ออกซิเจนมิเตอร์
Oxygen Meter

ธิติ กุ้งแก้ว
Thiti Kungkaew
พงศธร ตันตินันทกุล
Pongsatorn Tantinantakul

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559

ออกซิเจนมิเตอร์

Oxygen Meter

โดย

ธิติ กุ้งแก้ว

พงศธร ตันตินันทกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2559

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ออกซิเจนมิเตอร์

Oxygen Meter

ผู้จัดทำ นาย ธิติ กุ้งแก้ว รหัสประจำตัว 56010607

นาย พงศธร ตันตินันทกุล รหัสประจำตัว 56010777

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาโครงงานสำหรับนักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 4 โดยเป็นส่วนหนึ่งของวิชาโปรเจค 2 โดยเนื้อหาในรายงานเล่มนี้ จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐาน หลักการทำงานของวงจรที่ใช้สร้าง ออกซิเจนมิเตอร์ วงจรไฟฟ้ารวมถึงบทวิเคราะห์และสรุปผล

คณะผู้จัดทำได้เรียบเรียงเนื้อหาต่างๆที่มีความเหมาะสม และสามารถทำความเข้าจำได้ง่าย โดยหวังว่าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่ได้รับความรู้จากรายงานเล่มนี้ไม่มากก็น้อย หากมีข้อผิดพลาดบกพร่องประการใด ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธิติ กุ้งแก้ว

นายพงศธร ตันตินันทกุล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่ออังกฤษ	ก
บทคัดย่อไทย	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขอบเขตการวิจัย	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 Dissoloved Oxygen	3
2.2 หลักการตรวจวัดออกซิเจนในสารละลายแบบแอมเปอโรเมตริก	4
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.4 เซนเซอร์	9
2.5 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็น สัญญาณดิจิตอล	12
2.6 Instrument amplifier	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	14
3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและการวิจัยการทดลอง	14
3.2 ลักษณะการออกแบบวงจร	14
3.3 ส่วนต่างๆของOxygen meter	14
3.4 เครื่องมือและวิธีการวิจัยการทดลอง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 21

4.1 การทดลองคุณสมบัติของ ออกซิเจนมิเตอร์ 21

4.2 ผลการทดลอง 21

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 24

บรรณานุกรม 25

ภาคผนวก 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxygen Meter

Mr.Thiti Kungkaew ID.56010607

Mr.Pongsatorn Tantinantakul ID.56010777

Assoc.Prof. Somsak Cheersirikul

Education Year 2016

Abstract

In the present, Microcontroller has used to control a various device increasingly because it can program with many command, easy to use and practice programming skill to modernize of many things are controlled by microcontroller. This Oxygen meter used Arduino for working control with oxygen sensor and temperature sensor.Communicated by I2C and amplify asignal by instrument amplifier.

From the interoperability of each device. An oxygen meter that can accurately measure oxygen and temperature is theoretically possible. Used to measure oxygen content in water. Analyze bile or wastewater.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนมิเตอร์

นายธิติ กุ้งแก้ว รหัส 56010607

นายพงศธร ตันตินันทกุล รหัส 56010777

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมอุปกรณ์ต่างๆนั้นมีมากขึ้นเรื่อยๆเพราะสามารถโปรแกรมคำสั่งได้หลายรูปแบบและง่ายต่อการใช้งาน และเป็นการฝึกเขียนโปรแกรมเพื่อให้ทันสมัยกับยุคที่หลายๆสิ่งหลายๆอย่างถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกซิเจนมิเตอร์ชิ้นนี้ ใช้บอร์ดArduino เป็นตัวควบคุมการทำงานร่วมกับเซนเซอร์วัดออกซิเจนและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ สื่อสารแบบI2C โดยทำการขยายสัญญาณที่เกิดขึ้นโดยInstrument amplifier

จากการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์แต่ละตัว ทำให้ได้ออกซิเจนมิเตอร์ที่สามารถวัดปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำเป็นไปตามทฤษฎี นำไปใช้ประโยชน์ในการวัดหาปริมาณออกซิเจนในน้ำ วิเคราะห์น้ำดีหรือน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดีทั้งนี้ เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษารองศาสตราจารย์สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และนายธนวิชญ์ อนุวงศ์พินิจ รุ่นพี่ที่ให้คำแนะนำ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่าน นอกจากนี้ขอขอบพระคุณผู้ปกครองที่ช่วยในเรื่องงบประมาณในการทำโครงงานนี้ และให้กำลังใจตลอดมา จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์ด้วยดี และคณะผู้จัดทำได้รับความรู้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้น คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆท่านมา ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวคิดและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมการทำงานของระบบควบคุมทางอิเล็กทรอ-นิกส์เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย เพื่อให้ระบบเหล่านั้นมีความสามารถในการทำงานมากขึ้น โดยสามารเปลี่ยนแปลงการทำงานได้ด้วยการแก้ไขโปรแกรมภายในหน่วยความจำทำให้สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ระบบอัตโนมัติของเครื่องซักผ้า ระบบสมองกลของเครื่องยนต์ เป็นต้น และเนื่องมากจากปัญหาเกี่ยวกับ การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เช่น ปริมาณออกซิเจนไม่พอสำหรับสัตว์น้ำ สิ่งปนเปื้อนในน้ำที่ทำให้น้ำสกปรก เป็นต้น จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าสิ่งที่มีช่วยในการแก้ปัญหาข้างต้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในปริญญานิพนธ์ “Oxygen Meter”

1.2 จุดประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

1.2.2 เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดออกซิเจนในน้ำ

1.2.3 เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิในน้ำ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

ปัญหาเกี่ยวกับการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นสามารถทำได้โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดปริมาณออกซิเจน และแสดงผลออกทางหน้าจอเป็นค่าDO ในหน่วย mg/L

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 สามารถวัดปริมาณออกซิเจนในระดับที่ต่างกันได้

1.4.2 เมื่อใช้อุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจน สามารถแสดงปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิออกทางจอภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ออกซิเจนมิเตอร์เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อจะทราบคุณภาพของน้ำ โดยการใช้เครื่องนี้จะสะดวก วัดได้แม่นยำ รวดเร็วและสามารถพกพาไปใช้นอกสถานที่ได้ ไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างน้ำมาทำกระบวนการทางเคมีซึ่งจะยุ่งยากกว่า

1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.6.1 ฮาร์ดแวร์

- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมและแสดงข้อมูล จำนวน 1 เครื่อง
- บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง
- LMP91000 เพื่อใช้ไบอัสให้กับOxygen sensor จำนวน 1 ตัว
- Thermistor 10kΩ จำนวน 1 ตัว
- LCD สำหรับแสดงผล จำยวน 1 ชิ้น
- Instrument amplifier MCP6N11 จำนวน 1 ตัว
- ADC MCP3423 จำนวน 1 ตัว
- ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ จำนวน 1 ชุด
- สายไฟ จำนวน 1 ชุด
- ถ่าน 9V จำนวน 1 ก้อน

1.6.2 ซอฟต์แวร์

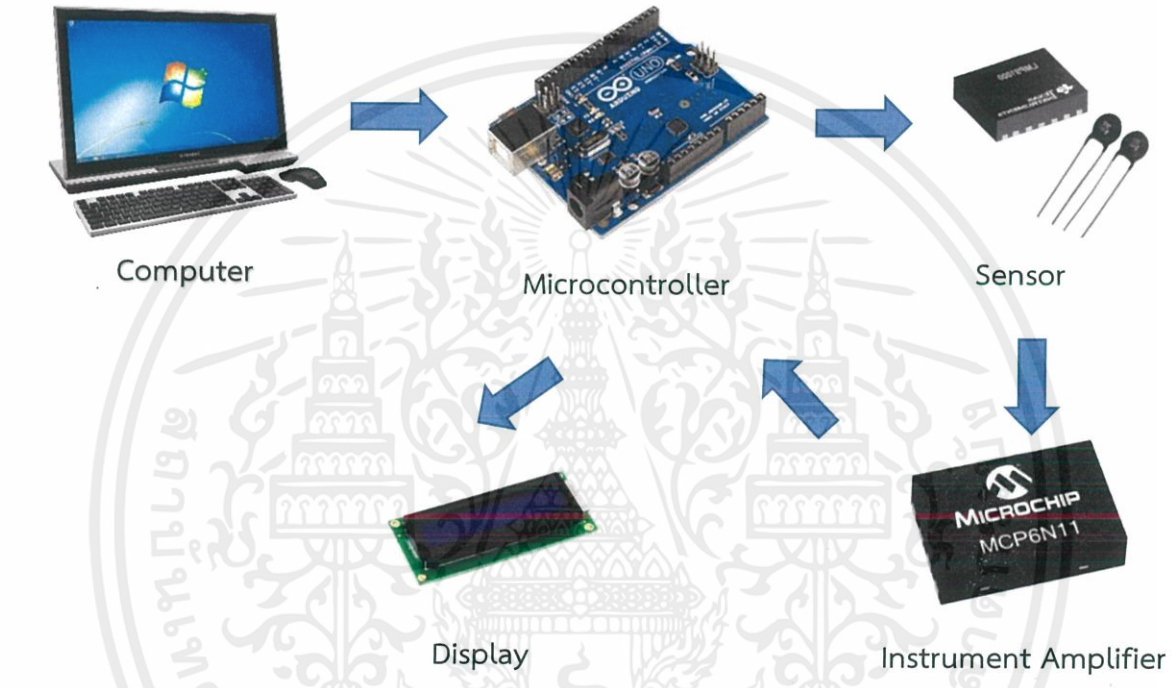
- Arduino 1.6.7 เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ออกซิเจนมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เพื่อให้ทราบคุณภาพของน้ำ โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดออกซิเจนและอุณหภูมิ เอาท์พุทที่ได้ออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า เนื่องจากสัญญาณที่ออกมาจากเอาท์พุทเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จึงทำการขยายสัญญาณ ด้วย instrument amplifier จากนั้นจะแสดงผลลัพธ์ออกมาทางจอภาพ โดยการใช้ฟังก์ชันใน ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2 แสดงภาพการทำงานของระบบ

2.1 Dissolved Oxygen : DO

คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำออกซิเจนเป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่างๆ ของร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต ถ้าหากมีออกซิเจน Dissolved Oxygen ในปริมาณมากหรือน้อยเกินไป สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยปกติออกซิเจนที่ละลายในน้ำ Dissolved Oxygen ได้มาจากบรรยากาศและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ Dissolved Oxygen จะแปรผกผันกับอุณหภูมิ และความเข้มข้นของแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ถ้าหากอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุในน้ำสูง จะทำให้ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง น้ำในธรรมชาติทั่วไปปกติจะมีค่าดีโอ Dissolved Oxygen ประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) ถ้าค่าดีโอต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าน้ำในแหล่งนั้นเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณ DO ในน้ำจะมีได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นกับ 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ, ค่า salinity และความดันบรรยากาศ

1) ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง (น้ำเย็นจะยอมให้ออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำร้อน)

2) ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเค็มลดลง (น้ำจืดจะยอมให้ออกซิเจนละลายได้มากกว่าน้ำเค็ม)

3) ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะลดลงเมื่อค่าความดันลดลง (เมื่ออยู่ในระดับที่สูงขึ้นออกซิเจนจะลายได้น้อยลง)

2.2 หลักการตรวจวัดออกซิเจนในสารละลายแบบแอมเปอโรเมตริก

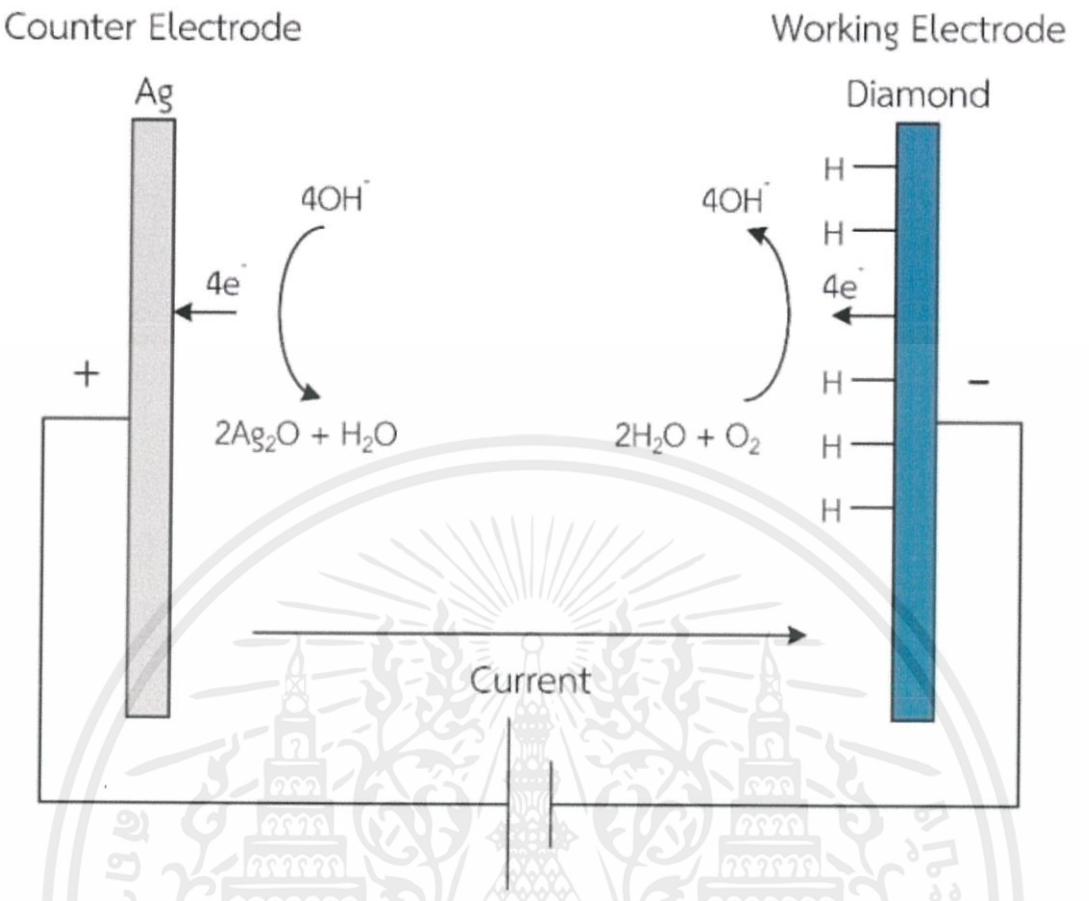
ในการวัดปริมาณออกซิเจนในสารละลายแบบแอมเปอโรเมตริกโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบ 2 ขั้ว และสารละลายอิเล็กโตรไลท์ 0.1 M KCl เมื่อได้รับการไบอัสไฟฟ้าลบทำให้ KCl เกิดการแตกตัวเป็นโพแทสเซียมไอออนและคลอไรด์ไอออนกระจายทั่วไปในสารละลาย ออกวิเจนในสารละลายจะแพร่ไปขั้วไฟฟ้าแคโทดเพชรที่มีไฮโดรเจนอะตอมจึงมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากไฮโดเจนอะตอมไปยังโมเลกุลของน้ำ ดังนั้นไฮโดรเจนอะตอมบนผิวหน้าของเพชรจะแสดงประจุบวกซึ่งเหมือนกับการเกิดโฮลที่โควาเลนท์อิเล็กตรอน เมื่อโมเลกุลของน้ำและออกซิเจนได้รับอิเล็กตรอนทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันมีการแตกตัวกลายเป็นไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ดังสมการ

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

จากนั้น OH^- ที่มีประจุลบจะแพร่ไปยังขั้วไฟฟ้า Ag ที่มีศักย์ไฟฟ้าบวกทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอะตอมของ Ag โดยการรับอิเล็กตรอนจาก OH^- ทำให้กลายเป็น Ag_2O เกาะที่ขั้วไฟฟ้าอาโนดและเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าเคมีในระบบขึ้น

$$4Ag + 4OH^- - 4e^- \longrightarrow 2Ag_2O + H_2O$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีขั้วไฟฟ้าทำงานและขั้วไฟฟ้าช่วย

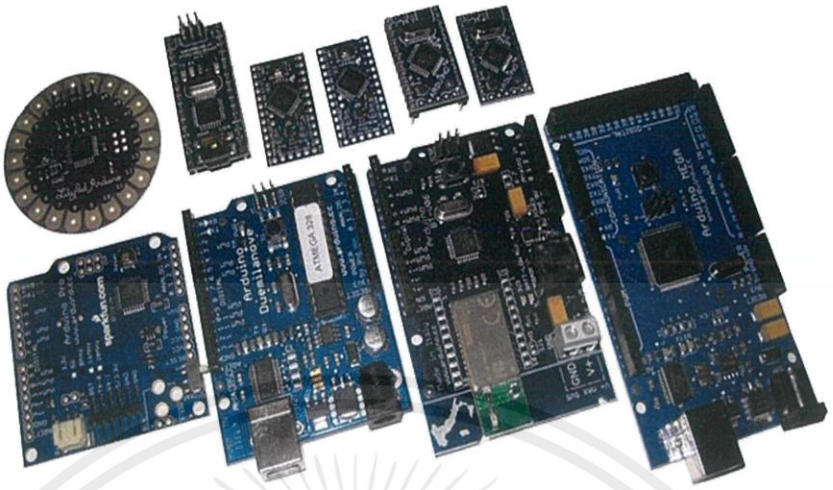
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดออกซิเจน อุณหภูมิ และจอภาพ โดยใช้ Arduino Uno R3

2.3.1 Arduino

Arduino คือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้งานตามที่เราต้องการ สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยการเสียบสาย USB เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยใช้ไฟเลี้ยงจากสาย USB (+5V) ทั้งนี้ Arduino ยังจัดได้ว่าเป็นรูปแบบการพัฒนาประเภทโอเพ่นซอร์ส สามรถเรียกใช้หรือเพิ่มไลบรารีต่างๆเพื่อสะดวกใช้งานตามจุดประสงค์ที่เราต้องการจึงทำให้ Arduino เป็นที่นิยมใช้งานมากในปัจจุบัน คุณสมบัติ Arduino สามารถต่อใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัววัดเซ็นเซอร์ , ตัววัดอุณหภูมิ , มอเตอร์ , รีเลย์ , แอลอีดี และอื่นๆอีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.1 แสดงภาพบอร์ด Arduino แบบต่าง ๆที่นิยมใช้

2.3.2 ข้อดีของบอร์ด Arduino

- ราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับราคาไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอื่นๆ

- โปรแกรมการใช้งานสามารถใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม ทั้ง Windows , Linux และ MacOSX

-เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานเริ่มต้นเนื่องจากยืดหยุ่นในการใช้งานยังเพิ่มไลบารี่ต่างๆเพื่อสะดวกในการเรียกใช้งานฟังก์ชันต่างๆ

- เปิดเผยซอร์สโค้ด และ นำไปพัฒนาต่อยอดได้ – โปรแกรม Arduino ตีพิมพ์แบบเปิดเผยซอร์สโค้ด และสามารถเพิ่มเติมความสามารถผ่าน C++ library, สามารถข้ามไปเล่น AVR C ซึ่งเป็นต้นแบบของ Arduino, และสามารถเพิ่มเติม AVR – C โค้ดได้โดยตรงถ้าต้องการ

- เปิดเผยวงจร และ นำไปพัฒนาขยาย hardware ได้ – Arduino ใช้โมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmel วงจรของบอร์ดตีพิมพ์แบบเปิดเผยวงจรภายใต้ Creative Commons License คุณสามารถนำไปดัดแปลงต่อขยายและเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาการทำงานของมันได้ฟรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 Arduino UNO

Arduino UNO เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega328 ซึ่งมีดิจิตอลอินพุท/เอาท์พุต 14 พอร์ต (มี 6 พอร์ตสามารถใช้เป็น PWM เอาท์พุต), 6 พอร์ตอนาล็อกอินพุท, 16 Mhzceramic resonator , USB Connection , power jack , ICSP Header และ Reset Button และต่างจากบอร์ดอื่นๆ เพราะเป็นบอร์ดที่ไม่มี usb-to-serial

สำหรับบอร์ด Arduino UNO R3 มีรายละเอียดของตัวบอร์ดดังนี้

ตารางแสดงรายละเอียด Ardruino UNO

Microcontroller	Atmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Clock Speed	16 MHz

รูปที่ 2.3.3 แสดงภาพบอร์ด Arduino Uno R3

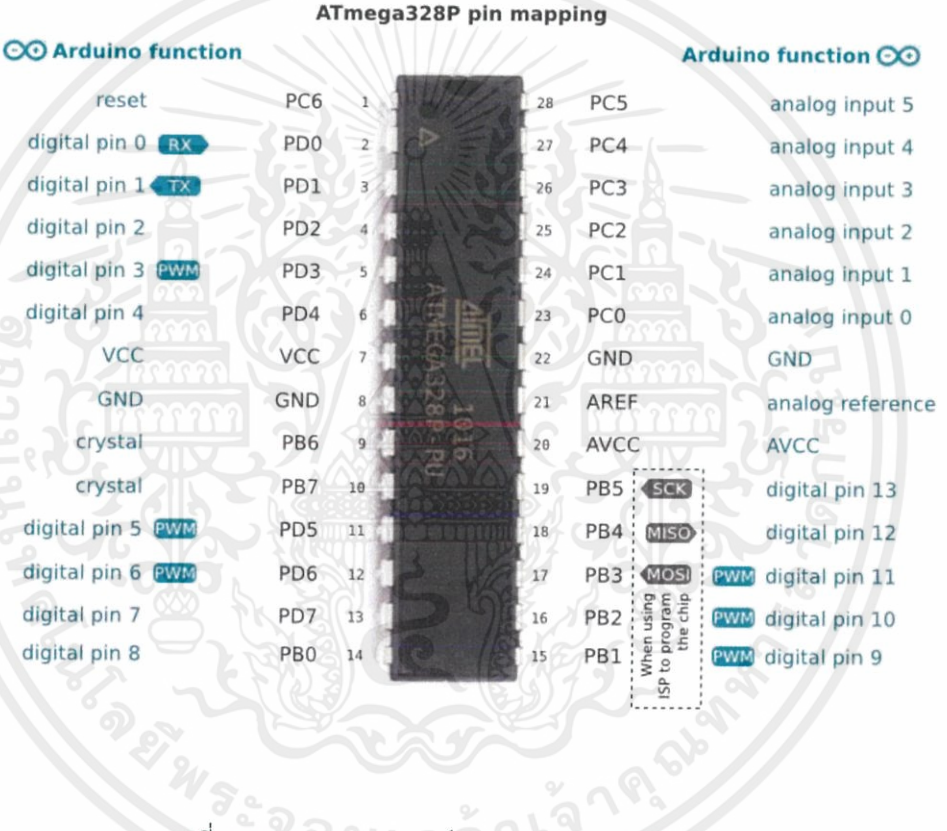
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 หน่วยความจำ

Atmega328 มีหน่วยความจำ 32 KB (โดย 0.5 KB ใช้สำหรับ Bootloader) ซึ่งมี 2KB สำหรับ SRAM และ 1 KB สำหรับ EEPROM

2.3.3.2 พอร์ตอินพุทและเอาท์พุต

พอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของ Arduino UNO มีทั้งหมด 14 ขา สามารถใช้เป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตได้ โดยใช้ฟังก์ชัน pinMode() , digitalWrite() , digitialRead() โดยใช้แรงดันไฟ 5V แต่ละขาสามารถรับกระแสได้มากสุด 40 mA



รูปที่ 2.3.3.2 แสดงขาพอร์ตของ Atmega328

และมีรายละเอียดในแต่ละขาพอร์ตดังนี้

- Serial : 0 (RX) และ 1 (TX) ใช้สำหรับรับ (RX) และส่ง (TX) TTL Serial data แต่ละขาจะต่อตรงกันกับขาของ Atmega8U2 USB-to-TTL Serial ship

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- External Interrupt 2 และ 3 แต่ละขาสามารถปรับเปลี่ยนค่าของอินเตอร์รัพท์ให้เป็น low value , rising หรือ falling edge หรือเปลี่ยนค่าโดยใช้ฟังก์ชัน attachInterrupt()
- PWM 3 , 5 , 9 , 10 and 11 ให้เอาต์พุต 8 บิต PWM โดยใช้ฟังก์ชัน analogWrite()
- SPI 10 (SS) , 11 (MOSI) , 12 (MISO) , 13 (SCK) ขาเหล่านี้จะสนับสนุนการสื่อสารโดยใช้ SPI
- LED 13 เป็นไดโอดเปล่งแสงที่ฝังตัวอยู่ในบอร์ดที่พอร์ตที่ 13 เมื่อเป็นลอจิก High จะสว่าง และถ้าเป็น Low จะดับ
- TWI A4 หรือ SDA และ A5 หรือ SCL สนับสนุนการสื่อสารแบบ TWI โดยใช้ไลบรารี่ Wire
- AREF. เป็น Reference Voltage สำหรับ analog input ใช้ฟังก์ชัน analogReference()
- Reset ถ้าเป็นลอจิก LOW จะเป็นการรีเซ็ทไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 เซนเซอร์

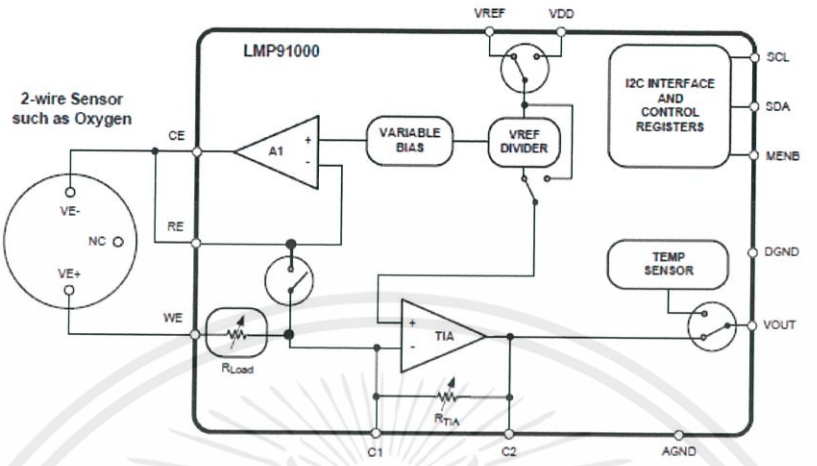
2.4.1 LMP91000

รูปที่ 2.4.1ก LMP91000

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดค่าออกซิเจน และ อุณหภูมิในน้ำ โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตัวนี้ โดยใช้ไฟเลี้ยง 5V สัญญาณเอาท์พุทจะออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า

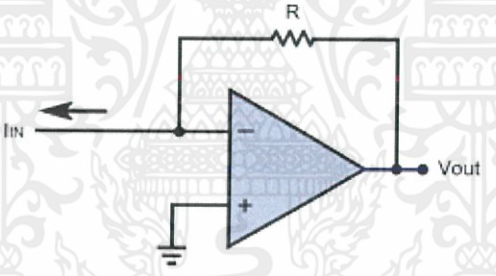
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างวงจรภายในของ LMP91000 เป็นดังนี้



รูปที่ 2.4.1ข แสดงวงจรภายในของ LMP91000

2.4.1.1 Transimpedance Amplifier

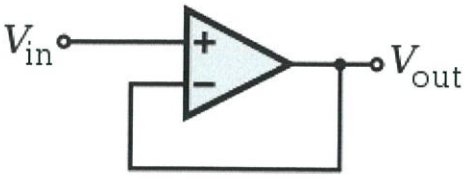


รูปที่ 2.4.1.1 แสดงTransimpedance Amplifier

$$Vout = -I_{in}\ x\ R$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 Buffer Amplifier



รูปที่ 2.4.1.2 แสดงBuffer Amplifier

$$Vout = Vin$$

2.4.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermistor)

รูปที่ 2.4.2 แสดงอุปกรณ์ Thermistor

เทอร์มิสเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ที่ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิโดยรอบเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและแปรผันตรงกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป โดยสามารถนำมาใช้วัดอุณหภูมิได้ละเอียดแม่นยำ ในช่วงที่จำกัด (ประมาณ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส) เทอร์มิสเตอร์จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ แบบPositive Temperature Coefficients (PTC) และแบบNegative Temperature Coefficients (NTC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วงจร แปลงสัญญาณอนาล็อก เป็น สัญญาณดิจิตอล (A/D Converter)

รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์ MCP3423

Analog to Digital Converter (A/D) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลที่ มนุษย์รับรู้ สัมผัสได้ เป็นข้อมูลทางไฟฟ้า เพื่อป้อนเข้าสู่การประมวลผล จึงเป็นขบวนการหนึ่งของการรับข้อมูล (Input Unit)เป็นกระบวนการอีเล็กทรอนิกส์ ที่สัญญาแปรผันต่อเนื่อง (analog) ได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยไม่มีการลบข้อมูลสำคัญผลลัพธ์ของ ADC มีลักษณะตรงข้าม คือ กำหนดระดับหรือสถานะ ตัวเลขของสถานะมักจะเป็นการยกกำลังของ 2 คือ 2, 4, 8, 16 เป็นต้น สัญญาณดิจิตอลพื้นฐานมี 2 สถานะและเรียกว่า binary ตัวเลขทั้งหมดสามารถแสดงในรูปของไบนารี ในฐานะข้อความของ หนึ่งและศูนย์

วงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลมีมากมายหลายชนิด โดยทั่วไปแล้ววงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D converters) มีใช้งานอยู่ประมาณ 7 ชนิดคือ

1. Parallel Comparator, Simultaneous, หรือ Flash A/D converter
2. Single – Ramp หรือ Single – Slope A/D converter
3. Dual – Slope A/D converter
4. Charge balance A/D converter
5. A/D converters using Counters and D/A converters
6. Tracking A/D converters
7. Successive – Approximation A/D converters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Instrument amplifier

รูปที่ 2.6 แสดงอุปกรณ์ MCP6N11

เนื่องจากกระแสหรือแรงดันที่ได้รับสัญญาณจากเซนเซอร์มีขนาดเล็กมาก ดังนั้น จึงต้องมีวิธีการส่งสัญญาณเหล่านี้ไปยังอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สัญญาณมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวน สัญญาณจากเซนเซอร์จึงจะถูกขยายก่อนส่งต่อ โดยตัวขยายที่นิยมใช้ คือ ตัวขยายที่มีคุณสมบัติดังนี้

- มีอินพุทอิมพีแดนซ์สูงมาก แม้ออปแอมป์จะมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูงมากแต่เมื่อต่อแบบลูปปิดจะทำให้อินพุทอิมพีแดนซ์ลดลง

- มีอัตราส่วนการกำจัดสัญญาณโหมดร่วมสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

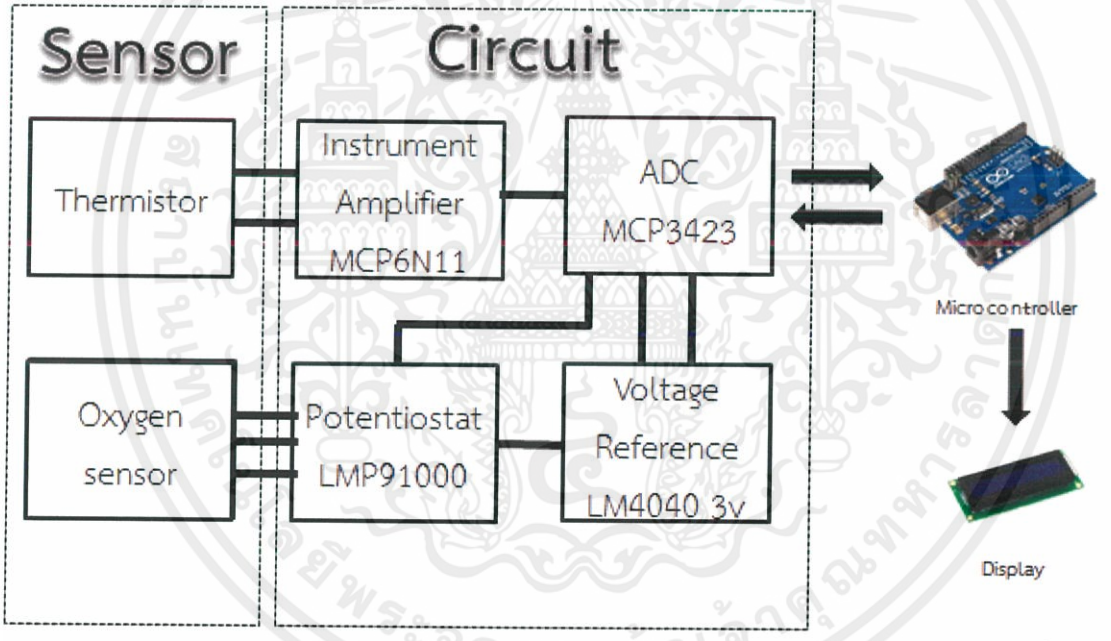
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้าและการวิจัยการทดลอง

ออกซิเจนมิเตอร์ ประกอบด้วยการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานร่วมกัน ซึ่งอุปกรณ์แต่ละตัวจะทำให้อุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนชิ้นนี้มีคุณสมบัติที่เป็นไปตามต้องการ จึงต้องเริ่มศึกษาการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวในวงจร การคำนวณหาค่าที่เหมาะสม จากนั้นนำอุปกรณ์แต่ละตัวมาต่อเข้าด้วยกันเป็นวงจรรวม เมื่อได้วงจรรวมแล้วจะทดสอบวงจรว่าเป็นไปตามคุณสมบัติที่กำหนดหรือไม่ แล้วจึงปรับแก้ต่อไป

3.2 ลักษณะการออกแบบวงจร



รูปที่ 3.2 Block diagram ของ Oxygen Meter

3.3 ส่วนต่างๆของOxygen Meter

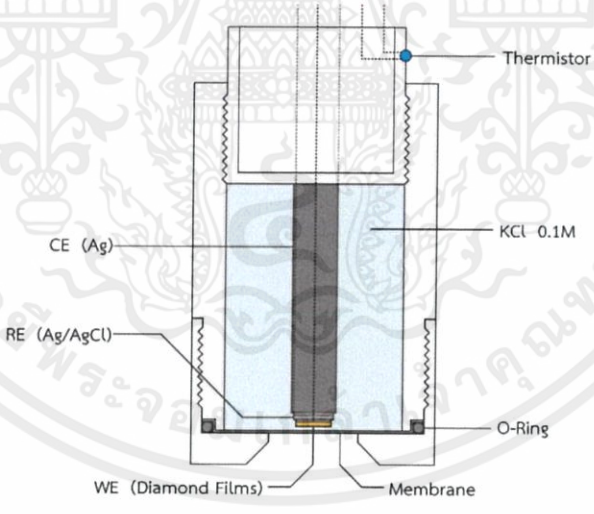
ส่วนที่ 1 การทำงาน**ของ** Arduino Uno R3 **ร่วมกับคอมพิวเตอร์**

ในส่วนนี้ จะทำการเขียน code โดยใช้โปรแกรม Arduino 1.6.7 แล้วทำการโปรแกรมในบอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อควบคุมการทำงานของ LMP91000 และจอแสดงภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 หัววัดออกซิเจนและอุณหภูมิ

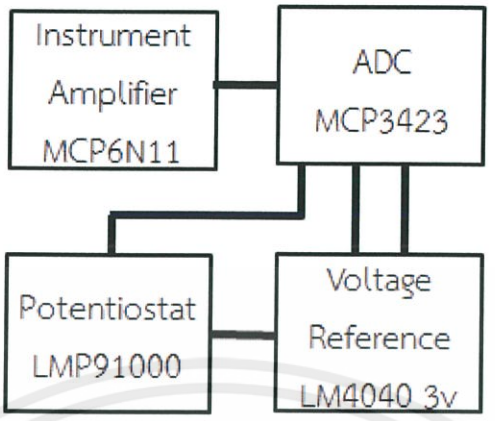
เซ็นเซอร์วัดความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลายนั้นได้จากการนำขั้วไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบรรจุลงไปในวัสดุที่ ทำจากโพลีเอทิลีนที่ถูกเติมสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยมีเยื่อเลือกผ่าน(Membrane)เป็นตัวกั้นระหว่างสารละลายอิเล็กโทรไลต์กับสารละลายตัวอย่าง โดยคุณสมบัติของเยื่อเลือกผ่านจะยอมให้ออกซิเจนผ่านเข้าไปในสารละลายอิเล็กโทรไลต์เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ขึ้นบริเวณขั้วไฟฟ้า ใช้ขั้วไฟฟ้าฟิล์มเพชรที่สร้างขึ้นเป็นขั้วไฟฟ้าทำงาน(WE) ขั้วไฟฟ้าเงิน/เงินคลอไรด์เป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง(RE) ขั้วไฟฟ้าเงินเป็นขั้วไฟฟ้าช่วย(CE) และใช้ KCl ความเข้มข้น 0.1 M เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สำหรับขั้วไฟฟ้าทำงานนั้นจะใช้ลวดเงินเชื่อมกับฐานรองซิลิคอนด้วยกาวเงิน(Silver Paste) ผลของปฏิกิริยารีดอกซ์ ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นซึ่งจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่แพร่ผ่านเยื่อเลือกผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาผลที่ได้คือค่ากระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณออกซิเจนในสารละลาย ทำให้สามารถหาปริมาณออกซิเจนจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยมีเทอร์มิสเตอร์ 10KΩ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นตัววัดอุณหภูมิ อย่างไรก็ตามกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซ็นเซอร์นั้นมีค่าน้อยมากจึงต้องนำไปเชื่อมต่อกับวงจรหัววัดเพื่อแปลงและขยายค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นค่าศักย์ไฟฟ้าและแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าที่ได้เป็นข้อมูลดิจิตอลเพื่อส่งไปยังวงจรประมวลผลเพื่อทำการประมวลผลและแสดงค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์



รูปที่ 3.3ก รูปแสดงส่วนประกอบของหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 วงจรหัววัด

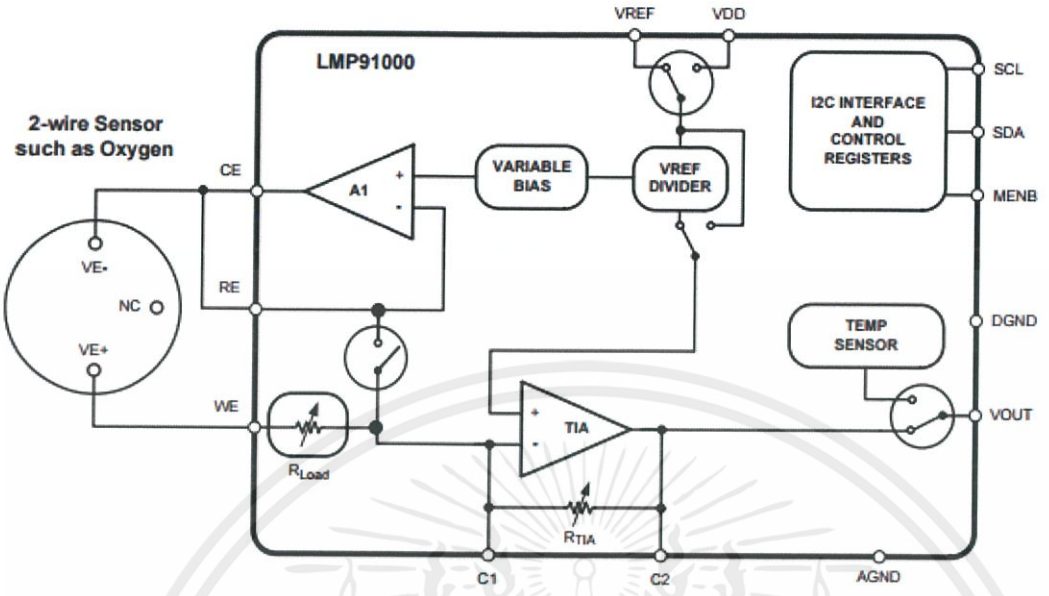


รูปที่ 3.3ข แสดงวงจรภายในหัววัด

วงจรวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลายมีหน้าที่ในการป้อนศักย์ไฟฟ้าและอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ จากนั้นค่าที่อ่านได้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้ในการประมวลผล โดยมีวงจรโพเทนชิโอสแตทใช้สำหรับควบคุมศักย์ไฟฟ้าและอ่านค่าจากเซ็นเซอร์วัดความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลาย วงจร Instrumentation Amplifier ใช้สำหรับอ่านค่าจากเทอร์มิสเตอร์ วงจร Analog to Digital Converter ความละเอียด 18 bits ใช้สำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้จากเซ็นเซอร์และเทอร์มิสเตอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและวงจรศักย์ไฟฟ้าอ้างอิงที่จ่ายให้กับวงจรหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM91000

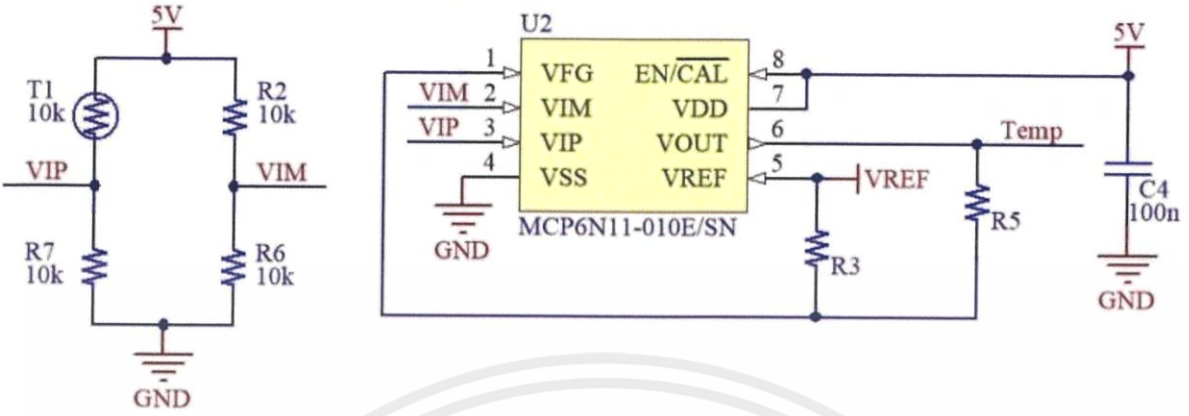


รูปที่ 3.3ค ภาพแสดงวงจรภายในLMP91000

LMP91000 ประกอบด้วยส่วนขยายผลต่างอินพุต(Differential input amplifier) ซึ่งจะเปรียบเทียบความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าทำงานและขั้วไฟฟ้าอ้างอิง เพื่อเป็นแรงดันไบอัสให้ทำงาน ซึ่งสามารถตั้งค่าได้จากไฟฟ้าอ้างอิงที่ป้อนให้ ในที่นี้จะต่อขั้วไฟฟ้าช่วยเข้ากลับขั้วไฟฟ้าอ้างอิง เพื่อทำเป็นวงจรบัฟเฟอร์ศักย์ไฟฟ้าอ้างอิงที่ใช้ภายใน IC นั้นได้มาจากศักย์ไฟฟ้าอ้างอิงภายนอก โดยทำการตั้งค่าศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทำงานและขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่ -0.6 V เพื่อให้เกิดปฏิกิริยารีดักชั่น วงจรTransimpedance amplifier(TIA) จะเชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าทำงาน เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากขั้วไฟฟ้าให้เป็นแรงดัน โดยสามารถปรับอัตราขยายที่ R_{TIA} ได้ และในการออกแบบสามารถต่อความต้านทานและตัวเก็บประจุระหว่างขอ C1 และ C2 สำหรับเป็นวงจร Low pass filter ได้ และการสื่อสารจะใช้แบบ I2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

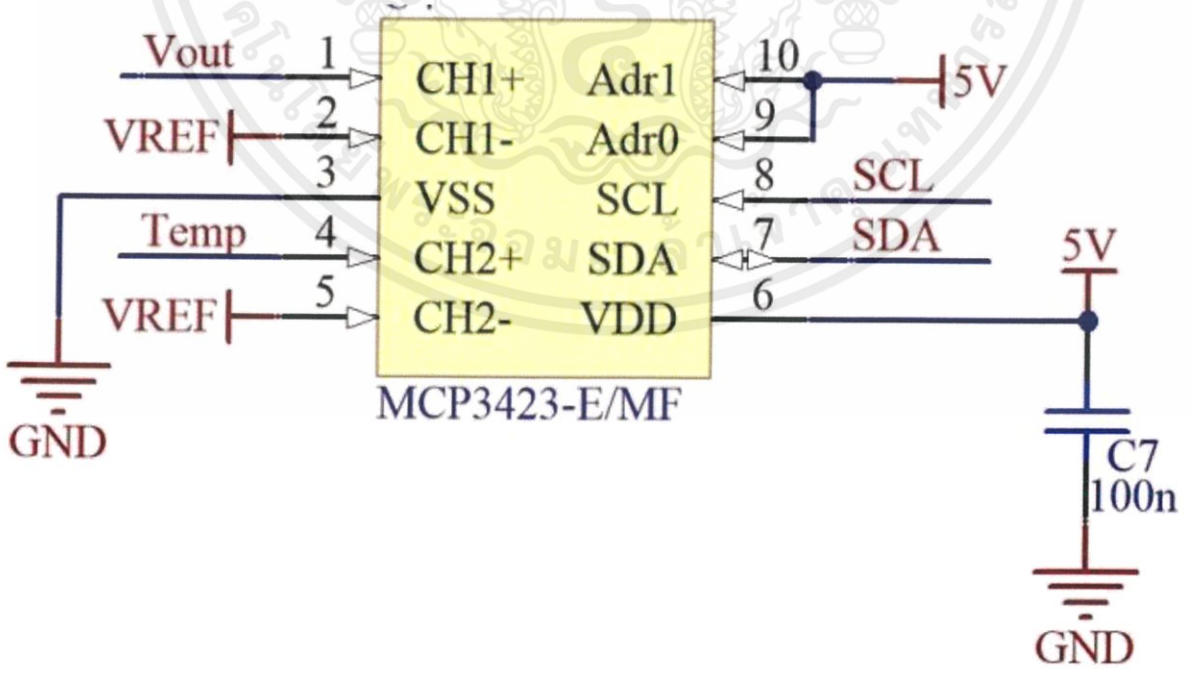
Instrumentation Amplifier และ Wheatstone Bridge



รูปที่ 3.3ง ภาพแสดงวงจรInstrumentation Amplifier และ Wheatstone Bridge

ใช้ IC เบอร์ MCP6N11 เป็นตัววัดค่าความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากวงจรwheatstone Bridge ที่เชื่อมต่อกับเทอร์มิสเตอร์เพื่ออ่านค่าความเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ T1 เปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ค่าศักย์ไฟฟ้า VIP และ VIM ไม่เท่ากัน ดังนั้นสามารถนำค่าความแตกต่างศักย์นี้ไปใช้หาค่าอุณหภูมิได้ โดยIC MCP6N11 ทำหน้าที่ขยายความต่างศักย์ที่ได้จาก VIP และ VIM โดยตั้งอัตราขยายได้จากการต่อตัวต้านทาน R5 และ R3

Analog to Digital Converter (ADC)



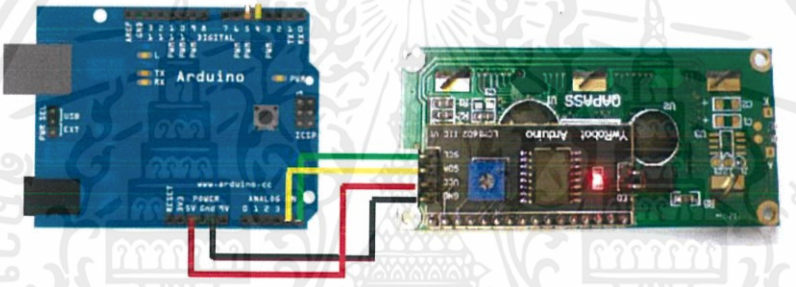
รูปที่ 3.3จ แสดงวงจรADC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรADC ที่ใช้ในวงจรหัววัด ใช้IC เบอร์ MCP3423 ความละเอียด 18bits จำนวนช่องรับสัญญาณ-อนาล็อก 2 ชุด สื่อสารด้วย I2C หลักการทำงานคือรับค่าสัญญาณอนาล็อกที่วงจรInstrumentation Amplifier และวงจรPotentiostat เพื่อแปลงค่าสัญญาณอนาลอกที่ได้ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

ส่วนที่ 4 จอแสดงผล LCD 16*2

ในส่วนนี้จะถูกควบคุมการทำงานโดยส่วนที่ 1 Arduino Uno R3 โดยการโปรแกรมจาก Arduino 1.6.7



รูปที่ 3.3ฉ ภาพแสดงการต่อ LCD 16*2 เข้ากับ Arduino Uno R3

จากรูป 3.2ช เห็นว่า Arduino Uno R3 กับ LCD จะเชื่อมกันโดย ขาGnd และขาVcc ของอุปกรณ์ทั้งสองชิ้นจะต่อเข้าด้วยกัน ส่วนขาSDA และ SCL ของ LCD จะเชื่อมกับ ขาA4 และ A5 ของบอร์ด Arduino Uno R3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องมือและวิธีการวิจัยการทดลอง

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผลการทดลอง

3.3.1.1 Multimeter

3.3.1.2 Computer

3.3.1.3 Thermometer

3.4.2 วิธีวิจัยการทดลอง

ทดลองเขียนโค๊ดลงบน arduino ต่อกับ LMP91000 ป้อนไฟเลี้ยงจาก Computer เข้า aduino ทดลองดูผลว่าสามารถควบคุม LM91000 และจอแสดงผลได้หรือไม่ เมื่อสามารถคุมการไบอัสไฟจาก LM91000 ได้ ก็นำไปวัดค่าออกซิเจนและเทียบให้ตรงกับค่าออกซิเจนมาตรฐาน

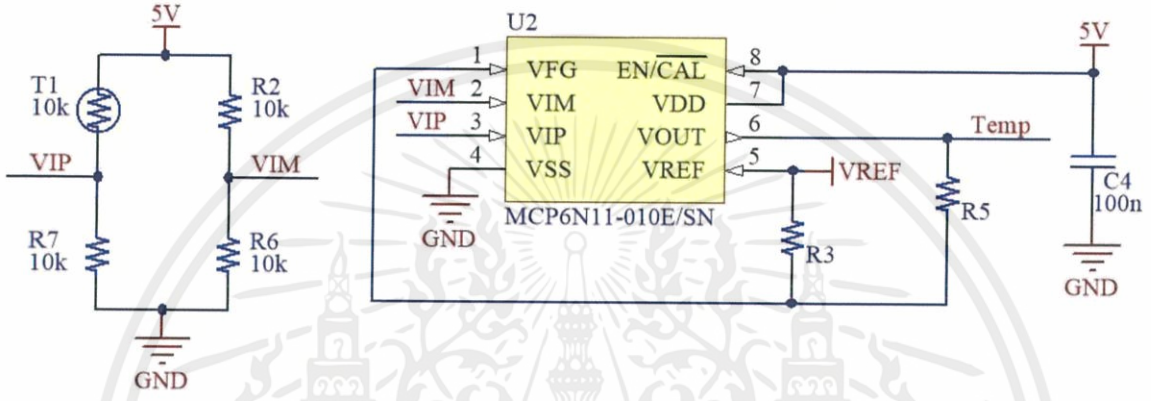
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองคุณสมบัติของ ออกซิเจนมิเตอร์ มีดังต่อไปนี้

4.1.1 การวัดอุณหภูมิที่ได้จาก Thermistor เทียบกับอุณหภูมิจริง

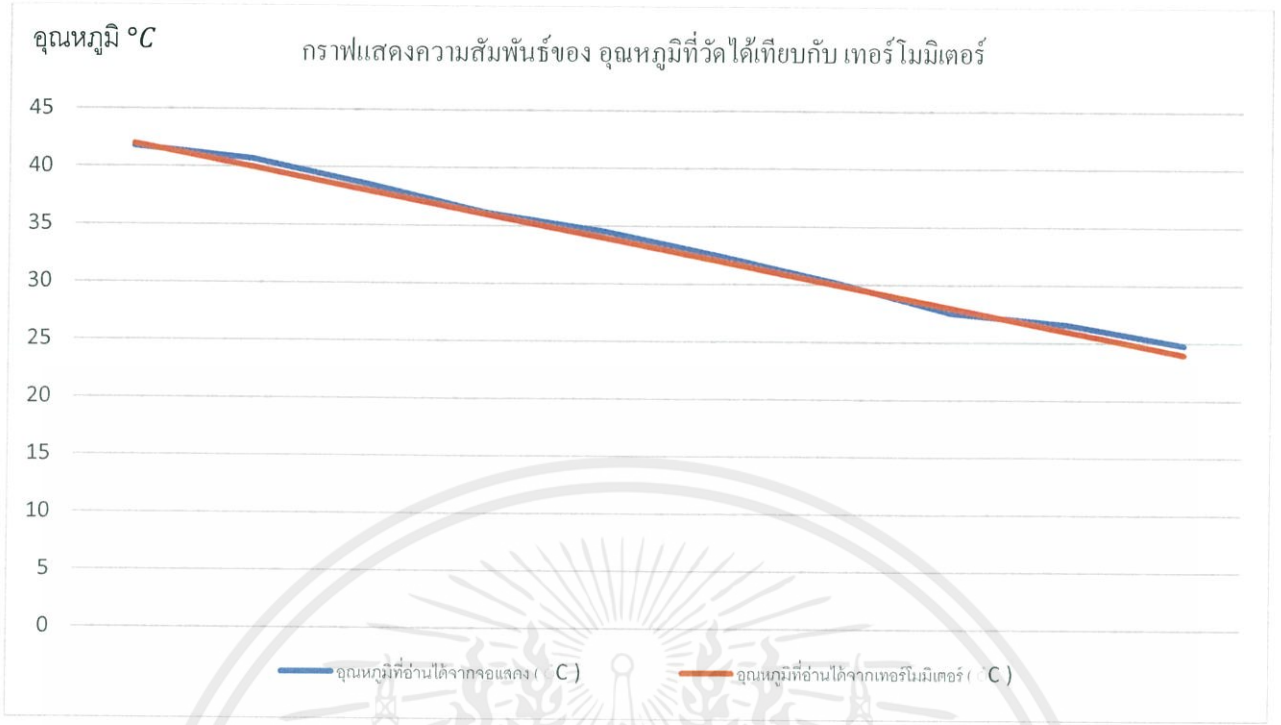


รูปที่ 4.1.1 ก วงจร Instrument Amplifier และวงจร Wheatstone Bridge ที่ใช้ในหัววัด

ผลการทดลองเป็นดังต่อไปนี้

อุณหภูมิที่อ่านได้จากจอแสดง (°C)	อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (°C)	%ความคลาดเคลื่อน
41.80	42	0.47
40.70	40	1.75
38.55	38	1.44
36.13	36	0.36
34.58	34	1.70
32.44	32	1.37
30.18	30	0.60
27.56	28	1.57
26.59	26	2.26
24.80	24	3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.1 ข กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ อุณหภูมิที่วัดได้ กับ เทอร์โมมิเตอร์

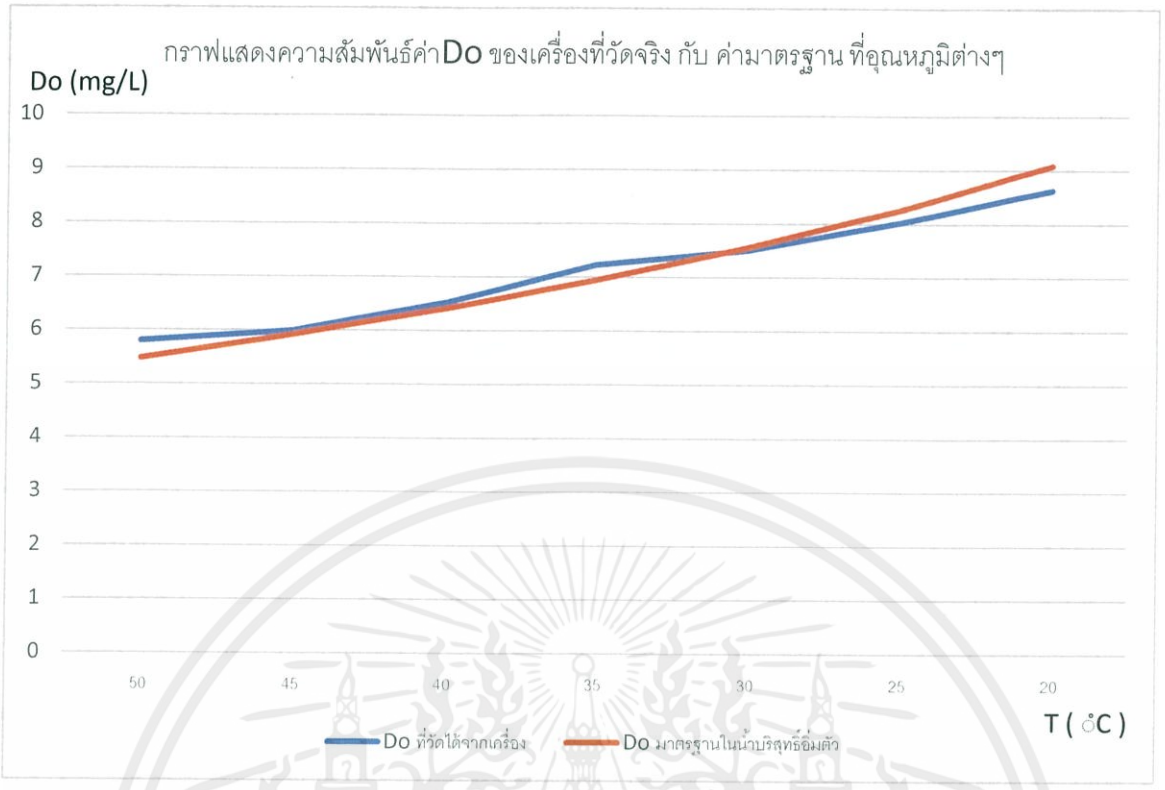
4.1.2 การทดลองวัด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำบริสุทธิ์ที่อิ่มตัว

บรรจุน้ำบริสุทธิ์ในภาชนะ 500 cc จากนั้นใช้เครื่องเพิ่มอากาศในน้ำเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นใช้เทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอิ่มตัว

ได้ผลดังต่อไปนี้

อุณหภูมิ (°C)	Do ที่วัดได้จากเครื่อง (mg/L)	Do มาตรฐานในน้ำบริสุทธิ์อิ่มตัว (mg/L)	%ความคลาดเคลื่อน
50	5.80	5.48	5.83
45	6.00	5.93	1.18
40	6.52	6.41	1.72
35	7.23	6.95	4.03
30	7.51	7.56	0.66
25	8.03	8.26	2.78
20	8.63	9.09	5.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าDo ของเครื่องที่วัดจริง กับ ค่ามาตรฐาน ที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของวงจร

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้แสดงถึงการทดลองวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยใช้วิธีเมมเบรนอิเลคโทรด (Membrane Electrode Method) ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายในการทำเครื่องมือวัดออกซิเจน รวมไปถึงการวัดอุณหภูมิในขณะที่ต้องการวัดออกซิเจนในน้ำได้ ซึ่งอุณหภูมิจะแปรผกผันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

จากผลการทดลองพบว่าจะมีเปอร์เซ็นข้อผิดพลาดไม่เกิน 6% ข้อผิดพลาดของตัวอุปกรณ์นี้อาจจะเกิดจากตัวอุปกรณ์ภายในที่ได้ออกแบบ เนื่องจากอุณหภูมิที่วัดได้ของตัวอุปกรณ์มีค่าจำกัดที่อุณหภูมิๆหนึ่ง จึงไม่สามารถใช้สมการชดเชยอุณหภูมิได้ อีกทั้งหัววัดที่จัดทำขึ้น ต้องทำการไล่ฟองอากาศทุกครั้งในขณะที่วัดจึงจะวัดได้ จึงเป็นหัววัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1.Texas Instruments : LMP91000 Sensor AFE System: Configurable AFE Potentiostat for Low-Power ChemicalSensing Applications : 2011

2.Microchip : 18-Bit, Multi-Channel $\Delta\Sigma$ Analog-to-Digital Converter with I 2 C™ Interface and On-Board Reference : 2008

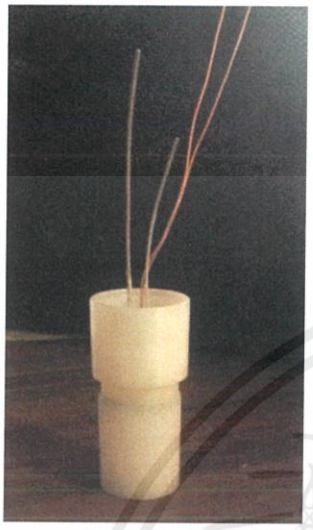
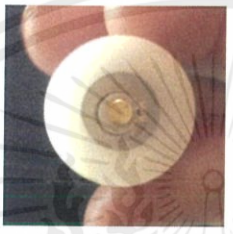
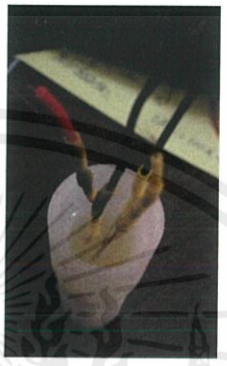
3.Microchip : 500 kHz, 800 µA Instrumentation Amplifier : 2011

4.Murata : NTC Thermistors 2016

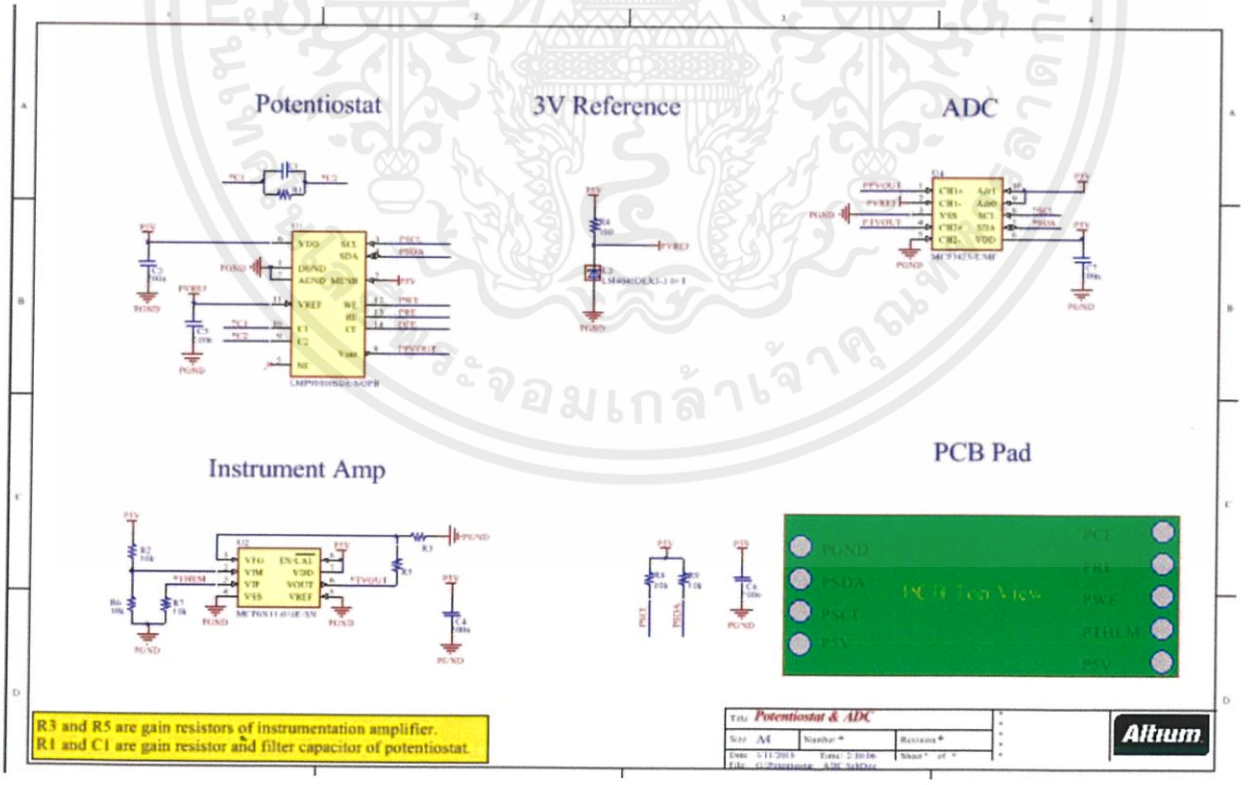
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

รูปหัววัดออกซิเจนและอุณหภูมิ

ภาพแสดงวงจรภายที่เชื่อมต่อกับหัววัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้