บทที่ 3

การสร้างระบบสำหรับตรวจวัดแก๊ส

ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดหาและสร้างระบบสำหรับการตรวจวัดแก๊ส ซึ่งเป็นระบบโฟลว์อินเจคชัน(flow injection) ระบบที่สร้างขึ้นจะนำมาทดสอบความแม่นยำ(precision) โดยในขั้นต้นจะเป็นการนำหัวตรวจวัดแก๊สที่มีจำหน่าย มาทดลองตรวจวัดแก๊สตัวอย่าง

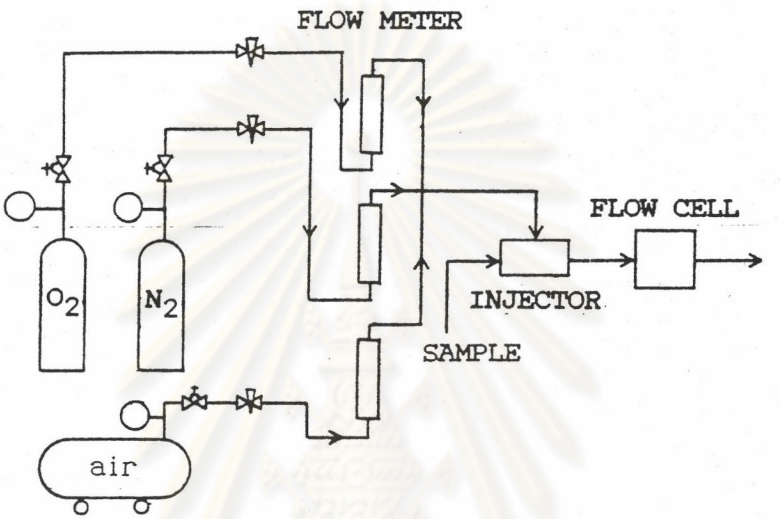
<u>การจัดสร้างระบบสำหรับทดลองหัวตรวจวัดแก๊ส</u>

ระบบสำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สในที่นี้ จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมปัจจัยบางประการอันมีผลต่อการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊สได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพื่อความคล่องตัวสำหรับการศึกษาลักษณะสมบัติของหัวตรวจวัดแก๊ส และการศึกษาผลของออกซิเจนในแก๊สพาห์ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง(accurate)และแม่นยำ(precise) ระบบที่นำมาใช้สำหรับการทดลองคือ ระบบโฟลว์อินเจคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ แก๊สออกซิเจนและ/หรือแก๊สไนโตรเจน หรืออากาศอัด ที่ต้องการใช้เป็นแก๊สพาห์จะถูกลดความดันด้วยวาล์วปรับความดัน(pressure regulator) จากนั้นจะปรับอัตราการไหลด้วยนีดเดิลวาล์ว(needle valve) โดยอ่านค่าอัตราการไหลจากมาตรวัดอัตราการไหล(rotameter) การใช้แก๊สพาห์พร้อมกันกว่าหนึ่งชนิดสามารถทำได้โดยการปรับนีดเดิลวาล์วของแก๊สแต่ละชนิด ซึ่งจะทราบอัตราส่วนระหว่างแก๊สชนิดต่างๆ จากมาตรวัดอัตราการไหลของแก๊สแต่ละชนิด

แก๊สพาห์ที่ได้จากการปรับชนิดและปริมาณตามต้องการ จะไหลเข้าสู่หัวฉีด(injector) โดยหัวฉีดจะเป็นจุดที่นำสารตัวอย่างเข้าสู่ระบบ ที่หัวฉีดจะมีแหล่งกำเนิดความร้อน(heater)เพื่อช่วยให้สารตัวอย่างเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สได้โดยเร็ว จากนั้นแก๊สพาห์จะนำแก๊สตัวอย่างเข้าสู่โฟลว์เซล ซึ่งมีหัวตรวจวัดแก๊สติดตั้งอยู่ และจะไหล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ออกจากโฟลว์เซลในที่สุด การตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊สเนื่องจากแก๊สตัวอย่างจะถูกบันทึกโดยเครื่องบันทึกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ผลต่อไป



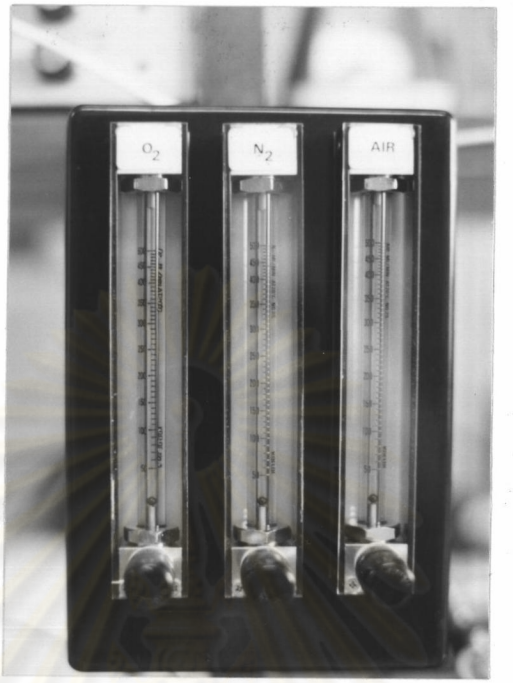
รูปที่ 3.1 แผนผังระบบโฟลว์อินเจคชันสำหรับทดลองหัวตรวจวัดแก๊ส

ส่วนประกอบของระบบโฟลว์อินเจคชันมีดังต่อไปนี้

1. <u>แก๊สพาห์</u>

แก๊สพาห์ของระบบจะมีให้เลือก 3 ชนิด ได้แก่ ออกซิเจน , ไนโตรเจน และอากาศ โดยสามารถเลือกใช้ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 3 ชนิด จากการปรับอัตราการไหลด้วยนีดเดิลวาว์ลของแก๊สแต่ละชนิด ซึ่งอัตราการไหลของแก๊สแต่ละชนิดสามารถอ่านได้จากมาตรวัดอัตราการไหล นีดเดิลวาล์วและมาตรวัดอัตราการไหลของแก๊สทั้ง 3 ชนิดจะติดตั้งภายในกล่องเดียวกัน ดังรูปที่ 3.2

ข้อมูลของแก๊สออกซิเจนและไนโตรเจนแสดงในตารางที่ 3.1 สำหรับอากาศจะได้จากปั๊มลม(air compressor)ยี่ห้อ PUMA รุ่น PP-2 พร้อมถังบรรจุขนาด 64 ลิตร โดยทั่วไปในอากาศแห้งจะมีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3.2 (McCORMAC,1971)



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ควบคุมชนิดและปริมาณของแก๊สพาห์

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของออกซิเจนและไนโตรเจนที่ใช้เป็นแก๊สพาห์

แก๊ส	ความบริสุทธิ์	แก๊สเจือปน	ผู้ผลิต
ออกซิเจน	99.5 %	ความชื้น <100ppm	บ.ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส
ไนโตรเจน	99.99 %	ความชื้น <10ppm ออกซิเจน <10ppm	บ.ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส

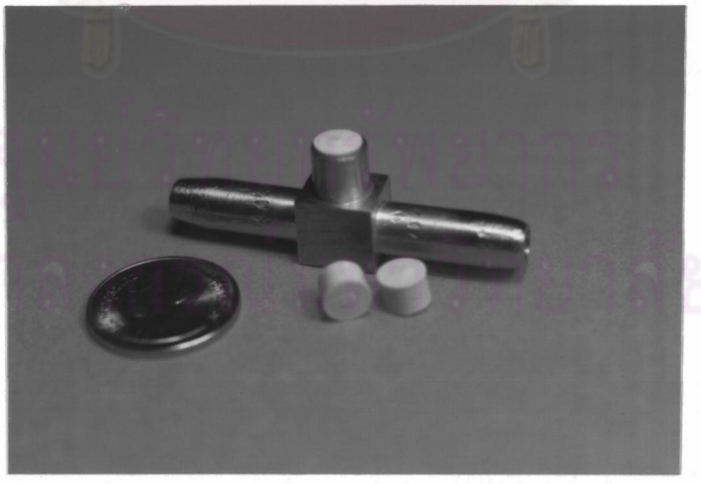
ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบของอากาศแห้ง

องค์ประกอบ	ร้อยละโดยปริมาตร	ร้อยละโดยน้ำหนัก
N_2	78.088	75.527
O_2	20.949	23.143
Ar	0.93	1.282
CO_2	0.0318	0.0456
Ne	1.8×10^{-3}	1.25×10^{-3}
He	5.24×10^{-4}	7.24×10^{-5}
CH_4	1.4×10^{-4}	7.75×10^{-5}
Kr	1.14×10^{-4}	3.30×10^{-4}
N_2O	5×10^{-5}	7.6×10^{-5}
Xe	8.6×10^{-6}	3.90×10^{-5}
H	5×10^{-5}	3.48×10^{-6}
NO_2	1×10^{-7}	3×10^{-7}
O_3	2×10^{-6}	6×10^{-6}
SO_2	2×10^{-8}	9×10^{-8}
CO	1×10^{-5}	2×10^{-5}
NH_3	1×10^{-6}	1×10^{-6}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. หัวฉีด

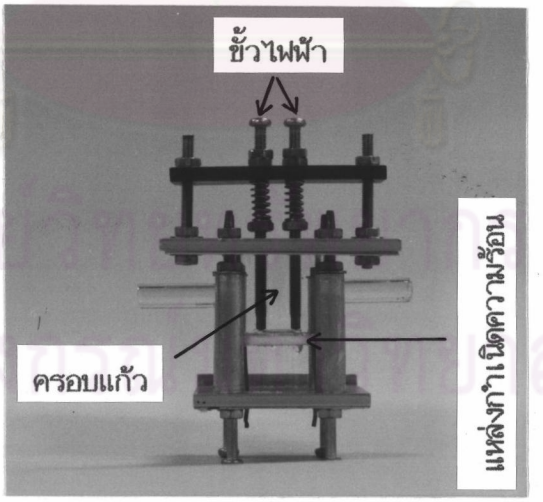
สารตัวอย่างซึ่งเป็นของเหลวจะถูกนำเข้าสู่ระบบที่หัวฉีด หัวฉีดจะประกอบด้วยท่อทองเหลืองชนิดสามทางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.7mm โดยทางแรกมีไว้สำหรับแก๊สพาห์ไหลเข้า ทางที่สองจะอุดด้วยจุกยาง(septum)ซิลิโคนสำหรับใช้สอดไมโครไซริงจ์(micro syringe)เพื่อฉีดสารตัวอย่างเข้าระบบ ส่วนทางที่สามจะเป็นทางออกสำหรับแก๊สพาห์ที่นำสารตัวอย่างเข้าสู่โฟลว์เซล ท่อทองเหลืองสามทางจะนำมาติดกับแหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำจากแท่งเหล็กขนาดกว้าง 20mm ยาว 50mm สูง 30mm มีลวดความร้อนอยู่ภายใน ลวดความร้อนจะได้รับค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 110v จากเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอิเลคทรอนิคส์ยี่ห้อ EUROTHERM รุ่น101/003 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่างอุณหภูมิห้อง ถึง 400^{o}c โดยรับสัญญาณจากหัววัดอุณหภูมิ(thermocouple)ชนิด K ที่ติดตั้งกับด้านข้างของท่อทองเหลืองชนิดสามทาง แหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้หัวฉีดมีอุณหภูมิสูงพอต่อการเปลี่ยนสถานะของสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวให้มีสถานะเป็นแก๊สได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 3.3 ลักษณะของหัวฉีด

3. โฟลว์เซล

หัวตรวจวัดแก๊สจะถูกติดตั้งในโฟลว์เซล ดังนั้นโฟลว์เซลจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบ และ เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองหัวตรวจวัดแก๊ส มีค่าสูงถึง $600^{o}c$ ทำให้วัสดุที่นำมาประกอบเป็นโฟลว์เซลต้องสามารถทนต่อความร้อนได้เป็นอย่างดี โฟลว์เซลที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วย ครอบแก้ว , แหล่งกำเนิดความร้อน และขั้วไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.4 โดยครอบแก้วจะเป็นส่วนที่ควบคุมปริมาตรของแก๊สให้คงที่ขณะทำการตรวจวัด ครอบแก้วที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรภายใน 7.6 ml สำหรับแหล่งกำเนิดความร้อนจะมีหน้าที่ให้ความร้อนแก่หัวตรวจวัดแก๊ส ส่วนขั้วไฟฟ้าของโฟลว์เซลจะมีหน้าที่เชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปสู่หัวตรวจวัดแก๊ส และในขณะเดียวกันก็มีหน้าที่ทำให้หัวตรวจวัดแก๊สแนบติดกับแหล่งกำเนิดความร้อน เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปด้วยดี



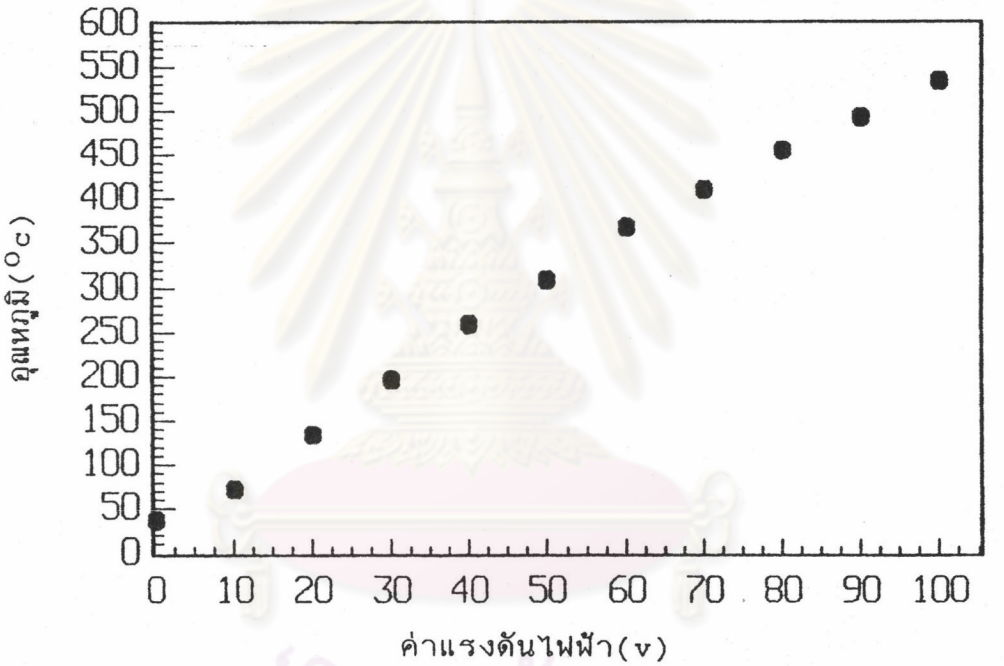
รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของโฟลว์เซล

แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้จะเป็นแบบที่มีจำหน่าย ซึ่งทำจากลวดความร้อนที่ถูกเคลือบด้วยเซรามิก มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30mm หนา 2.3mm มีขาโลหะ 2 ขาอยู่ด้านล่างสำหรับป้อนแรงดันไฟฟ้า ในการใช้งาน หัวตรวจวัดแก๊สจะวางอยู่ด้านบนของแหล่งกำเนิดความร้อน จากการสังเกตผิวด้านบนของแหล่งกำเนิดความร้อนด้วยการวางทาบกับผิวกระจก จะพบว่ามีลักษณะผิวที่เรียบมาก ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะทำให้มีการถ่ายเทความร้อนไปสู่หัวตรวจวัดแก๊สได้เป็นอย่างดี ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต แหล่งกำเนิดความร้อนจะสามารถทำอุณหภูมิได้ถึง $600^{o}c$ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับที่มีค่า 100v

ในการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สจะใช้อุณหภูมิตั้งแต่ $200^{o}c$ ถึง $600^{o}c$ โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ $50^{o}c$ การเพิ่มอุณหภูมิจะทำโดยการเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้า แทนการใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด(100v)จากเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิจะมีลักษณะการทำงานแบบปิดและเปิดวงจรไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ทำให้ค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้เกิดความแปรปรวนได้ ลักษณะเช่นนี้อาจมีผลต่อการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊ส แต่ลักษณะเช่นนี้อาจแก้ไขได้ด้วยการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ควบคุมอุณหภูมิได้อย่างละเอียดซึ่งมีข้อเสีย คือ มีราคาสูง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการเพิ่มอุณหภูมิด้วยการเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าซึ่งไม่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว ถ้าสามารถควบคุมมิให้เกิดการถ่ายเทอากาศระหว่างโฟลว์เซลกับอากาศบริเวณรอบๆ ในขั้นแรกจะต้องทำการทดลองเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า(V_H)ที่ทำให้แหล่งกำเนิดความร้อน มีอุณหภูมิที่ต้องการคือตั้งแต่ $200^{o}c$ ถึง $600^{o}c$ โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ $50^{o}c$ ในการทดลองจะใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ คือ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้ (variable transformer) ยี่ห้อ VOLTAC รุ่น SB-5 ซึ่งสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 0 ถึง 260V ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด 5A แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่แหล่งกำเนิดความร้อนจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100V โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 10V

แหล่งกำเนิดความร้อนจะติดตั้งกับโฟลว์เซล แล้วจึงจัดตำแหน่งของหัววัดอุณหภูมิชนิด K ให้อยู่ติดกับผิวของแหล่งกำเนิดความร้อนในตำแหน่งที่จะติดตั้งหัวตรวจวัดแก๊ส เพื่อการอนุโลมให้อุณหภูมิของหัวตรวจวัดแก๊สถือเป็นค่าเดียวกับอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดความร้อน จากการทดลองในเบื้องต้น พบว่าช่วงเวลา 30 นาที จะมากเกินพอสำหรับทำให้อุณหภูมิ

ของแหล่งกำเนิดความร้อนมีค่าคงที่ การทดลองจะเริ่มต้นด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้แก่แหล่งกำเนิดความร้อนตั้งแต่ 0V เป็นเวลา 30 นาที จึงบันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านจากเครื่องบันทึกข้อมูลยี่ห้อ CHINO รุ่น AA จากนั้นเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 10V เป็นเวลา 30 นาที แล้วบันทึกอุณหภูมิ ทำในลักษณะเช่นนี้จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้ามีค่า100V โดยขณะทดลองอุณหภูมิห้องมีค่า 25^{o}c ถึง 29^{o}c ผลการทดลองที่ได้จะนำมาเขียนกราฟดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนแก่แหล่งกำเนิดความร้อนกับอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดความร้อน

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า100V จะวัดอุณหภูมิได้เพียง 530^{o}c ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าข้อมูลจากผู้ผลิต ทำให้การทดลองหัวตรวจวัดแก๊ส สามารถกระทำได้ที่อุณหภูมิสูงสุดเพียง 530^{o}c ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้แหล่งกำเนิดความร้อนมีอุณหภูมิสำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สสามารถวัดได้โดยตรงจากรูปที่ 3.5 ค่าที่ได้แสดงในตารางที่3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ค่าแรงดันไฟฟ้าสำหรับทำให้แหล่งกำเนิดความร้อนมีอุณหภูมิในช่วง 200^{o}c ถึง 530^{o}c สำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊ส

อุณหภูมิ (^{o}c)	แรงดันไฟฟ้า(v)
200	30.5
250	39.0
300	48.0
350	57.5
400	68.0
450	79.0
500	92.5
530	100.0

ค่าแรงดันไฟฟ้าในตารางที่ 3.3 จะใช้เป็นค่ามาตรฐานสำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สที่ประดิษฐ์ขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

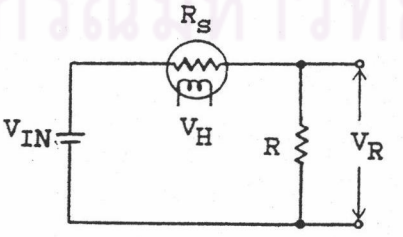
4. วงจรวัดสัญญาณ

วงจรวัดสัญญาณของหัวตรวจวัดแก๊สแสดงดังรูปที่ 3.6 จะประกอบด้วย 1) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2) หัวตรวจวัดแก๊ส และ 3) ตัวต้านทานไฟฟ้าสำหรับวัดสัญญาณ โดยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะป้อนแรงดันไฟฟ้า(V_{IN}) แก่หัวตรวจวัดแก๊ส(R_S)ซึ่งต่อแบบอนุกรมกับตัวต้านทานไฟฟ้า(R) ที่อาจเปลี่ยนแปลงค่าให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานของหัวตรวจวัดแก๊ส ซึ่ง R ควรมีค่าใกล้เคียงกับ R_S เพื่อให้ได้สัญญาณสูงสุด นอกจากนี้ ตัวต้านทานไฟฟ้ายังช่วยป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหัวตรวจวัดแก๊สมากเกินไป ในกรณีที่หัวตรวจวัดแก๊สมีค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำ อันเนื่องมาจากการตรวจวัดแก๊สรีดิวส์ที่มีความเข้มข้นสูง สำหรับค่า V_H จะเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่แหล่งกำเนิดความร้อน

พิจารณารูปที่ 3.5 เมื่อหัวตรวจวัดแก๊สมีการตอบสนองต่อแก๊สตัวอย่าง จะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหัวตรวจวัดแก๊สเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นผลให้ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนแปลง แรงดันไฟฟ้าคล่อมตัวต้านทานไฟฟ้า(V_R)จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงได้ดังสมการที่[3.1]

$$V_R = V_{IN}\,[R/(R_S+R)] \qquad \text{———[3.1]}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 วงจรวัดสัญญาณของหัวตรวจวัดแก๊ส

ในการทดลองจะบันทึกการเปลี่ยนแปลงค่า V_R ไว้เป็นข้อมูลในการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊ส เนื่องจากค่า V_R มีความสัมพันธ์กับค่า R_S ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดและปริมาณของแก๊สที่ตรวจวัด เช่น ในการตรวจวัดแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นสารรีดิวส์ จะทำให้หัวตรวจวัดแก๊สมีค่า R_S ลดต่ำลงค่า V_R ที่ได้จะสูงขึ้น ซึ่งปริมาณแอลกอฮอล์จะแปรผกผันกับค่า R_S กล่าวคือ ถ้าแอลกอฮอล์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะทำให้หัวตรวจวัดแก๊สมีค่า R_S ลดต่ำลง เป็นผลให้ ค่า V_R ที่ได้จะสูงขึ้น ถ้าต้องการทราบค่า R_S ที่เปลี่ยนแปลงก็สามารถนำค่า V_R ที่บันทึกจากการทดลองมาแทนค่าลงในสมการที่ 3.1

ในการทดลอง ค่า V_{IN} จะได้จาก แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงค่าแรงดันแบบปรับค่าได้(adjustable voltage regulator power supply)ที่ประกอบขึ้นตามวงจรไฟฟ้าในภาคผนวก ข โดยสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 0 ถึง 30v ส่วนค่า V_H นั้น ในกรณีของหัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 และ NGSX-03 จะได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงอีกเครื่องหนึ่งที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 1.25 ถึง 30v และในกรณีของหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้นเองนั้น ค่า V_H จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้จากหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อโฟลว์เซล

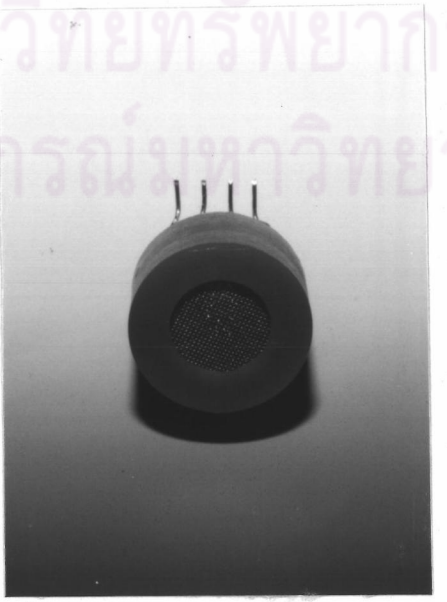
สำหรับค่า R ที่ใช้จะแสดงไว้ในตารางเงื่อนไขของแต่ละการทดลอง

<u>การทดสอบระบบ</u>

เนื่องจากระบบโฟลว์อินเจคชันที่จัดสร้างขึ้นดังรูปที่ 3.7 จะใช้สำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้นในบทต่อๆ ไป ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบความแม่นยำของระบบเพื่อความเชื่อถือต่อการนำระบบไปใช้งาน สำหรับในบทนี้ยังไม่ได้เริ่มการประดิษฐ์หัวตรวจวัดแก๊ส ดังนั้นการทดสอบระบบจะใช้หัวตรวจวัดแก๊สแอลกอฮอล์ ซึ่งผลิตโดย Figaro Engineering Inc. รุ่น TGS-822 เป็นหัวตรวจวัดแก๊สในระบบ แทนหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้น โดยหัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 เป็นหัวตรวจวัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำเช่นเดียวกันแต่มีลักษณะเป็นแบบเซรามิก

หัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 ดังรูปที่ 3.8 มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 mm สูง 16 mm ด้านล่างมีขาโลหะเป็นขั้วไฟฟ้าสำหรับป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แก่แหล่งกำเนิดความร้อน และส่วนตรวจวัดแก๊ส หัวตรวจวัดแก๊สจะถูกนำมาติดตั้งในโฟลว์เซล เพื่อทดสอบระบบตามเงื่อนไข ในตารางที่ 3.4 ต่อไป

รูปที่ 3.7 ระบบโฟลว์อินเจคชันที่ได้จัดสร้างขึ้น



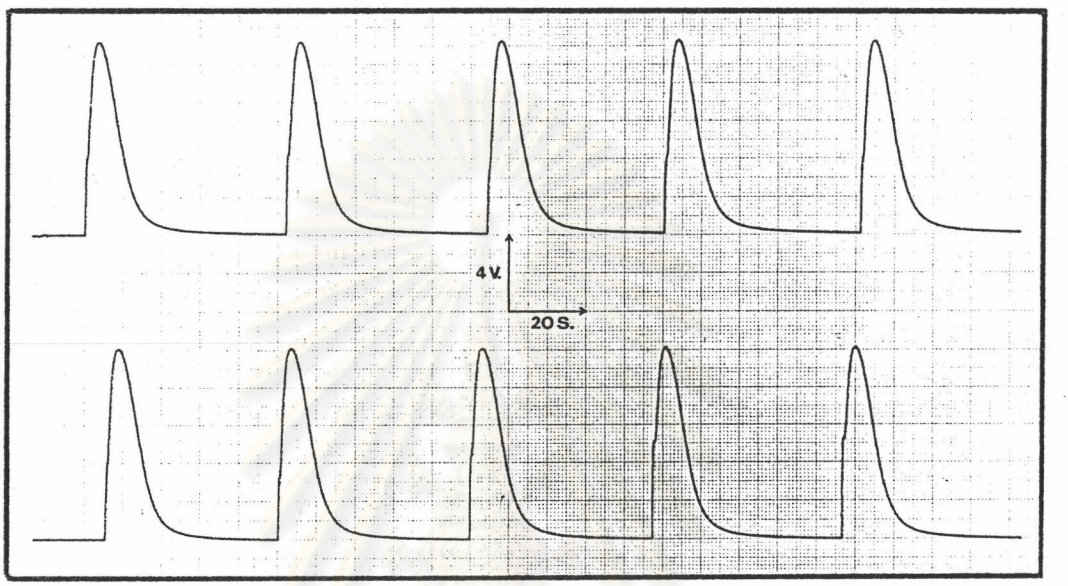
รูปที่ 3.8 หัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 เงื่อนไขในการทดสอบความแม่นยำของระบบ

หัวตรวจวัดแก๊ส	TGS-822
V_{IN} (v)	15
V_H(v)	5
R(Ω)	3,300
แก๊สพาห์	อากาศอัด
อัตราการไหลของแก๊สพาห์(ml/min)	50
อุณหภูมิหัวฉีด(^oc)	100
สารตัวอย่าง	เอทิลแอลกอฮอล์ 10%v/v
ปริมาตรสารตัวอย่างที่ฉีดเข้าระบบ(μl)	1

วงจรวัดสัญญาณของหัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 มีลักษณะเช่นเดียวกับในรูปที่ 3.6 โดยผลการทดลองจะได้จากค่า V_R ที่เปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊สที่มีต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 10%v/v ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งทำการตรวจวัดจำนวน 10 ซ้ำ



รูปที่ 3.9 สัญญาณที่ได้(V_R)จากการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 ที่มีต่อเอทิลแอลกอฮอล์10%v/v

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการตอบสนองจากรูปที่ 3.9 จำนวน 10 ซ้ำ จะนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน(coefficient of variation,C.V.) ที่คำนวณออกมาเป็นร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation,S.D.)ต่อค่าเฉลี่ย(mean) ค่า C.V. ที่คำนวณได้จากในรูปที่ 3.9 มีค่าเพียง 0.45 % ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าที่ยอมรับโดยทั่วไป คือประมาณ 1% ถึง 3% ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าระบบโฟลว์อินเจคชันที่ได้จัดสร้างขึ้นมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ

สรุป

1. ได้มีการจัดสร้างระบบโฟลว์อินเจคชัน ที่สามารถเลือกใช้ ออกซิเจน, ไนโตรเจน และ อากาศอัด เป็นแก๊สพาห์ในปริมาณต่างๆ ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 3 ชนิด ระบบที่ได้จัดสร้างจะใช้สำหรับการทดลองหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้น รวมทั้งใช้สำหรับการศึกษาผลของออกซิเจนในแก๊สพาห์ที่มีต่อการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊ส

2. โฟลว์เซลที่สร้างสำหรับหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้นสามารถให้ความร้อนได้ถึง 530^{o}c ซึ่งคาดว่าเพียงพอต่อศึกษาการตอบสนองของหัวตรวจวัดแก๊สที่จะประดิษฐ์ขึ้น

3. จากการทดสอบความแม่นยำของระบบโดยใช้หัวตรวจวัดแก๊ส TGS-822 ในการตรวจวัดเอทิลแอลกอฮอล์10%v/v จำนวน 10 ครั้ง เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาหา C.V. ปรากฏว่ามีค่าเพียง 0.45%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย