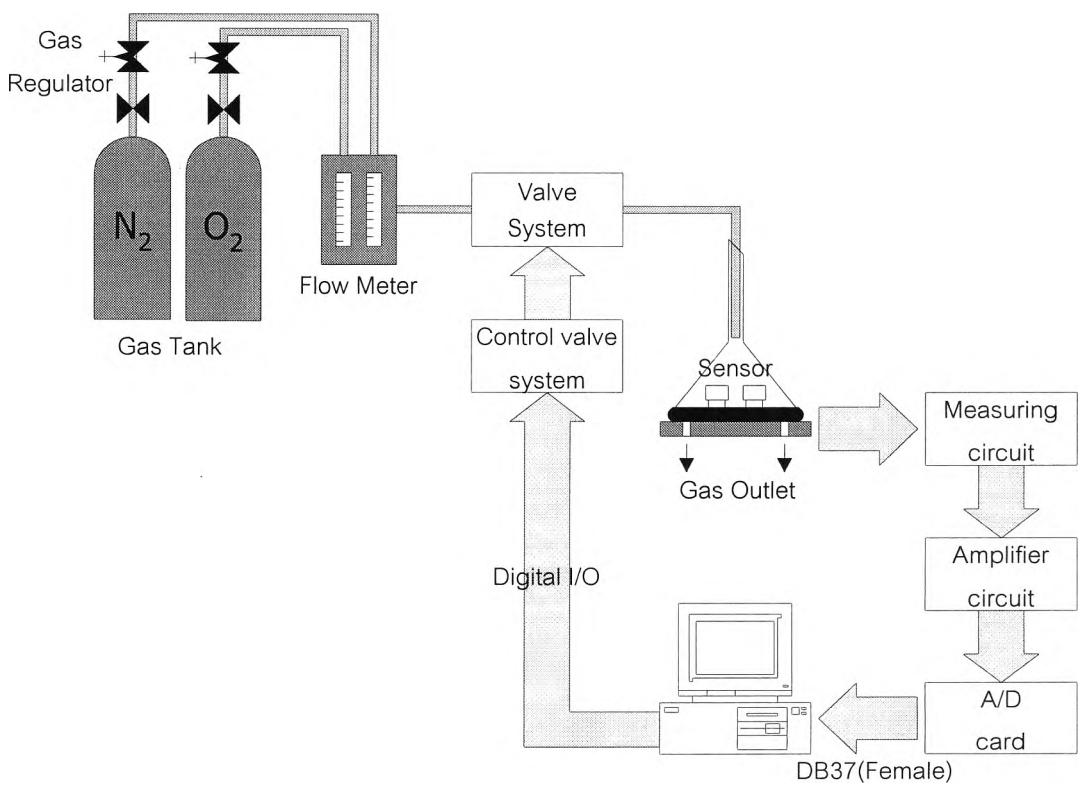
บทที่ 3

ระบบตรวจวัดก๊าซ

ระบบวัดสำหรับวัดน้ำยางพาราที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้เป็นระบบวัดก๊าซแบบไอไหลผ่าน (Vapor flow through system) โดยออกแบบให้สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบวัดก๊าซที่พัฒนามาจากระบบวัดอัตโนมัติที่สามารถวัดสารตัวอย่างได้ครั้งละ 1 ชนิดเป็นระบบวัดอัตโนมัติที่สามารถวัดสารตัวอย่างได้หลายชนิดในการทดลองแต่ละครั้ง ระบบวัดมีความสำคัญในการใช้หาผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซ ระบบวัดประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ 5 ส่วน ได้แก่

1. ระบบนำพาก๊าซ
2. ระบบเปิดปิดวาล์วและวงจรควบคุม
3. เซลล์วัดและหัวตรวจวัดก๊าซ
4. วงจรวัดและวงจรขยาย
5. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 แผนผังของระบบวัด

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบวัดแสดงในรูปที่ 3.1 ระบบวัดมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อต้องการวัดสารตัวอย่างให้นำขวดสารตัวอย่างที่เตรียมไว้มาต่อเข้ากับระบบวัด ป้อนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวัดเช่น เวลาในการวัด (เวลาในการเปิดปิดวาล์ว) จำนวนครั้งในการวัดสารตัวอย่างแต่ละชนิด เป็นต้น ระบบซึ่งควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่เขียนด้วยโปรแกรม LABVIEW จะทำงานและเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดให้โดยอัตโนมัติ ขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากก๊าซพาห์จากระบบนำพาก๊าซจะไหลผ่านระบบวาล์ว ผ่านขวดสารตัวอย่าง นำเอาไอของสารตัวอย่างที่ต้องการวัดมายังหัวตรวจวัดก๊าซที่ติดตั้งอยู่ในเซลล์วัด เมื่อหัวตรวจวัดก๊าซดูดซับไอของสารตัวอย่างความนำไฟฟ้าของหัวตรวจวัดก๊าซจะเปลี่ยนแปลง โดยการวัดความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ในรูปของสัญญาณแรงดันด้วยวงจรวัด และเพิ่มขนาดสัญญาณแรงดันด้วยวงจรขยาย สัญญาณที่ขยายขนาดแล้วจะส่งเข้าวงจรแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) ขนาด 12 บิต ส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซทั้ง 4 หัวที่มีต่อสารตัวอย่างที่วัด ขึ้นที่หน้าจอพร้อมกันในทุกๆ 1 วินาที และเก็บผลที่ได้ในรูปของไฟล์เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป รายละเอียดของส่วนต่างๆ ของระบบวัดมีดังนี้

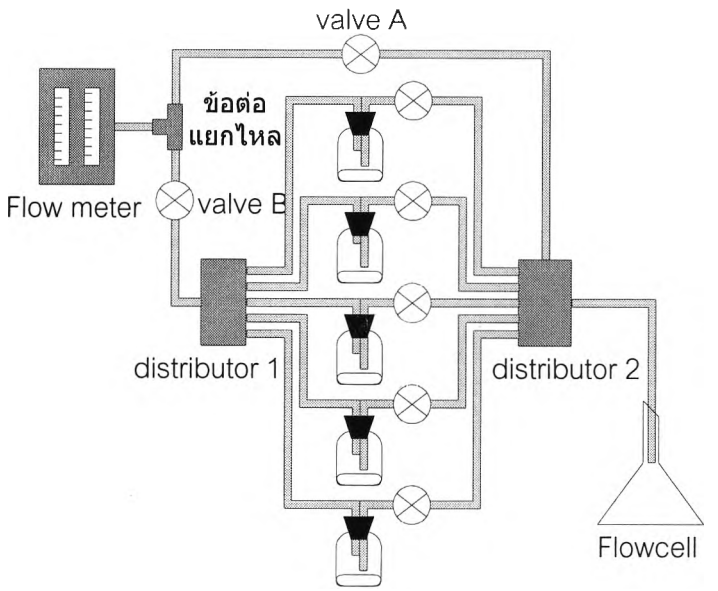
3.1 ระบบนำพาก๊าซ

ก๊าซพาห์ที่ใช้ในระบบวัดนี้เป็นก๊าซผสมระหว่างไนโตรเจนและออกซิเจน โดยสัดส่วนของก๊าซทั้งสองชนิดพยายามปรับให้ใกล้เคียงกับอากาศเพื่อให้หัวตรวจวัดก๊าซมีความไว (Sensitivity) และใช้เวลาในการกลับสู่เส้นฐาน (baseline) ได้เร็ว (Recovery time) คือ มีไนโตรเจนร้อยละ 80 ต่อออกซิเจนร้อยละ 20 ส่วนของ Gas Regulator ทำหน้าที่ปรับแรงดันก๊าซที่ปล่อยออกจากถังก๊าซ โดยมีหน้าปัทม์แสดงระดับแรงดันทั้งในส่วนของก๊าซที่ปล่อยออกมาและก๊าซที่เหลือในถังว่ามีมากน้อยเพียงใด ก๊าซพาห์ทำหน้าที่นำไอของสารตัวอย่างมายังหัวตรวจวัดก๊าซ อัตราการไหลของก๊าซทั้งสองชนิดถูกควบคุมด้วยโฟลว์มิเตอร์ (Flow Meter) สามารถปรับอัตราการไหลด้วยนีดเดิลวาล์ว (Needle valve) เมื่อออกจากโฟลว์มิเตอร์ก๊าซพาห์ทั้งสองชนิดจะไหลมารวมกันที่ข้อต่อแยกไหลก่อนผ่านเข้าสู่ระบบวาล์ว ในระบบวัดน้ำยางพารานี้กำหนดให้ก๊าซไนโตรเจนมีอัตราการไหลเท่ากับ 400 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนก๊าซออกซิเจนมีอัตราการไหลเท่ากับ 100 มิลลิลิตรต่อนาที

3.2 ระบบวาล์วและวงจรควบคุม

ระบบวาล์วและวงจรควบคุม เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ระบบวัดก๊าซเป็นระบบที่สามารถวัดสารตัวอย่างได้หลายชนิดโดยสามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติการไม่ต้องคอยเปลี่ยนสารตัวอย่างที่จะวัดทีละชนิด ระบบวาล์วที่ออกแบบขึ้นเพื่องานวิจัยนี้เป็นระบบวาล์วที่สามารถวัดสารตัวอย่างได้ 5 ชนิดโดยใช้วาล์วทั้งหมด 7 ตัว แบ่งเป็นวาล์วแบบปกติเปิด (Normally open) 1 ตัวและวาล์วแบบปกติปิด (Normally close) จำนวน 6 ตัว รายละเอียดของ

วาล์วที่ใช้ในระบบแสดงในตารางที่ 3.1 เพื่อให้สามารถเข้าใจการทำงานของระบบวาล์วง่ายขึ้นจึงแสดงแผนผังโครงสร้างระบบวาล์วดังรูปที่ 3.2 แต่โครงสร้างระบบวาล์วในความเป็นจริงการวางท่อนำก๊าซจะวางในแนวรัศมีของวงกลมกระจายออกจากตัวจ่าย (distributor) ทั้งสองตัว เพื่อให้ระยะทางการไหลของไอของสารตัวอย่างถึงเซลล์วัดเท่ากันสำหรับสารตัวอย่างทุกชนิด



รูปที่ 3.2 ระบบวาล์ว

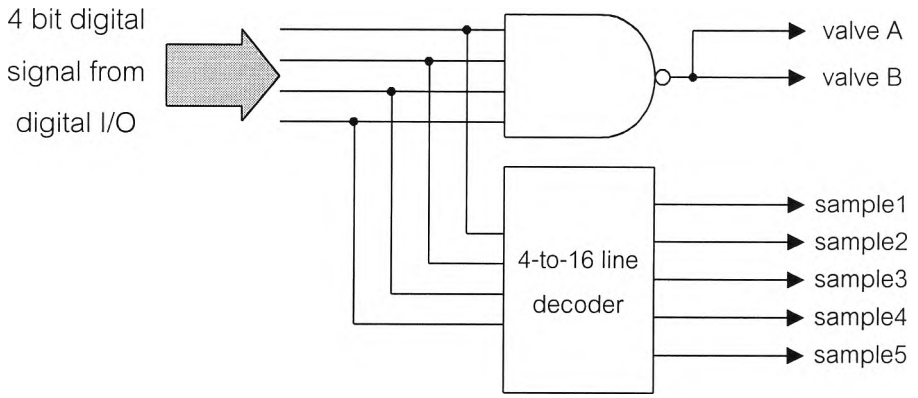
การทำงานของระบบวาล์วมี 2 สถานะดังนี้

1. สถานะปกติ (สถานะที่ไม่มีการวัดสารตัวอย่าง) วงจรควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วยังไม่ทำงาน เมื่อก๊าซพาห์ไหลมาถึงข้อต่อแยกไหลจะสามารถไหลผ่านวาล์ว A ซึ่งเป็นวาล์วแบบปกติเปิดไปยังเซลล์วัดและหัววัดตรวจก๊าซได้เลย แต่ไม่สามารถไหลผ่านวาล์ว B ซึ่งเป็นวาล์วแบบปกติปิดไปได้ ผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซในสถานะนี้มีระดับต่ำและเป็นเส้นฐาน (baseline) ของหัวตรวจวัดก๊าซ
2. สถานะทำงาน (สถานะที่ทำการวัดสารตัวอย่าง) วงจรควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วทำงาน ทำให้วาล์ว A ปิด วาล์ว B และวาล์วของขวดสารตัวอย่างที่ต้องการวัดเปิด ก๊าซพาห์จากระบบนำพาก๊าซจะไหลผ่านไปยังขวดสารตัวอย่างทุกขวด แต่เนื่องจากวาล์วที่ตำแหน่งของแต่ละขวด (ซึ่งเป็นวาล์วแบบปกติปิด) จะเปิดเพียงตัวเดียวเท่านั้น ดังนั้นก๊าซพาห์จะนำเอาไอของสารตัวอย่างในขวดที่ต้องการวัดเท่านั้นมายังหัวตรวจวัดก๊าซในเซลล์วัด

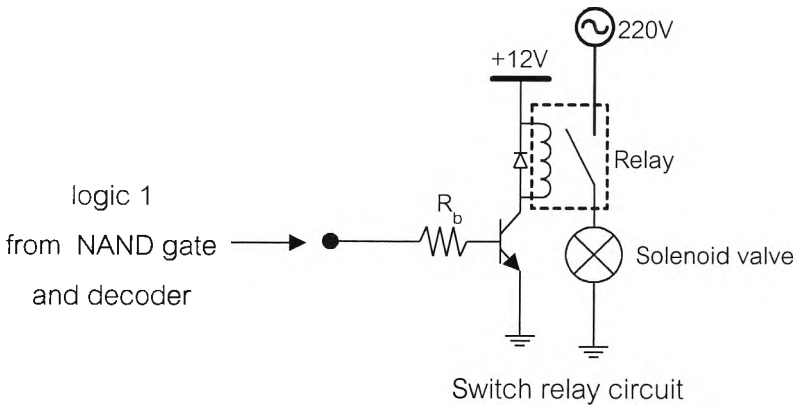
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลทั่วไปของวาล์วที่ใช้ในระบบ

รายละเอียด	คุณสมบัติ
แหล่งจ่ายไฟ	AC220V
สารส่งผ่าน	อากาศ น้ำ คีโรซีน น้ำมัน(ต่ำกว่า50cst)
ความดันขณะทำงาน kgf/cm^2 (kPa)	0~50 (0~5)
ความดันต้านทาน kgf/cm^2 (kPa)	250 (25)
อุณหภูมิของไหล	-10~60 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิสภาพแวดล้อม	-20~60 องศาเซลเซียส

วงจรควบคุมทำหน้าที่เสมือนสวิตช์เปิดปิดวาล์วดังแสดงในรูปที่ 3.3 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนคือ (1) วงจรรวมแนนด์เกต 4-Input CMOS NAND Gate เบอร์ SCL4012 (2) วงจรรวมถอดรหัส CMOS 4-to-16 Line Decoder เบอร์ SCL4514 ซึ่งให้สัญญาณออกสถานะสูง (logic1) และ (3) วงจรสวิตช์รีเลย์ ในสถานะทำงานการวัดสารตัวอย่าง 1 ชนิดวงจรควบคุมต้องเปิดปิดวาล์วพร้อมกัน 3 ตัว คือ วาล์ว A (ปิด) วาล์ว B (เปิด) และวาล์วที่ขวดสารตัวอย่าง (เปิด) วงจรควบคุมจะเริ่มทำงานเมื่อได้รับสัญญาณออกดิจิตอล 4 บิต (D0-D3) จากรีจิสเตอร์ BASE+8 ของส่วนดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต (Digital I/O) ของบอร์ดวงจรแปลงสัญญาณ (A/D card) สัญญาณนี้จะแยกเป็น 2 ส่วน คือ เข้าวงจรรวมแนนด์เกต และเข้าวงจรรวมถอดรหัสสัญญาณที่ออกจากวงจรรวมแนนด์เกตจะควบคุมการทำงานของวงจรสวิตช์รีเลย์สำหรับวาล์ว A และ B ส่วนสัญญาณที่ออกจากวงจรรวมถอดรหัสจะทำหน้าที่เป็นตัวเลือกให้วงจรสวิตช์รีเลย์สำหรับวาล์วที่ขวดสารตัวอย่างที่ต้องการวัดทำงาน ตารางที่ 3.2 แสดงตารางความจริงของวงจรควบคุมวงจรสวิตช์รีเลย์เมื่อทำการวัดสารตัวอย่างแต่ละชนิด



(ก) วงจรควบคุมวงจรสวิตช์รีเลย์



(ข) วงจรสวิตช์รีเลย์

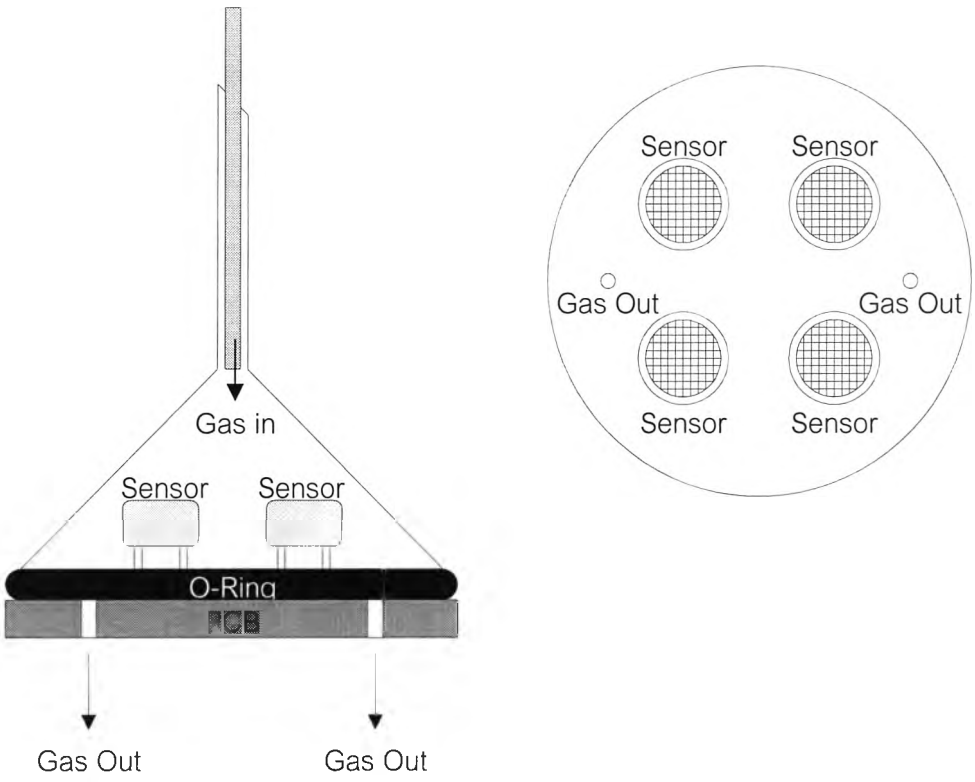
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการเปิดปิดวาล์ว

ตารางที่ 3.2 ตารางความจริงของวงจรควบคุมวงจรสวิตช์รีเลย์

ชนิดสารตัวอย่างที่เลือกวัด	สัญญาณออกจาก Digital I/O	ขาออกของวงจรถอดรหัสที่มีสถานะเป็น 1	สถานะสัญญาณออกจากวงจรแนนด์เกต
1	0 0 0 0	S0	1
2	0 0 0 1	S1	1
3	0 0 1 0	S2	1
4	0 0 1 1	S3	1
5	0 1 0 0	S4	1

3.3 เซลล์วัดและหัวตรวจวัดก๊าซ

เซลล์วัดเป็นส่วนที่ติดตั้งหัวตรวจวัดก๊าซ รูปที่ 3.4 แสดงโครงสร้างและตำแหน่งการวางหัวตรวจวัดก๊าซในเซลล์วัด โครงสร้างของเซลล์วัดเป็นกรวยแก้ว กลม โปร่งแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7.5 เซนติเมตร กรวยแก้วนี้จะวางครอบหัวตรวจวัดก๊าซซึ่งเสียบอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ (Print circuit board: PCB) ระหว่างกรวยแก้วและแผ่นวงจรพิมพ์มียาง O-Ring วางคั่นอยู่ การวางกรวยแก้วต้องวางกดลงบน O-Ring ให้แน่นไม่ให้มีการรั่วซึมของก๊าซและไอของสารตัวอย่างระหว่างการวัดเพื่อให้ความดันก๊าซภายในเซลล์วัดสม่ำเสมอส่งผลให้การวัดมีความแม่นยำ ด้านล่างของแผ่นวงจรพิมพ์มีลายทองแดงเชื่อมต่อขาของหัวตรวจวัดก๊าซไปยังวงจรวัด และเชื่อมต่อขาของขดลวดความร้อน (heater) ที่รวมอยู่ในหัวตรวจวัดก๊าซ (ดูรูปที่ 3.5) ไปยังวงจรจ่ายแรงดันสำหรับขดลวดความร้อน ในขณะวัดสารตัวอย่างก๊าซพาห์จากระบบนำพาก๊าซเมื่อผ่านระบบวาล์วมาแล้ว จะไหลมาถึงเซลล์วัดโดยผ่านมาตามท่อยางที่เสียบลึกลงไปในช่องทางเข้าของก๊าซ (Gas In) ของเซลล์วัด นำเอาไอของสารตัวอย่างที่ต้องการวัดมายังหัววัดตรวจก๊าซ



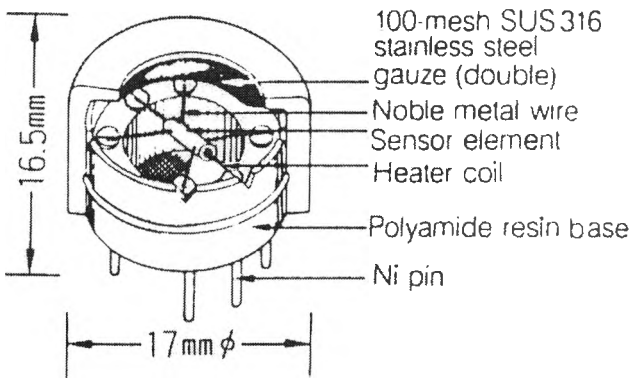
รูปที่ 3.4 เซลล์วัดและลักษณะการวางหัวตรวจวัดก๊าซ

ระบบวัดในงานวิจัยนี้ใช้หัวตรวจวัดก๊าซ 4 หัว เป็นหัววัดตรวจก๊าซชนิดสารกึ่งตัวนำดีบุกออกไซด์ (SnO_2) ของบริษัท Figaro Engineering ประกอบด้วยรุ่น TGS800, TGS813, TGS822

และ TGS824 หัวตรวจวัดก๊าซทั้งสี่มีหลักการทำงานในลักษณะเดียวกันแต่จะมีความจำเพาะ (Specificity) และความไว (Sensitivity) ต่อก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างกัน ข้อมูลของหัวตรวจวัดก๊าซที่ใช้ในระบบวัดนี้แสดงในตารางที่ 3.3 การเลือกใช้หัวตรวจวัดก๊าซในระบบถึงสี่หัวก็เนื่องจากต้องการข้อมูลของผลตอบสนองให้มากที่สุดเพื่อสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลของหัวตรวจวัดก๊าซที่ใช้ในระบบ

หัวตรวจวัดก๊าซ รายละเอียด	TGS800	TGS813	TGS822	TGS824
แรงดันสูงสุดที่สามารถให้แก่วงจรไฟฟ้า	24V DC หรือ AC			
แรงดันขดลวดความร้อน	5V DC หรือ AC			
กำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุด	15 mW			
ผลตอบสนองไวต่อ	สิ่งเจือปนในอากาศ เช่น ควันบุหรี่ ไอระเหย เป็นต้น	มีเทน โพรเพน บิวเทน	สารละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน เป็นต้น	แอมโมเนีย



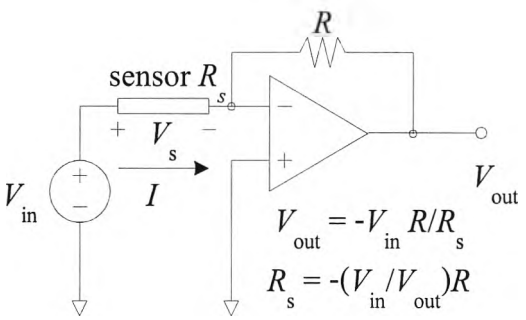
รูปที่ 3.5 หัวตรวจวัดก๊าซดีบุกออกไซด์ (SnO_2) รุ่น TGS813 ของบริษัท Figaro Engineering

ลักษณะการวางหัวตรวจวัดก๊าซทั้งสี่ในเซลล์วัดจะจัดวางในตำแหน่งที่มุมทั้งสี่มุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังแสดงในรูปที่ 3.4 และที่แผ่นวงจรพิมพ์ได้เจาะช่องไว้สองช่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ในตำแหน่งกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งช่องเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นช่องระบาย (Gas Out) ไอของสารตัวอย่างที่ผ่านหัวตรวจวัดก๊าซมาแล้ว ตำแหน่งการวางหัววัดตรวจก๊าซและการเจาะช่องระบายในลักษณะนี้ ก็เพื่อให้ไอของสารตัวอย่างผ่านหัววัดตรวจก๊าซทุกหัวในปริมาณความเข้มข้นที่เท่าๆ กัน

3.4 วงจรวัดและวงจรขยาย

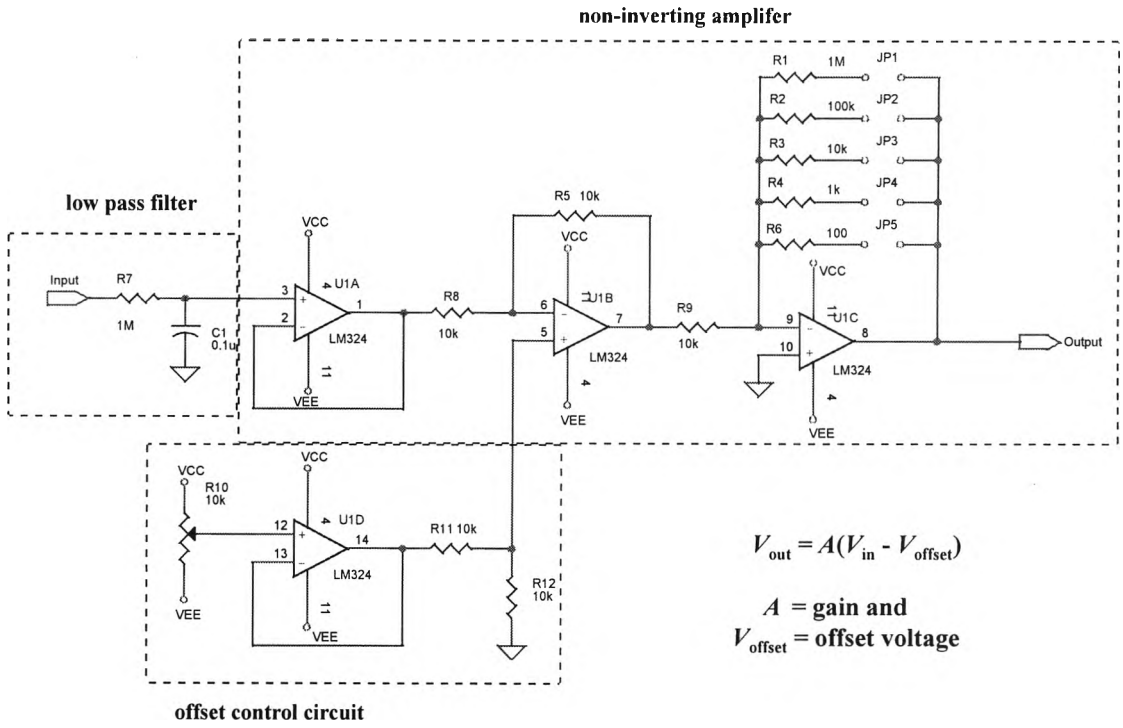
วงจรวัดทำหน้าที่วัดการเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าของหัวตรวจวัดก๊าซโดยแสดงผลในรูปของสัญญาณแรงดัน เมื่อก๊าซพาห์นำเอาไอของสารตัวอย่างที่ต้องการวัดมายังหัวตรวจวัดก๊าซในเซลล์วัดแล้ว จะเกิดการดูดซับไอของสารตัวอย่างที่ผิวของหัวตรวจวัดก๊าซทำให้ความนำไฟฟ้าของหัวตรวจวัดก๊าซเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าของหัวตรวจวัดก๊าซนี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของไอของสารตัวอย่าง ดังนั้นการวัดค่าความนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้จึงเป็นข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หาชนิดและความเข้มข้นของสารที่วัดได้ วงจรวัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในรูปที่ 3.6 เป็นวงจรแบบ Inverting amplifier ถ้ากำหนดค่า R คงที่ เมื่อหัวตรวจวัดก๊าซสัมผัสไอของสารตัวอย่างทำให้ค่าความนำไฟฟ้าเปลี่ยนไป นั่นคือความต้านทาน R_s เปลี่ยนส่งผลให้แรงดันขาออก V_{out} เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังสมการ 4.1

$$V_{out} = -\frac{R}{R_S} V_{in} \qquad (4.1)$$



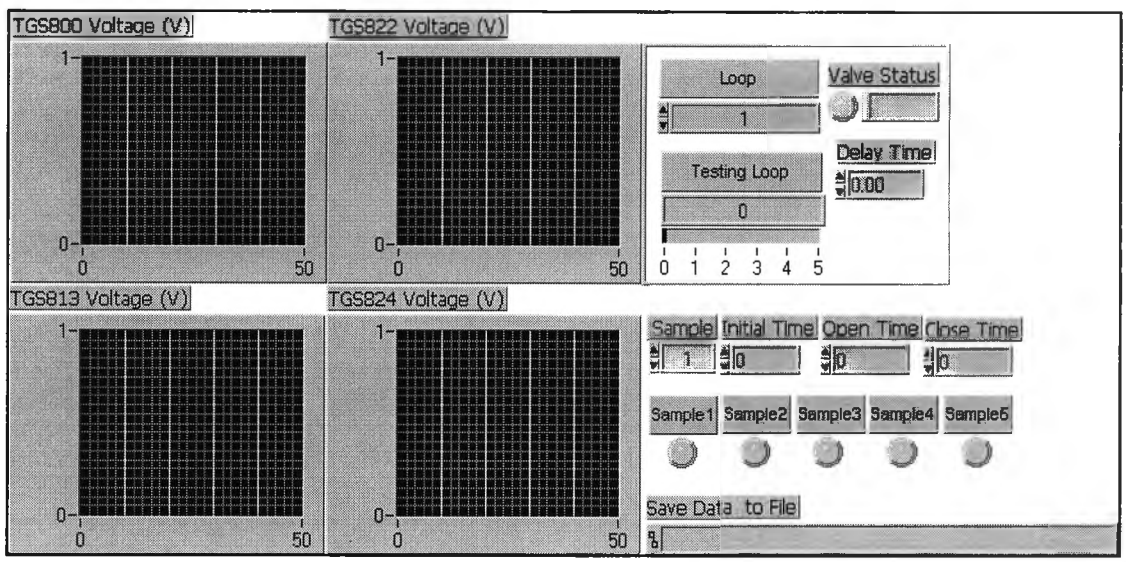
รูปที่ 3.6 วงจรวัด

วงจรขยายทำหน้าที่เพิ่มขนาดระดับสัญญาณแรงดันให้สูงขึ้น เนื่องจากสัญญาณแรงดันที่วัดได้จากวงจรวัดอาจมีค่าต่ำเกินกว่าความละเอียด (Resolution) ของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) ทำให้ไม่สามารถเห็นผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 3.7 วงจรขยาย

3.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.8 หน้าจอแผงควบคุมระบบ (Control panel)

โปรแกรมควบคุมทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ทั้งส่วนควบคุมระบบวาล์ว ส่วนควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) เพื่อเก็บสัญญาณจากการวัด และส่วนแสดงผลตอบสนอง โปรแกรมควบคุมระบบสำหรับวัดน้ำยางพารานี้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรม LabVIEW ซึ่งหน้าจอของแผงควบคุม (Control panel) แสดงในรูปที่ 3.8

1. ส่วนควบคุมระบบวาล์ว ทำหน้าที่ควบคุมลำดับในการวัดสารตัวอย่าง จำนวนครั้งที่วัดสารตัวอย่างแต่ละชนิด และเวลาในการเปิด/ปิดวาล์ว จากรูปที่ 3.8 จะแบ่งหน้าที่ของกรอบแต่ละกรอบได้เป็นสองประเภท คือส่วนควบคุม และส่วนแสดงผล

   ส่วนควบคุม ได้แก่

   - Loop ใส่จำนวนครั้งที่ต้องการวัดสารตัวอย่างแต่ละชนิด
   - Delay time ใส่เวลาที่หน่วงให้แสดงผลทุก 1 วินาที (มิลลิวินาที)
   - Sample ใส่จำนวนสารตัวอย่างที่ต้องการวัด (มากที่สุด 5 ชนิด)
   - Initial time ใส่เวลาเริ่มต้นสำหรับให้สัญญาณกลับสู่สถานะพื้น (วินาที)
   - Open time ใส่เวลาเปิดวาล์ว (วินาที)
   - Close time ใส่เวลาปิดวาล์ว (วินาที)
   - Save data to file ใส่ชื่อไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลผลการวัด

   ส่วนแสดงผล ได้แก่

   - Valve status แสดงสถานะของวาล์วขณะทำการวัด (เปิด/ปิด)
   - Sample n แสดงว่ากำลังวัดสารตัวอย่างชนิดใด
   - Testing loop แสดงครั้งที่กำลังวัดสารตัวอย่าง
   - Voltage graph แสดงผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซ แกนนอนเป็นเวลา (วินาที) แกนตั้งเป็นระดับแรงดัน (โวลท์)

2. ส่วนการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) เนื่องจากผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซเป็นสัญญาณแบบแอนะลอก จึงจำเป็นต้องมีการแปลงสัญญาณให้เป็นแบบดิจิตอลเสียก่อน อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้บอร์ดแปลงสัญญาณของบริษัท Acquatek Corporation เป็นบอร์ดรุ่น PA-CP12 ประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter) วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก (D/A converter) และดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต (Digital I/O) รายละเอียดของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแสดงใน

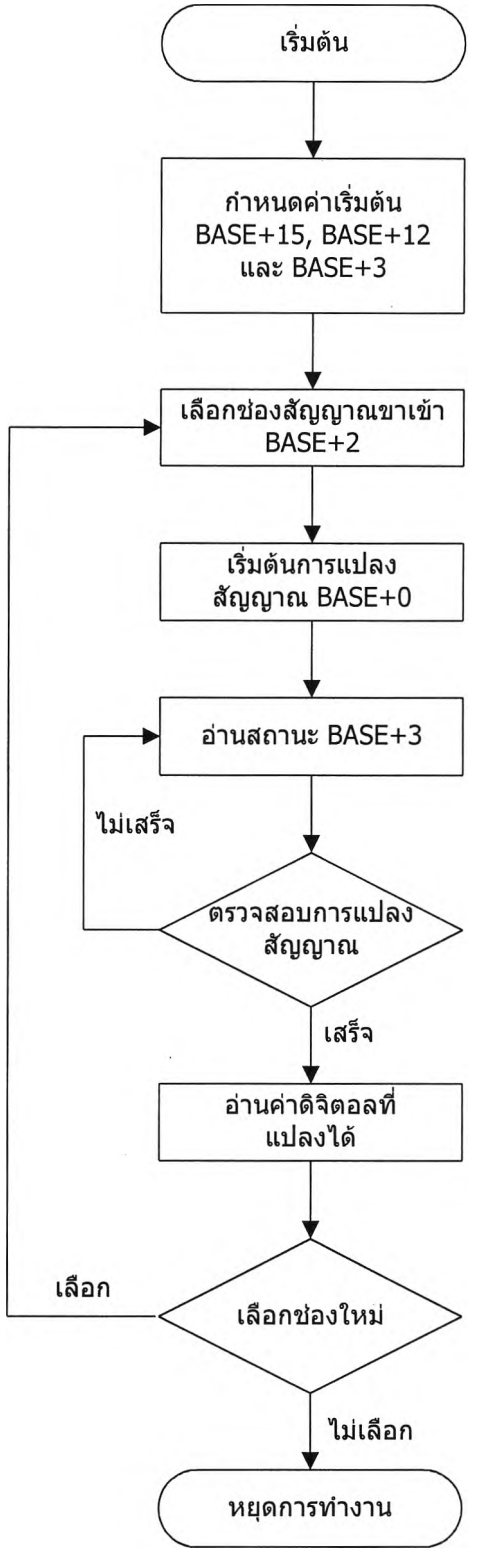
ตารางที่ 3.4 การควบคุมการแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นดิจิตอลสามารถทำได้ 3 วิธีคือ (1) ควบคุมการทำงานจากโปรแกรม (Software trig conversion) (2) ควบคุมโดยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (External clock source trig conversion) และ (3) ควบคุมโดยสัญญาณนาฬิกาจากตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 8254 (Timer trigger conversion with 8254) สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ควบคุมการแปลงสัญญาณจากแอนะลอกเป็นดิจิตอลด้วยโปรแกรม โดยลำดับการทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 3.9 และรายละเอียดเกี่ยวกับหน้าที่ของรีจิสเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลด้วยโปรแกรมแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติทั่วไปของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter)

รายการ	คุณสมบัติ
ความละเอียด	12 bits
จำนวนช่องสัญญาณขาเข้า	16 ช่อง (แบบ Single-ended)
ช่วงแรงดันขาเข้า	-5 ถึง +5V, -10 ถึง+10V 0 ถึง 5V, 0 ถึง 10V
ความถี่ การแปลงสัญญาณ	5 kHz
หัวต่อ	DB37 ตัวผู้

3. ส่วนแสดงผลตอบสนอง สัญญาณของผลตอบสนองที่ได้จากวงจรวัดจะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมกันทั้งสี่สัญญาณในทุก 1 วินาที เนื่องจากกำหนดให้อัตราการชักตัวอย่าง (Sampling rate) ของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลเท่ากับ 1 วินาที ส่วนของโปรแกรมควบคุมมีโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่หน่วงเวลาในแต่ละรอบ (loop) การทำงานให้ครบ 1วินาที

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 ลำดับการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

ตารางที่ 3.5 หน้าที่ของรีจิสเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลด้วยโปรแกรม

Port	Defult	Direction	Function
Base+0	02E0H	I/O Read	A/D LSB data
		I/O Write	S/W start A/D conversion
Base+1	02E1H	I/O Read	A/D MSB data
		I/O Write	None
Base+2	02E2H	I/O Read	A/D channel selection
		I/O Write	
Base+3	02E3H	I/O Read	A/D status
		I/O Write	A/D command
Base+12	02ECH	I/O Read	8254 counter 0 data
		I/O Write	(for A/D internal use)
Base+13	02EDH	I/O Read	8254 counter 1 data
		I/O Write	(for A/D timer conversion)
Base+14	02EEH	I/O Read	8254 counter 2 data
		I/O Write	(for A/D timer conversion)
Base+15	02EFH	I/O Read	8254 read-back status
		I/O Write	8254 command

3.6 สรุป

ระบบวัดน้ำยางพาราที่ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นระบบวัดก๊าซแบบไอไหลผ่านที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ ประกอบด้วยส่วนสำคัญทั้งหมด 5 ส่วนคือ

1. ระบบนำพาก๊าซ
2. ระบบวาล์วและวงจรควบคุม
3. เซลล์วัดและหัวตรวจวัดก๊าซ
4. วงจรวัดและวงจรขยาย
5. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

ระบบวัดมีความสำคัญในการวัดน้ำยางพารา เพื่อหาผลตอบสนองของหัวตรวจวัดก๊าซต่อน้ำยางพาราแบบต่างๆ แล้วนำผลที่วัดได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำยางพาราแต่ละชนิด การแยกความแตกต่างระหว่างน้ำยางได้อาจช่วยให้บอกคุณภาพของน้ำยางได้ในที่สุด ก่อนการนำระบบวัดไปใช้งานจริงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการทำงานของระบบวัด และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของระบบสำหรับนำไปวัดน้ำยางพารา ซึ่งจะได้กล่าวในบทที่ 4