเชื่อมต่อทางหน้าต่างบล็อกไดอะแกรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงหน้าฟร้อนท์พาเนล

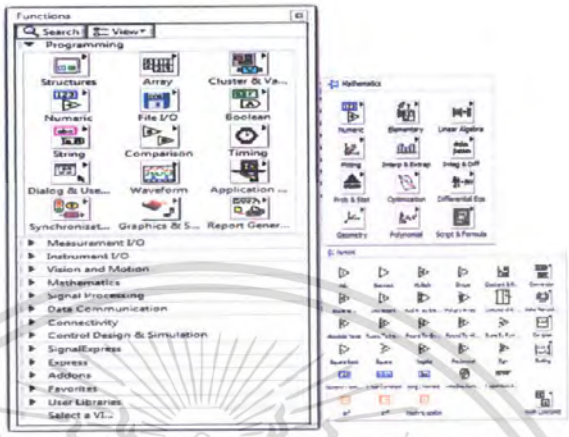
2.1.4.2 บล็อกไดอะแกรม ในหน้าต่างนี้เป็นเสมือนการเขียนโปรแกรมซึ่งในภาษาอื่นจะเป็นการใช้คำสั่งซึ่งเป็นตัวหนังสือแต่ของ LabVIEW จะใช้รูปภาพแทนทำให้เข้าใจการทำงานได้ง่าย บล็อกไดอะแกรมนี้จะเชื่อมต่อกับหน้าต่างฟร้อนท์พาเนล โดยจะแสดงเป็นรูปไอคอนที่ผู้เขียนเลือกในฟร้อนท์พาเนล และมีการทำงานที่สอดคล้องกัน ในการนำรูปซึ่งเปรียบเสมือนเป็นคำสั่งมาต่อเข้าด้วยกันนั้นต้องมีการศึกษารูปแต่ละรูปก่อนว่ามีการใช้งานอย่างไร ใช้ข้อมูลแบบไหน เพื่อให้โปรแกรมที่ออกมา Run ได้ไม่เกิด Error



รูปที่ 2.9 แสดงหน้าบล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

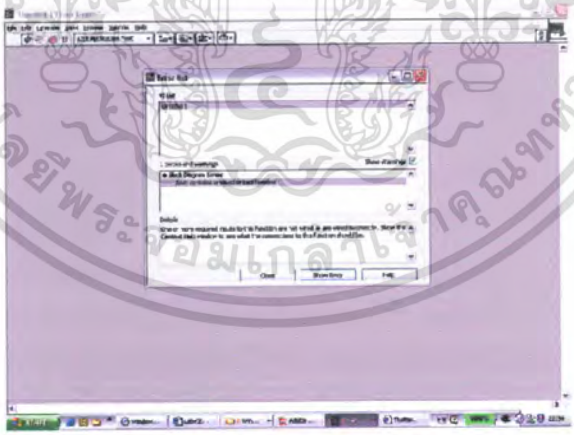
ในหน้าบล็อกไดอะแกรมสามารถเรียกรูปอุปกรณ์ต่างๆได้โดยการคลิกขวา จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาเรียกว่า Function Palette ใน Function Palette รูปและฟังก์ชันต่างๆมากมายขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานหน้าต่าง Function Paletteแสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.10 แสดงบางส่วนของ Function Palette

2.1.5 การใช้งานพื้นฐาน

ในการเขียนโปรแกรมอาจเกิด Error ได้การที่จะจุดที่เกิด Error นั้นให้เอากดที่ปุ่ม Run หน้าต่าง Error list จะขึ้นมาให้นำเมาส์ไปคลิกสองครั้งที่บรรทัดที่แสดงชื่อ Error โปรแกรมจะแสดงตำแหน่งที่เกิด Error พร้อมกับชนิด Error



รูปที่ 2.11 หน้าต่างแสดงตำแหน่งที่เกิด Error พร้อมกับชนิด Error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบและเขียนโปรแกรม LabVIEW สามารถใช้เมนูลัดได้ เพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรม การใช้เมนูลัดนี้สามารถใช้คีย์บอร์ดร่วมกับเมาส์ ซึ่งจะทำให้การเขียนโปรแกรมรวดเร็วขึ้นสะดวกกว่าการใช้เมาส์เพียงอย่างเดียว เมนูลัดที่ใช้คีย์บอร์ดร่วมกับเมาส์ที่ใช้บ่อยมี ดังนี้

CTRL+ คลิกซ้าย	เป็นการคัดลอกอ๊อบเจ็ค
คลิกขวา	เป็นการเรียก Control Palette หรือ Function Palette
SHIFT + คลิกขวา	เป็นการ เรียก Tools Palette ขึ้นมาใช้งาน
CTRL+E	เป็นการสลับหน้าระหว่าง Control Panel กับฝั่ง Block Diagram อย่างรวดเร็ว
CTRL+R	เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการ Run
CTRL+B	เป็นการลบเส้นประหรือเส้นแตก (Broken Wire) ซึ่งเกิดจากการ Wire สายระหว่าง Connector ที่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

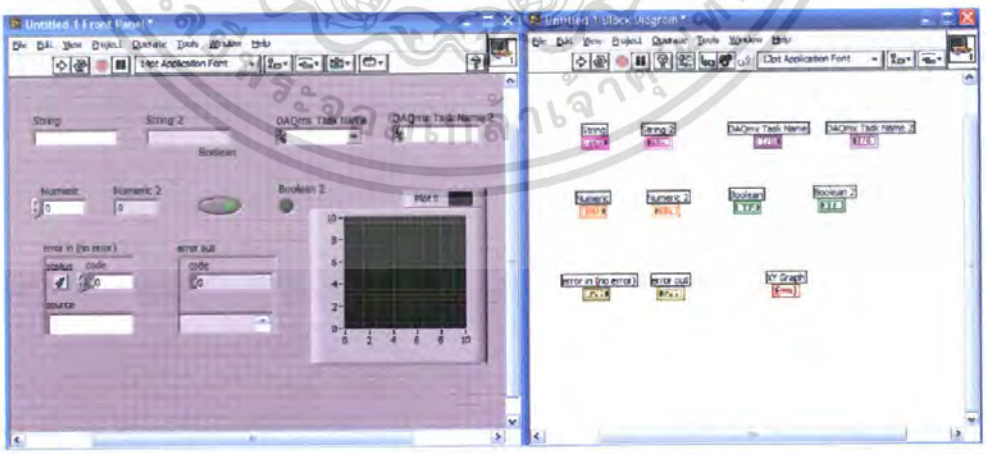
การทำงานทำงานของโปรแกรม LabVIEW ในหลักการทำงานของโปรแกรม LabVIEW นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆคือ

ส่วนที่รับข้อมูล (Input) โดยข้อมูลที่จะเข้าสู่ระบบปฏิบัติการนี้จะมี การ์ด DAQ และการ์ด GPIB

ส่วนวิเคราะห์ (Analysis) หลังจากที่รับข้อมูลเข้ามาแล้วจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

ส่วนแสดงผล (Output) เป็นส่วนที่ผู้เขียนโปรแกรมจะทราบได้ว่าการเขียนโปรแกรมถูกต้องหรือไม่ โดยส่วนแสดงผลนี้จะแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ประเภทของข้อมูล ในโปรแกรม LabVIEW นี้ จะแบ่งแยกข้อมูลโดยใช้สีและรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อแยกข้อมูลใช้ชัดเจนขึ้นเช่นข้อมูลที่เป็นตัวเลขและข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ



รูปที่ 2.12 แสดงประเภทของข้อมูลหน้า Front Panel และ Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในการเขียนโปรแกรม LabVIEW นี้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถรู้ได้ว่าการเขียนโปรแกรมผิดพลาดหรือการโยงสายไม่ถูกต้องซึ่งในตัวโปรแกรมนี้จะแสดงดังนี้

(a) (b)

รูปที่ 2.13 (a)แสดงการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาด และ (b)หัวลูกศรที่แตกซึ่งทำการรันโปรแกรมไม่ได้

2.1.6 การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

การใช้โปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมเครื่องมือนั้นสามารถทำได้หลายทาง โดยผ่านทางพอร์ทอนุกรม โดยอาจจะใช้ RS 232 , RS 485 , GPIB ทางพอร์ทขนานโดยผ่านทางพอร์ทปริ้นเตอร์ หรือผ่านทางอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลที่เป็นสาย USB ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของแต่ละงาน

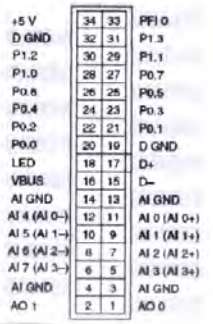
2.1.6.1 DAQ (USB-6008) การรับส่งข้อมูลของ DAQ จะผ่านทาง USB ในการรับข้อมูลผ่าน DAQ นี้ผู้เขียนโปรแกรมต้องลงโปรแกรมและดูรายละเอียดของการ์ด DAQ นี้ว่าใช้ในลักษณะใดผู้เขียนโปรแกรมควรศึกษาการเชื่อมต่อว่าต้องการส่งข้อมูลแบบใดและรับข้อมูลเข้าที่ส่วนไหน

(a) (b)

รูปที่ 2.14 (a)ภาพDAQ (USB 6008) และ (b)ลงโปรมแกรมUBS 6008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติและการใช้งานของ USB 6008 ในการเชื่อมต่ออุปการณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์นี้ USB 6008 จะมีลักษณะดังนี้



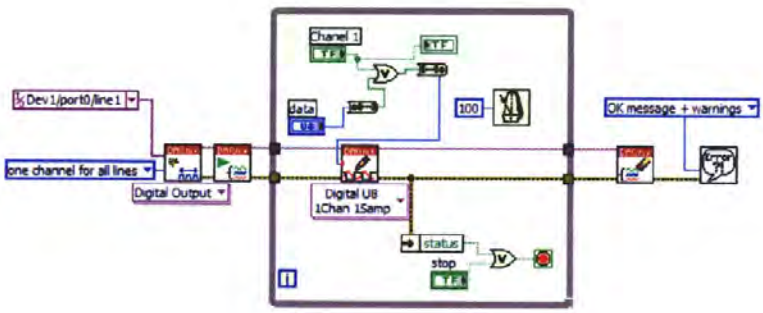
รูปที่ 2.15 แสดงพอร์ทของ DAQ

NI – USB 6008 จะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB ซึ่งจะมีพอร์ทอนาล็อกอินพุท 4 พอร์ท อนาล็อกเอาท์พุท 2 พอร์ทและดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุท 12 พอร์ท ซึ่งแต่ละพอร์ทมีรายละเอียดดังนี้

- อนาล็อกอินพุทมี 4 ช่องสัญญาณ
  อินพุทอิมพีแดนซ์ 144kΩ
  แรงดันสูงสุดที่ทำงาน 20 V.
- อนาล็อกเอาท์พุทมี 2 ช่องสัญญาณ
  จ่ายแรงดันเอาท์พุทในช่วง 0V. ถึง 5V.
  มีเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ 50Ω.
  ขับกระแสสูงสุด 5 mA.
- ดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุท มีทั้งหมด 12 ช่องสัญญาณ
  ทำตัวเสมือน ไอซี TTL,CMOS,LVTTL
  รับความถี่สูงสุด 5MHz
  ความต้านทาน pull-up ภายใน 4.7kΩ
  กระแสสูงสุด 200 mA.

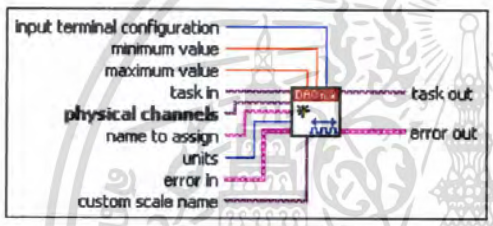
การรับส่งข้อมูลผ่าน USB-6008 จะมีหลักการเขียนโปรแกรมดังแสดงในรูป โดยรายละเอียดของโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานว่าต้องการรับหรือต้องการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



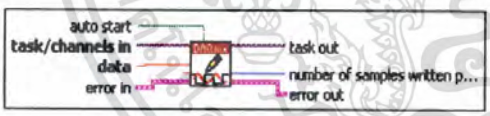
รูปที่ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรม

หน้าที่ของฟังก์ชั่นในบล็อกไดอะแกรม



ทำหน้าที่เชื่อมต่อและระบุพอร์ทที่ต้องการข้อมูล

ทำหน้าที่รับข้อมูลก่อนเริ่มทำการวัด



ทำหน้าที่เขียนคำสั่งเพื่อนำไปควบคุมภายนอก

ทำหน้าที่ลบสัญญาณ Output ก่อนที่จะหยุดการทำงาน

รูปที่ 2.17 อธิบายการทำงานของฟังก์ชันต่างๆในการรับส่งข้อมูลผ่าน USB-6008

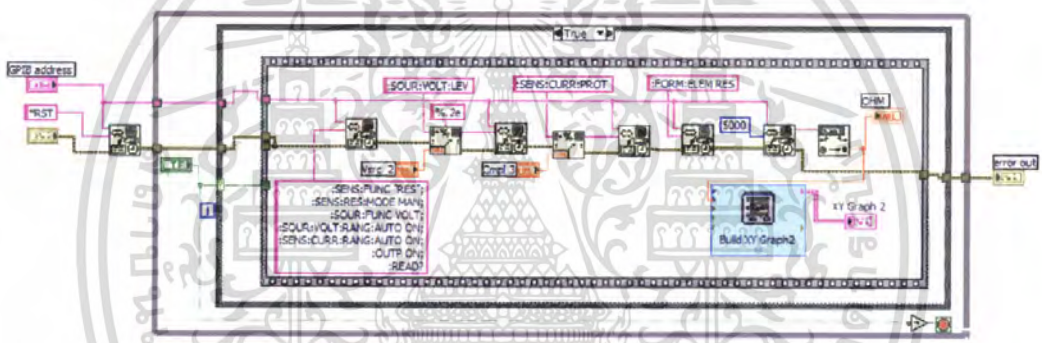
2.1.6.2 **การรับส่งข้อมูลผ่านทาง GPIB Bus หรือ(General Purpose Interface Bus) ใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับซอฟแวร์ใน LabVIEW ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้ GPIB เชื่อมต่อกับ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

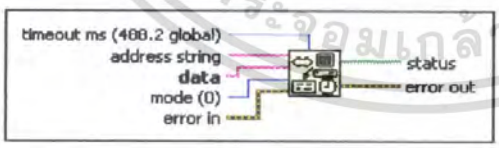
เครื่อง KEITHLEY Model 2400 Source meter ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งแหล่งจ่ายและเครื่องมือวัด

รูปที่ 2.18 ภาพของ GPIB

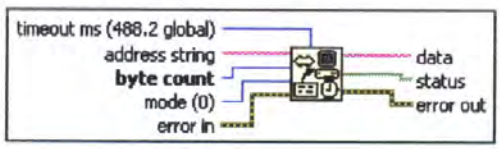


รูปที่ 2.19 ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมของโปรแกรม GPIB

หน้าที่ของฟังก์ชั่นในบล็อกไดอะแกรม



หน้าที่ส่งคำสั่งให้กับอุปกรณ์



หน้าที่อ่านข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์

รูปที่ 2.20 อธิบายการทำงานของฟังก์ชั่นต่างๆในการรับส่งข้อมูลผ่าน GPIB

82437
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPIB เป็นอีกหนึ่งตัวเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์ LabVIEW กับอุปกรณ์ภายนอกซึ่งในโครงงานนี้ใช้เชื่อมต่อกับ Source-Meter โดยใช้สายต่อเป็นแบบ IEEE-488 มาตรฐาน 24 พิน ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้เร็ว 7.7 Mbytes ต่อวินาที

2.2 Source-Meter KEITHLEY Model 2400

ในการทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์นั้นเครื่องมือที่มีความสำคัญอีกตัวหนึ่งคือ Source-meter ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ KEITHLEY Model 2400 ซึ่งมีความสามารถดังนี้

- จ่ายแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 5μV ถึง 210 V.
- จ่ายกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 50pA ถึง 1.05 A.
- วัดแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 1μV ถึง 211 V.
- วัดกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 10pA ถึง 1.055A.
- วัดค่าความต้านทานตั้งแต่ 100μΩ ถึง 211 MΩ
- จ่ายกำลังงานสูงสุด 22 W.

เครื่อง Keithley มีการวัดที่แม่นยำเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 0.012% ในการควบคุม Source-meter นี้จะควบคุมโดยใช้โปรแกรม LabVIEW ผ่าน GPIB

(a) (b)

รูปที่ 2.21 ภาพ Keithley Model 2400 Source meter (a) ด้านหน้า (b)ด้านหลัง

Keithley จะมีคำสั่งเฉพาะที่ใช้ในการควบคุมด้วยซึ่งช่วยให้การใช้งานผ่าน GPIB ทำได้สะดวกขึ้น ตัวอย่างของคำสั่งต่างๆจะแสดงได้ดังนี้

คำสั่ง	ความหมาย
:SOURce:FUNCtion <name>	เลือกแหล่งจ่าย;<name> = VOLTage or CURRent.เป็นแหล่งจ่ายกระแสหรือแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

:SOURce:xxx:MODE FIXed	กำหนดโหมดแหล่งจ่าย กระแสหรือแรงดัน
:SOURce:xxx:RANGe <n>	เลือกย่านของเครื่องมือวัด จากกระแสหรือว่าแรงดัน <n>=range
:SOURce:xxx:LEVel <n>	ตั้งค่าของแหล่งจ่าย ; <n> = amplitude in volts or amps.
[:SENSe]:FUNCtion <name>	เลือกโหมดการวัด <name> = "VOLTage" or "CURRent".
[:SENSe]:xxx:PROTection <n>	ตั้งค่าการยินยอมของกระแสกรือแรงดัน; <n> = compliance.
[:SENSe]:xxx:RANGe <n>	เลือกการวัดว่าใช้กระแสหรือแรงดัน ; <n> = range.
[:SENSe]:xxx:RANGe:AUTO <b>	ปิดหรือเปิดการวัดแบบอัตโนมัติ ; <b> = ON or OFF.
:OUTPut <b>	ปิดหรือเปิดเอาท์พุท ; <b> = ON or OFF.
:READ?	Trigger and acquire one data string.

ตารางที่ 2.1 คำสั่งการตั้งค่าของ source-meter

หมายเหตุ

:xxx = :VOLTage or :CURRent.

เมื่อตั้งเป็นการวัดแรงดัง แรงดันที่ยินยอม (voltage compliance) **ต้องมากว่าแรงดันที่จะวัด**

เมื่อเป็นหน่วยวัดแรงดันห้ามใช้การวัดแบบอัตโนมัติ

เมื่อต้องการวัดแรงดันต้องใช้แหล่งจ่ายกระแส เมื่อต้องการวัดกระแสต้องใช้แหล่งจ่ายแรงดัน

คำสั่ง	ความหมาย
[:SENSe]:FUNCtion "RESistance"	เลือกฟังก์ชันเป็นการวัดความต้านทาน
[:SENSe]:RESistance:MODE <name>	เลือกโหมดการวัดความต้านทาน(ปรับเองหรืออัตโนมัติ) ; <name> = AUTO or MANual
[:SENSe]:RESistance:OCOMpensated <b>	ปิดหรือเปิดoffset compensation.
[:SENSe]:RESistance:RANGe <n>	เลือกย่านสำหรับการวัดแบบอัตโนมัติ ; <n> = range.
[:SENSe]:RESistance:RANGe:AUTO <b>	ปิดหรือเปิดย่านการวัดอัตโนมัติสำหรับการวัดความต้านทานแบบอัตโนมัติ ; <b> = ON or

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	OFF.
:OUTPut <b>	ปิดหรือเปิดเอาท์พุท ; <b> = ON or OFF.
:READ?	Trigger and acquire one data string.

ตารางที่ 2.2 คำสั่งการวัดความต้านทาน

2.3 Mass Flow Controller

Mass Flow Controller คืออุปกรณ์ในการควบคุมปริมาณการไหลของแก๊สที่ใช้ในการทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้ Mass Flow สองรุ่นคือ Brooks 5850E และ mks 1179A ทั้งสองรุ่นมีอัตราการไหลของแก๊สสูงสุดแตกต่างกัน การควบคุมการไหลนี้ก็จะควบคุมโดยโปรแกรม LabVIEW เช่นกัน การควบคุมนั้นทำโดยจ่ายแรงดันเข้าที่ขาอินพุทของ Mass Flow เพื่อเป็นแรงดันในการเปรียบเทียบอัตราการไหลของแก๊สคุณสมบัติต่างๆของ Mass Flow มีดังนี้

2.3.1 Mks 1179A

Mks 1179A เป็น Mass Flow Controller ที่ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องวัดและควบคุมการไหลของแก๊ส โดยสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ตัว1179Aนี้มีอัตราการวัดได้สูงสุดตั้งแต่ 10 sccm ถึง 20 slm ซึ่งในโครงงานนี้ใช้อัตราการไหลสูงสุด 500 sccm นอกจากนี้แล้วยังสามารถควบคุมแรงดันของแก๊สได้อีกด้วย

รูปที่ 2.22 Mass Flow Controller msk 1179A

Mks 1179A มีขาต่อใช้งาน 15 ขา ซึ่งแต่ละขาต่อใช้งานอย่างไรนั้นดูได้จากตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งานนั้นใช้สัญญาณอนาล็อกเอาท์พุทจาก DAQ 0-5V. เข้าที่อนาล็อกอินพุทของตัว Mass Flow ซึ่งจะเป็นสัญญาณเปรียบเทียบอัตราการไหลของแก๊สคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

เมื่อ Mass Flow ทำงานล้วจะส่งสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุท 0-5V. เข้าที่อนาล็อกอินพุทของ DAQ เพื่อแสดงผลเป็นกราฟต่อไป

พิน	หน้าที่และการต่อใช้งาน
1	ขาทดสอบ Mass Flow
2	ขาสัญญาณเอาท์พุท
3	ปิดวาล์ว (TTL LOW)
4	เปิดวาล์ว (TTL LOW)
5	กราวด์แหล่งจ่าย
6	-15 VDC.
7	+15 VDC.
8	ตั้งค่าอินพุท
9	ไม่ใช้
10	ทางเลือกอินพุท
11	กราวด์ของสัญญาณ
12	กราวด์ของสัญญาณ
13	ไม่ใช้
14	ไม่ใช้
15	กราวด์

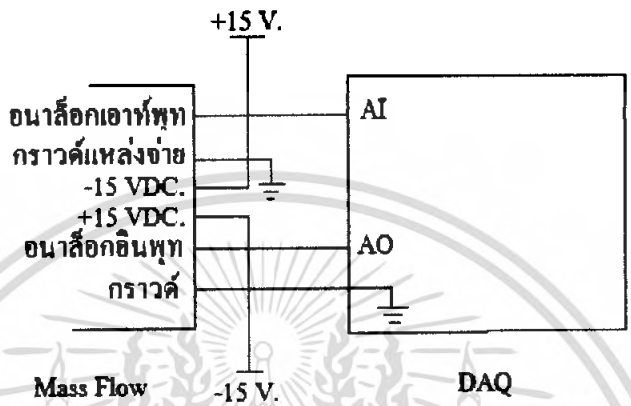
ตารางที่ 2.3 พินและการใช้งานพินของ Mks 1179A

ในการต่อใช้งานจะใช้เพียง 6 ขาเท่านั้นคือ

- ขา 2 เป็นขาสัญญาณออก
- ขา 5 ต่อเข้ากราวด์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา 6 ต่อไฟเข้า -15V.
- ขา 7 ต่อไฟเข้า +15V.
- ขา 8 เป็นขาสัญญาณเข้า
- ขา 12 เป็นกราวด์



รูปที่ 2.23 การต่อใช้งาน Mks 1179A

2.3.2 Brooks 5850E

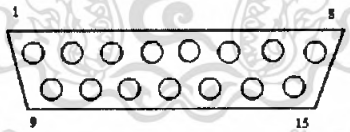
หัวใจหลักของ Mass Flow ตัวนี้คือการตรวจจับการไหลของแก๊สที่จะส่งเป็นสัญญาณเอาท์พุทออกมาเป็นเชิงเส้นซึ่งจะทำให้รู้ถึงอัตราการไหลของแก๊สที่ผ่านเข้ามาและสามารถปรับระดับแรงดันได้ Brook 5850E นี้มีระดับอัตราการไหลของแก๊สให้เลือกใช้ตั้งแต่ 3 sccm ถึง 30 slpm (ของไนโตรเจน) และมีความผิดพลาดต่ำเพียง ±1% เมื่อใช้งานเต็มแสกล แต่ความผิดพลาดนี้จะเพิ่มเป็น ±1.5% เมื่อให้อัตราการไหลของแก๊สมากกว่า 20 slpm ในการต่อใช้งานนั้นใช้หัวต่อดีบี 15 (DB 15)

เนื่องจาก Mass Flow ตัวหนึ่งไม่ได้ผ่านแก๊สเพียงแค่ชนิดเดียวนั้นการที่จะได้ค่าอัตราการไหลที่ถูกต้องได้นั้นต้องนำตัวคูณที่ทำให้แก๊สผ่านได้ถูกต้องมาใช้คูณก่อนที่จะให้แก๊สชนิดนั้นๆผ่าน ซึ่ง Mass Flow ใช้แก๊สไนโตรเจนเป็นพื้นฐานซึ่งตัวคูณของแก๊สต่างซึ่งใช้มากในการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิน	หน้าที่และการต่อใช้งาน
1	เป็นกราวด์ของสัญญาณเข้า
2	เป็นขาสัญญาณออก 0-5V.
3	N/C
4	ปิดวาล์ว
5	ไฟเลี้ยง +15V.
6	ไฟเลี้ยง -15V.
7	ทดสอบวาล์ว
8	สัญญาณเข้า
9	กราวด์ของไฟเลี้ยง
10	เป็นกราวด์ของสัญญาณออก
11	+5V. อ้างอิงเอาท์พุต
12	ข้ามวาล์ว
13	ไม่ใช้งาน
14	กราวด์
15	Remote Transducer Input

ตารางที่ 2.4 พินและการใช้งานพินของMass Flow Brooks 5850E



หัวต่อดีบี 15

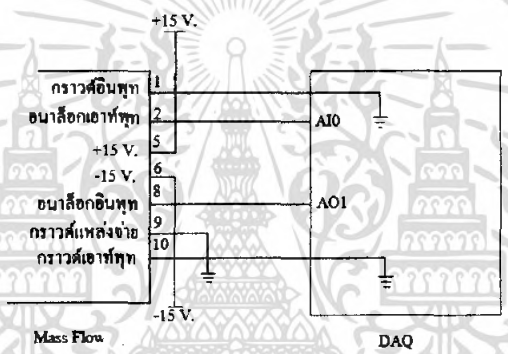
รูปที่ 2 .24 หัวต่อดีบี 15 ของ Mass Flow

ในการทำงานของ Mass Flow จะใช้สัญญาณอนาล็อกอินพุท(AI) จาก DAQ มากำหนดอัตราการไหลของแก๊สที่ผ่าน Mass Flow ซึ่งสามารถรับได้ 0-5V. นำมาเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เช่น เมื่อจ่ายไฟ 5V. เข้าที่ขา 2 ของ Mass Flow แก๊สที่ผ่านจะผ่านได้ 100% ของอัตราการไหลสูงสุดของ Mass Flow ตัวนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแก๊ส	ตัวย่อ	ตัวคูณ	อัตราการไหลสูงสุด	
			20 (sccm)	5000 (sccm)
Argon	Ar	1.395	27.90	6975
Helium	He	1.386	27.72	6930
Hydrogen	H_2	1.008	20.16	5054
Nitrogen	N_2	1.000	20.00	5000
Oxygen	O_2	0.988	19.76	4940
Propane(same as $CH_3CH_2CH_3$)	C_3H_8	0.343	6.86	1715

ตารางที่ 2.5 ตัวคูณของแก๊สต่างๆ และอัตราการไหลสูงสุดของแก๊สชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.25 การต่อ Mass Flow เข้ากับ DAQ

ในการนำ Mass Flow มาใช้จะใช้เพียงแค่ 7 ขาเท่านั้นคือ

- ขา 1 เป็นกราวด์ของสัญญาณเข้า
- ขา 2 เป็นขาสัญญาณออก 0-5V.
- ขา 5 ไฟเลี้ยง +15V.
- ขา 6 ไฟเลี้ยง -15V.
- ขา 8 สัญญาณเข้า
- ขา 9 กราวด์ของไฟเลี้ยง
- ขา 10 เป็นกราวด์ของสัญญาณออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขาอนาล็อกเอาท์พุทของ Mass Flow จะมีไฟ 0-5V. ออกมาเพื่อเข้าที่อนาล็อกอินพุทของ DAQ เพื่อส่งผลกลับมายัง DAQ เพื่อแสดงผลที่ได้ให้ผู้ใช้งานรับรู้

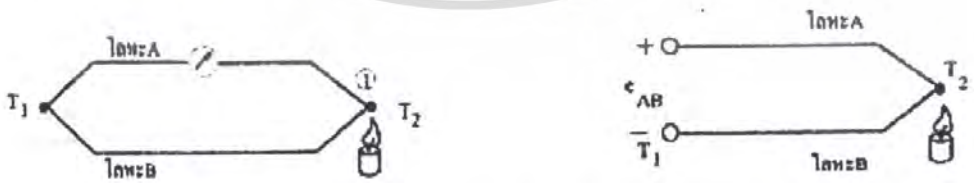
รูปที่ 2.26 Mass Flow Controller Brooks 5850E

2.4 เทอร์โมคัพเปิ้ล

เทอร์โมคัพเปิ้ล มีหลายชนิดให้เลือก แล้วแต่ย่านอุณหภูมิและลักษณะการใช้งาน โดยความแตกต่างของแต่ละชนิด นี้เกิดจากการเลือกใช้คู่ของวัสดุ (Element) ของโลหะ ที่จะนำมาเชื่อมเข้าด้วยกันให้แตกต่างกัน เพราะโลหะแต่ละชนิดย่อมมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของมันอยู่แล้ว เมื่อนำโลหะต่างชนิดกันมาจับคู่เชื่อมเข้าด้วยกัน จะทำให้คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิ้ลที่แตกต่างกันไป

2.4.1หลักการของเทอร์โมคัพเปิ้ล

ในปี ค.ศ.1821 โธมัส ซีเบ็ค (Thomas Seebeck) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ทำการทดลองและค้นพบว่าเมื่อทำการเชื่อมปลายโลหะ 2 เส้นที่เป็นโลหะต่างชนิดเข้าด้วยกัน ถ้าอุณหภูมิที่ปลายทั้ง 2 ด้านไม่เท่ากันจะเกิดกระแสไหลในโลหะทั้ง 2 เส้น นั่นแสดงว่า ถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออกแล้วนำโวลต์มิเตอร์ไปวัด จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างโลหะ 2 เส้นค่าหนึ่ง (ค่านี้มีปริมาณน้อย หน่วยเป็น mV) เรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ว่า Seebeck Voltage



รูปที่ 2.27 การต่อเทอร์โมคัพเปิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะแปรผันโดยตรงกับผลต่างอุณหภูมิของปลายจุดต่อทั้งสองโดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$e_{AB} - \alpha\Delta T$

e_{AB} : Seebeck Voltage

α : ค่าสัมประสิทธิ์ของ Seebeck มีหน่วยเป็น Volt/K

ΔT : ผลต่างอุณหภูมิของปลายจุดต่อทั้งสอง

2.4.2 หลักการของ RTD(Resistance Temperature Detectors)

จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์พบว่าค่าความต้านทานของลวดโลหะจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิดังสมการ

$dRt / dT = \alpha Ro$

$Rt = Ro(1 + \alpha T)$

หรือ

Rt = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ t °C

Ro = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ0°C

α = สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 1 °C

รูปที่ 2.28 เทอร์โมคัพเปิ้ลแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTD แบบที่ใช้กันมากที่สุด คือ Platinum100 โอห์ม (Pt100) คือ ที่ 0 °C จะมีค่า 100 โอห์ม และจะเปลี่ยนค่าความต้านทานโดยเฉลี่ย 0.385 โอห์มต่อ 1 °C มีย่านอุณหภูมิใช้งานในช่วง -250 ถึง 600 °C ในการใช้งานปกติจะมีแหล่งจ่ายกระแสคงที่ให้ RTD อยู่สมมติเป็น 1 mA นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 °C จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดัน 0.385 mv ซึ่งมากกว่าเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K ถึง 10 เท่า ทำให้มีผลกระทบจากสัญญาณรบกวนน้อยกว่าเทอร์โมคัปเปิ้ลที่สภาวะเดียวกัน

เนื่องจากตัว RTD เป็นเพียงค่าความต้านทาน จึงต้องมีวงจรจ่ายกระแสให้ เพื่อให้เกิดเป็นแรงดันที่เปลี่ยนไป แล้วจึงนำแรงดันนี้ไปใช้งาน แต่กระแสจำนวนนี้ก็สร้างความร้อนขึ้นในตัว RTD ด้วย ทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องจำกัดไม่ให้กระแสเลี้ยง RTD นี้มีค่าสูงเกินไป

2.5 แชมเบอร์ (Chamber)

แชมเบอร์คือห้องสำหรับบรรจุแก๊สต่าง ๆ เพื่อการทดสอบเซ็นเซอร์ ซึ่งภายในแชมเบอร์จะเป็นสูญญากาศ (vacuum) มีปั๊มดูดอากาศออกจากแชมเบอร์ และจะมีท่อนำแก๊สเข้าสู่แชมเบอร์ แก๊สที่เข้าแชมเบอร์นี้จะได้มาจากมิกซ์เซอร์ที่ซึ่งปั๊นที่สำหรับผสมแก๊ส แก๊สจะออกมารวมกันภายในแชมเบอร์ เพื่อใช้ในการทดสอบเซ็นเซอร์ต่อไป

แชมเบอร์ในโครงงานนี้ไม่เพียงใช้บรรจุแก๊สเท่านั้น ยังมีฮีตเตอร์เพื่อให้ความร้อนภายในแชมเบอร์อีกด้วยเพื่อใช้สำหรับวัดและทดสอบเซ็นเซอร์แก๊สที่อุณหภูมิสูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

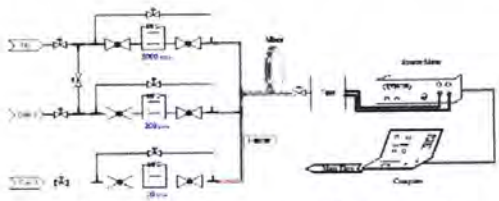
โครงงานระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์เป็นโครงงานที่ประกอบไปด้วยหลาย ๆ องค์ประกอบรวมกัน ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ล้วนมีความสำคัญกับระบบทั้งสิ้นในการออกแบบจึงต้องให้ส่วนต่าง ๆ ที่ทำขึ้นมานั้นมีการทำงานร่วมกันได้ดี ซึ่งส่วนประกอบของระบบมีส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

จากรูปที่ 3.1 ประกอบไปด้วย Mass Flow,วาล์วลม,แชมเบอร์,Source-Meterและคอมพิวเตอร์ นอกจากในรูปแล้วยังมีชุดวงจรควบคุมชุดจ่ายไฟและปั๊มลมอีกด้วย

ซึ่งในส่วนของวาล์วก็ยังแบ่งได้อีกสองส่วนด้วยกันคือวาล์วลมควบคุมได้โดยผ่านคอมพิวเตอร์และวาล์วแบบหมุนด้วยมือ ในส่วนวาล์วมือนี้จะมีวาล์วสามตัวที่ต่อคร่อมที่ตัว Mass Flow ใช้เพื่อไล่แก๊สที่ค้างในท่อออกไปได้โดยเร็วไม่ต้องผ่าน Mass Flow และวาล์วตัวอื่น ๆ ใช้ในการปิดเปิดแก๊สที่จะเข้าออกจากระบบเป็นการป้องกัน Mass Flow อีกทางหนึ่ง

ถัดจากส่วนของวาล์วจะเป็นท่อที่ขดไว้หลายชั้นด้วยกันเพื่อเพิ่มระยะทางก่อนเข้าห้องวัดเพื่อให้แก๊สที่ได้มีเวลาในการผสมกันมากขึ้นโดยจะมีเครื่องทำความร้อนพันอยู่โดยรอบท่อส่วนนี้เพื่อให้อุณหภูมิของแก๊สสูง เมื่ออุณหภูมิของแก๊สสูงจะทำให้แก๊สผสมกันได้เร็วขึ้น แก๊สที่เข้าสู่ห้องทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์จะเป็นแก๊สที่ถูกเจือจางโดยแก๊สเฉื่อยแล้ว การจะให้แก๊สมีความเข้มข้นมากหรือน้อยนั้นสามารถควบคุมได้ที่ Mass Flow

ในการวัดและจ่ายกระแสหรือแรงดันให้แก๊สเซ็นเซอร์ที่ทดสอบนั้นใช้ Source-Meter เป็นตัวจ่ายและวัดค่าที่ได้โดยเมื่อต้องการวัดกระแสต้องจ่ายแรงดันให้เซ็นเซอร์และถ้าวัดแรงดันก็ต้องจ่ายกระแสให้กับเซ็นเซอร์ การควบคุมการเลือกโหมดการวัดต่างๆของ Source-Meter นั่นก็สามารถกระทำผ่านคอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นซอฟท์แวร์ในการควบคุม



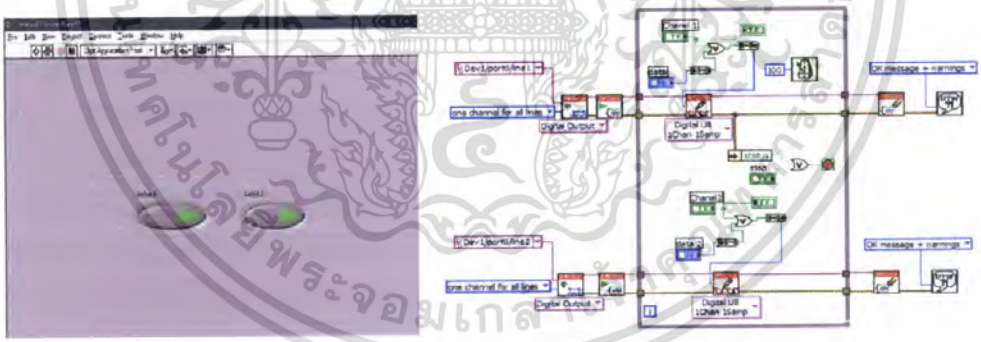
รูปที่ 3.1 ระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมห้องวัดสามารถวัดเซ็นเซอร์ได้เพียงครั้งละหนึ่งตัวเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว โครงงานนี้จึงได้ออกแบบห้องวัดเซ็นเซอร์ใหม่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่สามารถวัดเซ็นเซอร์ได้มากขึ้นตามไปด้วย จำนวนเซ็นเซอร์ที่สามารถใส่ในห้องวัดได้สูงสุดครั้งละ 4 ตัวโดยจะมีไอซีมัลติเพล็กเซอร์ (Multiplexer) เป็นตัวเลือกเซ็นเซอร์ที่จะใช้วัดและทดสอบ เมื่อใส่เซ็นเซอร์เข้าสู่ห้องวัดได้หลายตัวแล้วสามารถดูค่าของแต่ละตัวได้ โดยที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะมีปุ่มกดเลือกอยู่ผู้ใช้สามารถดูค่าของเซ็นเซอร์ได้อย่างสะดวก ไม่เสียเวลาในการถอดเข้าถอดออก

3.1 การเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมวาล์วลม

LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ยังไม่แพร่หลายดังนั้นการศึกษาโปรแกรมจึงค่อนข้างยาก การหาข้อมูลส่วนใหญ่จึงเป็นการหาข้อมูลจากอินเตอร์เน็ท และเป็นการลองผิดลองถูก โดยการศึกษาเริ่มแรกคือการสั่งให้พอร์ทดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุทสามารถเปลี่ยนสถานะได้ เพื่อนำไปสั่ง Solenoid Valve เพื่อปิดเปิดวาล์วลมโดยพอร์ทดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุทนี้สามารถจ่ายแรงดันได้ตั้งแต่ -0.5 ถึง +5.8 V. ซึ่งจะนำไปขับรีเลย์ รีเลย์นี้เป็นสวิทช์ปิดเปิด Solenoid-Valve โดย Solenoid-Valve นี้เป็นวาล์วลมที่ควบคุมโดยไฟฟ้าโดยจะนำลมที่ได้ไปปิดเปิดวาล์วลมที่ต่อคร่อมอยู่กับ Mass Flow อีกต่อหนึ่ง โดยโปรแกรมที่ใช้ควบคุม Solenoid-Valve แสดงในรูปที่ 3.2



(a) (b)

รูปที่ 3.2 (a) ฟร้อนท์พาเนล และ (b)บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมวาล์ว

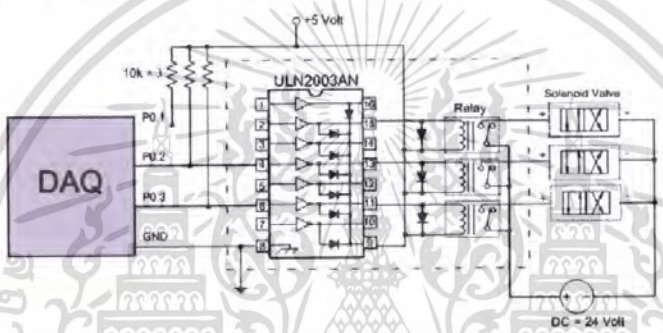
จากรูปที่ 1 (a)เป็นฟร้อนท์พาเนลของชุดควบคุมวาล์วจากรูปจะเห็นได้ว่ามีสวิทช์อยู่สองตัว ซึ่งสวิทช์หนึ่งตัวจะควบคุมพอร์ทดิจิตอลหนึ่งพอร์ท (b)เป็นบล็อกไดอะแกรมของชุดควบคุมวาล์วในการเขียนโปรแกรมนั้นจะเลือกไอคอนรูปต่างๆมาจากฟังก์ชันพาเนลสามารถเรียกใช้ได้โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลิ๊กขวาบนพื้นที่ว่างในหน้าบล็อกไดอะแกรม ซึ่งไอคอนส่วนใหญ่ของโปรแกรมในส่วนนี้จะอยู่ใน NI-DAQmx เนื่องจากใช้ DAQ ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ในการเรียงไอคอนต่างๆนั้นต้องเรียงให้ถูกกับการใช้งานด้วยเพื่อให้โปรแกรมสามารถ Run ได้และไม่เกิด Error

3.2 วงจรที่ใช้ในการควบคุมวาล์วลม

เมื่อเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมวาล์วลมได้แล้วต่อมาคือการทำฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับโปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยวาล์วลมนี้จะต่อคร่อมตัว Mass Flow อยู่ซึ่งจะทำงานพร้อมกัน ในระบบเดิมวาล์วคู่นี้ต้องให้ผู้ใช้งานปรับด้วยมือซึ่งเกิดความไม่สะดวกขึ้น โครงงานนี้จึงได้ทำการเพิ่มวาล์วชุดนี้เข้ามา วงจรของชุดควบคุมวาล์วลมแสดงดังรูป



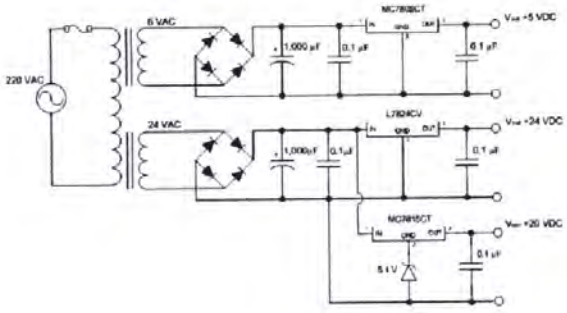
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมวาล์วลม

จากรูปเป็นการแสดงวงจรควบคุมวาล์วลมซึ่งสามารถควบคุมวาล์วได้ทั้งหมด 6 ตัวหรือ 3 คู่ วงจรนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

- ULN2003AN เป็นบัฟเฟอร์(Buffer) 1 ตัว
- รีเลย์(Relay) 3 ตัว
- เครื่องจ่ายไฟตรง 5V,24V 1 เครื่อง
- Solenoid Valve 6 ตัว
- ไดโอด(Diode) 3 ตัว

จากรูปจะเห็นได้ว่า DAQ จะต่อกับบัฟเฟอร์เพื่อให้กระแสที่ขับรีเลย์เพียงพอ ในการควบคุมวาล์วนั้นใช้พอร์ท P0.1-P0.3 ซึ่งเป็นดิจิตอลพอร์ท ในส่วนของ Solenoid Valve นั้นใช้ไฟเลี้ยง 24V. และตัวบัฟเฟอร์ใช้ไฟเลี้ยง 5V. ซึ่งชุดจ่ายไฟทั้งสองนี้ได้แสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

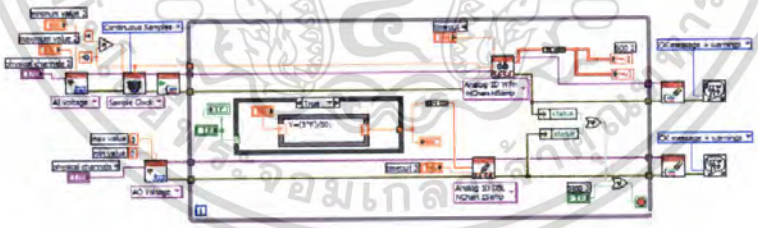


รูปที่ 3.4 วงจรเร็กกูเลเตอร์ (Regulator)

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรเร็กกูเลเตอร์ที่มีเอาท์พุทออกมา 3 ทางคือ 5V, 20V, 24V เพื่อเป็นไฟเลี้ยงส่วนต่างๆคือ 1) ในส่วนของ 5V จะใช้สำหรับบัฟเฟอร์ 2) ในส่วนของ 20V เตรียมไว้ใช้สำหรับมัลติเพล็กเซอร์(Multiplexer) และสุดท้าย 3) ในส่วนของ 24V ใช้สำหรับ Solenoid Valve

3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุม Mass flow

หลังจากเขียนโปรแกรมและวงจรที่ใช้สำหรับควบคุมวาล์วลมได้แล้วต่อมาเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการไหลของแก๊สที่ผ่าน Mass Flow การที่จะควบคุม Mass Flow ได้นั้นต้องรู้ว่าใช้แก๊สชนิดใดผ่าน Mass Flow เนื่องจากแก๊สที่ใช้อ้างอิงคือไนโตรเจน ถ้าเป็นแก๊สชนิดอื่นๆ ค่าที่ได้จะไม่ถูกต้องในการเขียนให้ได้ค่าที่ถูกต้องจึงต้องดูปัจจัยของแก๊สแต่ละตัวแล้วเขียนโปรแกรมเพิ่มเข้าไป ซึ่งจากเดิมในส่วนนี้ยังไม่มีโครงงานนี้จึงได้ทำเพิ่มเพื่อให้สามารถทดสอบแก๊สได้หลายชนิด



รูปที่ 3.5 โปรแกรมควบคุม Mass Flow

ในรูปที่ 3.5 เป็นตัวอย่างของโปรแกรมควบคุม Mass Flow ซึ่งโปรแกรมนี้ยังไม่ได้เพิ่มส่วนของการเลือกแก๊สหลายชนิดซึ่งจะได้เพิ่มเข้ามาในภายหลัง จะเห็นได้ว่าโปรแกรมก็ใช้ไอคอนคล้ายกับโปรแกรมควบคุมวาล์วลมเนื่องจากในการควบคุมทั้งสองอย่างนี้ควบคุมผ่าน DAQ จากโปรแกรมจะเห็นได้ว่า Mass Flow นอกจากสั่งงานได้แล้วยังส่งข้อมูลกลับมาได้อีกด้วย ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ผ่าน DAQ นั้นจะใช้พอร์ทอนาล็อกอินพุทและเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วได้ทำการต่อใช้งานกับ Mass Flow จริง ในการกำหนดค่าการไหลของแก๊สนั้นจะทำในหน้าของฟร้อนท์พาเนล ซึ่งจะมีช่องให้ใส่ค่าเป็นหน่วย sccm ซึ่งต้องไม่เกินค่าสูงสุดที่ผ่าน Mass Flow ได้ ทั้งนี้เราสามารถตรวจสอบได้ว่าแก๊สที่ไหลผ่าน Mass Flow ไหลจริงหรือไม่โดยดูจากกราฟซึ่งแกนตั้งจะแสดงแรงดันที่ Mass Flow ส่งกลับมาซึ่งจะเป็นสัดส่วนที่เท่ากับอัตราการไหลของแก๊ส แก๊สแต่ละชนิดมีอัตราการไหลผ่าน Mass Flow สูงสุดไม่เท่ากัน เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องในการทดลองจึงได้เพิ่มชุดเลือกแก๊สขึ้นมาโดยโปรแกรมเลือกแก๊สที่เพิ่มเข้ามานี้ มีการนำตัวคูณที่ถูกต้องของแก๊สต่างๆมาใส่ไว้ค่าที่อ่านได้จาก Mass Flow จึงเป็นค่าที่ถูกต้อง

เมื่อโปรแกรมในการควบคุม Mass Flow และโปรแกรมควบคุมวาล์วลมเขียนเสร็จแล้วต่อมาจะนำโปรแกรมทั้งสองมารวมกัน และเพื่อทดสอบโปรแกรมได้นำ Mass Flow มาต่อกับวาล์วลมเพื่อเป็นการทดสอบโปรแกรมและใช้จริงต่อไป แต่การต่อวาล์วเข้ากับ Mass Flow นั้นต้องมีขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียด เริ่มจากการนำก้านของวาล์วมาล้างทำความสะอาดโดยการนำไปแช่ใน Acetone ไว้สัก 10 นาทีจากนั้นล้างออก แล้วล้างด้วย methyl alcohol อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปต่อเข้ากับตัว Mass Flow โดยผู้ต่อต้องสวมถุงมือพลาสติกเพื่อไม่ให้เกิดคราบไขมันเกิดขึ้นภายในท่อ Mass Flow เมื่อต่อเสร็จแล้วจะได้ดังรูปที่ 3.6

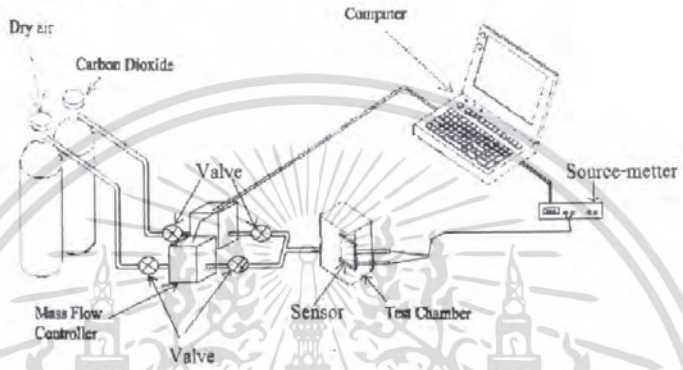
รูปที่ 3.6 การต่อ Mass Flow เข้ากับวาล์วลม

รูปที่ 3.7 ฟร้อนท์พาเนลของชุดควบคุม Mass Flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนนี้เราจะได้ชุดควบคุม Mass Flow ที่สมบูรณ์แล้วคือมีวาล์วลมเปิดปิดซึ่งสามารถสั่งงานได้จากคอมพิวเตอร์ และส่วนของโปรแกรมสั่งงานตัว Mass Flow ที่สามารถเลือกอัตราการไหลได้

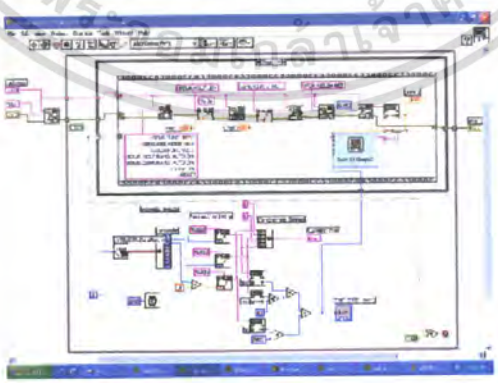
ในรูปที่ 3.8 เป็นรูปจำลองการต่อใช้งานจริงของวาล์วลมกับ Mass Flow ในระบบทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ซึ่งเมื่อออกจาก Mass Flow แล้วจะเข้าสู่ห้องทดสอบเซ็นเซอร์ซึ่งจะออกแบบเพิ่มภายหลัง ต่อจากการออกแบบโปรแกรมควบคุมวาล์วและ Mass Flow แล้วมาจะเป็นการเขียนโปรแกรมสั่งงาน Source-meter



รูปที่ 3.8 รูปจำลองระบบวัดแก๊สเซ็นเซอร์

3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุม Source-meter®

ที่ผ่านมาการเขียนโปรแกรมจะใช้ในโหมดของ DAQ แต่ในการควบคุม Source-meter® นั้นจะใช้ไอคอนในโหมดของการ์ด GPIB ซึ่งมีสัญญาลักษณ์ต่างกันออกไปตัว Source-meter นี้มีโหมดการใช้งานหลักอยู่ 4 โหมดด้วยกันคือ 1) จ่ายแรงดัน วัดกระแส 2) จ่ายกระแส วัดแรงดัน 3) จ่ายแรงดัน วัดแรงดัน 4) จ่ายกระแสวัดกระแส โปรแกรมการควบคุม Source-meter แสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 3.9 โปรแกรมควบคุม Source-meter®

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3.9 นี้นอกจากจะมีโปรแกรมควบคุม Source-meter® แล้วยังมีโปรแกรมแสดงเวลาอีกด้วยเพราะในการวัดเซ็นเซอร์นี้จะแสดงเป็นกราฟเทียบกับเวลา

3.5 การเดินท่อแสตนเลส

ในส่วนของการเดินท่อแสตนเลสนี้เป็นการเดินท่อภายในระบบซึ่งท่อที่ใช้เป็นท่อแสตนเลส (Stainless steel) ซึ่งจะไม่เกิดสนิม ท่อของระบบก็เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งเปรียบเสมือนเส้นเลือดของร่างกายมนุษย์ แก๊สที่เข้าระบบและไปในส่วนต่างๆจะต้องผ่านท่อแสตนเลสนี้

รูปที่ 3.10 ภาพแสดงการดัดท่อแสตนเลส

รูปที่ 3.11 ภาพของระบบเมื่อเดินท่อเรียบร้อยแล้ว

3.6 การออกแบบแชมเบอร์

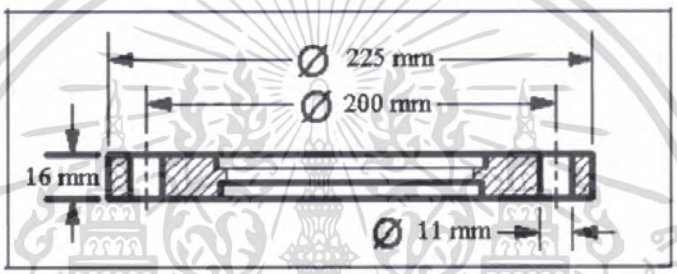
แชมเบอร์เป็นส่วนที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบวัดและสอบเทียบแก๊สเซ็นเซอร์ เนื่องจากแชมเบอร์คือห้องที่ใช้ใส่เซ็นเซอร์ที่จะทำการทดสอบ ดังนั้นในการออกแบบจึงต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนึงถึงความสามารถที่แชมเบอร์ต้องมีและต้องทำได้คือ

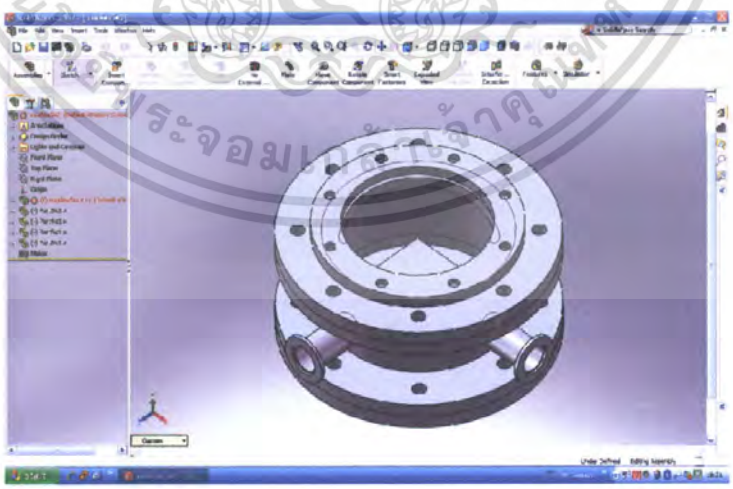
1. ความสามารถในการบรรจุเซ็นเซอร์ได้ครั้งละ 4 ตัว
2. ความสามารถในการให้ความร้อนในการทดสอบเซ็นเซอร์ที่อุณหภูมิสูงได้ ซึ่งในที่นี้ใช้อุณหภูมิสูงสุดในการทดสอบอยู่ที่ 400 °C
3. แชมเบอร์ต้องมีปริมาตรภายในน้อยที่สุดเพื่อให้ใช้แก๊สในการทดสอบน้อยที่สุด
4. ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน ความสะดวกในการติดตั้งเซ็นเซอร์ที่จะทำการวัด

เมื่อได้ข้อกำหนดในการออกแบบแชมเบอร์แล้วต่อมาคือการดำเนินการออกแบบและการเลือกวัสดุที่จะใช้สร้างแชมเบอร์ โครงงานนี้ใช้แฟลง (Flange) ISO 160 ซึ่งเป็นหน้าแปลนแสตนเลส



รูปที่ 3.12 ภาพแสดงขนาดของแฟลง ISO 160

เมื่อเลือกวัสดุที่จะใช้ได้แล้วต่อมาเป็นการออกแบบตัวแชมเบอร์ทั้งหมด รวมทั้งในส่วนของฮีตเตอร์ด้วยในการออกแบบแชมเบอร์นี้ใช้โปรแกรม SolidWorks 2007 ในการออกแบบ



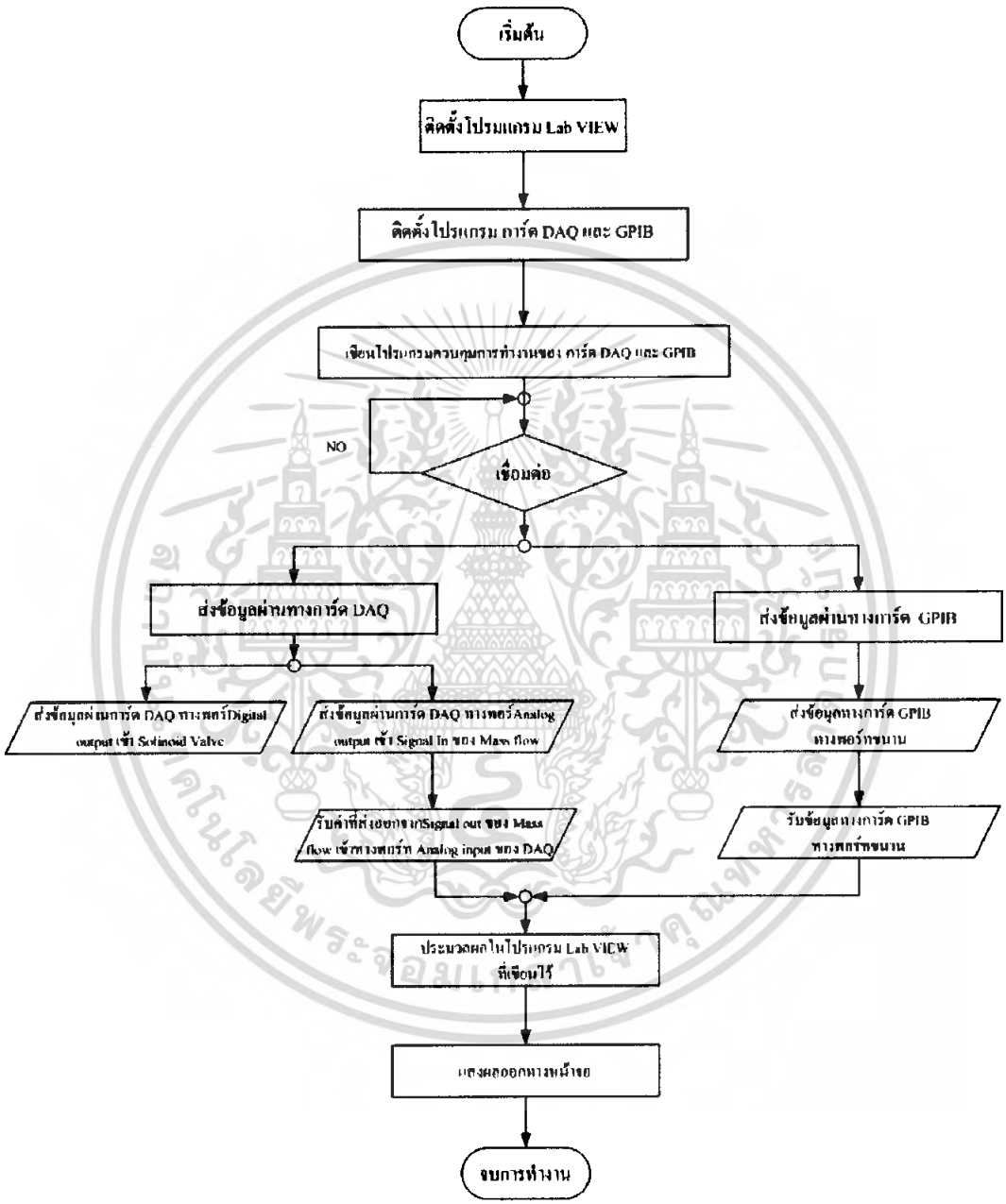
รูปที่ 3.13 การออกแบบแชมเบอร์ด้วย SolidWorks 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

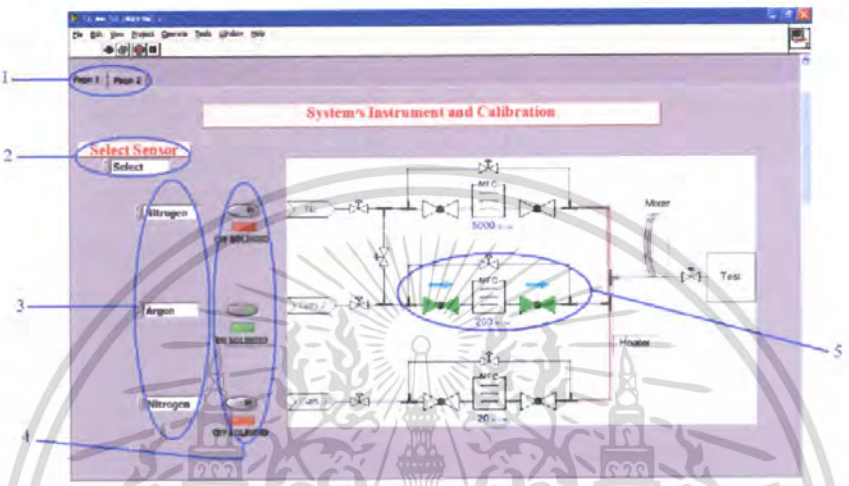
การทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูป



รูปที่ 4.1 แสดงโฟล์วชาร์ทการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโปรแกรมทุกขั้นตอนถูกเขียนขึ้นมาเสร็จแล้ว ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมนั้นได้นำทุกส่วนของโปรแกรมมารวมกันเพื่อทำการทดสอบควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งเมื่อรวมโปรแกรมแล้วหน้าของฟร้อนท์พาเนลที่ได้นั้นมีสองหน้าด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3



รูปที่ 4.2 ฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 1 ของระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

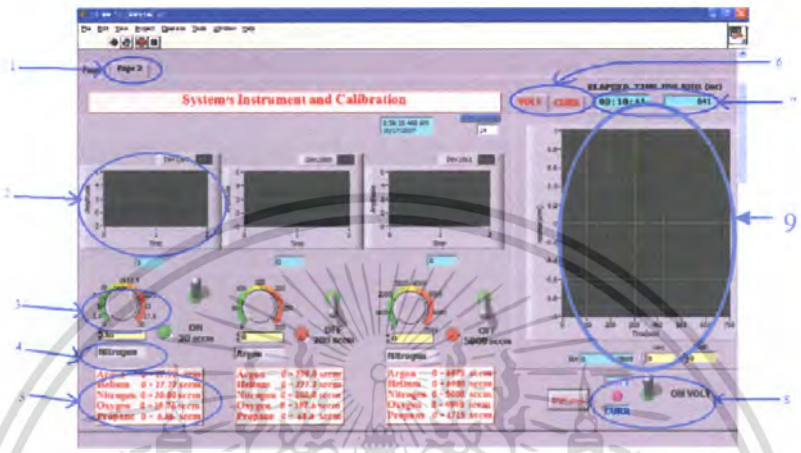
ในฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 1 นี้เป็นหน้าที่ใช้ควบคุมการปิดเปิดแก๊สเข้าสู่ระบบโดยจะมีสวิทช์กดอยู่ทางซ้ายมือ โดยก่อนที่จะเปิดวาล์วจะต้องทำการเลือกชนิดของแก๊สก่อนว่าแก๊สชนิดไหนที่จะผ่าน Mass Flow เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแสดงกลับมา เมื่อกดสวิทช์เปิดวาล์วไฟสีเขียวจะติดที่สวิทช์และในบล็อกไดอะแกรมวาล์วจะเป็นสีเขียวและมีลูกศรแสดงทิศทางการไหลของแก๊สด้วย

นอกจากจะมีชุดควบคุมวาล์วและ Mass Flow แล้วในหน้านี้ยังมี ตัวเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการวัด เนื่องจากเราได้ทำให้สามารถใส่เซ็นเซอร์เข้าไปในห้องวัดได้หลายตัวเมื่อเราต้องการวัดเซ็นเซอร์ตัวไหนเราก็สามารถเลือกได้ ส่วนต่างๆในฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 1 อธิบายได้ดังนี้

1. สวิทช์สำหรับเลือกหน้า
2. ตัวเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการวัด
3. ตัวเลือกชนิดของแก๊สที่จะเข้า Mass Flow
4. สวิทช์ปิดเปิดวาล์วสีแดงวาล์วปิด สีเขียววาล์วเปิด
5. ภาพวาล์วแสดงการทำงานของวาล์วเป็นสีเขียวแสดงว่าวาล์วเปิดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 2 เป็นหน้าแสดงผลต่างๆของระบบวัด มีกราฟแสดงการไหลของ Mass Flow และกราฟแสดงค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ รวมทั้งแสดงเวลาที่ใช้ในการวัดเซ็นเซอร์ รายละเอียดต่างๆในฟร้อนพาเนลหน้าที่ 2 มีดังนี้



รูปที่ 4.3 ฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 2 ของระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์

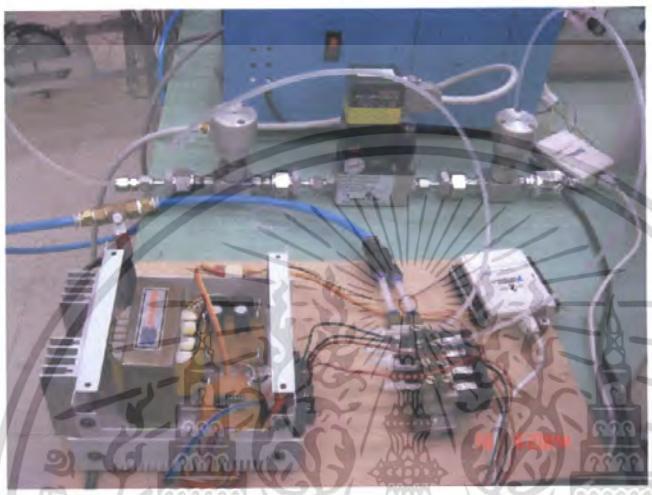
1. สวิทช์เลือกหน้าฟร้อนพาเนล
2. กราฟแสดงผลการไหลของแก๊สที่ผ่าน Mass Flow
3. ปุ่มหมุนสำหรับปรับอัตราการไหลของแก๊ส
4. ช่องสำหรับแสดงแก๊สที่เลือกเข้า Mass Flow
5. ตารางแสดงอัตราการไหลสูงสุดของแก๊สชนิดต่างๆ
6. สวิทช์เลือกกราฟแสดงผลกระแสคงที่/แรงดันคงที่
7. เวลาที่ใช้งาน
8. สวิทช์เลือกโหมดการใช้งาน(กระแสคงที่/แรงดันคงที่)
9. กราฟแสดงค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ที่ทำการวัดเทียบกับเวลา

การทดสอบส่วนต่างๆของระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์นั้นสามารถแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

4.1 การทดสอบระบบควบคุมวาล์วและ Mass Flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มจากการนำชุดวาล์วและ Mass Flow ที่ทำการต่อไว้มาต่อกับชุดจ่ายไฟ และ DAQ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ใช้พอร์ทอนาล็อกเอาท์พุทของ DAQ ต่อเข้าที่อนาล็อกอินพุทของ Mass Flow และอนาล็อกเอาท์พุทของ Mass Flow ต่อเข้าอนาล็อกอินพุทของ DAQ และมีวงจรรีเลย์เป็นตัวควบคุมวาล์วลม ในการทดสอบนี้ต่อ Mass Flow เพียงตัวเดียวการต่อแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การต่อวงจรเพื่อทดสอบการทำงานของวาล์วลมและ Mass Flow

เมื่อต่อวงจรและทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรแล้วไปที่หน้าฟร้อนพาเนลหน้าที่ 1 กดสวิทช์เปิดวาล์ว ไฟเขียวจะติดที่สวิทช์และในบล็อกไดอะแกรมวาล์วจะเป็นสีเขียวเหมือนในรูปที่ 4.2 เมื่อเปิดวาล์วลมแล้วแก๊สจะไหลเข้า Mass Flow ได้ดูได้จากกราฟของ Mass Flow แสดงในรูปที่ 4.5

a) ก่อนเปิดวาล์ว

b) หลังจากเปิดวาล์วแล้ว

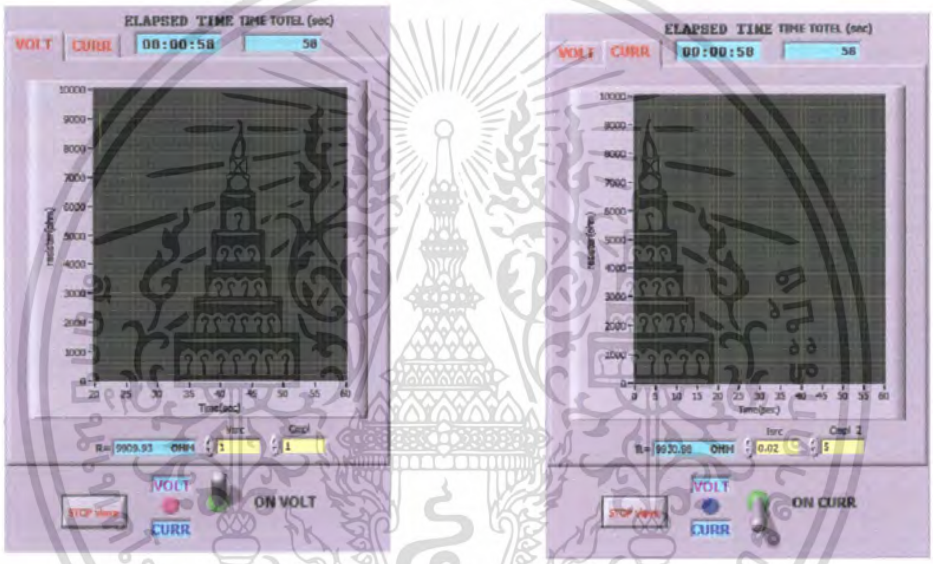
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงผลของการเปิดวาล์วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเปิดวาล์วลมแล้วจะเห็นได้ว่ามีแก๊สผ่าน Mass Flow เราสามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สได้จากปุ่มหมุนใต้กราฟแสดงผลของ Mass Flow

4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ผ่าน Source-Meter

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ควบคุม Source-Meter ให้เป็นโหมดกระแสคงที่เพื่อวัดแรงดันหรือโหมดแรงดันคงที่เพื่อวัดกระแสอย่างใดอย่างหนึ่ง และวัดค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์ด้วย ซึ่งกราฟวัดความต้านทานนี้จะอยู่ในฟร้อนท์พาเนลหน้าที่ 2



a) โหมดแรงดันคงที่ b) โหมดกระแสคงที่

รูปที่ 4.6 รูปกราฟแสดงค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์

ในการทดสอบนี้ใช้ความต้านทาน 10kΩ ซึ่งมีค่าคงที่ผลการทดสอบให้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าจริง ทั้งนี้อาจเป็นความผิดพลาดภายในตัวต้านทานเอง

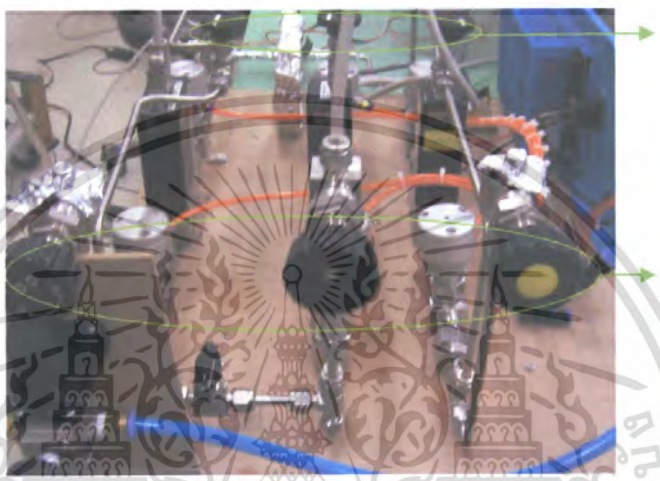
4.3 ทดลองวัดแก๊สเซ็นเซอร์

การทดลองวัดแก๊สเซ็นเซอร์นี้เป็นการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยใช้เซ็นเซอร์ที่ผลิตขึ้นในห้องแลป (Lab) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การเตรียมระบบ

การเตรียมระบบเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการวัดเซ็นเซอร์ เช็คสายแก๊สที่จะเข้าระบบว่ามีของเหลวหรือสิ่งสกปรกอยู่หรือไม่ ถ้ามีให้ทำการทำความสะอาดก่อน แล้วจึงต่อแก๊สเข้าระบบ ทำการตรวจสอบวาล์วบายพาสว่าเปิดอยู่หรือไม่ ถ้าเปิดอยู่ให้ปิดก่อน เปิดวาล์วแก๊สเข้า จากนั้นเปิดชัพพาย และปั๊มดูดอากาศออกจากแชมเบอร์



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งของวาล์ว

4.3.2 การติดตั้งเซ็นเซอร์

ขั้นตอนนี้เป็นการนำตัวเซ็นเซอร์มาติดตั้งในแชมเบอร์ โดยตัวเซ็นเซอร์จะแนบติดอยู่กับฐานฮีทเตอร์ใช้กาวเงินเป็นตัวประสาน ต่อขั้วไฟที่จะเข้ากับ Source-Meter เมื่อเรียบร้อยแล้วปิดฝาแชมเบอร์ให้สนิท แล้วจึงเปิดฮีทเตอร์

รูปที่ 4.8 การติดตั้งเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

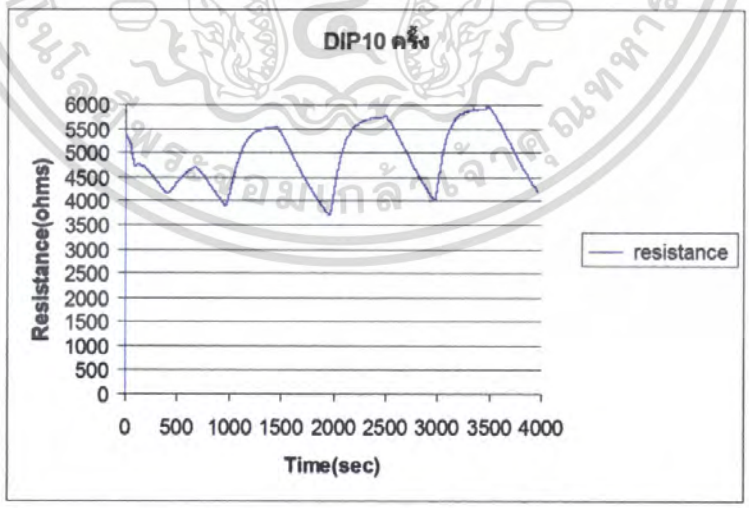
4.3.3 รันโปรแกรม

เปิดโปรแกรม LabVIEW ขึ้นมาใส่ค่าให้ Source-Meter เลือกชนิดของแก๊สที่เข้า Mass Flow แต่ละตัว กดปุ่มรันโปรแกรม

รูปที่ 4.9 หน้าโปรแกรม LabVIEW

4.3.4 ผลการทดลอง

การทดสอบเซนเซอร์เราจะทำการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง, 250 องศาเซลเซียส, 300 องศาเซลเซียส และ 400 องศาเซลเซียส โดยจะแบ่งผลการทดสอบเป็น 2 แบบ คือแบบไม่โด๊ปNH$_4$F และแบบโด๊ปNH$_4$F



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลการจุ่ม 10 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่4.10 เป็นการทดสอบเซนเซอร์ที่ได้ทำการอุ่น10 ครั้งโดยที่ไม่ทำการโด๊ป NH_4F ซึ่งการทดสอบนี้เราทดสอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส และใช้ ไนโตรเจนคงที่ 1000 sccm ซึ่งอธิบายได้ดังตารางที่ 4.1

ช่วงที่	ก๊าซทดสอบ	ปริมาณLPG	เวลาทดสอบ (sec)	R ก่อน ($K\Omega$)	R หลัง ($K\Omega$)	ΔR ($K\Omega$)	$S = \Delta R/R$ ก่อน
1	LPG	5%	300	4.25	4.58	0.33	0.077
2	LPG	10%	300	4.03	5.36	1.33	0.330
3	LPG	15%	300	3.80	5.75	1.95	0.513
4	LPG	20%	300	4.17	5.91	1.74	0.417

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดเซ็นเซอร์ โดย R = 5.25 $K\Omega$ ที่ 300 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าของเซ็นเซอร์ที่ทำการวัดได้ ซึ่งค่าที่ได้นั้นยังไม่มีการตรวจสอบว่าเป็นค่าที่ถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทำโครงงาน

จากการดำเนินการพัฒนาในส่วนของโปรแกรมควบคุมการวัดแก๊สเซ็นเซอร์โดยใช้โปรแกรม LabVIEW 8.2 ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นที่ใหม่ มีเครื่องมือให้เลือกใช้งานมากกว่าเวอร์ชั่นเดิม เริ่มแรกได้มีการปรับปรุงให้มีการใช้งานได้สะดวกขึ้น และมีเครื่องมือใช้งานมากขึ้น เช่นการเพิ่มสวิทช์ปิดเปิดวาล์ว การเพิ่มให้มีการวัดแบบกระแสคงที่ การเพิ่มจำนวน Mass Flow เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำบางส่วนของโปรแกรมเดิมที่ไม่มีความจำเป็นในการใช้งานออก เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้สมบูรณ์ขึ้น ค่าต่างๆที่ได้จากการแก้ไขโปรแกรมนั้นมีค่าที่ถูกต้องมากขึ้น กว่าการใช้โปรแกรม LabVIEW 7.1 ที่เคยใช้อยู่เดิม ผลของการรันโปรแกรมยังคงสามารถทำงานได้ปกติ แต่มีอรันโปรแกรมได้ช่วงเวลาหนึ่งกราฟของการวัดความต้านต้านตกลงมาซึ่งไม่สามารถหาสาเหตุของปัญหานี้ได้จึงได้มีการเปลี่ยนกลับมาใช้ LabVIEW 7.1 ซึ่งปรับปรุงให้มีการใช้งานเหมือนกลับ LabVIEW 8.2 ที่เขียนขึ้นมา ผลการรันของโปรแกรมปรากฏว่ามีการทำงานได้ดีขึ้นกราฟของความต้านทานไม่ตก ส่วนการควบคุม Source-meter ให้สามารถทำงานได้มากขึ้น คือ สามารถควบคุมให้ Source-meter จ่ายศักดิ์ไฟฟ้าคงที่ แล้วเปลี่ยนแปลงกระแส หรือ จ่ายกระแสคงที่ แล้วเปลี่ยนแปลงศักดิ์ไฟฟ้า อีกทั้งยังเพิ่มส่วนของโปรแกรมควบคุมการเปิดหรือปิดวาล์วจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งใช้ในการเปิดหรือปิดแก๊สเข้าระบบวัด ส่วนวงจรที่ใช้ควบคุมวาล์วลม และวงจรจ่ายไฟที่ทำเพิ่มขึ้นมาสามารถทำงานได้ปกติ ในส่วนของชุดควบคุมการวัดเซ็นเซอร์แก๊สได้ครั้งละสี่ตัวซึ่งใช้ไอซีมัลติเพล็กซ์ช่วยในการเลือกเซ็นเซอร์ เพื่อให้ระบบสามารถเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการวัดได้ ทำให้ประหยัดเวลาในการวัดและยังลดปริมาณของแก๊สที่ใช้ในการทดสอบอีกด้วย

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำโครงงาน

1. โปรแกรมมีความซับซ้อนและยากต่อการเข้าใจของผู้ศึกษาโปรแกรม เนื่องจากการเขียนโปรแกรมใช้ภาพกราฟิกในการเขียน ซึ่งต่างจากภาษาอื่นๆ ที่เคยเขียนมาทำให้เสียเวลาในการทำความเข้าใจกับกราฟิกแต่ละตัว
2. เขียนคำสั่งให้ Source-Meter® รับส่งค่าไม่ได้ เนื่องจากตัว Source-Meter มีคำสั่งเฉพาะของตัวเองทำให้การเขียนเพื่อเรียกสั่งงานมีความผิดพลาดเกิดขึ้น
3. เพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวล์ท และ 5 โวล์ท ที่อยู่ภายในตัวเดียวกันหาซื้อยากในท้องตลาดจึงต้องมีการต่อวงจรเอง
4. วาล์วลมที่ใช้ปิดเปิด Mass Flow ไม่ทำงานเนื่องจากลมที่ใช้เปิดมีแรงดันไม่พอ และสปริงที่อยู่ในวาล์วลมมีแรงมากเกินไปทำให้วาล์วไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและทำความเข้าใจกับภาษาของโปรแกรม LabVIEW ให้มากขึ้นเพื่อใช้โปรแกรม LabVIEW ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการศึกษาจากอินเตอร์เน็ทและหาหนังสือเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม LabVIEW มาศึกษาเพิ่มเติม
2. ศึกษาโค้ดการสั่งงานและการทำงานของ Source-Meter® ในการรับ- ส่งค่า จากคู่มือของตัว Source-Meter® ให้ดีขึ้น
3. ทำการศึกษา , ออกแบบวงจร รวมไปถึงการสร้างเพาเวอร์ซับพลายให้มีแรงดันที่ต้องใช้ในระบบวัดและทดสอบแก๊สเซ็นเซอร์ขึ้นมา
4. ในส่วนของวาล์วลมที่ใช้นั้นทำการถอดส่วนต่างต่างๆของวาล์วลมออกเพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน และนำสปริงที่ดันวาล์วออกหนึ่งตัว ประกอบวาล์วลมและทดสอบการทำงาน ผลการทดลองปรากฏว่าวาล์วลมใช้งานได้ดีปิดเปิดวาล์วได้ตามตั้งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

[1] กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี, "การออกแบบแอพพลิเคชันในระบบกราฟฟิกด้วย LabVIEW", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2550

[2] Cory L. Clark, "LabVIEW Digital Signal Processing and Digital Communications", McGraw-Hill, 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้