ระบบการวัดคุณภาพน้ำแบบไร้สาย

THE WIRELESS WATER QUALITY MEASUREMENT SYSTEM

ฤกฤต ขันหโตสถ

ประภาษพล รอดทุกข์

อดิศ ไทยยิ่ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบการวัดคุณภาพน้ำแบบไร้สาย

THE WIRELESS WATER QUALITY MEASURMENT SYSTEM

ธฤต จันทโสพส

ประภาสพล รอดทุกข์

อธิศ ไทยยิ่ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการวัดคุณภาพน้ำแบบไร้สาย

THE WIRELESS MEASURING WATER QUALITY SYTEM

ผู้จัดทำ นายธฤต จันทโสพส 53010713

นายประภาสพล รอดทุกข์ 53010929

นายอธิศ ไทยยิ่ง 53011834

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการวัดคุณภาพน้ำแบบไร้สาย

โดย

นายธฤต จันทโสพส 53010713

นายประภาสพล รอดทุกข์ 53010929

นายอาธิศ ไทยยิ่ง 53011834

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและออกแบบการควบคุมระยะไกล สำหรับตรวจสอบดูคุณภาพน้ำในบ่อพักน้ำ โดยการวัดค่าพีเอช (pH) และบันทึกผลข้อมูลตามระยะเวลาที่กำหนด ลงในหน่วยความจำ โดยสามารถนำมาตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำในภายหลังได้ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Ethernet Rev3 Without PoE ถูกนำมาใช้สำหรับการควบคุมระบบการวัดคุณภาพน้ำแบบไร้สาย โดยสามารถเชื่อมต่อดูการทำงานของระบบผ่านเว็บบราวเซอร์ ผ่านสัญญาณไร้สาย (Wi-Fi) ทำให้เกิดความสะดวกสบายกับผู้ใช้ และเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายและลดเวลาการใช้แรงงานคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE WIRELESS WATER QUALITY MEASUREMENT SYSTEM

By

Mr.Tharit Chanthasorot 53010713

Mr.Prapaspon Lodtookha 53010929

Mr.Atid Thaiying 53011834

Advisor

Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerat

Academic Year 2013

ABSTRACT

This thesis is study and designing a remote control system for water quality monitoring which the pH levels will be recorded on the setting time into SD card. The pH levels data can be taken to analyze for water quality. The Arduino Ethernet Rev3 Without PoE is used to control the Arduino system. User can monitor the Arduino system with web browser via wi-fi. The developed system helps to reduce costs and worker. Arduino Ethernet Rev3 WITHOUT PoE The system can be connected with web browser by Wi-Fi signal for monitoring the system. The system makes a convenience and reduces time and reduces costs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี ในนามของผู้เขียนต้องขอกราบขอบพระคุณบุคคลดังต่อไปนี้

- ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษา รวมทั้งแนะนำโครงงานและให้ความช่วยเหลือสิ่งต่างๆในทุกๆด้าน ตลอดจนอาจารย์ในสาขาวิชาที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้เขียนในครั้งนี้
- ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาและการวิจัยของนักศึกษา
- ขอขอบพระคุณ คุณเศรษฐสรร ศรีคช ผู้จัดการแผนกคุณภาพระบบ บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด ที่คอยให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษามาโดยตลอด
- สุดท้ายนี้ต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้าได้มีสิ่งต่างๆ มีวันนี้ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่รักยิ่งของข้าพเจ้า ซึ่งได้อบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้าเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่คอยให้กำลังใจ และคอยเอาใจใส่ในทุกๆด้านเสมอ

ข้าพเจ้าขอระลึกคุณอย่างสุดซึ้งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

ธฤต จันทโสพส

ประภาสพล รอดทุกข์

อธิศ ไทยยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	3
2.1 เทคโนโลยี Wi-Fi	3
2.1.1 คุณสมบัติ Wi-Fi	3
2.2 มาตรฐาน IEEE 802.11b	3
2.2.1 ข้อดีของ IEEE 802.11b	4
2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Ethernet Rev3 Without PoE	4
2.3.1 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.3.2 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.4 หลักการการวัดพีเอช (pH)	6
2.4.1 อุปกรณ์ pH Sensor Kit	7
2.4.2 คุณสมบัติของ pH Sensor	8
2.4.3 คุณสมบัติของ pH Controller Module	8
2.5 อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณ Wi-Fi Tenda 150m+	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6 โปรแกรม Arduino	10
2.6.1 ที่มาและลักษณะโปรแกรม Arduino	10
2.6.2 รายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าจอ	12
2.6.3 จุดเด่นของ Arduino	13
2.7 โซลินอยด์วาล์ว 2/2	14
2.8 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	16
2.8.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น	17
2.8.2 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	18
2.9 ปั๊มน้ำตู้ปลา	19
2.9.1 ข้อดีของปั๊มน้ำตู้ปลา	19
2.9.2 ข้อเสียของปั๊มน้ำตู้ปลา	19
2.10 สวิตช์ลูกลอย	21
บทที่ 3 โครงสร้างและการออกแบบ	23
3.1 การออกแบบด้านโครงสร้าง	23
3.2 ภาพรวมโครงสร้าง	24
3.3 แผนผังกระบวนการทำงานของเครื่อง	26
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	29
4.1 วิธีการทดลอง	29
4.2 ทดลองโดยการจับเวลาเมื่อสูบน้ำเข้าและหาเวลาเฉลี่ย	29
4.3 ทดลองโดยการจับเวลาปล่อยน้ำออกและหาเวลาเฉลี่ย	30
4.4 ทดลองหาค่าความแม่นยำของอุปกรณ์	31
4.5 ทดลองหาค่าความถูกต้องของอุปกรณ์	32
4.6 ทดลองโดยการวัด pH ในบ่อพักน้ำเสียที่บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด	34
4.7 สรุปผลการทดลอง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	36
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	36
5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน	36
5.3 การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น	37
5.4 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าและพัฒนา	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก	41
ประวัติผู้เขียน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Arduino Ethernet Rev3 Without PoE	4
2.2 pH Sensor Kit	7
2.3 pH Sensor	7
2.4 pH Controller Module	8
2.5 รายการคำสั่ง Controller Module	9
2.6 Tenda 150m+	10
2.7 ส่วนประกอบของหน้าจอ Arduino	12
2.8 โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดโดยตรง	14
2.9 โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดทางอ้อม	15
2.10 โซลินอยด์วาล์วระบบผสม	15
2.11 โซลินอยด์วาล์ว 2/2	16
2.12 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	16
2.13 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	18
2.14 ปั๊มน้ำตู้ปลา	19
2.15 แกนโรเตอร์จองปั๊มน้ำตู้ปลา	20
2.16 สวิตช์ลูกลอย	21
3.1 ชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์	23
3.2 การทำงานภาพรวมของระบบ	24
3.3 โครงสร้างการวางรูปแบบวงจรโดยรวม	25
3.4 แผนผังการทำงานของบอร์ด Arduino	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 บันทึกผลการใช้เวลาสูบน้ำเข้า	30
4.2 บันทึกผลการใช้เวลาในการปล่อยน้ำออก	31
4.3 ผลการทดลองวัดค่า pH เพื่อหาความแม่นยำ	32
4.4 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงกรดเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์	33
4.5 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงกลางเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์	33
4.6 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงเบสเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์	34
4.7 ผลการวัดค่า pH ในบ่อพักน้ำเสียที่บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด	34

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมไม่มีระบบวัดคุณภาพน้ำเสียในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้ต้องมีการนำตัวอย่างน้ำไปตรวจสอบที่ห้องปฏิบัติการทุกๆ เดือน เพื่อให้คุณภาพน้ำภายในบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ISO 14000 เป็นการเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบทุกเดือน และต้องใช้เวลาในการรอผลการตรวจสอบอีก 1 อาทิตย์ ซึ่งโรงงาน เอ.ไอ. เทคโนโลยีจำกัด มีความต้องการที่จะใช้เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเพื่อเป็นตัวบ่งชี้แนวโน้มของสภาพน้ำภายในบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่าย ทางคณะผู้จัดทำโครงงาน จึงเล็งเห็นว่าสามารถสร้างระบบวัดคุณภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยทำเป็นระบบอัตโนมัติส่งข้อมูลการวัดแบบไร้สายแบบ Wi-Fi เนื่องจากทางโรงงานอุตสาหกรรมได้ทำการติดตั้งระบบ Wi-Fi เป็นจุดรับข้อมูลไร้สายภายในโรงงาน ในเบื้องต้นจะทำการวัดค่าพีเอช (pH) ทำการส่งข้อมูลการวัดไปทางระบบ Wi-Fi ให้ทางผู้ควบคุมดูผลการวัดได้ทางเว็บบราวเซอร์ (Web-Browser) ที่มีการเชื่อมต่อ Wi-Fi ภายในโรงงาน และควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดได้ผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web-Browser)

ในการสร้างระบบวัดคุณภาพน้ำเสียในโรงงานใช้อุปกรณ์ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์วัดค่าพีเอช (pH) จำนวน 1 ชุด เครื่องตักน้ำอัตโนมัติ 1 เครื่อง ชุดรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi จำนวน 1 ชุดทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) Arduino Ethernet Rev3 Without PoE เพื่อสั่งการควบคุมเครื่องการเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์วัด สามารถควบคุมโปรแกรมผ่านหน้าจออินเตอร์เฟส (Interface) ผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web-Browser) โดยโปรแกรมควบคุมถูกพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Arduino IDE

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐาน ISO 14000
2. เพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำและบันทึกผลเป็นข้อมูลสามารถนำไปวิเคราะห์เชิงสถิติได้
3. เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางห้องปฏิบัติการ
4. เพื่อลดแรงงานคนและเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการควบคุมอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Ethernet Rev3 Without PoE ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi
2. ศึกษาการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ให้สามารถรับและส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านทางหน้าจอแสดงผล
3. ศึกษาโปรแกรม Arduino ขั้นพื้นฐานเพื่อออกแบบหน้าจอแสดงผลและเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก
4. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องมือวัดพีเอช (pH)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อลดระยะเวลา จำนวนคน และค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบภายในห้องปฏิบัติการ
2. สามารถทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียตรงตามมาตรฐาน ISO 14000
3. สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ในทันที เมื่อคุณภาพน้ำเสียต่ำกว่ามาตรฐาน ISO 14000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 เทคโนโลยี Wi-Fi

สามารถใช้ได้กับมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (WLAN) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11 เดิมที Wi-Fi ออกแบบมาใช้สำหรับอุปกรณ์พกพาต่างๆ และใช้เครือข่าย LAN เท่านั้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้ Wi-Fi เพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยอุปกรณ์พกพาต่างๆสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า จุดเข้าถึง (Access Point) และบริเวณที่ระยะทำการของจุดเข้าถึง (Access Point) ครอบคลุมเรียกว่า ฮอตสปอต (Hotspot)

2.1.1 คุณสมบัติ Wi-Fi

1. ลดค่าใช้จ่ายในการวางระบบเครือข่ายไม่ต้องเดินสาย LAN ต้องการจุดในการวางอุปกรณ์จุดเข้าถึง (Access point) ที่กระจายสัญญาณได้ชัดเจนขยายระบบได้ง่ายและทำให้ปรับองค์กรได้อย่างเหมาะสม ตรงกับความต้องการ

2. Wi-Fi ทำให้การสื่อสารง่ายดาย สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและเปลี่ยนแปลง ไม่ต้องมีการเดินสายและสามารถโยกย้ายไปยังที่ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ เพียงแต่อยู่ในบริเวณที่ได้รับสัญญาณ Wi-Fi ทำให้เกิดการทำงานที่สะดวกมากขึ้น

3. ใช้มาตรฐาน IEEE 802 ทำให้เป็นที่ยอมรับทั่วไป และอุปกรณ์ต่างๆ ราคาถูกหาซื้อได้ง่าย

4. ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อทางธุรกิจ การซื้อขายของออนไลน์และการทำธุรกรรมทางธนาคาร

5. การสื่อสารส่งได้ในระยะ 50-100 เมตร

2.2 มาตรฐาน IEEE 802.11b

เป็นมาตรฐานที่ถูกตีพิมพ์และเผยแพร่ออกมาพร้อมกับมาตรฐาน IEEE 802.11a เมื่อปี พ.ศ. 2542 มาตรฐาน IEEE 802.11b ได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ร่วมกับเทคโนโลยี DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานในแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาธารณะ ทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้มีหลายชนิด กำหนดย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ

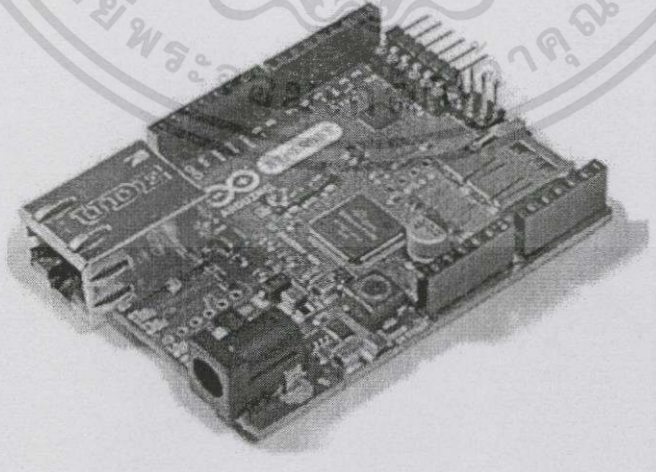
1. ย่านความถี่ 2.4 GHz มี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps
2. ย่านความถี่ 915 GHz มี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps
3. ย่านความถี่ 868 GHz มี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps

2.2.1 ข้อดีของ IEEE 802.11b

ข้อดีของมาตรฐาน IEEE 802.11b ก็คือ การใช้คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a ทำให้อุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานนี้จะมีความสามารถในการส่งคลื่นสัญญาณไปได้ไกลกว่าคือประมาณ 38 เมตรในโครงสร้างปิด และ 140 เมตรในที่โล่งแจ้ง รวมถึง สัญญาณสามารถทะลุทะลวงโครงสร้างตึกได้มากกว่าอุปกรณ์ที่รองรับกับมาตรฐาน IEEE 802.11a ด้วยผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11b เป็นที่รู้จักในเครื่องหมายการค้า Wi-Fi

2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Ethernet Rev3 Without PoE

Arduino Ethernet Rev3 Without PoE ดังรูปที่ 2.1 เป็นบอร์ดจาก Arduino.cc ที่มี ATMEGA328 และ โมดูล Ethernet สำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานควบคุมผ่าน Network



รูปที่ 2.1 Arduino Ethernet Rev3 Without PoE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างของบอร์ด Arduino Ethernet Rev3 Without PoE ได้รับการออกแบบให้บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหลัก โดยภายในบอร์ดได้บรรจุเอาวงจรที่จำเป็นต่อการใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณ I/O เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆ ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการใช้งานได้ในหลายๆ ลักษณะตามต้องการ

นอกจากนี้แล้วยังได้เพิ่มเติมอุปกรณ์ทดสอบ Input/Output แบบต่างๆ ในเบื้องต้นไว้ภายในบอร์ด เพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองระหว่างการพัฒนาโปรแกรม เช่น VR ปรับค่าได้สำหรับทดสอบการทำงานของ ADC หรือ Push Button Switch สำหรับทดสอบ Input Logic หรือ LED สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Output Logic เป็นต้นดังนี้

2.3.2 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5 V
	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 4 provide PWM output)
Arduino Pins reserved - 10 to 13 used for SPI	
- 4 used for SD card	
- 2 W5100 interrupt (when bridged)	
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
W5100 TCP/IP Embedded Ethernet Controller	
Micro SD Card with active voltage translators	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการการวัดพีเอช (pH)

เครื่องวัดพีเอช (pH) อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electrical Potential) ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดวัด (Indicator Electrode) ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นค่า pH โดยการเทียบค่ากับบัฟเฟอร์มาตรฐาน (Standard Buffer) การคำนวณค่า pH ดัดแปลงมาจากสมการของเนิสต์ (Nernst's Equation) ซึ่งหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า (Electrical Cell) ใดๆ โดยการวัดเทียบกับไฮโดรเจนอิเล็กโทรด (Hydrogen Electrode) ซึ่งกำหนดให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 0.0000 โวลต์ ที่ 25°c

ในทางปฏิบัติไม่นิยมใช้ไฮโดรเจนอิเล็กโทรดเป็นอิเล็กโทรดอ้างอิง สำหรับการหาค่า pH เพราะไฮโดรเจนอิเล็กโทรดมีขนาดใหญ่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน ดังนั้น National Bureau of Standard (NBS) จึงกำหนดค่า pH ของบัฟเฟอร์มาตรฐานขึ้นมาใช้ โดยการวัดค่า pH ของบัฟเฟอร์มาตรฐานด้วยอิเล็กโทรดวัดชนิด Ag/AgCl เปรียบเทียบกับไฮโดรเจนอิเล็กโทรดเมื่อไม่ใช้รอยต่อระหว่างของเหลว (Liquid Junction)

การวัดค่า pH ของสารละลายตัวอย่างที่ต้องการทราบค่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH ของบัฟเฟอร์มาตรฐานจึงสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$pHu = (pHs+(Eu-Es)F)/(RT\ln 10) \qquad (2.1)$$

โดย

pHu = พีเอชของสารละลายที่ต้องการทราบค่า

pHs = พีเอชของบัฟเฟอร์มาตรฐาน

Eu = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของสารละลายที่ต้องการทราบค่า (Joules)

Es = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของบัฟเฟอร์มาตรฐาน (Joules)

F = ค่าคงตัวของฟาราเดย์ = 96,487.0 coulombs/equivalent

R = ค่าคงตัวของแก๊ส = 8.3143 Joules/mole/degree

T = องศาเคลวิน = องศาเซลเซียส + 273.15

ln 10 = Natural log ของ 10 = 2.30259

จากสมการ (2.1) สามารถคำนวณหาการตอบสนองของอิเล็กโทรดวัดพีเอช (pH) ได้ดังสมการ (2.2)

$$Eu = Es + (0.0591(pHu-pHs)) \qquad (2.2)$$

โดย

Eu = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของสารละลายที่ต้องการทราบค่า (Joules)

Es = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของบัฟเฟอร์มาตรฐาน (Joules)

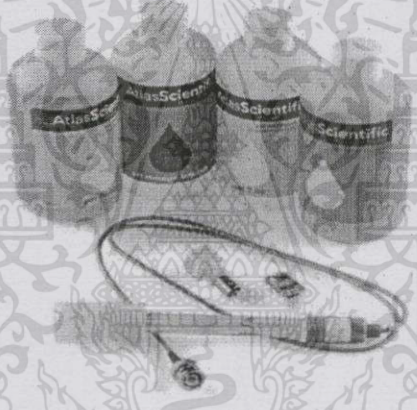
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pHu = พีเอชของสารละลายที่ต้องการทราบค่า

pHs = พีเอชของบัฟเฟอร์มาตรฐาน

2.4.1 อุปกรณ์ pH Sensor Kit

pH Sensor Kit เป็นชุดเซนเซอร์ (Sensor) ดังรูปที่ 2.2 ทำหน้าที่ตรวจจับความเป็นกรดด่าง พร้อมโมดูล Controller ที่ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณแอนาล็อก (Analog) ที่วัดได้จากเซนเซอร์ (Sensor) แล้วประมวลผลส่งข้อมูลให้กับผู้ใช้งานทาง Serial Port (UART) ผู้ใช้เพียงส่งคำสั่งไปที่โมดูล Controller เพื่อรับข้อมูลตามต้องการ โดยที่มีแท่งวัดดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 pH Sensor Kit

รูปที่ 2.3 pH Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 คุณสมบัติของ pH Sensor

Silver/Silver Chloride Electrode

pH Range: 0-14 (Na+ error at >12.3 pH)

Operating Temperature: 1°C - 99°C

Max PSI: 690kPa (100PSI)

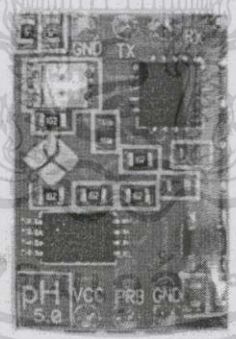
Speed of Response: 95% in 1 second

Isopotential Point: pH 7.00 (0 mV)

Dimensions 12mm X 150mm (1/2" X 6")

2.4.3 คุณสมบัติของ pH Controller Module

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อระหว่างตัว pH Sensor กับ Microcontroller ทำได้ง่ายขึ้นเนื่องจากตัว pH Controller Module ซึ่งมีรูปร่างดังรูปที่ 2.4 ได้มีการเขียนคำสั่งโปรแกรมอย่างง่ายลงไปทำให้สามารถสั่งงาน pH Sensor ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ โดยชุดคำสั่งอย่างง่ายแสดงในรูปที่ 2.5 เราสามารถนำชุดคำสั่งนี้ไปใช้ได้เลยผ่าน Microcontroller



รูปที่ 2.4 pH Controller Module

Full Range pH Reading From 0.01 to 14.00

Accuracy Within Two Significant Figures (XX.XX)

Single Reading or Continuous Reading Modes

Temperature Dependent or Independent Readings

Simple Calibration Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Simple Asynchronous Serial Connectivity (Voltage Swing 0-VCC)

Simple Instruction Set consisting of Only 11 Commands

Micro Footprint Circuitry

Debugging LED's

3.3V to 5.5V Operational Voltage

Low Power Consumption

Dimensions: 14mm X 20.16mm (0.55" X0.79")

Duty Calibration 12 Months

Command list Quick reference

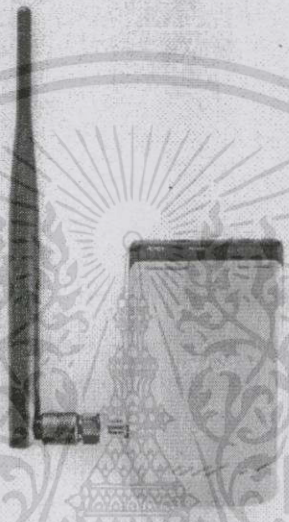
Command	Function	Default state
L1	Enables debugging LEDs	Enabled
L0	Disables debugging LEDs	Disabled
R	Takes one pH reading	N/A
C	Takes continuous pH readings every 378 Milliseconds.	N/A
TT.TT	Take temperature dependent reading.	25 C°
E	Stops all readings. Enter standby/quiescent mode.	N/A
S	Calibration at pH Seven	N/A
F	Calibration at pH Four	N/A
T	Calibration at pH Ten	N/A
X	Return Circuit to factory settings	N/A
I	Information: Type of Circuit • firmware version • firmware creation date	N/A

รูปที่ 2.5 รายการคำสั่ง Controller Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณ Wi-Fi Tenda 150m+

Tenda 150m+ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งสัญญาณ Wi-Fi ของระบบ โดยเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Ethernet Rev3 Without PoE ผ่านทางสายแลน (LAN) มีเสาช่วยเพิ่มระยะในการส่งสัญญาณ Wi-Fi ทำให้สามารถส่งสัญญาณไปได้ไกลยิ่งขึ้น ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Tenda 150m+

2.6 โปรแกรม Arduino

2.6.1 ที่มาและลักษณะโปรแกรม Arduino

Arduino เป็น Platform ของ I/O บอร์ดอย่างง่ายๆ ที่มี I/O ขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งาน และการเรียนรู้โดยตัวบอร์ดจะมาพร้อมกับชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุม Port I/O ไม่ว่าจะเป็น Port Digital, Port Analog, PWM และ Serial Port ซึ่ง Arduino นั้นเป็นเครื่องมือที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอก และส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องพีซีตั้งโต๊ะตัวบอร์ดออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยวและมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงาน Arduino สามารถประยุกต์ทำเครื่องใช้อัจฉริยะรับสัญญาณจากสวิทช์หรือเซนเซอร์และควบคุมหลอดไฟ, มอเตอร์, หรืออุปกรณ์อื่นๆ การเขียนโปรแกรม Arduino เป็นได้ทั้งแบบทำงานอิสระหรือทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องพีซี ตัวบอร์ดสามารถประกอบขึ้นใช้เองหรือจะซื้อสำเร็จที่มีขาย ส่วนโปรแกรมพัฒนา Arduino สามารถดาวน์โหลด (Download) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino เป็นภาษาอิตาลีซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า "Wiring" แต่เนื่องจากโครงการของ "Wiring" เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนของหน่วยความจำและ I/O ค่อนข้างมาก และที่สำคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเอง และบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ซึ่งอาจดูว่าเกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้นจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร แต่หลังจากที่ทีมงาน Arduino นำ Source Code ของ "Wiring" มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก เช่น Mega8, Mega168, Mega328 ได้จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า "Wiring" มาก และยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้นทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และยังประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ดไปได้มาก ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ Arduino ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) โดยใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ Input/Output ต่างๆ ได้มากมาย ทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระหรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ PC เป็นต้น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า Arduino สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Input/Output ต่างๆ ได้มากมาย ทั้งแบบ Digital และ Analog เช่น การรับค่าจากสวิตช์หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบต่างๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ Output ต่างๆ ตั้งแต่ LED, หลอดไฟ, มอเตอร์, รีเลย์ ฯลฯ โดยระบบฮาร์ดแวร์ของ Arduino สามารถสร้างและประกอบขึ้นใช้งานได้เอง ในกรณีที่ผู้ใช้พอมีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์อยู่บ้างหรือสามารถซื้อแผงวงจรสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายกันในราคาที่ไม่แพง อีกทั้งยังเผยแพร่ Source Code และตัวอย่างต่างๆ ให้ผู้ใช้นำไปใช้งานหรือพัฒนาดัดแปลงต่อยอดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ส่วนภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่งที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อยเพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม และให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่าย และสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 รายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าจอ

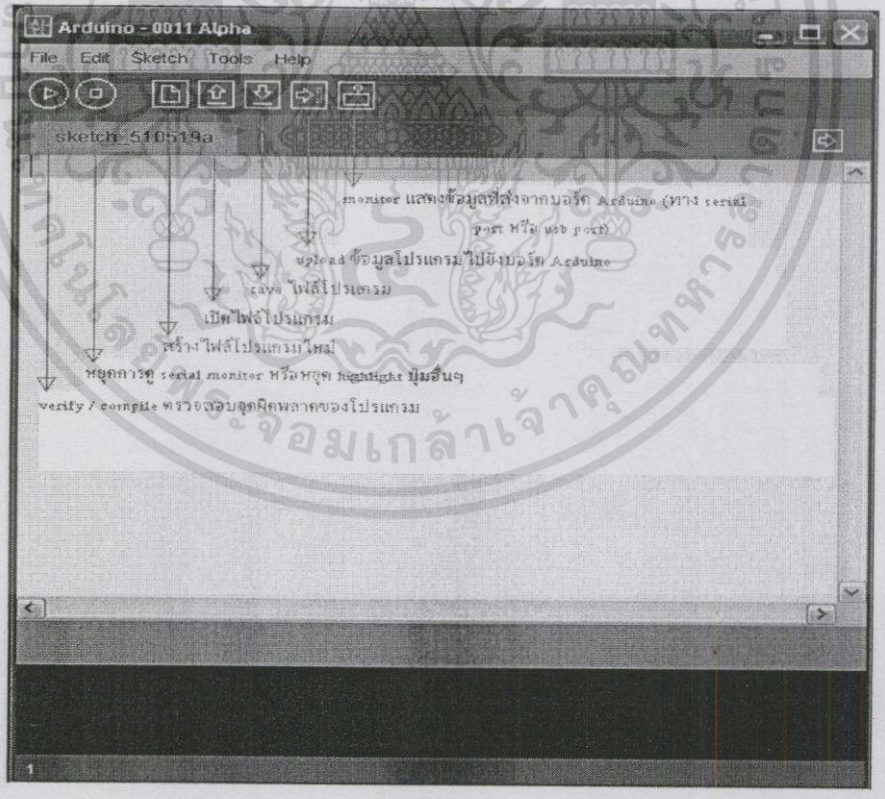
1. Menu Bar เก็บคำสั่งที่สามารถใช้งานได้ทั้งหมดใน Arduino ประกอบด้วย File Edit Sketch Tools และ Help

2. Toolbar ประกอบด้วยปุ่มคำสั่งต่างๆ ที่ช่วยให้ใช้งานคำสั่งของ Arduino ได้อย่างรวดเร็ว เช่น การ Compile Program และการ Upload Program เข้าบอร์ด

3. Editor หรือ Text Editor เป็นส่วนสำหรับทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของแอพพลิเคชัน หรือไว้สำหรับพิมพ์ข้อความ

4. Output Windows (กรอบสีดำด้านล่าง) เป็นหน้าต่างแสดงผลการทำงานแสดงผลลัพธ์การ Compile Program และการ Upload Program

โดยโครงสร้างหน้าตาของโปรแกรม Arduino แสดงดังรูปที่ 2.7 มีรายละเอียดของสัญลักษณ์จะเห็นได้ว่าหน้าตาของโปรแกรม Arduino นั้นมีเครื่องมือไม่มากทำให้ใช้งานได้ง่ายและสามารถทำการเรียนรู้ได้ง่ายสำหรับผู้เริ่มต้น



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของหน้าจอ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 จุดเด่นของ Arduino

Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ในตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวเลือกมากมาย เช่น Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Pidgets, MIT's Handyboard, และอีกหลายเจ้าที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันคือทำ Project ให้ใช้งานง่ายและเน้นการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก Arduino ก็เช่นเดียวกันแต่มีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ

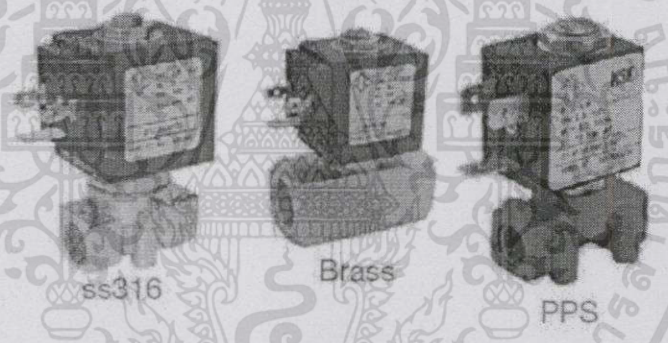
1. มีราคาไม่แพงเนื่องจากมี Source Code และวงจรแจกฟรีสามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้ได้เอง
2. ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม โปรแกรมพัฒนา Arduino ทำงานได้ทั้งบนวินโดวส์ Macintosh OSX และบนลีนุกซ์ในขณะที่บอร์ดอื่นทำงานได้เฉพาะบนวินโดวส์
3. ใช้งานง่ายมีโปรแกรมพัฒนาที่ไม่ซับซ้อนมีโปรแกรมพัฒนา Arduino ใช้งานง่ายสำหรับมือใหม่และมีความสามารถครบความต้องการของนักพัฒนามืออาชีพ
4. เปิดเผยซอร์สโค้ดและนำไปพัฒนาต่อยอดได้โปรแกรม Arduino และตีพิมพ์แบบเปิดเผยซอร์สโค้ดและสามารถเพิ่มเติมความสามารถผ่าน C++ Library, ถ้าต้องการศึกษาให้ลึกซึ้งสามารถข้ามไปเล่น AVR C ซึ่งเป็นต้นแบบของ Arduino และสามารถเพิ่มเติม AVR – C โค้ดได้โดยตรง
5. เปิดเผยวงจรและนำไปพัฒนาขยาย Hardware ได้ Arduino ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ของ Atmel วงจรของบอร์ดตีพิมพ์แบบเปิดเผยวงจรภายใต้ Creative Commons License สามารถนำไปดัดแปลงต่อขยายและเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อศึกษาการทำงานของได้ฟรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โซลินอยด์วาล์ว 2/2

โซลินอยด์วาล์วแบบ 2/2 ทาง (ทางเข้า-ทางออก) และ มี 2 สถานะ คือ ปิดหรือเปิด แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 ระบบ

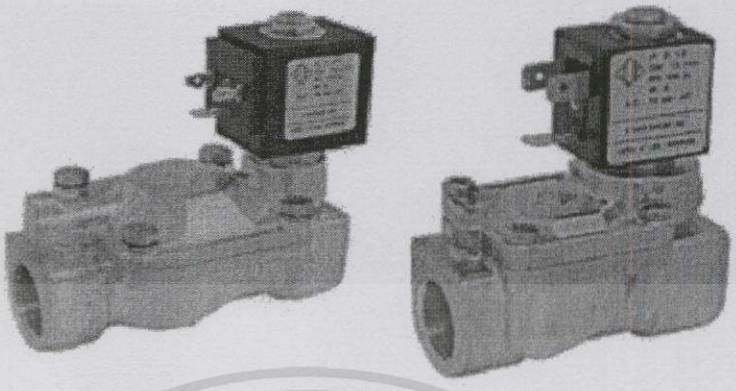
1. โซลินอยด์วาล์ว ระบบเปิด-ปิดโดยตรง (Direct Acting) การเปิดและปิดของโซลินอยด์วาล์ว อาศัยแรงจากสนามแม่เหล็กที่เกิดจากคอยล์ และตัวสปริงเป็นตัวช่วยในการเปิด หรือปิดของตัวโซลินอยด์วาล์วแต่เพียงอย่างเดียว โซลินอยด์วาล์ว ระบบเปิด-ปิดโดยตรงของยี่ห้อ ODE มีขนาดของเกลียวให้เลือกใช้กับท่อ ตั้งแต่เกลียวท่อขนาด 1 หุนจนถึง 4 หุน โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดโดยตรงจะใช้กับท่อที่มีขนาดเล็กจึงมีราคาถูก การทำงานไม่ต้องอาศัยความดันขาเข้าในระบบ แต่มีข้อควรระวัง คือ อย่าให้ความดันที่ใช้งานสูงกว่าที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ แสดงตัวอย่างของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดโดยตรงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดโดยตรง

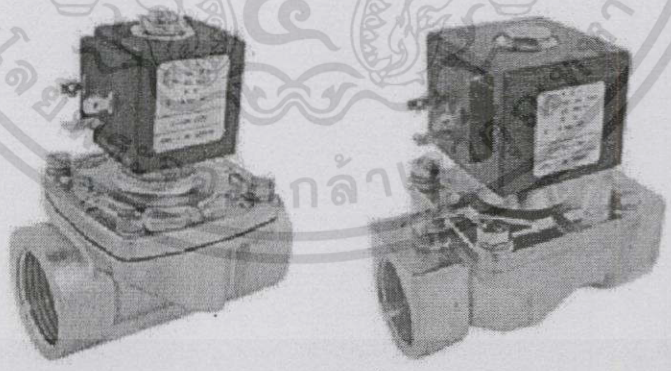
2. โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดทางอ้อม (Pilot Control) การเปิดและปิดนอกจากต้องอาศัยแรงจากคอยล์แล้ว ยังต้องอาศัยความแตกต่างของความดันที่ด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะเฟรมภายในตัววาล์ว การใช้งานจึงมีความจำเป็นต้องมีความดันด้านขาเข้าประมาณ 0.1-0.2 บาร์ ตามคุณสมบัติของบริษัทผู้ผลิตระบุไว้ ถ้าไม่มีความดันด้านขาเข้าเลยตัววาล์วก็ไม่สามารถทำงานได้ ถึงแม้จะจ่ายไฟให้คอยล์แล้วก็ตาม แต่มีข้อดีคือ สามารถออกแบบให้ตัวโซลินอยล์วาล์วมีขนาดใหญ่กว่าระบบเปิด-ปิดโดยตรงได้ มีขนาดให้เลือกใช้ตั้งแต่ขนาดเกลียวท่อ 3 หุนจนถึงขนาด 16 หุน โดยลักษณะของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดทางอ้อมดูได้ตามรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โซลินอยด์วาล์วระบบเปิด-ปิดทางอ้อม

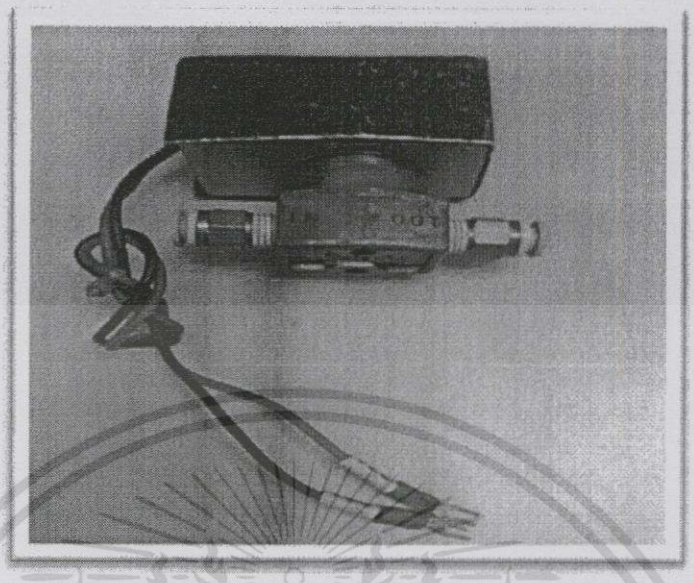
3. โซลินอยด์วาล์วระบบผสม (Combined Operation) การทำงานเป็นการรวมข้อดี ของระบบเปิด-ปิดโดยตรง และระบบเปิด-ปิดทางอ้อมเข้าด้วยกันคือ อาศัยทั้งแรงจากคอยล์ และความแตกต่างของความดันด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะเฟรมภายในตัววาล์ว ทำให้ในการใช้งานถึงแม้จะไม่มีความดันขาเข้าในระบบก็ยังสามารถทำงานได้โดยอาศัยแรงจากคอยล์เพียงอย่างเดียว และสามารถออกแบบให้มีขนาดใหญ่กว่าระบบเปิด-ปิดโดยตรงคือ มีขนาดตั้งแต่ 3 หุนจนถึงขนาด 12 หุน และไม่จำเป็นต้องมีความดันขาเข้าในระบบก็สามารถใช้งานได้ โดยแสดงตัวอย่างของโซลินอยด์วาล์วระบบผสมดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โซลินอยด์วาล์วระบบผสม

เหตุผลที่เลือกใช้โซลินอยด์วาล์ว 2/2 เพราะว่า หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 นั้นง่ายคือ เปิดกับปิด หลักการทำงานจะคล้ายๆ กับก๊อกน้ำ อีกทั้งราคายังไม่แพงอีกด้วย โดยรูปที่ 2.11 คือโซลินอยด์วาล์ว 2/2 ที่เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โซลินอยด์วาล์ว 2/2

2.8 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกัน แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย

ในปัจจุบันสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาทกับวิถีชีวิต เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูงแต่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสารและโทรทัศน์ จำเป็นจะต้องใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย แนวโน้มการนำสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมาใช้ในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภทจึงเป็นไปได้สูง การศึกษาหลักการทำงานและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานอิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท โดยสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมีลักษณะดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

2.8.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น

ข้อได้เปรียบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น คือ ประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบากว่าแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นใช้หม้อแปลงความถี่ต่ำจึงมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก ขณะใช้งานจะมีแรงดันและกระแสผ่านตัวหม้อแปลงตลอดเวลา กำลังงานสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงจึงมีค่าสูง การคงค่าแรงดันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นส่วนมากจะใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ต่ออนุกรมที่เอาต์พุตเพื่อจ่ายกระแสและคงค่าแรงดัน กำลังงานสูญเสียในรูปความร้อนจะมีค่าสูงและต้องใช้แผ่นระบายความร้อนขนาดใหญ่ซึ่งกินเนื้อที่ เมื่อเพาเวอร์ซัพพลายต้องจ่ายกำลังงานสูงๆ จะทำให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ปกติแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะมีประสิทธิภาพประมาณ 30% หรืออาจทำได้สูงถึง 50% ในบางกรณีซึ่งนับได้ว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายซึ่งมีประสิทธิภาพในช่วง 65%-80%

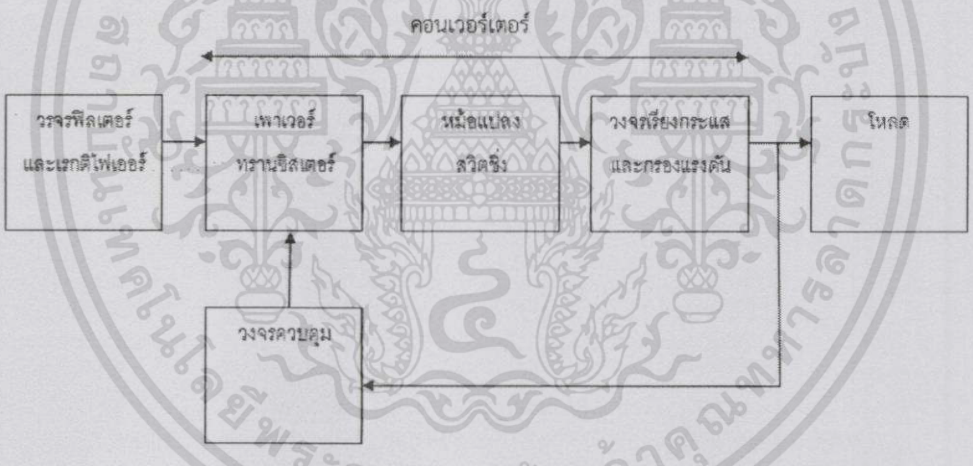
สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมีช่วงเวลาโคลสต์อัพประมาณ 0.02 ถึง 0.05 วินาที ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะทำได้เพียงประมาณ 0.002 วินาที ซึ่งมีผลต่อการจัดหาแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้กับเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเกิดการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันอินพุตค่อนข้างกว้างจึงยังคงสามารถทำงานได้เมื่อเกิดกรณีแรงดันไฟตกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่า และก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีความซับซ้อนมากกว่าและมีราคาสูงที่กำลังงานต่ำๆ แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะประหยัดกว่าและให้ผลดีเท่าเทียมกัน ดังนั้นสวิตช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานตั้งแต่ 20 วัตต์ขึ้นไปเท่านั้น

2.8.2 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.13 หัวใจสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่างๆ ทำงานตามลำดับดังนี้



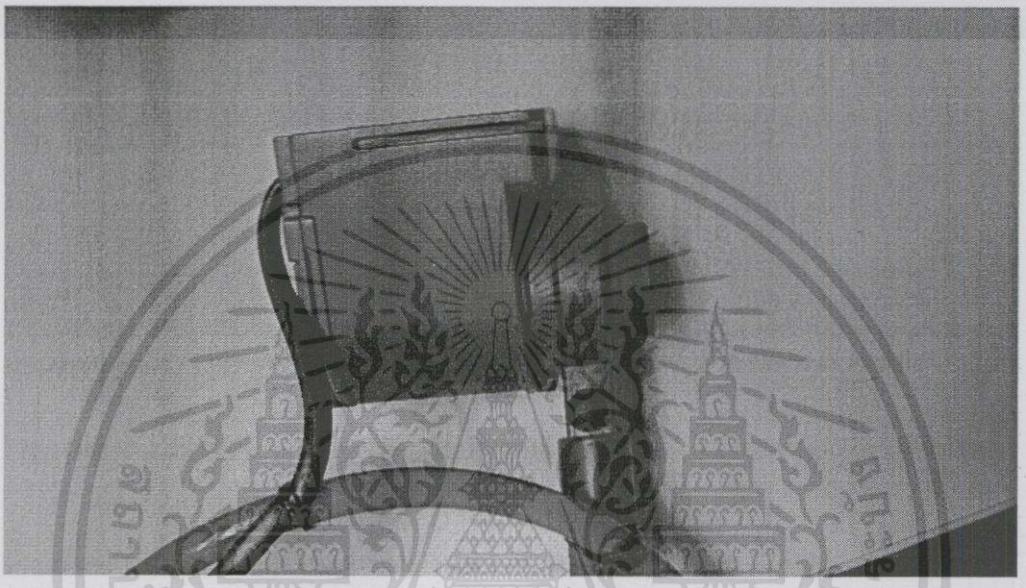
รูปที่ 2.13 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

แรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจรฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแส และกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ปั๊มน้ำตู้ปลา

เป็นปั๊มน้ำตู้ปลาขนาด 10W AC 220V-240V H.MAX:0.8M F.MAX:800L/H ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ปั๊มน้ำตู้ปลา

2.9.1 ข้อดีของปั๊มน้ำตู้ปลา

ข้อดีของปั้มน้ำตู้ปลาคือ ปั้มน้ำตู้ปลานั้นสามารถสูบน้ำเข้าและสามารถปล่อยน้ำออกได้ภายในตัวมันเอง และที่สำคัญในปั้มน้ำจะมีแกนโรเตอร์ที่ทำจากเซรามิคซึ่งคุณสมบัติของเซรามิคคือจะทำให้แกนโรเตอร์ไม่เป็นสนิม มีอายุงานที่ยาวนาน โดยที่แสดงตัวอย่างของแกนโรเตอร์ของปั๊มน้ำตู้ปลาดังรูปที่ 2.15

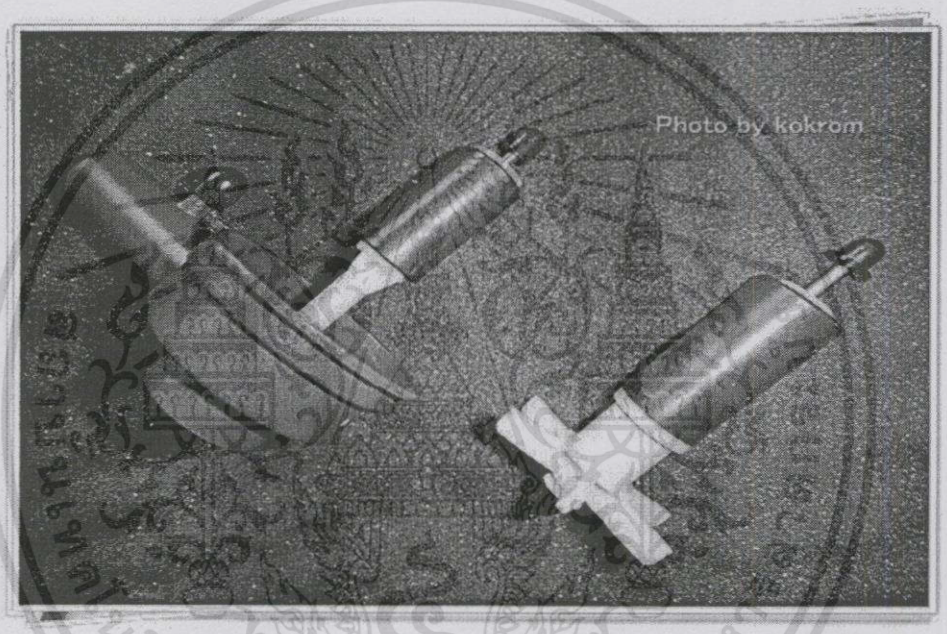
2.9.2 ข้อเสียของปั๊มน้ำตู้ปลา

ข้อเสียของปั้มน้ำตู้ปลาคือ ปั้มน้ำตู้ปลานั้นต้องอยู่ในน้ำตลอดเวลา ไม่เช่นนั้น ปั้มน้ำตู้ปลาจะเกิดความเสียหายได้ หรืออายุการใช้งานจะน้อยกว่าอายุการใช้งานของปั้มน้ำตู้ปลาจริงๆ

ปั๊มน้ำในตู้ปลา เป็นปั๊มที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันน้ำรั่วเข้าไปในวงจรหรือป้องกันอุปกรณ์ภายในไม่ให้น้ำเข้านั่นเอง ที่มีการซีลมาเป็นอย่างดีด้วยวัสดุ เช่น เรซิ่นแบบในรูปความเห็นข้างบนที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกห่อหุ้มในส่วนการทำงานที่อยู่กับที่หรือขดลวดนั่นเอง ในส่วนที่เคลื่อนที่จะเป็นแกนใบพัดที่ติดแม่เหล็กรูปทรงกระบอกกับแนวแกน โดยที่ส่วนแกนหัวและท้ายของแกนมีชุดที่จะทำหน้าที่เหมือนแบริ่ง เพื่อลดการเสียดทานของแกนขณะหมุนหรือปั๊มน้ำทำงาน การทำงานจะเกิดความร้อนและถ่ายเททาง Case ของตัวปั๊มเอง เพิ่มเติมในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นแม่เหล็กอยู่กับที่ขดลวดจะเคลื่อนที่ เช่น พวกสว่านไฟฟ้า พัดลม มอเตอร์ แต่ปั๊มน้ำจะตรงกันข้าม เพราะไม่สามารถให้ขดลวดเคลื่อนที่หมุนในน้ำได้



รูปที่ 2.15 แกนโรเตอร์ของปั๊มน้ำตู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 สวิตช์ลูกลอย

เป็นสวิตช์สำหรับควบคุมระดับน้ำหรือของเหลวในถัง สวิตช์ลูกลอย 1 ชุดสามารถใช้ควบคุมระดับน้ำได้ทั้งระดับบน และระดับล่าง

ทำงานโดยอาศัยการตรวจจับ (Sensor) ระดับน้ำตามที่ตั้งไว้ทั้งระดับบน (Upper Limit) และระดับล่าง (Lower Limit) เมื่อน้ำลดต่ำลงมาถึงระดับของตัวเซนเซอร์ที่ตั้งไว้ด้านล่าง จะทำให้หน้าสัมผัสของสวิตช์ลูกลอยทำงานต่อให้มอเตอร์ ปั๊มน้ำทำงานสูบน้ำเข้าไปในถัง และเมื่อน้ำสูงขึ้นถึงระดับบนที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสของสวิตช์ลูกลอยก็ออกจากตัดกำลัง ไฟฟ้าออกจากมอเตอร์ปั๊มน้ำ โดยลักษณะของสวิตช์ลูกลอยแสดงดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 สวิตช์ลูกลอย

2.10.1 ประโยชน์การใช้งาน

1. การใช้สวิตช์ลูกลอยควบคุมระดับน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้ปั๊มทำงานโดยปราศจากน้ำ (กันน้ำแห้ง)

ลักษณะการทำงาน

สวิตช์ลูกลอยจะตัดวงจรการทำงานของปั๊มน้ำในขณะที่ระดับน้ำในถังลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้ และจะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงานในขณะที่ระดับน้ำได้เพิ่มสูงถึงจุดที่ตั้งไว้

2. การใช้สวิตช์ลูกลอยควบคุมระดับน้ำ เพื่อป้องกันน้ำล้นถังและสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานก่อนน้ำจะหมด

ลักษณะการทำงาน

สวิตช์ลูกลอยจะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานในขณะที่ระดับน้ำในถังลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้ จากนั้นขณะที่ระดับน้ำได้เพิ่มสูงถึงจุดที่ตั้งไว้ (น้ำเต็ม) สวิตช์ลูกลอยจะตัดวงจรการทำงานของปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้สวิตช์ลูกลอยควบคุม เพื่อป้องกันน้ำล้นถังที่จ่ายเข้าและป้องกันน้ำแห้งในแหล่งน้ำดูดของปั๊ม โดยใช้สวิตช์ลูกลอยพร้อมกัน 2 ชุด

ลักษณะการทำงาน

สวิตช์ลูกลอยตัวที่ 1 จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานในขณะที่ระดับน้ำในถังลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้ จากนั้นขณะที่ระดับน้ำได้เพิ่มสูงถึงจุดที่ตั้งไว้ (น้ำเต็ม) สวิตช์ลูกลอยจะตัดวงจรการทำงานของปั๊ม สวิตช์ลูกลอยตัวที่ 2 จะตัดวงจรการทำงานของปั๊มขณะที่ระดับน้ำในแหล่งน้ำดูดลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้ ป้องกันไม่ให้ปั๊มทำงานโดยปราศจากน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

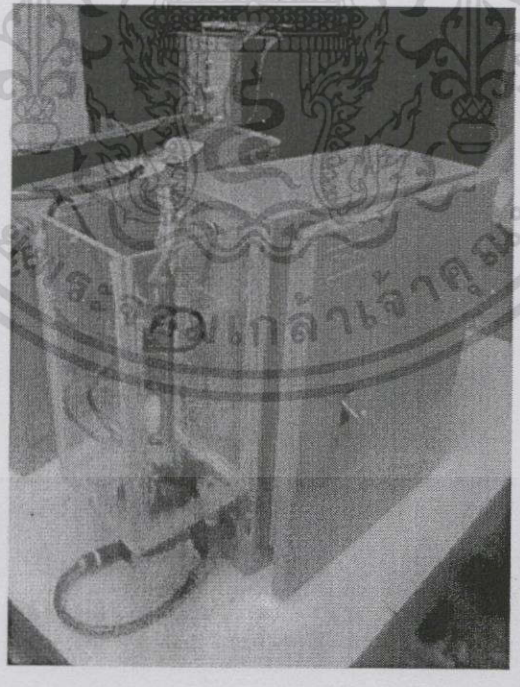
บทที่ 3

โครงสร้างและการออกแบบ

ในการออกแบบระบบการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติ ในเบื้องต้นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานภาพรวมของระบบการทำงานก่อน ว่ามีหลักการทำงานอย่างไรมีส่วนประกอบแบบใดบ้างและแต่ละส่วนประกอบมีหน้าที่อย่างไร สำหรับบทนี้จะอธิบายถึงหลักการทำงานโดยภาพรวมของระบบ การออกแบบการทำงานของระบบ รวมถึงวงจรแสดงผลต่างๆ

3.1 การออกแบบด้านโครงสร้าง

แบบจำลองเครื่องวัดคุณภาพน้ำใช้เป็น Control Box ขนาด ซึ่งได้มีการเจาะรูเพื่อติดตั้งสายไฟและบอร์ด Arduino และทำการเพิ่มกล่องที่ทำจากอะคริลิคติดไว้ด้านข้างตัวกล่องเพื่อใช้ในการติดตั้ง pH Sensor แสดงรูปเมื่อเสร็จสมบูรณ์ดังรูปที่ 3.1

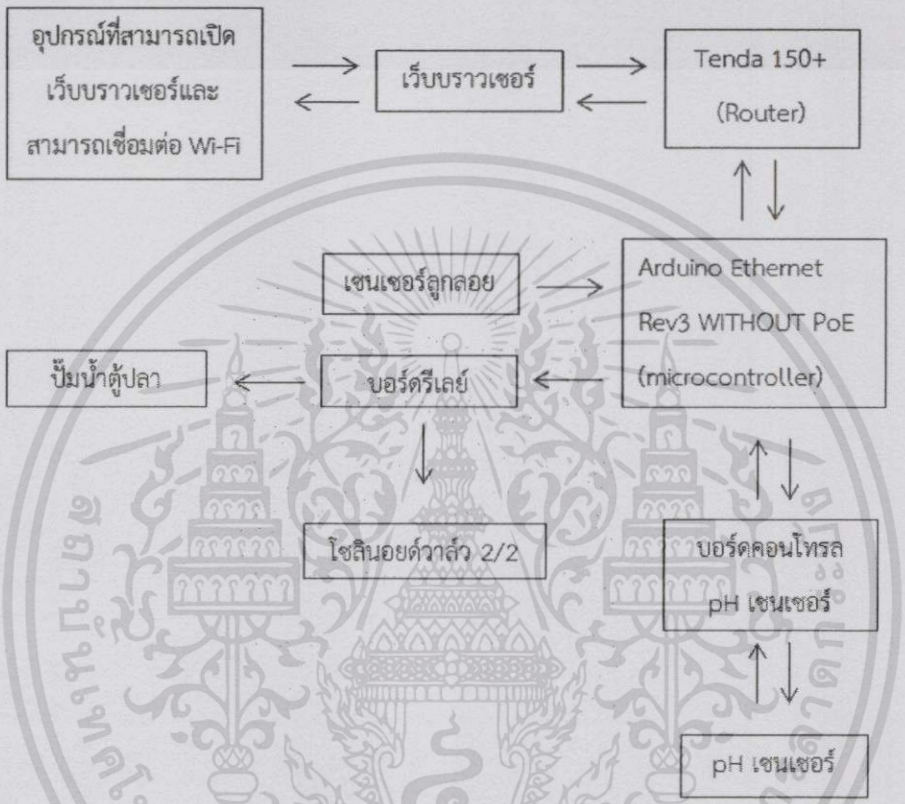


รูปที่ 3.1 ชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาพรวมโครงสร้าง

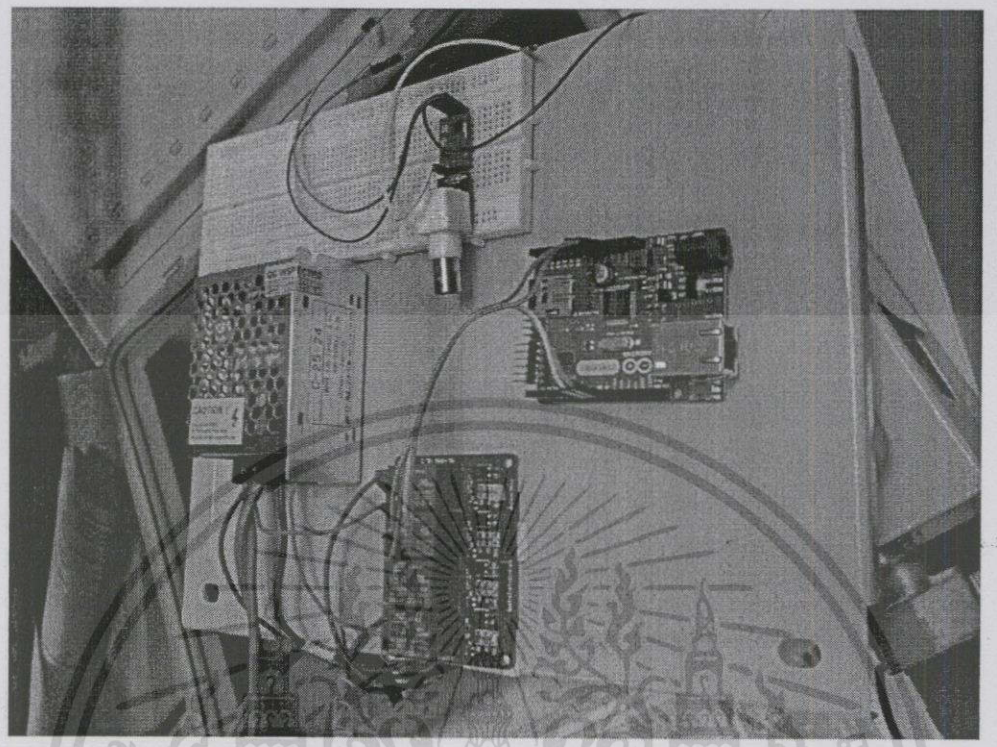
ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายหลักการทำงานของระบบทั้งวงจร โดยอธิบายด้วยรูปภาพเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถเข้าใจหลักการทำงานทั้งหมดของระบบได้ตรงกัน



รูปที่ 3.2 แผนภาพการทำงานรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.2 เป็นการแสดงภาพรวมทั้งหมดของระบบผ่านทาง Box Diagram ซึ่งจากรูปภาพจะเห็นได้ว่า เว็บบราวเซอร์และบอร์ด Arduino ทำงานเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลเข้าหากันผ่านทางสัญญาณที่ Router สร้างขึ้นมา ที่นี้เลือกใช้ Tenda 150+ ทำการสร้างสัญญาณ Wi-Fi เปรียบเสมือนถนนเชื่อมต่อให้เว็บบราวเซอร์และบอร์ด Arduino วิ่งรับส่งข้อมูลเข้าหากัน จากนั้นบอร์ด Arduino ก็จะทำการรับข้อมูลจาก Level Sensor เพื่อนำไปประมวลผลและสั่งการให้ปั๊มวาล์ว และ pH Sensor ทำงาน จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจาก pH Sensor และประมวณผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โครงสร้างการวางรูปแบบวงจรโดยรวม

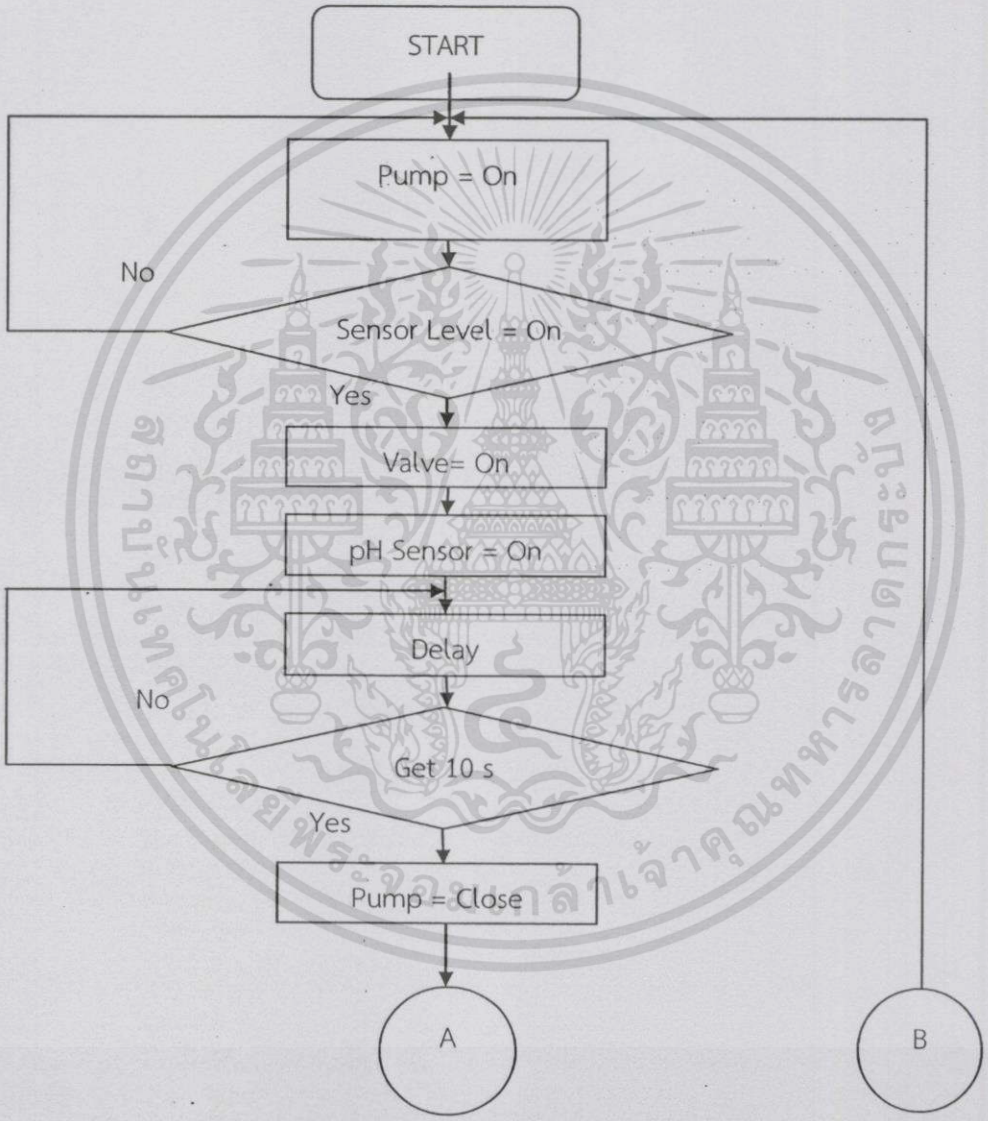
ในรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 จะแสดงถึงการออกแบบจำลองโครงสร้างของเครื่องจากโปรแกรม SolidWorks2012 และแสดงโครงสร้างของวงจรโดยรวมจากของจริงตามลำดับ

หลักการทำงานโครงสร้างทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยบอร์ด Arduino โดยใช้วิธีการเขียนโปรแกรมลงไปในบอร์ด ซึ่งหลักการทำงานมีดังนี้ ในขั้นตอนแรกจะควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำโดยปั๊มน้ำจะดูดน้ำขึ้นมาปริมาณ 1 ลิตร ซึ่งวัดได้จาก Level Sensor เมื่อครบ 1 ลิตรแล้วระบบจะติดการทำงานของปั๊มให้ปั๊มเลิกดูดน้ำ แต่จะเพิ่มการควบคุมที่วาล์วให้วาล์วดันลมไว้ ไม่ให้น้ำไหลออกจากส่วนที่เก็บน้ำ จากนั้นให้ pH Sensor เริ่มทำการเก็บค่าแบบสุ่ม เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำตัวอย่าง จากนั้นสั่งการทำงานไปที่วาล์วเพื่อปล่อยน้ำ และเริ่มทำการปั๊มน้ำรอบใหม่ ทำงานในลักษณะนี้วน Loop จนกว่าจะประมาณเวลาตามที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

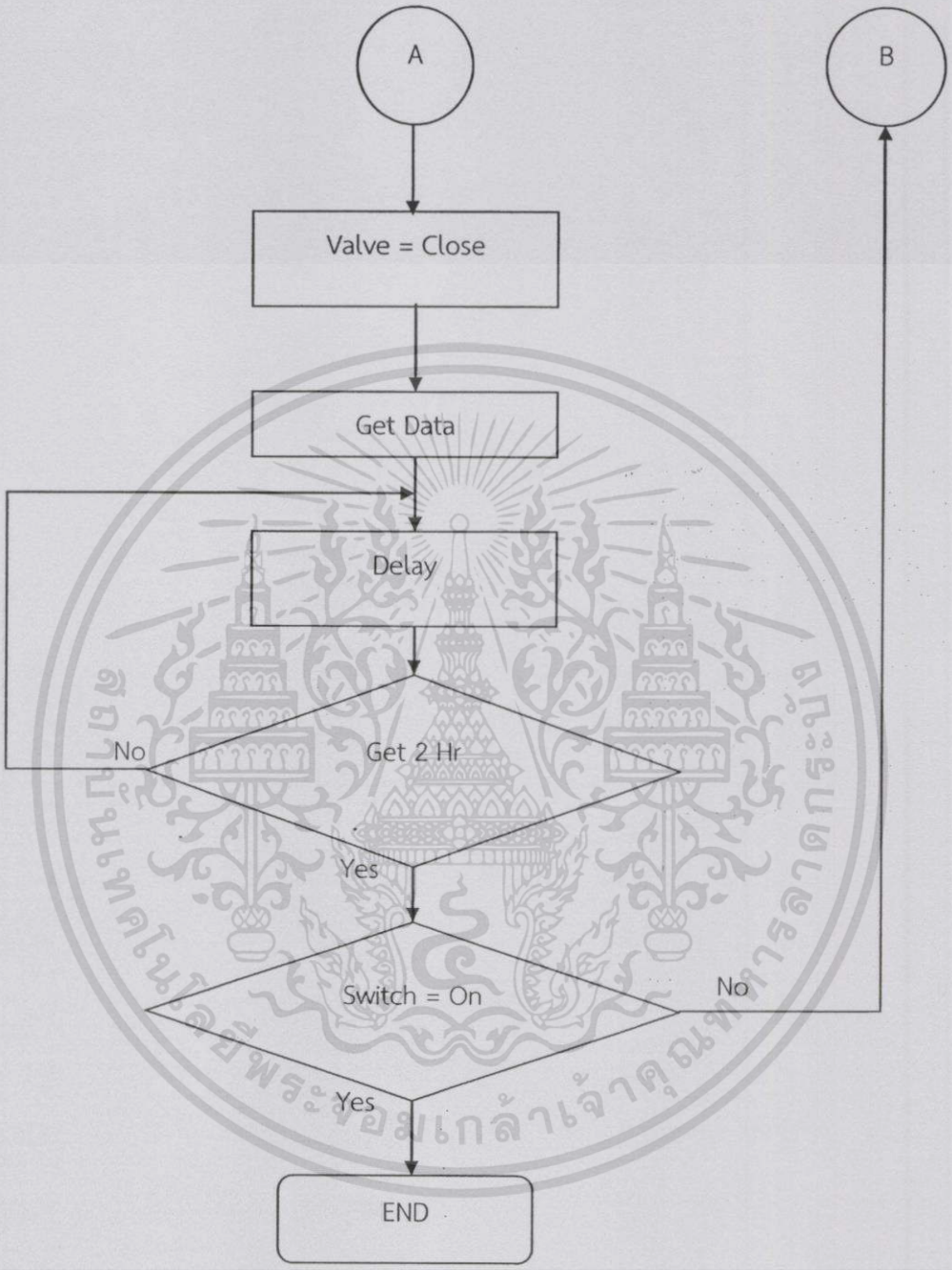
3.3 แผนผังกระบวนการทำงานของเครื่อง

แผนผังการทำงานของทั้งหมดของระบบ อธิบายด้วย Flow Chart เพื่อให้เข้าใจง่ายต่อการศึกษาและเป็นการอธิบายแบบแสดงให้เห็นถึงภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบ อีกทั้งยังแสดงเงื่อนไขต่างๆ ของการทำงานโดยระเอียด



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของบอร์ด Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของบอร์ด Arduino (ต่อ)

รูปที่ 3.4 เป็นการแสดงการทำงานทั้งหมดของระบบ ซึ่งใช้บอร์ด Arduino ควบคุมการทำงาน โดยจากรูปเมื่อทำการใส่คำสั่ง START ปั๊มจะทำการสูบน้ำเข้าสู่แทงค์เก็บน้ำเมื่อน้ำเต็มหรือถึงระดับที่ Sensor Level ทำงาน Sensor Level จะสั่งการให้ปั๊มหยุดสูบน้ำ และทำการเปิดวาล์วเพื่อให้น้ำถูกขังอยู่ในแทงค์ ไม่ให้ไหลออกทางปั๊ม จากนั้น pH Sensor ก็จะเริ่มทำการเก็บค่าโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วงเวลา 10 วินาที เก็บค่า 10 ค่าเพื่อที่จะหาค่าเฉลี่ยที่แม่นยำที่สุด จากนั้นทำการปิดวาล์วและปิดปั๊มเพื่อให้น้ำไหลออก ออกแบบให้เริ่มการทำงานซ้ำทุก 2 ชั่วโมง ระบบจะทำงานซ้ำจนกว่าจะได้รับคำสั่งปิดสวิตช์จึงจะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบการวัด pH ที่เราพัฒนาว่ามีการทำงานเป็นอย่างไรและเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยเริ่มจากการทดลองว่าเครื่อง pH ที่เราพัฒนาใช้เวลาในการสูบน้ำเข้าและปล่อยน้ำออกเท่าใด และทดลองหาค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้องของการวัด pH

4.1 วิธีการทดลอง

1. ทดลองโดยการจับเวลาเมื่อสูบน้ำเข้าและหาเวลาเฉลี่ย
2. ทดลองโดยการจับเวลาปล่อยน้ำออกและหาเวลาเฉลี่ย
3. ทดลองหาค่าความแม่นยำการวัดค่า pH จากน้ำประปา
4. ทดลองหาค่าความถูกต้องโดยการวัดค่า pH จากน้ำที่มีความเป็นกรด เป็นกลางและ เป็นเบส เทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์ และหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องในการวัดน้ำชนิดต่างๆ
5. ทดลองโดยการวัด pH ในบ่อพักน้ำเสียที่บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด

4.2 ทดลองโดยการจับเวลาเมื่อสูบน้ำเข้าและหาเวลาเฉลี่ย

ทำการทดลองโดยการนำเครื่องวัด pH เปิดระบบอัตโนมัติให้เครื่องทำการสูบน้ำเข้าและปล่อยน้ำออกตามระบบปกติทั้งหมด 10 รอบ โดยแต่ละรอบการทำงานห่างกัน 1 นาที ที่ความลึกเดียวกันทั้งหมด 30 เซนติเมตร สถานที่ทดลองคือบ่อเลี้ยงปลาที่กลางตึก ECC ทำการจับเวลาในช่วงที่มอเตอร์สูบน้ำเริ่มทำงานจนมอเตอร์หยุดการทำงานแล้วบันทึกผล ดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 บันทึกผลการใช้เวลาสูบน้ำเข้า

ครั้งที่	เวลาที่ใช้(วินาที)
1	147
2	92
3	91
4	92
5	91
6	91
7	91
8	92
9	92
10	91

เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำเข้าเฉลี่ย 97 วินาที

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าการสูบน้ำในครั้งแรกจะใช้เวลานานกว่าครั้งอื่นมาก เนื่องจากในระบบยังมีอากาศค้างอยู่และมอเตอร์ที่เลือกใช้มีแรงดันไม่มาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการดันอากาศนาน และเมื่อน้ำเข้าไปในระบบจนเต็มแล้ว ทำให้การทดลองครั้งต่อมามีเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำเข้าใกล้เคียงกัน

4.3 ทดลองโดยการจับเวลาปล่อยน้ำออกและหาเวลาเฉลี่ย

ทำการทดลองโดยการนำเครื่องวัด pH เปิดระบบอัตโนมัติให้เครื่องทำการสูบน้ำเข้าและปล่อยน้ำออกตามระบบปกติ ทั้งหมด 10 รอบ โดยแต่ละรอบการทำงานห่างกัน 1 นาที ที่ความลึกเดียวกันทั้งหมด 30 เซนติเมตร สถานที่ทดลองคือบ่อเลี้ยงปลาที่กลางตึก ECC ทำการจับเวลาในช่วงที่วาล์วเริ่มทำงานเพื่อปล่อยน้ำออกจนกระทั่งน้ำไหลออกหมดจากกล่องเก็บน้ำแล้วบันทึกผล ดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการใช้เวลาในการปล่อยน้ำออก

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	101
2	101
3	100
4	101
5	102
6	101
7	101
8	101
9	101
10	102

เวลาที่ใช้ในการสูบน้ำเข้าเฉลี่ย 101.1 วินาที

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการปล่อยน้ำออกมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ถึงจะมีบางครั้งที่มีค่าแตกต่างกัน แต่ก็ถือว่าผลเวลาที่แตกต่างกันนี้ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.4 ทดลองหาค่าความแม่นยำของอุปกรณ์

ทำการทดลองโดยการใช้น้ำประปาเป็นน้ำทดสอบ ให้เครื่องวัด pH ใช้ระบบการวัดแบบต่อเนื่องทุกวินาที และดูค่า pH จากโปรแกรม Arduino ทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลทั้งหมดสิบครั้ง แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวัดค่า pH เพื่อหาความแม่นยำ

ครั้งที่	ค่า pH ที่อ่านได้
1	6.96
2	6.96
3	6.95
4	6.96
5	6.96
6	6.96
7	6.96
8	6.96
9	6.96
10	6.96

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าเพียงครั้งเดียวเท่านั้นที่ผล pH ของน้ำประปาแตกต่างไปจากครั้งอื่น ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องวัด pH ที่พัฒนานั้นมีความแม่นยำสูง

4.5 ทดลองหาค่าความถูกต้องของอุปกรณ์

ทำการทดลองหาค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ โดยใช้เครื่องวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์เป็นอุปกรณ์อ้างอิงความถูกต้อง ทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง แบ่งการทดลองออกเป็นการทดลองหาค่าความความถูกต้องของน้ำช่วงกรด ช่วงกลางและช่วงเบส โดยให้เครื่องมือวัด pH ที่พัฒนาทำงานอัตโนมัติวัดค่า pH ในแต่ละช่วงการทดลอง ช่วงละห้าครั้งและดูค่า pH ที่อ่านได้ผ่านเว็บบราวเซอร์เทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยของน้ำแต่ละช่วง โดยเริ่มจากการวัดค่า pH ในช่วงกรดดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงกรดเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์

ครั้งที่	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH ที่พัฒนา)	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH)
1	1.27	1.19
2	1.16	1.16
3	1.14	1.15
4	1.13	1.14
5	1.12	1.14

จากตารางที่ 4.4 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปจะยอมรับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการวัดค่า pH ในช่วงกรดเครื่องมือวัด pH ที่พัฒนาจึงถือได้ว่ามีความถูกต้องที่ยอมรับได้ ต่อไปจะเป็นผลการทดลองวัดค่า pH ในช่วงกลางดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงกลางเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์

ครั้งที่	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH ที่พัฒนา)	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH)
1	6.90	7.45
2	7.28	7.49
3	7.67	7.49
4	7.75	7.50
5	7.01	7.50

จากตารางที่ 4.5 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 2.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปจะยอมรับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการวัดค่า pH ในช่วงกลางเครื่องมือวัด pH ที่พัฒนาจึงถือได้ว่ามีความถูกต้องที่ยอมรับได้ ต่อไปจะเป็นผลการทดลองวัดค่า pH ในช่วงเบสดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การวัดค่า pH ของน้ำช่วงเบสเทียบกับเครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์

ครั้งที่	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH ที่พัฒนา)	ค่า pH ที่วัดได้ (เครื่องวัด pH)
1	10.60	10.58
2	10.63	10.59
3	10.62	10.59
4	10.63	10.60
5	10.61	10.60

จากตารางที่ 4.6 สามารถหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปจะยอมรับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการวัดค่า pH ในช่วงเบสเครื่องมือวัด pH ที่พัฒนาจึงถือได้ว่ามีความถูกต้องที่ยอมรับได้

4.6 ทดลองโดยการวัด pH ในบ่อพักน้ำเสียที่บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด

ทำการทดลองโดยการวัด pH ในบ่อพักน้ำเสียของบริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด ทั้งหมดสิบครั้งแล้วนำมาเฉลี่ย ดูว่าเป็นไปตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรมหรือไม่

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดค่า pH ในบ่อพักน้ำเสียที่บริษัท เอ. ไอ. เทคโนโลยีจำกัด

ครั้งที่	ค่า pH ที่อ่านได้
1	6.43
2	6.46
3	6.50
4	6.39
5	6.41
6	6.41
7	6.42
8	6.41
9	6.43
10	6.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 สามารถสังเกตค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อพักน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมบริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี จำกัด ได้ว่าเมื่อวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย จะได้ค่าประมาณ 6.43 ซึ่งตาม ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ได้ระบุไว้ว่า น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.5-9ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของบริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยีจำกัด มีค่าเป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

4.7 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาเวลาในการสูบน้ำเข้า พบว่าเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 1 มีค่ามากที่สุด เนื่องจากในท่อมีอากาศค้างอยู่ในสายและปั๊มน้ำมีแรงดันต่ำ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเริ่มระบบครั้งแรกนาน ส่วนเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำเข้าครั้งต่อมามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระบบมีเสถียรภาพในการสูบน้ำเข้า การทดลองหาเวลาในการปล่อยน้ำออก ผลของเวลาที่ได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าในการปล่อยน้ำออกก็มีเสถียรภาพเช่นกัน เพราะผลเวลาที่แตกต่างกันนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ การทดลองหาค่าความแม่นยำนั้นก็มีค่าที่แตกต่างไปจากค่าอื่นเพียงค่าเดียวจึงถือว่าระบบมีความแม่นยำสูง ส่วนการทดลองหาค่าความถูกต้องนั้นจากการทดลองหาค่าความถูกต้องทั้งสามช่วงได้แก่ กรด กลางและเบส โดยใช้เครื่องมือวัด pH ของคณะวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องอ้างอิงพบว่าเครื่องมือวัด pH ที่พัฒนานั้นก็มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงถือได้ว่าเครื่องมือวัด pH ที่พัฒนานั้นมีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการออกแบบและทดสอบระบบวัดคุณภาพน้ำ สามารถสรุปผลการปฏิบัติงานได้ดังนี้

1. สามารถควบคุมและส่งข้อมูลเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ได้

2. จากการทดสอบโปรแกรมควบคุมพบว่าระบบควบคุมที่ออกแบบสามารถควบคุมการทำงานได้ตามที่ต้องการอย่างแม่น การควบคุมมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

3. โปรแกรมควบคุมที่ออกแบบขึ้นสามารถใช้งานในการสั่งงานได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถพัฒนาโปรแกรมควบคุมในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน

1. ปัญหาในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กรต่างๆ การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีปัญหา เนื่องจากแต่ละองค์กรมีระบบ Network แตกต่างกัน

2. ขาดความรู้ในการเขียนเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ทำให้เว็บไซต์ขาดความสวยงาม

3. ขาดความรู้เกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ปรับระบบให้ทำงานภายในพื้นที่ เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบอินเทอร์เน็ต ของแต่ละองค์กรที่มีความแตกต่างกัน เพื่อสะดวกต่อการนำไปติดตั้ง

2. ศึกษาเกี่ยวกับภาษาที่ใช้เขียนเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ให้หลากหลายมากขึ้น เพื่อนำแต่ละภาษามาประยุกต์ร่วมกัน จะได้เกิดความสวยงาม

3. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบเน็ตเวิร์ค เพื่อปรับเปลี่ยนแก้ไขโดยให้เกิดความสะดวกกับการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด

5.4 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าและพัฒนา

ในการนำชุดควบคุมนี้ไปใช้งานเพื่อให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น อาจมีการเพิ่มเซนเซอร์ (Sensor) ตรวจวัดปริมาณสารที่ต้องการทราบค่าเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำการเพิ่มตัวควบคุม (Microcontroller) อีกหนึ่งหน่วยเพื่อเขียนโปรแกรมให้ตัวควบคุมนี้เป็นตัวเก็บบันทึกผลข้อมูลที่วัดได้ และเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ได้จากทุกที่ ทำให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] arduino.cc **"Examples"** [Online]. Available : http://arduino.cc/en/Tutorial/HomePage#.UwOfGNIW3Y4. 2013.

[2] Unicon Board **"หนังสือคู่มือการใช้งาน"** [Online]. Available : http://www.uniconboard.com/2013/index.php/download/category/6-book. 2013.

[3] artcula **"Lesson 1"** [Online]. Available : http://osxarduino.blogspot.com. 2013.

[4] บ้านอิเล็กทรอนิกส์ **"AVR"** [Online]. Available : http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=43. 2013.

[5] pcman **"คู่มือการโปรแกรม arduino board"** [Online]. Available : http://www.logicthai.net/node/10 2008

[6] จีราวุธ วารินทร์. **Basic + Advanced HTML5 CSS3 + javascript ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพมหานคร : รีไวว่า. 2556

[7] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม.** กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2548

[8] เจ้าของร้าน. **"Applications of Relay with Arduino."** [Online]. Available : http://www.arduitronics.com/article/applications-of-relay-with-arduino. 2556.

[9] AtlasScientific. **"pH Circuit."** [Online]. Available : https://www.atlas-scientific.com/_files/_datasheets/_circuit/pH_Circuit_5.0.pdf. 2556

[10] AtlasScientific. **"pH Sensor."** [Online]. Available : https://www.atlas-scientific.com/_files/_datasheets/_sensor/pH-sensor-datasheet.pdf. 2556.

[11] AtlasScientific. **"Arduino pH Sample Code."** [Online]. Available : https://www.atlasscientific.com/_files/code/Arduino_pH_sample_code.pdf. 2556.

[12] www.engineerfriend.com **"Solenoid valves."** [Online]. Available : http://www.engineerfriend.com/2012/articles/solenoid-valves-2/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] cpe **"Switching powersupply"** [Online]. Available :
http://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Wire.h>
#define rxpin 2                    //set the RX pin to pin 2
#define txpin 3
#define maxLength 30

SoftwareSerial myserial(rxpin, txpin);

/* Etehernet define */
byte mac[] = {
  0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };   //physical mac address
byte ip[] = {
  192, 168, 2, 201 };                     // static ip of Arduino
byte gateway[] = {
  192, 168, 2, 254 };                     // gateway address
byte subnet[] = {
  255, 255, 255, 0 };                     //subnet mask
EthernetServer server(80);                //web server port
char c;

// function prototype
void step1(void);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void step2(void);
void step3(void);
void step4(void);
void HWcontrol(void);
void ClearData(void);
float div(float numerator, float denominator);

// set pin numbers:
const int SENSOR_IN = 7;
const int PUMP_OUT = 8;
const int VALVE_OUT = 9;

// variables will change:
int sensor_status = 1;
unsigned char stepwork = 0;
String inputstring = "";                    //a string to hold incoming data from the PC
String sensorstring = "";    //a string to hold the data from the Atlas Scientific product
boolean input_stringcomplete = false;    //have we received all the data from the PC
boolean sensor_stringcomplete = false;
float pHdata[11];
float pHavg;
boolean Power = false;
String inString = String(maxLength);
unsigned int interval_time;
unsigned int interval_time_set = 10;
unsigned int minute_time;
int status_value;

void setup() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  myserial.begin(38400);

  // initialize the LED pin as an output:
  pinMode(PUMP_OUT, OUTPUT);
  pinMode(VALVE_OUT, OUTPUT);
  // initialize the pushbutton pin as an input:
  pinMode(SENSOR_IN, INPUT);
  // initialize output
  digitalWrite(VALVE_OUT, HIGH);
  digitalWrite(PUMP_OUT, HIGH);
  stepwork = 0;
  delay(1000);
}

void loop()
{
   // Create a client connection
  EthernetClient client = server.available();
  if (client)
  {
    boolean current_line_is_blank = true;
    Serial.println("Client is connected\n");
    while (client.connected())
    {
      if (client.available())
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 c = client.read();
 if (inString.length() < maxLength)
 {
  inString += c;
 }
 //Serial.write(c);
 if (c == '\n')
 {
  if (inString.indexOf("?") > -1)
  {
   int Pos_CC = inString.indexOf("s=")+2;
   int End_CC = inString.indexOf(" ", Pos_CC);

   if(End_CC < 0)
   {
    End_CC =  inString.length() + 2;
   }

   String Sdata = inString.substring(Pos_CC,End_CC);
   //Serial.println(Sdata);
   String Sstatus = Sdata.substring(0,1);
   char intbuf[32];
   Sstatus.toCharArray(intbuf, sizeof(intbuf));
   status_value = atoi(intbuf);
   //Serial.println(status_value);
   String Stimer = Sdata.substring(11,End_CC);
   Stimer.toCharArray(intbuf, sizeof(intbuf));
   interval_time_set = atoi(intbuf);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      //Serial.println(interval_time_set);
      //int interval_time_index = inString.indexOf("l=");
    }
  }

  if((status_value == 1)&&(Power == false))
  {
    Power = true;
    stepwork = 1;
    Serial.println("\nstep1: Vaccum Water\n");
    Serial.println("Power: ON\n");
    Serial.println("Please wait few times\n");
  }
  else if(status_value == 0)
  {
    Power = false;
    ClearData();
  }
  if (c == '\n')
  {
    //client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    //client.println("Content-Type: text/html");
    //client.println("Connection: close");  // the connection will be closed after
completion of the response
      //client.println("Refresh: 30");  // refresh the page automatically every 30 sec
    client.println();
    //client.println("<!DOCTYPE HTML>");
    client.println("<html>");
    client.println("<title>pH Measurment</title>");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
client.println("<body>");


if (Power)
{
  client.print(" pH Measurment is <font color='green'>ONLINE</font>");
}
else
{
  client.print(" pH Measurment is <font color='red'>OFFLINE</font>");
}
client.println("<br />");
if(pHavg >= 0)
{
  client.print(" pH Value: ");
  client.print("<font color='blue'>");
  client.print(pHavg);
  client.print("</font>");
}


client.print("<FORM action=\"http://192.168.2.201/\" >");
client.print("<P> <INPUT type=\"radio\" name=\"status\" value=\"1\"");
if(Power) client.print("checked=\"checked\"");
client.print(">ON");
client.print("<P> <INPUT type=\"radio\" name=\"status\" value=\"0\"");
if(!Power) client.print("checked=\"checked\"");
client.print(">OFF");


client.print("<P> <INPUT type=\"text\" name=\"interval\"value=\"");
client.print(interval_time_set);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        client.print("\" size=\"10\" maxlength=\"50\">Minutes (0-1140 Min.)<br>");
        client.print("<P> <INPUT type=\"submit\" value=\"Submit\"> </FORM>");

        client.println("</body>");
        client.println("</html>");
        break;
      }
      if (c == '\n')
      {
        current_line_is_blank = true;
      }
      else if (c != '\r')
      {
        current_line_is_blank = false;
      }
    }
  }
  delay(1);
  // close the connection:
  inString="";
  client.stop();
  client.flush();
  Serial.println("client disonnected");
}

if(Power)
{
  //Serial.println("Status: Running\n");
  HWcontrol();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }

  //Serial.println(stepwork+'0');
  //if(Power) Serial.println("Power = true \n");

  if((Power)&&(stepwork == 0))
  {
    //Serial.println(minute_time+"\r\n");
    myserial.print("L1\r");
    minute_time++;
    delay(100);
    if(minute_time >= 600)
    {
      minute_time = 0;
      interval_time++;
      if(interval_time >= interval_time_set)
      {
        myserial.print("L0\r");
        interval_time = 0;
        stepwork = 1;
      }
    }
  }
}

void ClearData(void)
{
  //Power = false;
  minute_time = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  interval_time = 0;
  stepwork = 0;
  digitalWrite(VALVE_OUT, HIGH);
  digitalWrite(PUMP_OUT, HIGH);
}

void HWcontrol(void)
{
  switch(stepwork)
  {
    case 1: step1();
            break;
    case 2: step2();
            break;
    case 3: step3();
            break;
    default: /* Do Nothing */
            break;
  }

}

void step1(void)
{
  sensor_status = digitalRead(SENSOR_IN);
  if (sensor_status == HIGH)
  {
    digitalWrite(PUMP_OUT, HIGH);
    digitalWrite(VALVE_OUT, HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    stepwork = 2;
    Serial.println("\nstep2: pH Mesurment\n");
  }
  else
  {
    digitalWrite(PUMP_OUT, LOW);
     digitalWrite(VALVE_OUT, LOW);
  }
}

void step2(void)
{
  static unsigned char x = 0;
  unsigned char y = 0;
  //myserial.print("R\r");
  myserial.print("R\r");
  delay(1000);
  while (myserial.available())
  {       //while a char is holding in the serial buffer
        char inchar = (char)myserial.read();      //get the new char
        sensorstring += inchar;                   //add it to the sensorString
        if (inchar == '\r') {sensor_stringcomplete = true;}
                          //if the incoming character is a <CR>, set the flag
  }


  if (sensor_stringcomplete)
  {
     char floatbuf[32];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    sensorstring.toCharArray(floatbuf, sizeof(floatbuf));
    pHdata[x] = atof(floatbuf);
    //Serial.print(pHdata);
    //Serial.print('\n');
    sensorstring = "";                                    //clear the string:
    sensor_stringcomplete = false;                        //reset the flag
used to tell if we have received a completed string from the Atlas Scientific product
  }

  x++;
  //Serial.print(pHdata[x-1]);
  //Serial.print("\r\n\n");
  if(x > 12)
  {
    for(y = 1; y < 10; y++)
    {
      pHavg += pHdata[y];
      //Serial.print(pHdata[y]);
      //delay(200);
      //Serial.print("\r\n");
    }
    Serial.print(pHavg);
    pHavg = (float)(pHavg/(float)10);
    Serial.print("pHavg = ");
    Serial.print(pHavg);
    stepwork = 3;
    Serial.println("\r\nstep3: Release Water\n");
    x = 0;
  }
```

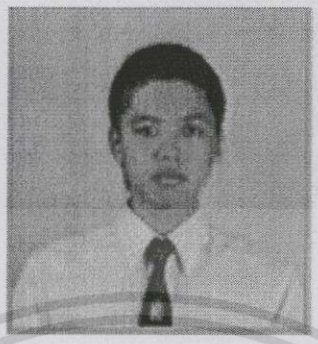
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void step3(void)
{
  static unsigned int time_end;
  digitalWrite(VALVE_OUT, LOW);
  delay(100);
  time_end++;
  //Serial.println(time_end);
  //Serial.println("\r\n");
  if(time_end >= 1200)
  {
    time_end = 0;
    digitalWrite(VALVE_OUT, HIGH);
    stepwork = 0;
    Serial.println("\rPower: OFF");
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ ธฤต นามสกุล จันทโสพส
ที่อยู่ 12 หมู่ 4 ต.สีพยา อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 22120
อีเมล์ tharitsaivet@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 0829655706
ความสามารถทางภาษา ภาษาอังกฤษ
ความสามารถพิเศษ โปรแกรม Arduino , C++ , PHP , HTML , Solid work , Microsoft office

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี
มัธยมศึกษา โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จันทบุรี
อุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

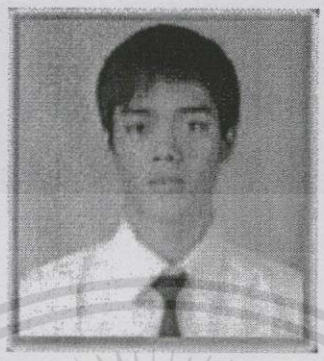
ชื่อ ประภาสพล นามสกุล รอดทุกข์
ที่อยู่ 77 ถนนสุทธิสาร เขตพญาไท แขวงสามเสนใน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10400
อีเมล์ prapaspon@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 0855525279
ความสามารถทางภาษา ภาษาอังกฤษ
ความสามารถพิเศษ โปรแกรม Arduino, C++, Solid work, Microsoft office

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลสามเสน
มัธยมศึกษา โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี
อุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อนาย อธิศ ไทยยิ่ง
ที่อยู่ 85/72 หมู่ 12 หมู่บ้านริเวอร์ไซด์ ตำบลวัดไทร อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000
E-mail tson_line@hotmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 087-3148151
ความสามารถด้านภาษา ภาษาอังกฤษ
ความสามารถพิเศษ โปรแกรม PLC, AutoCAD, Solidwork, Microsoft office

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนลาซาลโชติรวีนครสวรรค์
มัธยมศึกษา โรงเรียนนครสวรรค์
อุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้