มหาวิทยาลัยศรีปทุม

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องมือวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือน เมื่อลดลงถึงระดับอันตราย

DEVELOPMENT OF AN OXYGEN MEASUREMENT SYSTEM WITH OXYGEN DEFICIENCY ALARM

เอกชัย ดีศิริ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีปทุม

ปีการศึกษา 2551

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ดร.วิวาราช พรแก้ว ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะ กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดีทุกท่าน ขอขอบพระคุณสำนักงานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย คุณความดีหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี ผู้มีพระคุณทุกท่านและครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2553

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย : การพัฒนาเครื่องมือวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย
ผู้วิจัย : นายเอกชัย ดีศิริ
หน่วยงาน : สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีที่พิมพ์ : พ.ศ. 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ออกซิเจนเซนเซอร์ชนิดเซลไฟฟ้าเคมี โดยใช้ระดับเปอร์เซ็นของออกซิเจนบริเวณโดยรอบเป็นตัวทำปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนแปลงเป็นแรงดันทางด้านเอาท์พุท ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเป็นการแปรผันกับระดับเปอร์เซนต์ของออกซิเจน แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะส่งผ่านไปที่วงจรขยายแรงดัน และไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นส่วนประมวลผลเพื่อเทียบกับข้อมูลระดับเปอร์เซ็นของออกซิเจนที่เป็นอันตรายตามลำดับ กับระดับของแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในหน่วยความจำ โดยเครื่องมือวัดจะแสดงผลในรูปของเสียง การแปล่งแสงของแอลอีดี และตัวเลขแสดงเปอร์เซนต์ของออกซิเจน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

คำสำคัญ : เครื่องวัดออกซิเจน อันตรายจากออกซิเจนลดลง ระดับอันตรายของออกซิเจน ผลกระทบต่อการหายใจ เปอร์เซนต์ของออกซิเจน

Research Title : Development Of An Oxygen Measurement System With Oxygen Deficiency Alarm
Name of Researcher : Mr. Akekachai Deesiri
Name of Institution : Faculty of Engineering, Sripatum University
Year of Publication : B.E. 2553

ABSTRACT

This research is an applies the electrocemical oxygen sensor as percentage of oxygen with cemical reaction to produced the electrical current flow and convert to output voltage. The percent of an oxygen level is linear proportion to the output voltage. A voltage amplifier work as increase a voltage level from sensor before passed to microcontroller as a processing unit to compared a voltage level in memory of the oxygen deficiency in sequence. Oxygen measurement system with oxygen deficiency will alarm in sound, LED flashing and LCD display.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

Keywords : Oxygen measurement, Danger of oxygen deficiency, Oxygen critical level, Respiration effect, Oxygen percentage

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

คำถามการวิจัย 2

สมมุติฐานการวิจัย 3

ขอบเขตการวิจัย 3

นิยามศัพท์ 4

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

แนวคิด ทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

ทฤษฎีที่รองรับ หรือกรอบความคิดทางทฤษฎี 7

ระบบประมวลผล 11

การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 20

เซนเซอร์ 24

3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

ความต้องการของระบบ 27

การเลือกใช้เซนเซอร์ 27

หลักการทำงานของออกซิเจนเซนเซอร์ที่เลือก 28

การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ 32

4 การทดสอบและผลการทดสอบ 38

การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดสอบ 38

เครื่องมือในการทดสอบ 38

การติดตั้งเครื่องทดสอบ 39

ขั้นตอนการทดสอบ 39

ตารางบันทึกผลการทดสอบ 40

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
5	**สรุป และข้อเสนอแนะ**	43
	สรุปผลการทดสอบ	43
	ข้อเสนอแนะ	44
	บรรณานุกรม	45
	ภาคผนวก	47
	ภาคผนวก ก โปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาซี	48
	ภาคผนวก ข ดาต้าชีทออกซิเจนเซนเซอร์ KE-25	59
	ประวัติย่อผู้วิจัย	62

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตรของก๊าซหลาย ๆ ตัวในอากาศ…….. 8

2.2 แก๊สชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอากาศที่เข้าและออกจากปอด…… 9

3.1 แสดงข้อมูลที่สำคัญสำหรับการเลือกใช้ออกซิเจนเซนเซอร์ เบอร์ KE-25 และKE-50 31

3.2 แสดงผลการจำลองการทำงานของวงจรขยายแรงดัน…….. 33

4.1 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 1…. 40

4.2 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 1……. 40

4.3 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 2…. 41

4.4 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 2……. 41

4.5 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 3….. 41

4.6 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 3……. 42

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการพัฒนา..... 6
2.2 แผนภูมิแสดงองค์ประกอบของบรรยากาศ..... 7
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51..... 12
2.4 การเชื่อมต่อหน่วยความจำภายนอก..... 15
2.5 Analog To digital counter..... 21
2.6 Output voltage Graph from A/D converter..... 22
2.7 Dual Slope A/D Converter..... 23
2.8 โครงสร้างพื้นฐานของหัววัดทางเคมี..... 25
3.1 ออกซิเจนเซนเซอร์ KE-25..... 27
3.2 โครงสร้างของออกซิเจนเซนเซอร์ KE-25..... 29
3.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง เปอร์เซนต์ความหนาแน่นของออกซิเจน(Oxygen Concentration) กับ แรงดันเอาท์พุทของเซนเซอร์ (Sensor Output)..... 30
3.4 โครงสร้างของระบบการตรวจวัดออกซิเจน..... 32
3.5 การจำลองการทำงานของวงจรขยายแรงดัน..... 32
3.6 วงจรไฟฟ้าของไมโครคอนโทรลเลอร์..... 35
3.7 การเชื่อมต่อแอลซีดีกับไมโครคอนโทรลเลอร์..... 36
3.8 แสดงการจัดเรียงขาสัญญาณของ Character LCD มาตรฐาน..... 36
3.9 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอินพุทและเอาท์พุท..... 37
4.1 เครื่องวัดระดับออกซิเจน ที่นำมาเปรียบเทียบในการทดสอบ..... 38
4.2 เครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย ที่สร้างจากงานวิจัยนี้..... 39

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

D. Arenius, D. Curry, A. Hutton, K. Mahoney, S. Prior, H. Robertson**.** "Investigation of Personal and Fixed Head Oxygen Deficiency Hazard Monitor Performance Helium Gas.**" Proceedings of the Cryogenic Engineering Conference. Advances in Cryogenic Engineering**. May 10, 2002. 613:1784-1791.

Ignacy Gryczynski, Zygmunt Gryczynski, Govind Raob and Joseph R. Lakowicz. 1999. "Polarization based oxygen sensor." **The Analyst**. 124:1041-1044.

Gary Graham and Margaret A. Kenny.1980. "Performance of a Radiometer Transcutaneous Oxygen Monitor in a Neonatal-Intensive-Care Unit." **Clinical Chemistry**. 26:629 - 633.

Guarino, R.D., Dike, L.E., Haq, T.A., Rowley, J.A., Pitner, J.B., Timmins, M.R. 2004. "Method for determining oxygen consumption rates of static cultures from microplate measurements of pericellular dissolved oxygen concentration." **Biotechnol Bioeng**. 86(7):775 .

นายสนอง คำชมภู. 2550. **อันตรายจากการระเบิดของท่อออกซิเจน กรณีศึกษา ท่อบรรจุออกซิเจนระเบิด ที่อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ วิทยาลัยป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย วิทยาเขตขอนแก่น.** กรุงเทพฯ:กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ออกซิเจนเป็นธาตุที่ 8 ในตารางธาตุ และเรารู้จักกันดี มีมากในบรรยากาศ คือบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ หนา 10 ไมล์นี้ จะเป็นสารประกอบของออกซิเจนเกือบ 2 ใน 3 ของเปลือกโลก ออกซิเจน ยังเป็นส่วนประกอบของสารต่างๆ อีกมากมาย ซึ่งมีจำนวนไม่น้อยกว่าในบรรยากาศ 1 โมเลกุลของออกซิเจนจะประกอบขึ้นด้วยออกซิเจน 2 อะตอม ออกซิเจนมิใช่แต่จะเป็นธาตุที่มีมากอย่างเดียวเท่านั้น ยังเป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อชีวิตอีกด้วย เมื่อเราหายใจเข้าอากาศจะเข้าไปในปอดของเรา ออกซิเจนบางส่วนที่ปนอยู่จะถูกดูดซึมเอาไปใช้ในร่างกายมันจะเข้าไปรวมกับสารต่างๆ ที่ได้จากอาหารแล้วกลายเป็นพลังงานทำให้เรามีชีวิตอยู่ได้ ตลอดเวลาไม่ว่าหลับหรือตื่นเราต้องหายใจ นั่นคือเรามีความต้องการออกซิเจนอยู่ตลอดเวลา

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศประมาณ 21% เป็นก๊าซที่สิ่งมีชีวิต รวมทั้งมนุษย์ก็ต้องการนี้ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ออกซิเจนไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้ติดไฟหรือช่วยการลุกไหม้ เนื่องจากการลุกติดไฟ ของสารต่างๆ ล้วนต้องการออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ ดังนั้น หากมีออกซิเจนปริมาณมากในระหว่างการเผาไหม้ก็จะทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้นั้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงมาก ในทางตรงข้ามหากปราศจากออกซิเจนก็ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ การลุกติดไฟของสารต่างๆก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เคยมีคนทดลองอดอาหารอาทิตย์หนึ่งปรากฏว่ายังมีชีวิตอยู่ได้ อดน้ำเป็นวันก็ยังมีชีวิต แต่ถ้าขาดออกซิเจนเพียง 5 นาทีเท่านั้นจะต้องตาย จึงเห็นได้ว่า ออกซิเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อคนเรา

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% ที่เหลือเป็น ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ จำนวนเล็กน้อย

มลพิษทางอากาศ มี สาเหตุส่วนใหญ่ มาจากการเผาไหม้อย่างไม่สมบรูณ์ ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ที่ยังมี อุณหภูมิต่ำหรือมีออกซิเจน ไม่เพียงพอให้ เกิดเป็น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และอนุภาคของคาร์บอนปนออกมา เป็นควันสีดำในบริเวณที่มียวดยานสัญจรไปมาอย่างคับคั่งหรือการจราจรติดขัด จะมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่นจะฟุ้งกระจายปะปนอยู่ในอากาศ เมื่อหายใจก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไปจะรวมกับฮีโมโกลบินในเลือดเกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถรับออกซิเจนได้ตามปกติ จึงเกิดอาการเวียนศีรษะ หายใจอึดอัด คลื่นไส้อาเจียน ถ้าร่างกายได้รับเข้าไปมากอาจทำให้เสียชีวิตได้ การถลุงถ่านหินและกลั่นน้ำมันจะมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดขึ้น เมื่อปะปนมากับน้ำฝนทำให้น้ำฝนเป็นกรด เป็นผลให้สีใบไม้ซีดจาง และสังเคราะห์แสงไม่ได้ กัดกร่อนโลหะและ อาคารบ้านเรือน ถ้าร่างกายได้รับก๊าซนี้จะทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยเรื้อรังโลหิตจางและเป็นอันตรายต่อ ปอดนอกจากนี้ การสันดาปของเชื้อเพลิงยัง ก่อให้เกิด สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งทำ ปฏิกิริยากับไอน้ำทำให้ เกิดภาวะฝนกรดได้ เช่นเดียวกัน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ต่างๆ ทำให้มีไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดออกมาด้วย โดยเฉพาะไฮโดรคาร์บอนที่โมเลกุลมีพันธะคู่จะรวมตัวกับออกซิเจนหรือก๊าซไอโซน เกิดเป็นสารประกอบแอลดีไฮด์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็น ทำให้เกิดการระคายเคืองเมื่อสูดดม นอกจากนี้ ไฮโดรคาร์บอน ยังอาจเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนและไนโตรเจนไดออกไซด์ เกิดสารประกอบเปอร์ออกซีแอซีติลไนเตรต)PAN) ซึ่งเป็นสารพิษทำให้ เกิดการระคายเคืองต่อดวงตา และ ระบบทางเดินหายใจและยังทำให้ ไฮโดรเจนในชั้นบรรยากาศลดลงด้วย

จากปัญหาดังกล่าว แนวทางการพัฒนาเพื่อให้เครื่องมือวัดระดับออกซิเจนมีการทำงานที่ไว มีการแสดงผลที่แม่นยำ และมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการพัฒนาดังกล่าวจึงมีความสำคัญมาก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ

- เพื่อพัฒนาเครื่องวัดระดับออกซิเจน สำหรับประยุกต์ใช้โดยอ้างอิงกับระดับออกซิเจนที่ลดลงจนถึงระดับที่เป็นอันตราย
- เพื่อพัฒนาเครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำถามการวิจัย

การพัฒนาเครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย จะมีข้อดีและข้อจำกัดอะไรบ้าง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สมมุติฐานการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือวัดระดับออกซิเจนในอากาศ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเหมาะสมกับการใช้งานที่เป็นลักษณะเฉพาะย่อมมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากลักษณะการประมวลผลจะมีความแตกต่าง และมีความซับซ้อนที่ต่างกันตามลักษณะของการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งนำไปสู่การแสดงผลที่เที่ยงตรง

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย หรือประชากร

- วัดระดับออกซิเจนภายในห้องโดยสารรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- จำแนกประเภทของการตรวจวัดรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามเชื้อเพลิงที่ใช้
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซิน 95 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง
- ใช้ออกซิเจนเซนเซอร์ในการวัดระดับของออกซิเจน
- ผลลัพธ์แสดงด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง โดยแบ่งตามระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ 4 ระดับ
- การแสดงผลระดับที่ 1 ออกซิเจนลดลงจาก 21 % เหลือ 17%
- การแสดงผลระดับที่ 2 ออกซิเจนลดลงจาก 17% เหลือ 10%
- การแสดงผลระดับที่ 3 ออกซิเจนลดลงจาก 10% เหลือ 6%
- การแสดงผลระดับที่ 4 ออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 6%
- เนื้อหาของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดระดับของออกซิเจนในห้องโดยสารรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามจำนวนตัวอย่างที่สุ่ม และเชื้อเพลิงที่ใช้ ด้วยการใช้ออกซิเจนเซนเซอร์ที่สามารถถ่ายโอนข้อมูลได้ และนำผลที่ได้จากการวัดมาประมวลผลเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของการลดลง ของระดับออกซิเจนในหน่วยความจำ จนกระทั่งการลดลงถึงระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพดังนี้

- สลบทันที ถ้าในบรรยากาศไม่มีออกซิเจนอยู่เลย จากนั้นประมาณ 2-3 นาที จะสิ้นชีวิต
- หมดสติอย่างช้า ๆ ถ้าเกิดการขาดอากาศ เนื่องปริมาณออกซิเจนค่อยๆ ลดลงอย่างช้า ๆ โดยแบ่งอัตราการขาดอากาศเป็น 4 ระดับ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ระดับที่ 1

ออกซิเจนลดลงจาก 21 % เหลือ 17% โลหิตจะได้รับออกซิเจนน้อยลงกว่าปกติจะหายใจลึกและถี่ขึ้น ความสามารถในการนึกคิดช้าลง การบังคับกล้ามเนื้อและร่างกายการกระทำได้ไม่ค่อยสะดวก

ระดับที่ 2

ออกซิเจนลดลงจาก 17% เหลือ 10% ไม่สามารถคิดอะไรได้ หมดสติไม่มีความรู้สึกต่อการเจ็บปวดกล้ามเนื้อกระตุกถี่

ระดับที่ 3

ออกซิเจนลดลงจาก 10% เหลือ 6% มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ไม่สามารถบังคับให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหวแม้แต่กระทั่งยืน หรือ คลาน ก็ทำไม่ได้ มาถึงระยะนี้ไม่มีสติพอที่จะรู้ว่าอะไรเป็นอะไรแล้ว อาการทั้งหมดเห็นได้ชัดในระยะนี้ แต่ก็ไม่มีทางแก้ไข และถึงแม้ว่าจะได้รับการรักษาพยาบาลแต่สมองถูกทำลายหมดแล้ว

ระดับที่ 4

ออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 6% อ้าปากค้าง เริ่มชักกระตุกและหยุดการหายใจ หัวใจเต้นต่อไปอีกสัก 2-3 นาที ก็สิ้นชีวิตจะแสดงผลโดยใช้สีของไดโอดแปล่งแสง ที่มีความแตกต่างกัน โดยสีที่แตกต่างกันจะแสดงให้ทราบถึงระดับความเป็นอันตรายที่ต่างกัน และแสดงเป็นจำนวนตัวเลขเปอร์เซ็นต์ด้วย

นิยามศัพท์เฉพาะ

PAN	สารประกอบเปอร์ออกซีแอซีติลไนเตรต
Mercuric Oxide	ก๊าซออกซิเจนโดยการเผาปรอททองแดง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

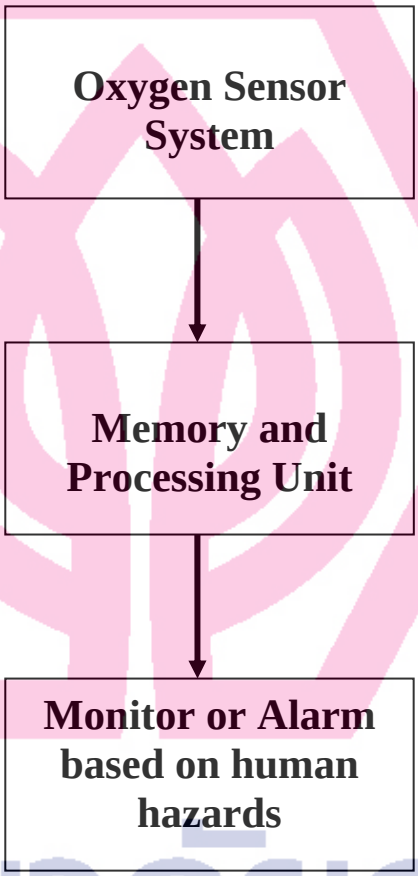
แนวคิด ทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบเครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยก๊าซออกซิเจน (บางทีเรียกออกซิเย่น) ซึ่งบ้านเราเรียกทับศัพท์มาจากภาษาอังกฤษ คือ OXYGEN เป็นก๊าซไม่มีกลิ่นในปี พ.ศ. 2347 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ Joseph Priestley ได้ค้นพบก๊าซออกซิเจนโดยการเผาปรอททองแดง (Mercuric Oxide) ต่อมาในปี พ.ศ. 2427 ได้มีผู้ค้นพบการวิธีการทำออกซิเจนเหลว คุณสมบัติของก๊าซออกซิเจนมี 3 สถานะคือ ของแข็ง (Solid) ของเหลว (Liquid) และก๊าซ (Gas) ตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดประเภทหรือชนิดของวัตถุอันตรายซึ่งประกาศใช้เมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2543 ได้จัดให้ออกซิเจนเป็นวัตถุอันตราย ประเภทที่ 2 ในกลุ่มของก๊าซ (Gases) และอยู่ในประเภทย่อย 2.2 คือก๊าซไม่ไวไฟ (non –Flammable Gas) เป็นก๊าซภายใต้ความอัดดัน และยังจัดอยู่ในวัตถุอันตรายประเภทที่ 5 ประเภทย่อยที่ 5.1 เป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidizing Substance) หมายเลขประจำวัตถุอันตรายตามระบบขององค์การสหประชาชาติ (United Nations) UN.1072 ก๊าซออกซิเจนมีสูตรทางเคมี คือ O_2

ออกซิเจนเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นพิษปกติไม่ติดไฟแต่เป็นตัวช่วยให้ไฟติดเร็วยิ่งขึ้น หนักกว่าอากาศ 1.1 เท่าที่ความดันบรรยากาศ ในสภาพของเหลวและของแข็งจะมีสีน้ำเงินอ่อนออกซิเจนเหลวจะมีปริมาตรลดลง 860 เท่า ของก๊าซออกซิเจน ทำให้สะดวกและประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งและเก็บรักษา เป็นของแข็งที่อุณหภูมิ -218˚C แต่มีจุดเดือดที่ -183˚C ทำให้ต้องเก็บในภาชนะ 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน ชั้นในเป็นเหล็กกล้าสเตนเลส มีฉนวนกันความร้อน และเป็นสุญญากาศจึงจะรักษาสภาพของเหลวได้แต่ถ้าหากใช้งานไม่มากนักมักเก็บในสภาพความดันสูงประมาณ 13,790 กิโลปาสกาล (2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ในถังไม่มีตะเข็บ

การตรวจวัดระดับการลดลงของออกซิเจน สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งความแตกต่างจะอยู่ที่การใช้งาน Fluorescence Spectroscopy [3] เป็นอีกเทคนิคที่ใช้ในการตรวจวัด ซึ่งจะใช้หลักการทางแสง หรืออาจใช้การประมวลผลทางภาพแบบ 3 มิติ เข้ามาช่วย ยิ่งในด้านการแพทย์จะมีความสำคัญมาก ซึ่งการพัฒนาข้างต้นที่กล่าวมานั้น การตรวจวัดระดับของออกซิเจนยังคงมีการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

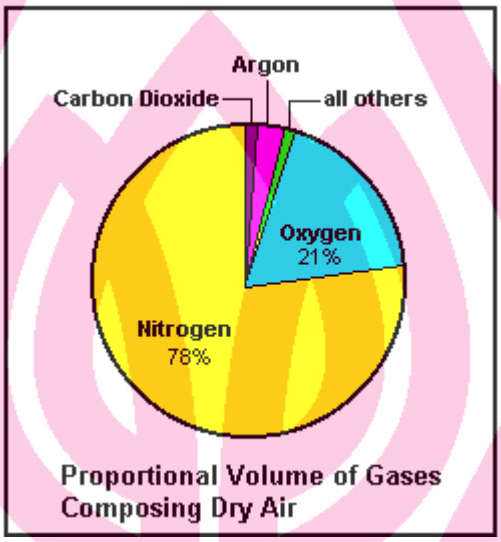


ภาพที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการพัฒนา
เครื่องมือวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. องค์ประกอบของบรรยากาศ



ภาพที่ 2.2 แผนภูมิแสดงองค์ประกอบของบรรยากาศ

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% ที่เหลือเป็น ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ จำนวนเล็กน้อย

2. ธรรมชาติของก๊าซในอากาศ

ธรรมชาติของก๊าซได้ถูกค้นพบมาเป็นเวลากว่า 300 ปีแล้ว พบว่า อากาศที่ไม่มีมลภาวะที่ระดับน้ำทะเลจะมีก๊าซ (หรือธาตุ) ต่าง ๆ มากมาย ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าจะมีก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน ก๊าซอาร์กอน และก็มีจำนวนของก๊าซต่าง ๆ เช่น CO_2 และ H_2O (ในรูปของไอน้ำ) อยู่เล็กน้อย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตรของก๊าซหลาย ๆ ตัวในอากาศ

ก๊าซ	เปอร์เซ็นต์ปริมาตร	ก๊าซ	เปอร์เซ็นต์ปริมาตร	ก๊าซ	เปอร์เซ็นต์ปริมาตร
N_2	78.09	CH_4	0.00015	O_3	0.000002
O_2	20.94	Kr	0.0001	NH_3	0.000002
Ar	0.93	H_2	0.00005	NO_2	0.00001
CO_2	0.032	N_2O	0.000025	SO_2	0.00000002
Ne	0.0018	CO	0.00001		
He	0.00052	Xe	0.000008		

3. ลักษณะของบรรยากาศในสภาวะปกติ

ในอากาศมีก๊าซสำคัญอยู่ 3ชนิดที่เป็นส่วนประกอบหลักของอากาศ คือ

3.1 ก๊าซไนโตรเจน (N_2)

3.2 ก๊าซออกซิเจน(O_2)

3. 3 ก๊าซอาร์กอน(Ar)

3. 1 ไนโตรเจน (N_2)

ถือเป็นก๊าซเฉื่อย(Inert gas) ที่มีอยู่มากที่สุดในบรรยากาศของโลก คือ ประมาณ 78% เป็นก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่นและไม่เป็นพิษ แต่ถ้ามีความเข้มข้นสูง ก็จะทำให้ผู้ที่หายใจนำเอาไนโตรเจนเข้าไปหมดสติหรือถึงขั้นเสียชีวิตได้

3.2 ออกซิเจน(O_2)

เป็นก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศประมาณ 21% เป็นที่สิ่งมีชีวิต รวมทั้งมนุษย์ก็ต้องการก๊าซนี้ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ออกซิเจนไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้ติดไฟ หรือช่วยการลุกไหม้ เนื่องจากการลุกติดไฟ ของสารต่างๆ ล้วนต้องการออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในการ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ ดังนั้น หากมีออกซิเจนปริมาณมากในระหว่างการเผาไหม้ก็จะทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้นั้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงมาก ในทางตรงข้ามหากปราศจากออกซิเจนก็ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ การลุกติดไฟของสารต่างๆก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้

3.3 อาร์กอน (Ar)

เป็นก๊าซเฉื่อยอีกชนิดหนึ่งที่พบมากเป็นอันดับที่3ของก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศโดยมีประมาณ 1% อาร์กอนเป็นแก๊สเฉื่อยที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ความถ่วงจำเพาะ 1.83 ดังนั้น จึงมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ อันตรายของอาร์กอนจึงคล้ายกับของไนโตรเจนคือไปแทนที่ออกซิเจนที่ให้ผู้หายใจเข้าไปได้รับอันตรายเนื่องจากการขาดออกซิเจน

ตารางที่.2 2 แก๊สชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอากาศที่เข้าและออกจากปอด

แก๊ส	ลมหายใจเข้า(%)	ลมหายใจออก(%)
1. ออกซิเจน	21	17
2. คาร์บอนไดออกไซด์	0.04	4
3. ไนโตรเจน	79	79
4. ไอน้ำ	ไม่คงที่	อิ่มตัว

4. ออกซิเจนกับการหายใจของมนุษย์

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่สำคัญที่สุดในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ถ้าขาดออกซิเจนจะมีสภาพดังนี้

1. สลบทันที ถ้าในบรรยากาศไม่มีออกซิเจนอยู่เลย เช่น ในบรรยากาศของไนโตรเจนเป็นต้น คนเราจะสูญเสียความรู้สึกตัวและล้มลงในทันที ต่อจากนั้นประมาณ 2-3 นาที จะสิ้นชีวิต

2. หมดสติอย่างช้า ๆ ถ้าเกิดการขาดอากาศ เนื่องปริมาณออกซิเจนค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ ผู้ประสบภัยมักจะไม่ทันรู้และระวังตัว แต่ก็จะเสียชีวิตในที่สุด ถ้าแก้ไขไม่ทัน มีผู้ได้แบ่งอัตราการขาดอากาศเป็น 4 ระยะ ซึ่งจะแบ่งได้ดัง ต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ระยะที่ 1

ออกซิเจนลดลงจาก 21 % เหลือ 17% โลหิตจะได้รับออกซิเจนน้อยลงกว่าปกติจะหายใจลึกและถี่ขึ้น ความสามารถในการนึกคิดช้าลง การบังคับกล้ามเนื้อและร่างกายการกระทำได้ไม่ค่อยสะดวก

ระยะที่ 2

ออกซิเจนลดลงจาก 17% เหลือ 10% ไม่สามารถคิดอะไรได้ หมดสติไม่มีความรู้สึกต่อการเจ็บปวดกล้ามเนื้อกระตุกถี่

ระยะที่ 3

ออกซิเจนลดลงจาก 10% เหลือ 6% มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ไม่สามารถบังคับให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหวแม้แต่กระทั่งยืน หรือ คลาน ก็ทำไม่ได้ มาถึงระยะนี้ไม่มีสติพอที่จะรู้ว่าอะไรเป็นอะไรแล้ว อาการทั้งหมดเห็นได้ชัดในระยะนี้ แต่ก็ไม่มีทางแก้ไข และถึงแม้ว่าจะได้รับการรักษาพยาบาลแต่สมองถูกทำลายหมดแล้ว

ระยะที่ 4

ออกซิเจนลดลงต่ำกว่า 6% อ้าปากค้าง เริ่มชักกระตุกและหยุดการหายใจ หัวใจเต้นต่อไปอีกสัก 2-3 นาที ก็สิ้นชีวิต

5. มลพิษที่ออกมาจากไอเสีย

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์ทดสอบ ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินออกเทน 95 (E0) เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลในปริมาณร้อยละ 10 (E10), 20 (E20) และ 30 (E30) โดยปริมาตร ที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที พบว่าเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดมีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากไอเสียลดลงคิดเป็นร้อยละ 3.9, 23.6 และ 40.3 ตามลำดับ ส่วนเครื่องยนต์ระบบคาร์บูเรเตอร์ พบว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ออกมาจากไอเสียลดลง คิดเป็นร้อยละ 10.2, 27.7 และ 32.6 ตามลำดับเมื่อใช้เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอล ในปริมาณร้อยละ 10,20 และ 30 เนื่องจากเอทานอลมีองค์ประกอบของคาร์บอนต่ำกว่า และมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยจึงช่วยให้เครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินผสมเอทานอลเกิดการ เผาไหม้สมบูรณ์มากกว่าน้ำมันเบนซิน จึงมีแนวโน้มเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าเชื้อเพลิงเบนซิน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

ระบบประมวลผล

1. ไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยคำนวณ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกันทำให้สามารถนำไปใช้งานแทน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ และขนาดของระบบในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำที่รวมกันก็คือ “ไมโคร” (Micro) ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กภายในจะประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรสัญญาณนาฬิกาอีกคำหนึ่งคือ “คอนโทรลเลอร์” หมายถึงอุปกรณ์ควบคุมดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51

-เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด8บิต

-ภายในมีหน่วยความจำโปแกรมเป็นแบบแฟลชลบและเขียนใหม่ได้เป็นพันครั้ง

-หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม

-ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทางสามารถใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตมีวงจรสื่อสาร

-อนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

-ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว

-สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท

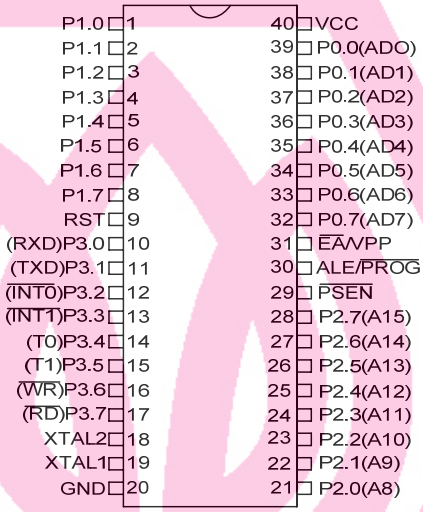
-สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

-มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายในชิป

-มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

1.2 การจัดการขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในภาพที่ .23 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้



ภาพที่ .23 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ขาสัญญาณของ MCS-51 โดยทั่วไปจะบรรจุมาบนตัวถังพลาสติกแบบ DIP ขนาด 40 ขาซึ่งมีขาใช้งานแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มได้แก่สัญญาณดังต่อไปนี้

1. ขาสัญญาณพอร์ตขนานมีจำนวน 4 พอร์ตคือพอร์ต P0-P3 โดยพอร์ตทั้ง 4 พอร์ตนี้นอกจากเราสามารถใช้เป็นพอร์ตขนานได้แล้วยังสามารถใช้งานแต่ละขาแยกกันอย่างอิสระก็สามารถจะทำได้แต่สืบเนื่องจากจำนวนขาของ MCS-51 มีเพียง 40 ขาดังนั้นหากมีการต่อหน่วยความจำภายนอกจะใช้พอร์ต P0 ในการส่งแอดเดรสไบต์ต่ำ และใช้เป็นดาต้าบัส ส่วนพอร์ต P2 ใช้ในการส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง นอกจากนี้หากต้องการอ่านเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอกหรือใช้วงจรนับสัญญาณจากภายนอกหรือติดต่อสื่อสารพอร์ตอนุกรมจะต้องสูญเสียพอร์ต P3 ไปในการส่งข้อมูลดังกล่าว

2. ขา VCC และขา Ground เป็นขาหมายเลข 40 และหมายเลข 20 ตามลำดับหน้าที่รับไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่าย

3. ขา PSEN ทำหน้าที่อีนาเบิลการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรม

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATHUM UNIVERSITY

4. ขา EA เลือกการใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมว่าจะใช้ภายนอกหรือภายในซีพียู หากเป็นลอจิก “0” จะหมายถึงใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแต่หากเป็นลอจิก “1” แสดงว่าใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

5. ขา RST ใช้สำหรับรีเซ็ทการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแอกตีฟที่ลอจิก 1

6. ขา XTAL1, XTAL2 ใช้สำหรับต่อกับตัวคริสตอลออสซิเลเตอร์สำหรับอ้างอิงความถี่ใช้งานโดยต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์ C1, C2 ซึ่งปกติใช้ค่าประมาณ 30 pF ในกรณีที่ต้องการใช้วงจรกำเนิดความถี่ภายนอกก็สามารถทำได้โดยการลอยขา XTAL2 ไว้แล้วรับความถี่อินพุตเข้าที่ขา XTAL1

7. ขา ALE ทำหน้าที่สั่งให้อุปกรณ์ภายนอกทำการแลตช์ข้อมูลแอดเดรสที่ส่งออกที่พอร์ต P0 ซึ่งใช้ในกรณีที่ต่อหน่วยความจำภายนอกซีพียูเท่านั้น

8. ขา RxD (ขา P3.0) ใช้ในการับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

9. ขา TxD (ขา P3.1) ใช้ในการส่งข้อมูลออกสู่พอร์ตอนุกรม

10. ขา INTO , INT1(ขา P3.2, P3.3) ใช้สำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก

11. ขา T0, T1 (ขา P3.4, P3.5) ใช้สำหรับต่อกับวงจรนับสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์

12. ขา RD (ขา P0.6) ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

13. ขา WR (ขา P0.7) ใช้สำหรับเขียนข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์สู่หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

สำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต P0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีการสถานะปล่อยลอย (Float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7X) โดยจะใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

1. 3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS–51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ พอร์ต P0 ถึงพอร์ต P3 และพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูล และเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออกทุกพอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุตที่พอร์ต P0 และพอร์ต P2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไปและใช้ในการติดต่อหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต P3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต P1 บางขา นอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้วยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ได้อีกขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 แบบแฟลชแบบใดแสดงวงจรภายในแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเป็นวงจรของพอร์ต P0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิฟลอปนั่นเองการอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ต และสัญญาณอ่านข้อมูลของจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟลอปในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบัสข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิปฟลอปที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่าต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับ หน่วยความจำภายนอกของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

1. 4 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของซีพียูและลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่ง ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอนคือกระบวนการเฟตซ์ (fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลงรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผลขั้นตอนต่อมาคือ กระบวนการเอ็กซิคิวต์ (execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตซ์ขึ้นมาโดยกระบวนการก่อนหน้านี้เมื่อทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้วก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไปเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตเกิดขึ้น ในลักษณะที่เรียกว่า เพาเวอร์ออนรีเซต (Power on Reset) ซีพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของซีพียูจะเป็นไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชชีนไซเคิล ไดอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือในหนึ่ง แมชชีนไซเคิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตต (State) กำหนดชื่อเป็น S1-S6 ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1 ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตตจะเรียกว่า เฟส 1

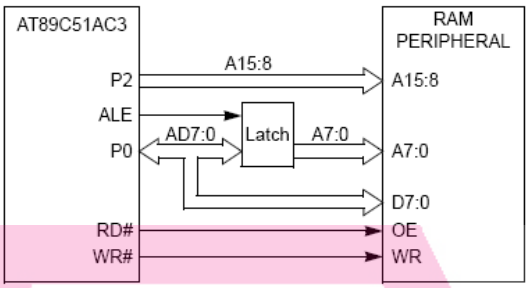
1. 5 การจัดการหน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบแฟลชมีหน่วยความจำภายในหลักๆอยู่ 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งก็มีขนาดและการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์ ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการจัดสรรหน่วยความจำภายในตัวของไมโครคอน โทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำ ภายนอกและข้อมูลเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษที่ใช้ควบคุมการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

1. 6 หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำของโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่เรียกว่าโปรแกรมมอนิเตอร์ ถ้าหากใช้หน่วยความจำภายนอกมักจะบรรจุอยู่ในหน่วยความจำชนิดอีพรอม ซึ่งสามารถทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียวกรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกด้วยสามารถทำได้โดยต้องกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมให้ต่อจากแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์ มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 0000H – 0FFFH เมื่อต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกต้องกำหนดให้แอดเดรสอยู่ในช่วง 1000H-FFFFH การต่อหน่วยความจำภายนอกดังแสดงขาพอร์ต P0.0-P0.7 ใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7 และขาแอดเดรสไบต์ต่ำ โดยผ่านวงจรแลตช์ ซึ่งปกติใช้ไอซีเบอร์ 74hc573 และใช้สัญญาณ ALE และ PSEN ในการใช้งานขา P0.0-P0.7 เพื่อเป็นขาข้อมูลหรือขาแอดเดรสไบต์สูง A8-A15 ดังนั้นเมื่อมีการต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหลือขาพอร์ตเพียง 16 บิต คือ ที่ขาพอร์ต P1.-P1.7 และ P3.0

1.7 หน่วยความจำข้อมูลมี 2 แบบคือหน่วยความจำข้อมูลภายนอกและหน่วยความจำข้อมูลภายในโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช จะเห็นได้ว่ามีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นคือ ขา RD และ WR สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม)RAM (โดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไปในเบอร์ AT89C51มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower) ส่วนบน (Upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR:Special Function Register) แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.4 การเชื่อมต่อหน่วยความจำภายนอก

ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยแท้จริงมีเพียง 256 ไบต์ แต่ด้วยการจัดการเข้าถึงที่แตกต่างกันจึงดูเสมือนว่าไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำข้อมูลภายในสูงถึง 384 ไบต์ โดยในหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H-7FH สามารถเข้าถึงได้โดยตรงและโดยอ้อมสำหรับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนมีขนาด 128 ไบต์เช่นกัน มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH สามารถเข้าถึงแบบโดยอ้อมเท่านั้น ในขณะที่รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH เช่นเดียวกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน แต่สำหรับรีจิสเตอร์ SFR ใช้การเข้าถึงแบบโดยตรง ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่าย ตลอดจนป้องกันความสับสนในการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น จึงควรใช้หน่วยความจำข้อมูลภายในเพียง 128 ไบต์ จากหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างร่วมกับรีจิสเตอร์ SFRหน่วยความจำข้อมูล 16 ไบต์ถัดมาที่แอดเดรส 20H-2FH เป็นพื้นที่สำหรับใช้งานทั่วไป สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต (Stack : ที่พักข้อมูลชั่วคราวในกรณีที่ซีพียูมีการกระทำโดยไปทำงานในโปรแกรมย่อย) การเข้าถึงหน่วยความจำในส่วนนี้ต้องใช้การเข้าถึงระดับไบต์

1.8 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษเป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีด้วยกัน 22 ตัว สำหรับเบอร์ AT89C51 และ 28 ตัวในเบอร์ AT89C52 และ อนุกรม AT89Sxx ทั้งนี้เนื่องจากใน AT89C52และAT89Sxxมีจำนวนไทเมอร์เคาน์เตอร์มากกว่าAT89C51 รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 80H-FFH ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สามารถเข้าถึงได้โดยตรง

- รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรมเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต จึงสามารถกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ตัวนี้ได้อย่างอิสระ มีแอดเดรสอยู่ที่ D0H ทำหน้าที่เก็บสถานะของการทำงานของโปรแกรมในขณะนั้นจะเรียกสถานะต่างๆของโปรแกรมแฟลก (Flag) เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมาปรากฏที่บิตต่างๆของรีจิสเตอร์ PSW รายละเอียดของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ PSW

- แอกคิวมูเลเตอร์ มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง E0H เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก ก่อนที่จะส่งข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้ให้แก่ซีพียูเพื่อทำการประมวลผลต่อไปอาจเรียกสั้นๆว่า รีจิสเตอร์ A หรือ ACC รีจิสเตอร์นี้สามารถเข้าถึงระดับบิตได้

- รีจิสเตอร์ B มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ F0H มีหน้าที่พิเศษคือถ้าหากต้องการคูณหรือหารทางคณิตศาสตร์ ต้องนำข้อมูลที่ต้องการหารหรือคูณมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ B แล้วจึงกระทำคำสั่งการคูณหรือหารกับค่าในรีจิสเตอร์ A ต่อไป

- โปรแกรมเคาน์เตอร์ มีขนาด 16 บิต มีหน้าที่แจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมในตำแหน่งถัดไปที่ซีพียูจะต้องไปทำงานรีจิสเตอร์ PC เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่ได้จัดสรรไว้รวมกับรีจิสเตอร์ SFR ตัวอื่นๆการเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ PC จะขึ้นอยู่กับผลของการกระทำคำสั่งภายในหน่วยความจำโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด

- สแต็กพอยน์เตอร์ หรือรีจิสเตอร์ตัวชี้สแต็ก มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 81 ใช้ในการเก็บค่าตำแหน่งของตัวชี้สแต็ก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อซีพียูมีการกระโดยไปทำงานที่โปรแกรมย่อย หรือกระโดดจากโปรแกรมย่อมแล้วกลับมายังโปรแกรมหลัก เมื่อมีการรีเซตเกิดขึ้น (รีเซต: การกระทำที่ส่งผลให้ซีพียูต้องเริ่มต้นการทำงานใหม่ตั้งแต่ต้น) ค่าของรีจิสเตอร์ SP จะเท่ากับ 07H ดังนั้นแอดเดรสแรกของพื้นที่ที่สำรองไว้ทำหน้าที่เป็นสแต็กจะเท่ากับ 08H

- รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ มีขนาด 16 บิตโดยแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์สูง (DPH) และรีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์ต่ำ (DPL) แต่ละตัวมีขนาด 8 บิตมีแอดเดรสอยู่ที่ 82H สำหรับ DPL และ 83H สำหรับ DPH รีจิสเตอร์ DPTR นี้ใช้ในการเก็บค่าแอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ภายนอกที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อด้วย

- รีจิสเตอร์พอร์ตเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตที่ใช้เก็บข้อมูลของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มี 4 ตัวคือ รีจิสเตอร์พอร์ต 0 หรือ P0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H, รีจิสเตอร์พอร์ต 1 หรือ P1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 90H, รีจิสเตอร์พอร์ต 2 หรือ P2 ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ A0H และรีจิสเตอร์พอร์ต3 หรือ P3 มีแอดเดรสอยู่ที่ B0H รีจิสเตอร์ทุกตัวสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต เมื่อต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลออกไปยังพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะต้องมีการกระทำผ่านรีจิสเตอร์นี้ทุกครั้ง

- รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ส่งออกหรือรับเข้าของวงจรสื่อสารอนุกรมที่มีอยู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบแฟลชโดยภายในรีจิสเตอร์ SBUF นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือรีจิสเตอร์ส่งข้อมูลและรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นก็จะถูกส่งต่อออกไปยังบัฟเฟอร์สำหรับการส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่การอ่านข้อมูลจาก รีจิสเตอร์SBUFข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไปสำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxD หรือ P3.0 ทางอินพุตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สำหรับรายละเอียดของรีจิสเตอร์ SBUF และที่เป็นวงจรสื่อสารอนุกรมภายในแบบแฟลชจะว่าด้วยเรื่องการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

- รีจิสเตอร์ไทเมอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตแบ่งเป็นไบต์สูงและไบต์ต่ำเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ DPTR รีจิสเตอร์ไทเมอร์ใช้ในการเก็บค่าของตัวนับหรือเคาน์เตอร์ภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการสร้างฐานเวลา,จับเวลา หรือนับจำนวนพัลส์สัญญาณนาฬิกาภายใน บางทีเรียกว่ารีจิสเตอร์ตัวนี้ว่ารีจิสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51 มีรีจิสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ตัวแบ่งเป็น T0 หรือ Timer 0 และ T1 หรือ Timer 1 ในรีจิสเตอร์ยังแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ไทเมอร์ไบต์ต่ำ (TL) และรีจิสเตอร์ไทเมอร์ไบต์สูง (TH) เหมือนกัน โดยรีจิสเตอร์ TLO มีแอดเดรสอยู่ที่ 8AH รีจิสเตอร์ TH0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8BH ในขณะที่ TL1 และ TH1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8CH และ 8DH สำหรับในเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx จะมีรีจิสเตอร์ไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ถึง 3 ตัว โดยมีรีจิสเตอร์ TL2 และ TH2 ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ 0CCH และ 0CDH เพิ่มเติม

- รีจิสเตอร์แคปเจอร์ เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตมีเฉพาะไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx เท่านั้น เนื่องจากต้องใช้ร่วมกับไทเมอร์ 2 (Timer 2) โดยรีจีสเตอร์แคปเจอร์นี้มีชื่อเรียกอย่างย่อว่า รีจิสเตอร์ RCAP2 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นไบต์ต่ำ คือ RCAP2L มีแอดเดรสอยู่ที่ 0CAH และไบต์สูงคือ RCAP2H มีแอดเดรสอยู่ที่ 0CBH รีจิสเตอร์แคปเจอร์จะถูกใช้งานเนื่องกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ซึ่งจะให้ทำงานในโหมดแคปเจอร์ ซึ่งเป็นโหมดที่กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสถานะทางลอจิกที่ขา T2EX ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการวัดคาบเวลา ความถี่ และการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณพัลส์ที่ขา T2EX

- รีจิสเตอร์ควบคุม รีจิสเตอร์ PCON เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรมและกำหนดการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานของไมคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชรีจิสเตอร์ SCON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจร สื่อสารอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชรีจิสเตอร์ TCON และ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

T2CON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวไทเมอร์ / เคาน์เตอร์อยู่ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดย T2CON ใช้สำหรับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx รีจิสเตอร์ TMOD และ T2MOD เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดหรือลักษณะในการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชโดย T2MOD ใช้สำหรับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxxรีจิสเตอร์ IE และ IP เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt: การขัดจังหวะการทำงานปกติของซีพียู)โดย IE เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเอ็นเบิลหรือใช้ในการกำหนดลักษณะของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ ในขณะที่ IP เป็น รีจิสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ว่า จะให้ซีพียูตอบสนองการเกิดอินเตอร์รัปต์ในลักษณะใดก่อนหรือหลัง

- โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาเป็นหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู หน่วยความจำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลักเปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูลใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียูและเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรมในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปแต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอมซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุตและพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุตส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือ บัสคือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายใน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่ง บัสข้อมูลบัสแอดเดรส และบัสควบคุม บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียู สำหรับในงานทั่วๆ ไป ขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 1632 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียู ต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมาก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

เท่าไหร่ ก็จะเป็นการแสดง ขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อได้โดย คำนวณได้จากจำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ = 2 ยกกำลัง n (n คือจำนวนของเส้นทาง)

ยกตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่งมีสายแอดเดรส 10 เส้นดังนั้นสามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ 2 ยกกำลัง 10 = 1,024 ตำแหน่งหากต้องการทราบความจุของหน่วยความจำจริงๆ จะต้องทราบถึงขนาดของบัสข้อมูลก่อนว่าเป็นเท่าใด หากเป็น 8 บิต ความจุของหน่วยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เส้นจะเท่ากับ 8x1024 = 8,192 บิต และ 1 กิโลไบต์ เท่ากับ 1,024 ไบต์ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าว จึงมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 8,192 บิตหรือ 1,024 ไบต์หรือ 1กิโลไบต์บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของซีพียูกับหน่วยความจำและพอร์ต สำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักได้แก่ สายสัญญาณเลือกอ่าน-เขียนหน่วยความจำ สายสัญญาณเลือกอ่าน-เขียนข้อมูลกับพอร์ตวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกานับเป็นส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งเนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล)A/D)

สัญญาณที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ มี 2 ชนิด คือ สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาล็อก จะใช้ใน อุปกรณ์ทั่วๆ ไป และใช้ในการควบคุมแบบเก่า ในปัจจุบันมีไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งทำให้การควบคุมนั้นทำได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ในการควบคุมนั้น จำเป็นต้องใช้สัญญาณดิจิตอลในการติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ในความเป็นจริงนั้น เราใช้สัญญาณอนาล็อกในการควบคุม ดังนั้นจึงจำเป็น ต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วจึงนำสัญญาณเข้ามาสู่ไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ควบคุมระบบต่อไป แม้ว่าสัญญาณอนาล็อกนั้นมีความแน่นอน และแม่นยำสูง แต่สัญญาณอนาล็อกนั้นก็ควบคุมได้ยาก เนื่องจากในสภาพแวดล้อม มีสัญญาณรบกวนอยู่มากและการที่จะทำให้ การควบคุมแบบอนาล็อก มีความสามารถควบคุม เท่ากับการควบคุมแบบดิจิตอลนั้น ทำได้ยาก เนื่องจากวงจรควบคุมแบบอนาล็อกจะต้องมีความซับซ้อนสูง อย่างไรก็ตาม สัญญาณดิจิตอลก็ไม่สามารถทดแทนความละเอียดของสัญญาณอนาล็อกได้อย่างสมบูรณ์ แต่ทำให้การควบคุมนั้นทำให้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น

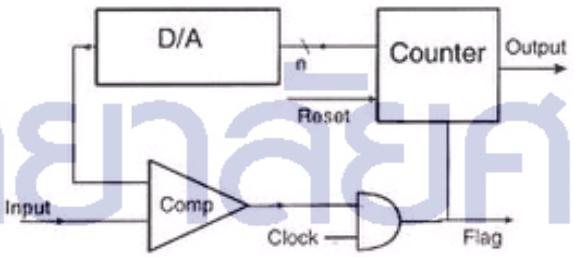
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

1. สัญญาณอนาล็อก หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบต่อเนื่องที่มีขนาดไม่คงที่ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย เช่น สัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์ เป็นต้น

2. สัญญาณดิจิตอล หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องที่มีขนาดแน่นอน ซึ่งขนาด ดังกล่าว อาจกระโดดไปมา ระหว่าง ค่าสองค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุดซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์

3. การส่งสัญญาณข้อมูลด้วยระบบอนาล็อกและดิจิตอล

- ช่องทางการสื่อสารแบบบรอดแบนด์สำหรับการส่งสัญญาณแบบอนาล็อก
- ช่องทางการสื่อสารแบบเบสแบนด์สำหรับการส่งสัญญาณแบบดิจิตอล
- สัญญาณอนาล็อกเป็นแบบคลื่นที่ติดต่อกันไปสัญญาณเปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง
- สัญญาณดิจิตอลใช้ความแตกต่างของการเปิดและปิดสัญญาณมีเพียง 2 ระดับเลขฐาน 2 Counting Converter Counting Converter เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้ อัลกอริทึมการนับค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้วนำผลที่ได้จากการนับไปเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการที่ตั้งไว้ลักษณะการทำงานเป็นดังรูป



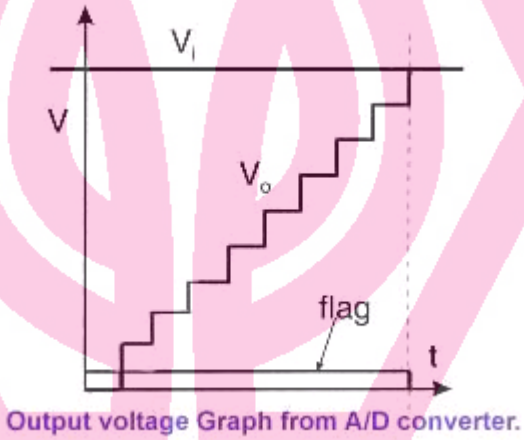
Analog To digital Converter

ภาพที่ 2.5 Analog To digital counter

จากวงจร Counter เป็นอุปกรณ์นับค่าที่เพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง แล้วส่งค่าที่ได้ให้ D/A มีขา Reset รับสัญญาณ Reset เมื่อต้องการให้เริ่มนับใหม่ D/A เมื่อรับค่าที่นับเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งจากตัวนับก็แปลงค่าให้เป็นสัญญาณ อนาล็อกที่มีค่าความต่างศักย์ค่าๆ หนึ่ง แล้วส่งต่อเข้าไปที่อุปกรณ์ตัว

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

เปรียบเทียบ (Comparator) จะเป็นอุปกรณ์ตัวเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ ของอินพุต และค่าจากที่ตัวนับ ถ้าหากทั้งสองสัญญาณมีค่าเท่ากันส่งค่าความต่างศักย์ 0 โวลต์ออกมา (ลอจิก 0) ถ้าไม่เท่ากันก็จะส่งความต่างศักย์ที่ไม่ใช่ 0 โวลต์ออกมา (ลอจิก 1) ซึ่งค่าความต่างศักย์ที่ออกมา จะนำมาเข้าลอจิกเกต "และ "กับ สัญญาณนาฬิกา จะได้ค่าลอจิกออกมา ถ้าผลลัพธ์ออกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาแสดงว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์เท่าที่ต้องการ สัญญาณนาฬิกาก็จะไปทำให้ตัวนับนับเพิ่มขึ้นต่อไป และเมื่อได้ค่าผลลัพธ์ดิจิตอลที่ต้องการแล้ว ค่าที่ได้จาก ตัวเปรียบเทียบจะให้ค่าความต่างศักย์เป็น 0 (ลอจิก 0) ซึ่งเมื่อนำมาเข้าลอจิกเกต "และ "กับสัญญาณนาฬิกาแล้ว ก็จะให้ลอจิก 0 ซึ่งทำให้ตัวนับไม่นับเพิ่มอีก ก็จะได้ค่าดิจิตอลจากตัวนับที่ต้องการ จากคำอธิบายข้างต้นจะได้กราฟของ V_0 ดังนี้



ภาพที่ 2.6 Output voltage Graph from A/D converter

ข้อเสียของวิธีนี้ คือ การนับต้องเริ่มนับที่ 0 เสมอ และนับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ช้าเอาท์พุตที่ได้จะมี delay จึงไม่ค่อยนิยมใช้เท่าที่ควร จึงได้เปลี่ยนตัวนับเป็นแบบนับลงได้ด้วย ซึ่งจะอ้างอิงระดับจากระดับเก่า ทำให้ไม่จำเป็นต้องนับ 0 ใหม่ เมื่อมีการเปลี่ยนอินพุตใหม่ แต่ให้อ้างอิงกับผลลัพธ์เดิมทำให้ได้ผลลัพธ์เร็วขึ้น Successive Approximation ใช้หลักการของ "binary search" ในการหาคำตอบ โดยนำค่าผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับค่ากึ่งกลางของช่วง เพื่อให้ทราบว่า ค่านั้นๆ มากกว่า หรือน้อยกว่า โดยจะปรับช่วงให้แคบลงมาเรื่อยๆแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์กับค่ากึ่งกลางของช่วงไปเรื่อยๆจนได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น เลขที่เป็นคำตอบคือ 3 จากช่วงของคำตอบที่ 0-7 ครั้งแรกเอาค่า)0+7)/2 = 4 มาเปรียบเทียบ ได้ผลว่า คำตอบที่ต้องการอยู่ในช่วงที่น้อยกว่า 4 ครั้งที่ 2 ก็เลือกค่า)0+4)/2 = 2 มาเปรียบเทียบ ได้ผลว่าคำตอบที่ต้องการอยู่ในช่วงที่มากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 4

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

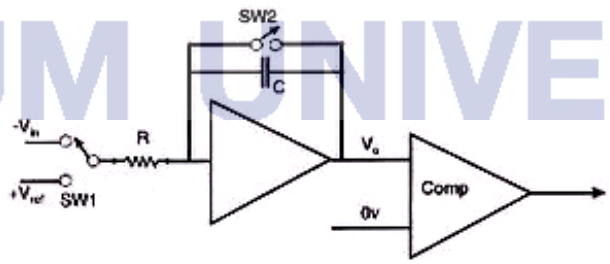
ครั้งที่ 3 ก็เลือกค่า)2+4)/2 = 3 มาเปรียบเทียบได้ผลว่าคำตอบที่ต้องการจากหลักการที่กล่าวมาอาจเขียนflowchart

ข้อดีของวิธีนี้ คือ เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ n รอบ แน่นอน)สำหรับ n bit converter ซึ่งอ้างอิงได้ 2n ระดับ และระดับ V_{in} ที่คงที่ ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าแบบ "Counting Algorithm" แต่มีข้อเสีย คือถ้า V_{in} เปลี่ยนทันทีทันใด ขณะที่กำลังทำ binary search อยู่นั้น คำตอบที่ได้จะผิดพลาด ตัวอย่างเช่นเปลี่ยน V_{in} จาก 5 Volt เป็น 2 Volt ช่วงของ V_{in} คือ 1-7 ใช้ n = 3 (เพราะว่า 23 = 8) ครั้งแรก ใช้ 4 เปรียบเทียบกับ V_{in} ซึ่งเท่ากับ 5 โวลต์ พบว่า อยู่ในช่วง lower ได้ 1xx ครั้งที่ 2 ใช้ 2 เปรียบเทียบกับ V_{in} (ซึ่งเท่ากับ 5 โวลต์ (พบว่า อยู่ในช่วง upper ได้ 10x ครั้งที่ 3 ใช้ 3 เปรียบเทียบกับ V_{in} ซึ่งเท่ากับ 5 โวลต์ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จะผิดพลาดได้100 Dual-Slope ADC ใช้หลักการของวงจร Integrator ทำงานร่วมกับตัว Comparator

Input Voltage มี 2 ตัว คือ ค่าความต่างศักย์อนาล็อกที่ต้องการแปลงเป็นดิจิตอล -(V_{in}) และความต่างศักย์ที่คงที่ค่าหนึ่ง (V_{ref}) และมีสวิตช์ SW1 ซึ่งทำหน้าที่เลือกค่าสัญญาณ จากวงจรตอนเริ่มต้นสวิตช์ SW2 ทำหน้าที่คายประจุของตัวเก็บประจุ C แล้วจึงเปิด SW2 ออก เมื่อสวิตช์ SW1สับมาที่ $-V_{in}$ จากวงจร Integrator

slope มีค่าเท่ากับ ค่า t ที่ใช้มีค่าคงที่ t_m เมื่อ t เพิ่มจากศูนย์ถึง t_m ให้SW1 สับไปที่ V_{ref} จะได้สมการ slope มีค่า สมมติ ช่วงเวลาตั้งแต่ความต่างศักย์ที่ t_m จนความต่างศักย์เป็น 0 มีค่าเท่ากับ t_n ได้ดังแสดงในรูป

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



Dual Slope A/D converter .

ภาพที่ 2.7 Dual Slope A/D Converter

จากหลักของสามเหลี่ยมคล้าย จะได้สมการ เนื่องจาก V_{ref} และ t_n มีค่าคงที่ สัญญาณอนาล็อกขึ้นกับค่า t_n เพราะการควบคุมการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอล ที่ขึ้นกับค่า t_n การแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลจะทำโดยจับคู่ค่า t_n กับเอาต์พุตค่าๆ หนึ่ง ตามความเหมาะสมสำหรับ V_{ref} นั้นๆ เหมือนการเทียบค่าในตาราง ความเร็วของการแปลงสัญญาณแบบนี้ ขึ้นอยู่กับ V_{in} และ Slope ของวงจร integrator โดยธรรมชาติแล้ว ลักษณะของตัวเปรียบเทียบเองนั้น จะไม่เป็นอุดมคติ คือจะมีผลต่างของความต่างศักย์อยู่ V โวลต์ แม้ว่าจะต่ออินพุตทั้งสองลงกราวด์แล้วก็ตาม ซึ่งถ้า V_{ref} ที่ใช้อยู่นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าผลต่างของความต่างศักย์ที่เกิดจากตัวเปรียบเทียบ ความชันก็จะน้อย ทำให้เวลา tm ใช้เวลานานมาก กว่าที่จะพ้นค่าความต่างศักย์ที่เกิดจากตัวเปรียบเทียบ เราจึงต้องนำค่าความต่างศักย์มาเพิ่มให้กับ V_{ref} เพื่อหาผลลัพธ์

Flash Converter

หลักการของ Flash Converter คือ การใช้การแบ่งแรงดันเป็น Voltage หลายๆ ค่า แล้วเปรียบเทียบกับ V_{in} เป็นคู่ๆ พร้อมกัน แล้วกระทำการทาง logic จากรูปมี Voltage เปรียบเทียบ 8 bit ค่าความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากค่าความต้านทานที่ต่อเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ที่ได้นั้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ V_{in} แล้วมากกว่าก็จะปล่อยลอจิกออกมา ถ้ามากกว่าก็จะให้ลอจิก 1 ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากันก็จะให้ลอจิก 0 วิธี Flash Converter นี้จะเร็วที่สุด แต่ใช้อุปกรณ์ทาง Hard ware มากกว่าแบบอื่นๆ

การแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล มีประโยชน์มากในการควบคุมอุปกรณ์สวิตชิ่ง ซึ่งมีลักษณะการแปลงสัญญาณได้หลายวิธี แต่ละวิธีจะมีอัลกอริทึม ความรวดเร็วในการทำงาน และการใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างกันด้วย ทำให้ขนาด และราคาต่างกัน ขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้ที่จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานที่ใช้และงบประมาณที่มีอยู่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

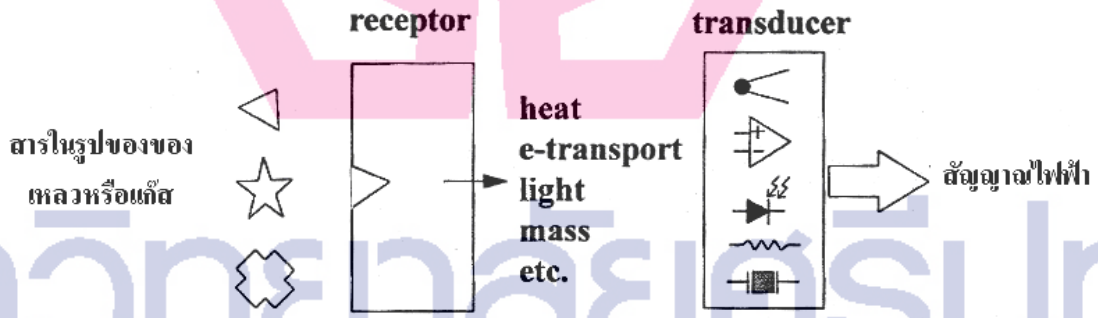
เซนเซอร์

เซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือปริมาณทางกายภาพต่างๆและเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ การวัดและตรวจจับปริมาณทางกายภาพต่างๆของเซนเซอร์มักถูกกำหนดตามความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตในการที่จะตรวจสอบควบคุมค่าตลอดจนการนำตัวแปรทางกายภาพเหล่านั้นไปใช้งาน ดังนั้นเงื่อนไขซึ่งเป็นปัจจัยในการเลือกเซนเซอร์ไปใช้งานจึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปริมาณทางกายภาพที่จะทำ

การวัด

หัววัดแก๊สชนิดสารกึ่งตัวนำ (semiconductor gas sensor)

หัววัดแก๊สจัดได้ว่าเป็นหัววัดทางเคมี (chemical sensors) ชนิดหนึ่ง ซึ่งตามนิยามโดยทั่วไปแล้ว หัววัดแก๊สจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสมบัติทางไฟฟ้า เช่น ค่าความต้านทาน และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศโดยรอบของหัววัด โดยหัววัดแก๊สจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ฟังก์ชันของตัวรับ (receptor function) ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้แยกแยะชนิดและปริมาณโมเลกุลของแก๊ส โดยอาศัยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของแก๊สกับวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์หัววัด ส่วนที่สองเป็นฟังก์ชันของตัวทรานสดิวซ์ (transducer function)ซึ่งส่วนนี้จะทำหน้าที่แปลงผลของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าหรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยในส่วนของฟังก์ชันของตัวทรานสดิวซ์นั้นจะขึ้นกับวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์หัววัดแก๊ส ตัวอย่างเช่น หัววัดแก๊สชนิดสารกึ่งตัวนำ พบว่าผลของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างแก๊สกับสารกึ่งตัวนำจะสามารถวัดออกมาได้ง่ายในรูปของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้า ขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางด้านอื่นอาทิเช่น สมบัติทางแสง และความถี่กำทอนจะเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์หัววัดชนิดอื่นมากกว่า ในภาพที่ 2.8 แสดงโครงสร้างโดยทั่วไปของหัววัดทางเคมี



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างพื้นฐานของหัววัดทางเคมี

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

หัววัดแก๊สชนิดสารกึ่งตัวนำเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดแก๊ส ซึ่งมีหลักการทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าไปตามชนิดและปริมาณของแก๊สที่ดูดซับ (adsorb) อยู่บริเวณพื้นผิว โดยหัววัดแก๊สชนิดสารกึ่งตัวนำได้ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดยไซยามะและคณะ (Seiyama et al.) ในปี 1962 ซึ่งได้ประดิษฐ์หัววัดแก๊สจากสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ออกมาในรูปของฟิล์มบางเพื่อใช้เป็นตัวตรวจวัดสัญญาณ (detector) สำหรับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี และในปีเดียวกันทากุชิ (Taguchi) ได้ประดิษฐ์หัววัดแก๊สที่ทำจากทินออกไซด์ (SnO2) ขึ้น ต่อมาในปี

ค.ศ.1968 ได้มีการประดิษฐ์หัววัดแก๊สจากทินออกไซด์แบบเซรามิกในเชิงการค้าขึ้นเป็นครั้งแรก โดย บริษัท ฟิกาโร เอ็นจิเนียริ่ง (Figaro Engineering Inc.)

หัววัดแก๊สสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับว่าใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก เช่น อาจแบ่งตามลักษณะสมบัติที่เปลี่ยนแปลง แบ่งตามชนิดของวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์ แบ่งตามลักษณะโครงสร้างของหัววัด หรือ แบ่งตามลักษณะการทำงาน โดยหัววัดแก๊สแบบสารกึ่งตัวนำเป็นหัววัดแก๊สที่ถูกจำแนกโดยชนิดของวัสดุที่ใช้ประดิษฐ์ และลักษณะการทำงานซึ่งอาศัยประโยชน์จากลักษณะสมบัติของสารกึ่งตัวนำ กล่าวคือเมื่อมีโมเลกุลของแก๊สเข้ามาดูดซับที่ผิวของสารกึ่งตัวนำ จะทำให้เกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างโมเลกุลของแก๊สกับสารกึ่งตัวนำซึ่งส่งผลทำให้ความต้านทานของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ประดิษฐ์หัววัดเปลี่ยนแปลงการวิจัยและพัฒนาหัววัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำ ได้มีการดำ เนินการอย่างกว้างขวางต่อเนื่องมานับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เหตุผลที่ทำให้หัววัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำได้รับความนิยมศึกษาในวงกว้าง เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ อาทิเช่น

- ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ มีขนาดเล็ก สะดวกสำหรับการพกพา (เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวิเคราะห์)
- มีความไวในการตอบสนอง (response) และการคืนสภาพ (recovery) ที่ดีต่อทั้งแก๊สออกซิไดส์ (oxidizing gas) และแก๊สรีดิวส์ (reducing gas)
- มีโครงสร้างที่แข็งแรงเมื่อเปรียบเทียบกับหัววัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากสารอินทรีย์
- มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติจากความเข้มข้นของแก๊สเป็นปริมาณทางไฟฟ้าทำให้ง่ายต่อการแปลงผลสำหรับการตรวจวัดชนิดและปริมาณของแก๊สชนิดต่างๆ ดังนั้นจึงทำให้มีการประดิษฐ์หัววัดแก๊สสำหรับตรวจวัดแก๊สชนิดต่างๆ ปรากฏออกมาเป็นจำนวนมาก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ความต้องการของระบบการตรวจวัดออกซิเจน

- ตัวตรวจจับออกซิเจนที่มีความไวสูง และมีช่วงการทำงานที่สามารถครอบคลุมปริมาณออกซิเจน 0-100 %
- วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล เพื่อการแปลงสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากตัวตรวจจับออกซิเจน และสัญญาณที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล จะถูกส่งไปยังส่วนประมวลผลต่อไป
- ส่วนประมวลผล (ไมโครคอนโทรลเลอร์) เพื่อใช้ในการประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่ได้ทำการแปลงจากตัวตรวจจับออกซิเจนนำมาเปรียบเทียบกับระดับที่ตั้งไว้ในโปรแกรม และควบคุมการทำงานของส่วนแสดงผลที่เป็นตัวเลข (LCD) และควบคุมการส่งสัญญาณเสียง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การเลือกใช้เซนเซอร์

ภาพที่ 3.1 ออกซิเจนเซนเซอร์ KE-25

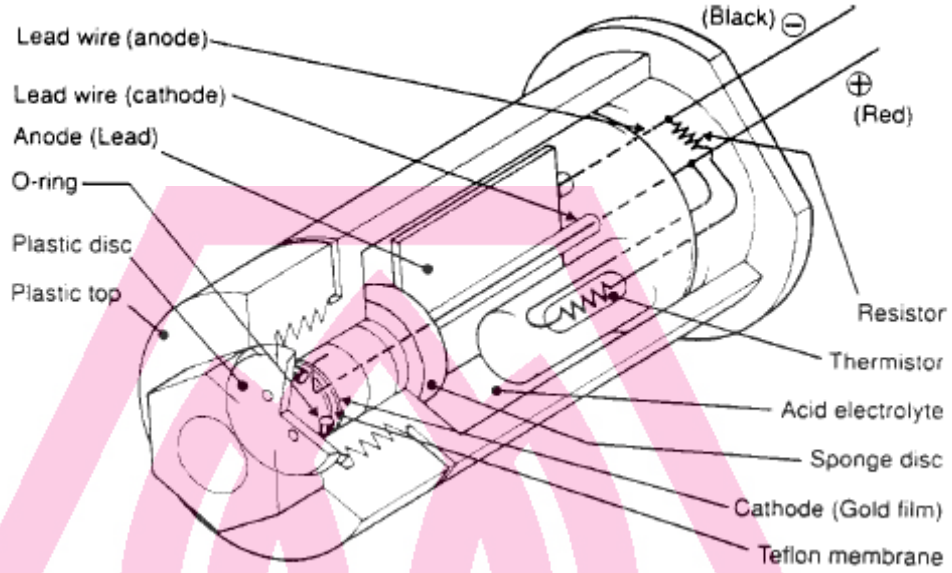
เซนเซอร์ออกซิเจน หรือ ตัวตรวจจับออกซิเจนชนิดนี้ มีคุณสมบัติที่คล้ายการทำงานของแบตเตอรี่ (Electrochemical sensor) ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลไฟฟ้าเคมีใช้ความเป็นกรดอิเล็กทรอไลต์เป็นหลัก ตัวเซนเซอร์ออกซิเจนนี้มีความเป็นพิเศษที่อายุการใช้งานและทนทานต่อสารเคมีภายนอก โดยมีคุณลักษณะพิเศษดังนี้

- อายุการใช้งานนาน (KE-25 ประมาณ 5 ปี)
- ไม่มีผลกระทบต่อคาร์บอนไดออกไซด์
- ให้แรงดันเอาท์พุทที่สูง
- ราคาถูก
- ไม่จำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากภายนอก
- ไม่ต้องใช้เวลานานสำหรับการเริ่มใช้งาน
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิปกติ

หลักการทำงานของออกซิเจนเซนเซอร์

จากภาพที่ 3.2 เซ็นเซอร์ออกซิเจนที่เลือกใช้งาน มีขั้วสำหรับการต่อใช้งาน 2 ขั้ว เป็นขั้วแอโนด และขั้วออกซิเจนแคโทดที่สร้างขึ้นจากทองคำ กับกรดอิเล็กทรอไลต์อ่อนๆ หลักการทำงาน คือ เมื่อโมเลกุลของออกซิเจนตกกระทบเซลอิเล็กทรอไลต์ ที่ต่ออยู่กับเมมเบรน โดยจะส่งผ่านไปยังกรดอิเล็กทรอไลต์ ทำให้เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี และเกิดดารลดทอนลงที่ขั้วแคโทดที่สร้างขึ้นจากทองคำ จากปฏิกิริยาดังกล่าวจึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบริเวณขั้วทั้งสอง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในตัวเซนเซอร์จะแปรผันตามกับปริมาณออกซิเจนที่ทำการตรวจวัด โดยที่เอาท์พุทที่นำไปใช้งานจะแสดงออกมาเป็นแรงดัน ซึ่งวงจรภายในของขั้วทั้งสองของเอาท์พุท จะต่ออยู่กับความต้านทานกับเทอร์มิสเตอร์ แรงดันเอาท์พุทที่ได้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามปริมาณออกซิเจนที่ตรวจวัด

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

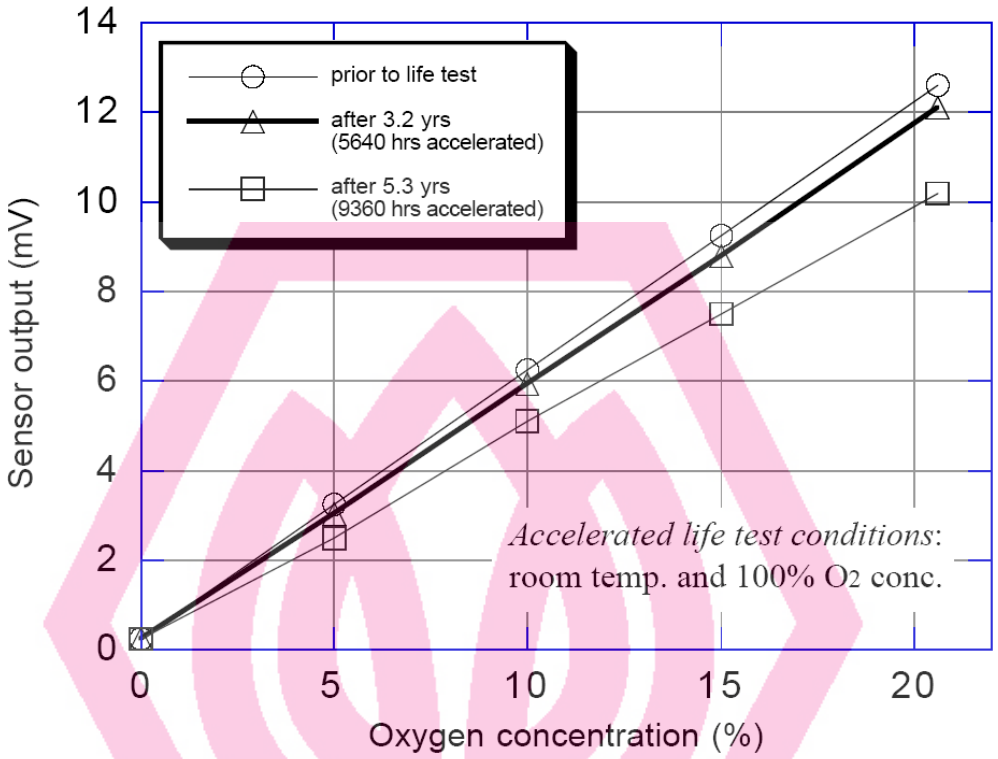


ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของออกซิเจนเซนเซอร์ KE-25

จากหลักการทำงานของเซนเซอร์ข้างต้นจะพบว่า การใช้งานของเซนเซอร์ชนิดนี้ไม่ต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากภายนอก แต่ในทางกลับกันกับให้แรงดันออกมาที่ขั้วใช้งานทั้งสอง โดยค่าของแรงดันที่ได้มีค่าที่สูงมาก แสดงให้เห็นว่ามีการตอบสนองที่ไว ทำให้ในการตรวจวัดค่าออกซิเจน สามารถแสดงผลได้เร็วเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน และยังให้ค่าแรงดันเอาท์พุทที่มีลักษณะเป็นเชิงเส้น ทำให้ง่ายต่อการออกแบบ

จากกราฟในภาพที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง เปอร์เซนความหนาแน่นของออกซิเจน (Oxygen Concentration) กับ แรงดันเอาท์พุทของเซนเซอร์ (Sensor Output) ที่อายุการใช้งานตั้งแต่ 5,640 ชั่วโมง หรือ 3.2 ปี กับ อายุการใช้งานตั้งแต่ 9,360 ชั่วโมง หรือ 5.3 ปี จะพบว่าแรงดันเอาท์พุทของเซนเซอร์จะลดลง เมื่อมีอายุการใช้งานที่มากขึ้น ซึ่งในสภาวะปกติจะมีออกซิเจนอยู่ที่ 21 % ในอากาศ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพที่ 3.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง เปอร์เซนต์ความหนาแน่นของออกซิเจน(Oxygen Concentration) กับ แรงดันเอาท์พุทของเซนเซอร์ (Sensor Output)

จะเห็นได้ว่า แรงดันเอาท์พุทสูงสุดที่ได้จากเซนเซอร์ จะมีค่าอยู่ที่ 12 .5 mV โดยเอาท์พุทของเซนเซอร์ที่มีอายุการใช้งานไปแล้ว 3.2 ปี จะอยู่ในช่วง 12 mV และหลังจาก 5 ปี จะลดลงเหลือที่ 10 mV โดยอายุการใช้งานนั้นสามารถดูได้จากแรงดันเอาท์พุทที่ลดลง 30 % จากค่าแรงดันเอาท์พุทเริ่มต้น ซึ่งก็หมายถึงว่าอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 5 ปี

จากกราฟดังกล่าวเมื่อจะนำเซนเซอร์ไปใช้งาน ต้องได้รับการขยายแรงดันเพิ่มขึ้น 200 เท่า จะทำให้แรงดันเอาท์พุท ที่ความหนาแน่นของออกซิเจน 21 % มีค่าเท่ากับ 2.5 V และจะมีค่าลดลงเป็นเชิงเส้นตามลำดับ จากนั้นแรงดันเอาท์พุทจะส่งไปยัง ภาคแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลที่สำคัญสำหรับการเลือกใช้ออกซิเจนเซนเซอร์ เบอร์ KE-25 และKE-50

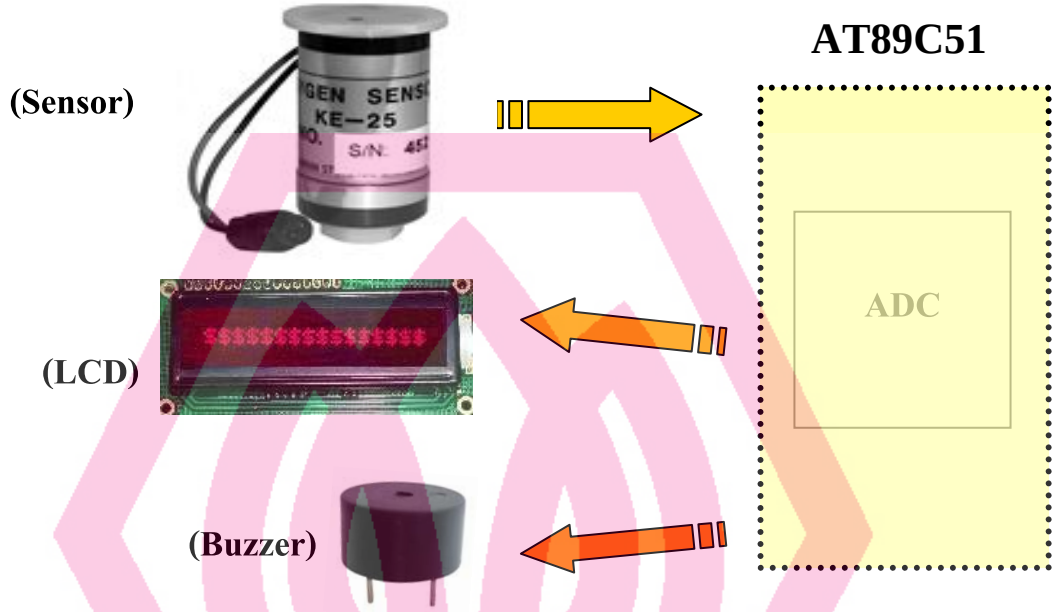
Characteristics	KE-25	KE-50
1. Detection Range	O_2 : 0-100%	O_2 : 0-100%
2. Accuracy	± 1%	± 2%
3. Response Time (90%)	approx. 12 sec.	approx 60 sec.
4. Life (in air at 20˚C)	900,000 %-hours (approx. 5 years)	1,800,000 %-hours (approx. 10 years)
	Life will be variable depending on exposed oxygen concentration, operation/storage temperatures, etc.	
5. Principle	Acid electrolyte (acetic acid: pH = approx. 6) Use of F.E.P. (fluor carbonide) membrane for O_2 diffusion Built-in temperature compensation circuit	
6. Specifications	Output voltage in air Linearity (tested and selected at 0% and 100% of O_2), etc.	
7. Operating Temperature	Standard: 5˚C to 40˚C (effective range of internal temperature compensation circuit) * Application of an external thermistor is possible	
8. Storage Temperature	Standard: -20˚C to +60˚C * For a short period, sensor can be stored at +70˚C	
9. Influence from Other Gases	Virtually no inluence from CO_2, SO_2, H_2S, H_2, CO, NOx, etc. Possible influence from high concentrations of amnmonia Possible influence by ozone	
10. Effects of Air Pressure	Continuous use in pressure range from 0.5 atm to 1.5 atm (for a short period of time, at 2.0 atm) Output voltage changes in proportion to ambient pressure changes Good repeatability during cyclical pressure changes	
11. Shock and Vibration	Resistant to 2.7G Strong vibration should be avoided	
12. Required Volume of Sample Gas	minimum 2-3ml/min. (approx.)	

การประยุกต์ใช้งาน

- ทางการแพทย์
- ทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร
- ทางด้านความปลอดภัย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

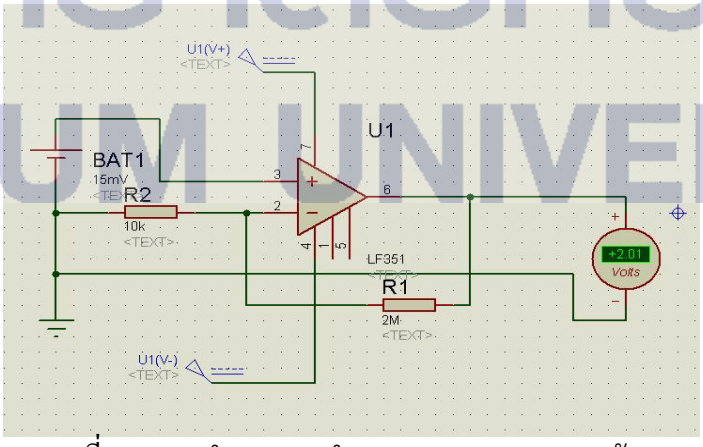


ภาพที่ 3.4 โครงสร้างของระบบการตรวจวัดออกซิเจน

จากโครงสร้างของระบบการตรวจวัดออกซิเจนจากภาพที่ 3.4 จะมีทั้งหมด 4 ส่วน ด้วยกัน ซึ่งประกอบไปด้วย ออกซิเจนเซนเซอร์เบอร์ KE-25, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS51) เบอร์ AT89C51, ส่วนแสดงผล 2 ส่วน คือ แสดงผลแบบเสียง (Buzzer) และแสดงผลเป็นตัวอักษร (LCD)

การออกแบบการเชื่อมต่อออกซิเจนเซนเซอร์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์

วงจรขยายแรงดัน



ภาพที่ 3.5 การจำลองการทำงานของวงจรขยายแรงดัน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

จากภาพที่ 3.5 เป็นการจำลองการทำงาน ของวงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (simulate proteus) ซึ่งเป็นวงจรขยายแรงดัน โดยใช้ไอซีเบอร์ LF351 ซึ่งเป็นออปแอมป์ เพื่อขยายแรงดันเอาท์พุทที่ได้จากออกซิเจนเซนเซอร์ ขณะที่ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนได้ 21 % โดยปกติจะมีค่าเท่ากับ 12.5mV ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จะต้องถูกส่งต่อไปยังส่วนของ การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ดังนั้นจำเป็นต้องขยายแรงดันให้เพียงพอต่อภาคอินพุทของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ในที่นี้ต้องทำการขยายถึง 200 เท่า จะทำให้แรงดันเอาท์พุทเพิ่มเป็น 2.5 โวลท์ และจะมีค่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงโดยมีลักษณะเป็นเชิงเส้น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ทำการวัด

โดยจำลองให้ BAT 1 ใช้แทนเอาท์พุทที่ออกจากออกซิเจนเซนเซอร์ และถูกส่งผ่านไปยังขาอินพุทด้านบวกของออปแอมป์เบอร์ LF351 ที่ถูกต่อเป็นวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส ความต้านทาน R1 และ R2 เป็นตัวกำหนดอัตราขยายของวงจร ผลลัพธ์จากการจำลองการทำงานของวงจรส่วนขยายแรงดันจะถูกแสดงด้วยมิเตอร์วัดแรงดันในโปรแกรมจำลองการทำงาน โดยผลจากการจำลองได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการจำลองการทำงานของวงจรขยายแรงดัน

แรงดันอินพุทที่ขา 3	**แรงดันเอาท์พุทที่ขา 6**	**อัตราขยาย**
1 mV	0.2	200
3 mV	0.6	200
5 mV	1	200
7 mV	1.4	200
9 mV	1.8	200
12.5 mV	2.5	200

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สูตรและการคำนวณทางทฤษฎี

$$Gain = \frac{Vout}{Vin}$$

$$V_o = (\frac{Rf}{Ri} + 1)\, Vi$$

$$= (\frac{2M}{10K} + 1)\, 12.5 \qquad = 2.51\ V$$

การออกแบบและเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องจากโครงสร้างของระบบมีความต้องการวงจรการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) จากการศึกษาถึงความแตกต่างของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบต่างๆ ที่มีวงจรการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ภายในตัวเอง และมีความละเอียดพอเพียงกับสำหรับงานวิจัยนี้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 เบอร์ AT89C51AC3 ของบริษัท ATMEL

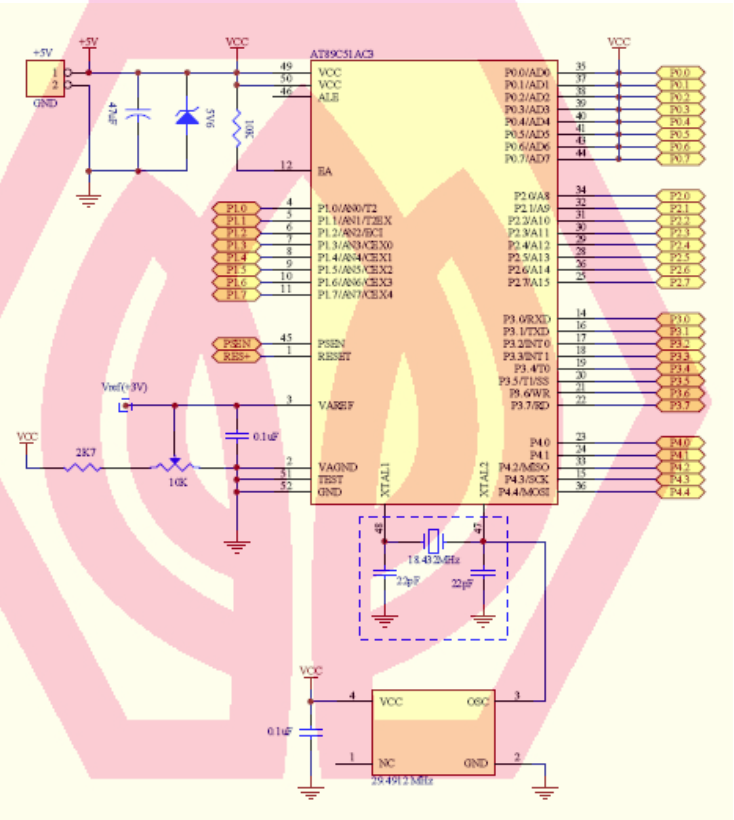
โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานในโหมดความเร็ว 2 เท่า (X2 Mode) ได้ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz โดยคุณสมบัติเด่นๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่

- มีหน่วยความจำ Flash สำหรับเขียนโปรแกรมขนาด 64 Kbytes
- มี EEPROM ขนาด 2KByte สำหรับเก็บข้อมูล และ สามารถเขียนซ้ำได้กว่า 1 ล้านครั้ง
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต จำนวน 5 พอร์ต (P0,P1,P2,P3 และ P4 (5Bit))
- มี RAM ใช้งาน 2304 Byte (ERAM 2048 Byte + IRAM 256 Byte)
- มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต และมีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ชุด
- มีวงจร ADC ขนาด 10บิต จำนวน 8 ช่อง (ใช้ Port-P1 โดยกำหนดจากโปรแกรม)
- มีวงจร Watchdog, Power-ON Reset, Capture/Compare, PWM

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบ ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แยก ADC กับ MCU ออกจากกัน กับไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในตัวมีภาค ADC จึงทำให้เห็นข้อดีของ MCU ที่มี ADC ในตัว ดังนี้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

- ราคาถูกกว่า
- ความซับซ้อนในการต่อวงจรที่น้อยกว่าแบบแยก
- โหลดลดลง
- สามารถลดขนาดของแผ่นวงจรโดยรวมได้

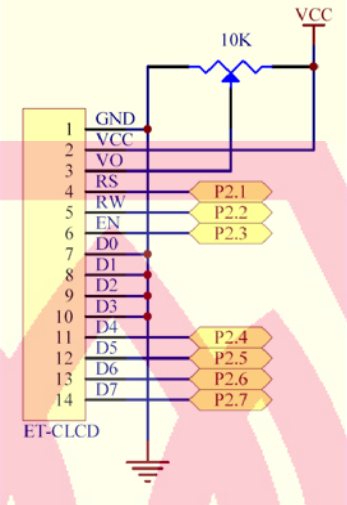


ภาพที่ 3.6 วงจรไฟฟ้าของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากภาพที่ 3.6 แสดงการต่อขาต่างๆ เพื่อใช้งานกับ อินพุท และเอาท์พุทภายนอก โดยพอร์ท P1.0 ถูกต่อเข้ากับเอาท์พุทของวงจรออปแอมป์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้จากออกซิเจนเซนเซอร์ โดยที่ภายในพอร์ท P1.0 ถูกโปรแกรมให้เป็นวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลภายในตัวเอง และส่งต่อไปยังส่วนของการเปรียบเทียบค่าของระดับแรงดันค่าที่ต่างกัน ตามปริมาณของออกซิเจน ผลจากการเปรียบเทียบข้างต้นจะถูกส่งไปแสดงทันที หากค่าของออกซิเจนที่ได้มีค่าอยู่ในระดับที่เป็นอันตราย ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะแจ้งเตือนผ่านทางเสียง (Buzzer), ไดโอดเปล่งแสง (LED) และตัวเลขซึ่งแสดงปริมาณออกซิเจนในขณะนั้นทางจอแอลซีดี (LCD)

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

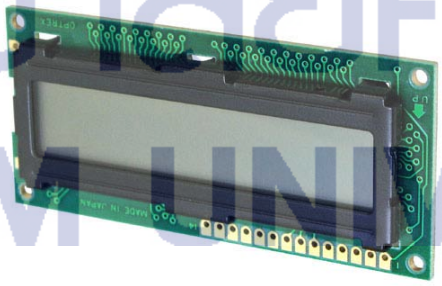
การออกแบบส่วนแสดงผล



ภาพที่ 3.7 การเชื่อมต่อแอลซีดีกับไมโครคอนโทรลเลอร์

จากภาพที่ 3.7 ส่วนของการแสดงผลทาง LCD ซึ่งถูกโปรแกรมให้สามารถแสดงเป็นตัวอักษร และ ตัวเลขได้ โดยใช้พอร์ท P2.0 - P2.7 โดยในแต่ละบิตของพอร์ท P2 จะถูกต่อเข้ากับส่วนแสดงผลแอลซีดี (LCD) ที่ตำแหน่งของขาที่ตรงกัน ดังภาพที่ 3.8

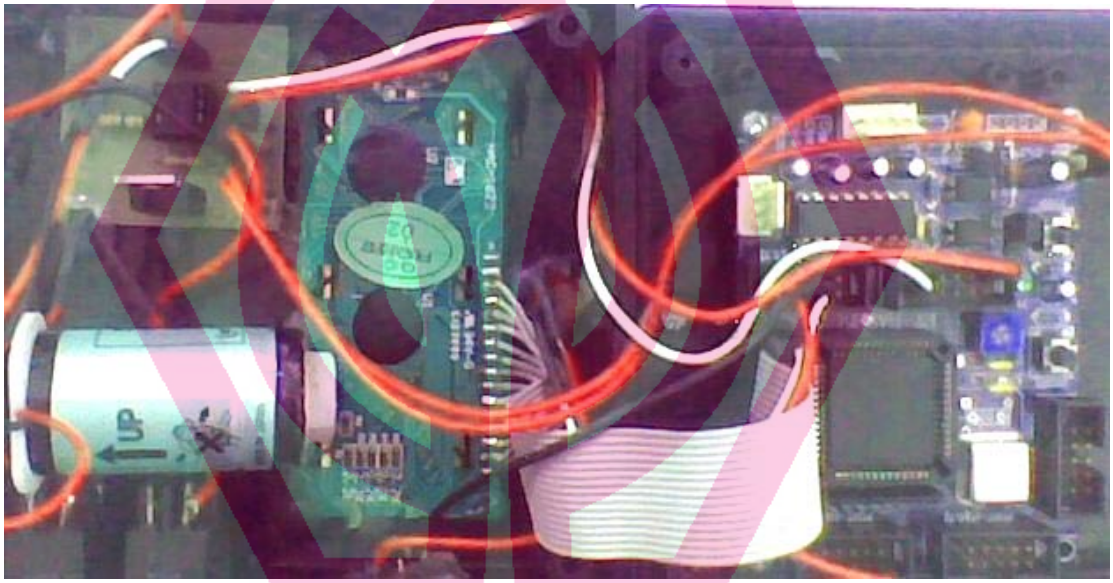
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GND	+VCC	VO	RS	RW	EN	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7



ภาพที่ 3.8 แสดงการจัดเรียงขาสัญญาณของ Character LCD มาตรฐาน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ในภาพที่ 3.8 แสดงถึงตำแหน่งของขาที่ใช้งานของแอลซีดี โดยตำแหน่งของพอร์ท P2.0 - P2.7 จะถูกระบุชัดเจน D0-D3 ถูกต่อลงกราวด์ P2.4 - P2.7 ต่อเข้ากับ D4-D7 ตามลำดับ ส่วนตำแหน่งของพอร์ทที่เหลือ จะเป็นสัญญาณควบคุมต่างๆ นอกจากโปรแกรมที่แสดงผลเป็นด้วยแอลซีดี (LCD) แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังได้ถูกออกแบบให้มีการแสดงผลในรูปแบบของเสียง โดยมีการต่อใช้งานที่พอร์ท P3.2 และ VCC ในกรณีที่ปริมาณออกซิเจนน้อยลงในระดับที่เป็นอันตราย



ภาพที่ 3.9 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอินพุทและเอาท์พุท

ซึ่งรูปแบบในการเตือนด้วยเสียง ได้ออกแบบโปรแกรมให้มีความแตกต่างของระดับความถี่ของเสียง โดยจะมีความถี่ที่สูงขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายมาก และการแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง (LED) โดยต่อเข้ากับพอร์ท P3.3 และ VCC ซึ่งถูกโปรแกรมให้มีการทำงานคล้ายกับการแจ้งเตือนด้วยเสียง คือ จะแสดงในรูปแบบของการเปล่งแสง ในลักษณะของการกระพริบ โดยจะมีความถี่ในการกระพริบที่สูงขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายมาก และการเชื่อมต่อของเครื่องวัดออกซิเจนทั้งระบบแสดงดังภาพที่ 3.9

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดสอบ

การทดสอบการทำงานของเครื่องมือวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย เป็นการวัดออกซิเจนในห้องโดยสารรถยนต์ โดยเชื้อเพลิงที่ใช้ของเครื่องยนต์ของกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกัน ดังนี้

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซิน 95 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง

จากการข้อมูลสำหรับการทดสอบข้างต้น กลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบเป็นรถยนต์ยี่ห้อโตโยต้า โคโลล่า รุ่น อัลติส ซึ่งมีการควบคุมมาตรฐานไอเสีย ระดับที่ 7 (Emission Standard Step 3) ด้วยกันทั้งเครื่องยนต์ขนาด 1600 ซีซี และ 1800 ซีซี

เครื่องมือในการทดสอบ

- GasAlert MicroClip multi-gasdetector BW Model : MC-XW00-Y-EU-00

ก) ข)

ภาพที่ 4.1 เครื่องวัดออกซิเจน ที่นำมาเปรียบเทียบในการทดสอบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.1 เป็นเครื่องวัดออกซิเจนที่นำมา วัดเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ออกแบบ โดยมีการแสดงผลเป็นเปอร์เซนต์ของออกซิเจนที่วัดได้เช่นเดียวกัน ในภาพที่4.1 ก) จะเป็นตัวเซนเซอร์ออกซิเจนที่ใช้ในเครื่อง GasAlert MicroClip multi-gasdetector

- เครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือนเมื่อลดลงถึงระดับอันตราย ที่สร้างจากงานวิจัยนี้ ดังภาพที่ 4.2 ก) และ ข)

ก) ออกซิเจนเซนเซอร์ ข) เครื่องวัดระดับออกซิเจน

ภาพที่ 4.2 เครื่องวัดระดับออกซิเจนในอากาศเพื่อแจ้งเตือน
เมื่อลดลงถึงระดับอันตราย ที่สร้างจากงานวิจัยนี้

การติดตั้งเครื่องทดสอบ

การติดตั้งเครื่องมือวัดฯ ทั้ง 2 เครื่อง จะติดตั้งบริเวณคอลโซลหน้า ในที่ๆ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และไม่ลดวิสัยทรรศในการขับขี่

ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

- วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์จอดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 นาที
- วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์เคลื่อนที่
- วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานเป็นเวลา 15 นาที
- รถยนต์กลุ่มตัวอย่างละ 5 คัน
- บันทึกผลในตารางการทดสอบ และหาค่าเฉลี่ยของระดับออกซิเจนที่วัดได้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตารางบันทึกผลการทดสอบ

กรณีที่ 1

วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์จอดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 นาที รอบการทำงานของเครื่องยนต์อยู่ที่เดินเบา (850 รอบ/นาที) เปิดระบบปรับอากาศตามการใช้งานปรกติ แต่ปิดช่องอากาศเข้าจากภายนอก

ตารางที่ 4.1 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 1

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ทำงาน โดยรถยนต์จอดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 นาที					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.6	20.5	20.6	20.5	20.5	20.5
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.5	20.6	20.6	20.6	20.7	20.6
LPG	20.8	20.7	20.6	20.6	20.7	20.7
NGV	20.8	20.6	20.7	20.7	20.8	20.7

ตารางที่ 4.2 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 1

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ทำงาน โดยรถยนต์จอดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 นาที					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.9	20.9	20.8	20.9
LPG	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
NGV	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

กรณีที่ 2

วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์เคลื่อนที่ ลักษณะการทดสอบเสมือนการใช้รถยนต์ปรกติ ในสภาวะที่ระบบปรับอากาศทำงาน ปิดช่องอากาศเข้าจากภายนอก

ตารางที่ 4.3 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 2

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์เคลื่อนที่					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.7	20.6	20.6	20.6	20.7	20.6
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.6	20.7	20.6	20.6	20.8	20.7
LPG	20.8	20.8	20.5	20.6	20.7	20.7
NGV	20.7	20.7	20.7	20.6	20.8	20.7

ตารางที่ 4.4 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 2

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์เคลื่อนที่					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
LPG	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
NGV	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9

กรณีที่ 3

วัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานเป็นเวลา 15 นาที กรณีนี้ทดสอบขณะที่รถจอดและดับเครื่องยนต์ ปิดระบบปรับอากาศ ปิดกระจกและช่องทางอากาศเข้าทุกส่วน

ตารางที่ 4.5 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วยเครื่องวัดฯ จากงานวิจัย กรณีที่ 3

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานเป็นเวลา 15 นาที					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.6	20.6	20.7	20.7	20.6	20.6
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.5	20.5	20.7	20.6	20.6	20.6
LPG	20.7	20.6	20.4	20.6	20.6	20.6
NGV	20.8	20.6	20.5	20.6	20.5	20.6

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6 ระดับออกซิเจนที่วัดได้ภายในห้องโดยสาร ด้วย GasAlert MicroClip กรณีที่ 3

เชื้อเพลิง	ระดับออกซิเจน (%) ขณะเครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานเป็นเวลา 15 นาที					ค่าเฉลี่ย
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	
เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.8	20.9	20.9	20.9
เบนซิน 95 แก๊สโซฮอล	20.9	20.9	20.9	20.8	20.8	20.9
LPG	20.9	20.8	20.9	20.9	20.9	20.9
NGV	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบที่ได้ ตารางที่ 4.1 และ 4.2 เป็นการวัดระดับของออกซิเจน ในกรณีที่ 1 คือ การวัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์จอดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 นาที รอบการทำงานของเครื่องยนต์อยู่ที่เดินเบา (850 รอบ/นาที) เปิดระบบปรับอากาศตามการใช้งานปรกติ แต่ปิดช่องอากาศเข้าจากภายนอก เปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องมือวัด 2 เครื่องเพื่อเทียบเคียงผลของค่าที่วัดได้

จะพบว่าค่าที่ได้จากเครื่องมืองานวิจัยฯ จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีความไวต่อระดับของออกซิเจนมากกว่า เครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ) GasAlert MicroClip (และเมื่อทดสอบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ ใช้น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้น้ำมันเบนซิน 95 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง และใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง โดยมีค่าเฉลี่ยของระดับออกซิเจนในห้องโดยสารเท่ากับ 20.5%, 20.6%, 20.7% และ 20.7% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าจากเครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20.9%, 20.9%, 20.9% และ 20.9% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 เป็นการวัดระดับของออกซิเจน ในกรณีที่ 2 คือ การวัดระดับออกซิเจน ขณะเครื่องยนต์ทำงานโดยรถยนต์เคลื่อนที่ ลักษณะการทดสอบเสมือนการใช้รถยนต์ปรกติ ในสภาวะที่ระบบปรับอากาศทำงาน ปิดช่องอากาศเข้าจากภายนอก เปรียบเทียบกันระหว่างเครื่องมือวัด 2 เครื่องเพื่อเทียบเคียงผลของค่าที่วัดได้

ค่าที่ได้จากการอ่านของเครื่องมือที่สร้างจากงานวิจัยฯ จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไวต่อสภาวะแวดล้อม หรือระดับของออกซิเจนมากกว่า เครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ) GasAlert MicroClip(โดยเมื่อทดสอบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ ใช้น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้น้ำมันเบนซิน 95 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง และใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าเฉลี่ยของระดับออกซิเจนในห้องโดยสารเท่ากับ 20.6%, 20.7%, 20.7% และ 20.7% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าจากเครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20.9%, 20.9%, 20.9% และ 20.9% ตามลำดับ

และผลจากการทดสอบในตารางที่ 4.5 และ 4.6 เป็นการวัดระดับของออกซิเจน ในกรณีที่ 3 คือ การวัดระดับออกซิเจน ขณะที่รถยนต์จอดและดับเครื่องยนต์ ปิดระบบปรับอากาศ ปิด

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

กระจกและช่องทางอากาศเข้า ออกของช่องทางปรกติทุกส่วน ในระหว่างการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจะจอดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันคือ บริเวณที่โล่งแจ้ง หรือกลางแดด

ซึ่งค่าที่ได้จากการอ่านของเครื่องมือที่สร้างจากงานวิจัยฯ ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงที่ไวต่อสภาวะแวดล้อม หรือระดับของออกซิเจนมากกว่า เครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ) GasAlert MicroClip(เช่นเดียวกับทั้งสองกรณีทดสอบที่ข้างต้น โดยเมื่อทดสอบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ ใช้น้ำมันเบนซิน 91 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้น้ำมันเบนซิน 95 แก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิง, ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง และใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง จะมีค่าเฉลี่ยของระดับออกซิเจนในห้องโดยสารเท่ากับ 20.6%, 20.6%, 20.6% และ 20.6% ตามลำดับ ในขณะที่ค่าจากเครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20.9%, 20.9%, 20.9% และ 20.9% ตามลำดับ

ดังนั้นจากผลการทดสอบข้างต้นที่ได้ ชี้ให้เห็นว่าเครื่องมือที่สร้างจากงานวิจัยฯ สามารถทำงานได้เช่นเดียวกับเครื่องที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ ภายใต้เงื่อนไขการทดสอบ และขอบเขตการทำงานที่กำหนดเช่นเดียวกัน และยังมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับออกซิเจนบริเวณโดยรอบที่ทำการวัดมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

การนำเครื่องมือที่สร้างจากงานวิจัยฯ ไปใช้งานต้องติดตั้งให้อยู่ในลักษณะที่กำหนดในการใช้งาน คือ ต้องวางหรือติดตั้งให้ออกซิเจนเซนเซอร์ตั้งขึ้นในแนวตั้งหรือตั้งฉากกับแนวระนาบ เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของเซนเซอร์ชนิดนี้ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการอ่านค่าของเซนเซอร์และการประมวลผล ในส่วนการพัฒนาเครื่องมือที่สร้างจากงานวิจัยฯ ให้ใช้งานได้ครอบคลุม หรือเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับในงานด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น ควรพัฒนาทางด้านกายภาพ คือขนาดให้มีขนาดที่เล็กลง โดยเฉพาะระบบแหล่งจ่ายพลังงาน ที่มีขนาดที่ใหญ่อยู่มาก ขณะที่ระยะเวลาของการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 2.5-3 ชม.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

[1]. D. Arenius, D. Curry, A. Hutton, K. Mahoney, S. Prior, H. Robertson, "INVESTIGATION OF PERSONAL AND FIXED HEAD OXYGEN DEFICIENCY HAZARD MONITOR PERFORMANCE HELIUM GAS", Thomas Jefferson National Accelerator Facility (JLAB), Virginia, 23606, USA

[2]. Ignacy Gryczynski, Zygmunt Gryczynski, Govind Raob and Joseph R. Lakowicz, "Polarization-based oxygen sensor", University of Maryland School of Medicine, Department of Biochemistry and Molecular Biology, Center for Fluorescence Spectroscopy, 725 West Lombard Street, Baltimore, MD 21201, USA, Medical Biotechnology Center and Department of Chemical and Biochemical Engineering, University of Maryland Biotechnology Institute, 725 West Lombard Street, Baltimore, MS 21201, USA.

[3]. Gary Graham and Margaret A. Kenny, "Performance of a Radiometer Transcutaneous Oxygen Monitor in a Neonatal-Intensive-Care Unit",CLINICAL CHEMISTRY.

[4]. www.oxygraf.com, "Oxygen Deficiency Detector Applications" and "Oxygen properties", Oxygraf, USA.

[5]. Mark Swiderek, Mark Timmins, Bill Galbraith, " Non-Invasive Monitoring of Oxygen Consumption by 3-Dimensional Tissue Constructs", BD Biosciences Discovery Labware, Bedford,

[6]. Ramez E. N. Shehada, Vasilis Z. Marmarelis, Fellow, IEEE, Hebah N. Mansour, and Warren S. Grundfest, "Laser Induced Fluorescence Attenuation Spectroscopy:Detection of Hypoxia".

[7]. นายสนอง คำชมภู, "อันตรายจากการระเบิดของท่อออกซิเจน" กรณีศึกษา : ท่อบรรจุออกซิเจนระเบิด ที่อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2550, วิทยาลัยป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย วิทยาเขตขอนแก่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย.

[8]. www.apollosz.com

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY