



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

“เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสำหรับประกอบการเตือนภัยชุมชน”

โดย

ศุภกร กตาทิการกุล และคณะ

ธันวาคม 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

“เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสำหรับประกอบการเตือนภัยชุมชน”

Automatic Rain Gauge warning system for the community

คณะผู้วิจัย

- | | | | |
|---------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 1. นายศุภกร กตาทิการกุล | (หัวหน้าโครงการ) | คณะวิทยาศาสตร์ | มหาวิทยาลัยทักษิณ |
| 2. ผศ.สุวิทย์ เพชรห้วยลึก | ผู้ร่วมวิจัย | คณะวิทยาศาสตร์ | มหาวิทยาลัยทักษิณ |
| 3. ดร.สุวิทย์ คงภักดี | ผู้ร่วมวิจัย | คณะวิทยาศาสตร์ | มหาวิทยาลัยทักษิณ |

ชุดโครงการการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ภาคใต้ ตอนกลาง

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสำหรับการประกอบการเตือนภัยชุมชน โดยใช้รูปแบบของหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก มีรูปแบบของหัววัดเป็นแบบกึ่งทรงกระบอกกลวงที่ทำจากวัสดุพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และแผ่นโลหะกึ่งทรงกระบอกทำจากเทปอลูมิเนียมห่อหุ้ม การวัดปริมาณน้ำโดยประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์ที่ปรับปรุงขึ้นวัดค่าแรงดันไฟฟ้า พบว่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับค่าปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปซึ่งค่าอยู่ในช่วงมิลลิโวลต์(mV) พบว่าผลการวัดปริมาณน้ำได้ค่าความไม่แน่นอนเชิงเส้นเป็น 2.46 %FSO สามารถใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเซนเซอร์ไร้สาย และสามารถตรวจวัดปริมาณน้ำได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีกลไกควบคุมการปล่อยปริมาณน้ำปล่อยในช่วงเวลาที่กำหนด และสามารถรองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เทคนิคการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้วัดปริมาณน้ำฝนที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันได้ ใช้งานง่าย พกพาสะดวกอีกทั้งยังมีราคาถูก แต่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการใช้งานสูง

คำสำคัญ เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน หัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก เซนเซอร์ไร้สาย
การประยุกต์วงจรบริดจ์

Abstract

This research presents the development of the automatic rain gauge warning system for the community. The rain gauge measurement technique used a semicylindrical capacitance measurement. The probe consists of a hollow PVC semicylinder covered with a semicylindrical aluminium foil. Responses of the proposed probe were tested using the modified bridge circuit. Results show that the measured voltages are in the range of millivolt (mV) and proportional to the variation of water level, the tested range with 2.46% non-linearity. In addition, the prototype is able to send information via wireless sensors and measure the amount of water continuously, as a mechanism to control the amount of water could release water at a the specified period and using power supply by solarcell. Consequently this technique can be efficiently used in rain gauge measurement. Moreover, it is low cost, easy to use, and portable.

Keywords: Rain gauge, Semicylindrical capacitance measurement, Modified bridge circuit

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสำหรับประกอบการเตือนภัยชุมชน สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยได้ในระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 18 เดือน ซึ่งล่วงเลยจากระยะเวลาที่ได้ลงนามสัญญาไปเป็นเวลา 6 เดือน อันเกิดจากข้อจำกัดของผู้วิจัยเป็นหลัก

อย่างไรก็ตามรายงานชิ้นนี้สำเร็จได้คณะผู้วิจัยต้องแสดงคำขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย รวมทั้งความร่วมมือจาก องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะจันทร์ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล อำเภอลำทะเมนชัย องค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอยะรังใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา และเทศบาลตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ซึ่งเป็นที่สถานที่ทำงานที่อนุญาตให้ใช้พื้นที่และเวลาในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์คณิต ใจพัฒนานนท์ ที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนและฝึกฝนการทำวิจัย ให้คำปรึกษา แนะนำความรู้ในด้านการทำวิจัย เอกสาร ข้อมูลต่างๆ เป็นอย่างดี ขอขอบคุณคุณณรงค์ คงมาก ที่อำนวยความสะดวก ให้แนวความคิดและช่วยประสานงานและคำปรึกษา ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรในสาขาวิชาฟิสิกส์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ มาโดยตลอด จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

คณะผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาเบื้องต้นของอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของบรรดาคนที่อยู่ร่วมกันในชุมชน รวมถึงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

ศุภกร กตาทิการกุล
หัวหน้าโครงการ
ธันวาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	จ
Abstract	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ(Outcome)	2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	3
2.1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนในปัจจุบัน	3
2.1.2 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบใช้ไม้วัด	3
2.1.3 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบใช้น้ำหนัก	3
2.1.4 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน	4
2.1.5 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระดก	4
2.1.6 เกณฑ์ในการวัดปริมาณน้ำฝน	4
2.2 หลักการเกี่ยวกับความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก	4
2.2.1 หลักการพื้นฐานการหาค่าความจุไฟฟ้า	4
2.2.2 หั้ววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก	6
2.3 การออกแบบวงจรสำหรับเซนเซอร์	8
2.3.1 วงจรรอสซิจิลเลเตอร์	9
2.3.2 วงจรสำหรับหับวัด	10
2.3.3 วงจรใช้สำหรับสร้างฐานเวลา	11
2.3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.3.5 โปรแกรม Arduino	13
2.3.6 วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD	14
2.4 การออกแบบระบบการปล่อยปริมาณน้ำ	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)	16
2.5 เครือข่ายตรวจจับไร้สาย (Wireless Sensor Network)	18
2.5.1 ZigBee	19
2.5.2 XBee	19
2.5.3 โปรแกรม X-CTU	20
2.7 DAQ SYSTEM	21
2.8 หลักการของการสร้างเครื่องมือวัดและการนำไปใช้งาน	21
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	24
3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบวัดปริมาณน้ำฝน	24
3.1.1 การออกแบบหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก	24
3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของหัววัดและระดับน้ำ	24
3.3 การศึกษาผลกระทบจากการส่งข้อมูลของเซนเซอร์ผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย	25
3.4 การออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ	31
3.5 ศึกษาพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	32
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบวัดปริมาณน้ำฝน	33
4.2 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของหัววัดและระดับน้ำ	35
4.2.1 ค่าความเป็นเชิงเส้น (Linearity)	35
4.2.2 ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)	35
4.3 ผลกระทบจากการส่งข้อมูลของหัววัดผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย	36
4.4 การออกแบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ	37
4.4.1 วงจรใช้สำหรับสร้างฐานเวลา	39
4.4.2 วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC	39
4.4.3 วงจรไร้สายสำหรับ XBee	40
4.4.4 วงจรใช้สำหรับหัววัด	41
4.4.5 การออกแบบการปล่อยปริมาณน้ำฝนทิ้ง	42
4.4.6 การออกแบบการใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้า	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.7 การแสดงผลข้อมูลปริมาณน้ำฝนบนคอมพิวเตอร์	47
4.4.7.1 Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino	47
4.4.7.2 Serial บนโปรแกรม Hercule	48
4.4.7.3 Terminal บนโปรแกรม X-CTU	49
4.4.7.4 Hyperterminal	53
4.5 ศึกษาพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	53
 5. อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ข	77
ภาคผนวก ค	83
ภาคผนวก ง	86
ภาคผนวก จ	91
ภาคผนวก ฉ	96
ภาคผนวก ช	103
ภาคผนวก ซ	170

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 ตัวอย่างค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง(25)	5
4.1 ผลการทดลองการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ แบบเตอรืกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน กรณีให้เครื่องมือวัดค่าปริมาณน้ำฝนและเซอร์โวมอเตอร์ทุก 5 นาที	47
4.2 ต้นทุนเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติที่สร้างขึ้น	48
5.1 เปรียบเทียบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบต่างๆ กับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่สร้างขึ้น	67
ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระดับน้ำที่เปลี่ยนไป	74
ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เปลี่ยนไปเมื่อวัดจาก XBee และ LabVIEW กับเวลา	79
ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ได้จากกระบอกตวงกับปริมาณน้ำจากการวัด	85
ช.1 ปริมาณน้ำฝน ระหว่างวันที่ 8 – 31 มีนาคม 2556	105
ซ.1 สรุปเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน ดำเนินการ ที่เสนอในโครงการ และได้จริง	172

สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

2.1	ตัวเก็บประจุแผ่นเพลตแบบขนาน	5
2.2	กรณีมีไดโอดีเล็กติดกันกลาง 2 ตัว	6
2.3	ลักษณะโครงสร้างของหัววัด	7
2.4	โครงสร้างการคำนวณของหัววัดกรณีมีน้ำและอากาศเป็นไดโอดีเล็กติด	
	a) มุมมองด้านบนสำหรับการคำนวณ	
	b) โครงสร้างในการคำนวณแสดงการแบ่งโลหะแต่ละแผ่น	8
2.5	วงจรสมมูลของค่าความจุไฟฟ้ารวมสำหรับแผ่นคู่ขนานแบบกึ่งทรงกระบอกเมื่อใช้วัดระดับน้ำ	8
2.6	บล็อกไดอะแกรมของระบบวงจรปรับแต่งสัญญาณ	9
2.7	วงจรออสซิลเลเตอร์	9
2.8	วงจรบริดจ์ที่ปรับปรุงเพื่อประยุกต์ใช้วัดความจุไฟฟ้าของหัววัดกึ่งทรงกระบอกเมื่อปริมาณน้ำฝนมีการเปลี่ยนแปลง	10
2.9	วงจรสร้างฐานเวลาโดยใช้ DS1307	11
2.10	รายละเอียดโครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA1280	13
2.11	โปรแกรม Arduino-0022	14
2.12	วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD	15
2.13	แผนผังแสดงระบบควบคุมการปล่อยน้ำของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	15
2.14	เซ็นควาล์วสปริงสำหรับการเปิดและปิดน้ำ	16
2.15	แผนผังระบบการปล่อยปริมาณน้ำ	16
2.16	เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในการทำงาน	17
2.17	โมดูล XBee	20
2.18	หน้าต่างแรกของโปรแกรม X-CTU	20
2.19	NI USB-6008 ที่ใช้ในการทดลอง	21
2.20	แผนผังแสดงการทำงานส่งข้อมูลของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	22
2.21	แผนผังแสดงการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	23
3.1	วงจรบริดจ์ที่ประยุกต์ใช้วัดระดับน้ำ	25
3.2	แผนผังหลักการทำงาน	25
3.3	ผลจากการคลิกปุ่มคำสั่ง Read ในโปรแกรม X-CTU	27
3.4	การตั้งค่า Destination Address High	27
3.5	การตั้งค่า Destination Address Low	28

รูปที่	หน้า
3.6 หมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ ZigBee ในแต่ละตัว	28
3.7 การติดต่อระหว่างอุปกรณ์ XBee 2 ตัว ตัวสีน้ำเงินเป็นคำสั่ง AT command ที่ทำการส่งไป ส่วนสีแดงเป็นการตอบกลับมาจาก XBee	29
3.8 ทดสอบการติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และ XBee	30
3.9 การจัดวางโมดูลไร้สายในการติดต่อกับหัววัดและคอมพิวเตอร์	30
3.10 รูปแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ	31
4.1 หัววัดปริมาณน้ำฝนที่กระบอกอยู่ภายใน	33
4.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ประกอบอยู่ในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.203 เมตร	34
4.3 โครงสร้างเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ	34
4.4 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและระดับน้ำ	35
4.5 ค่าความสามารถในการทำซ้ำของแรงดันไฟฟ้าที่ระดับน้ำ 0.30 เมตร	36
4.6 โมดูล XBee ที่นำมาใช้งานในการรับส่งข้อมูล	36
4.7 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับเวลาระหว่างค่าที่วัดจาก LabVIEW กับค่าโมดูลXBee	37
4.8 แผนวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัด	38
4.9 ไดอะแกรมการต่อแผนวงจรเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัด	38
4.10 บอร์ดวงจรสร้างฐานเวลา	39
4.11 แผนวงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD ของ ETT	40
4.12 การติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และ XBee	40
4.13 การติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูล XBee	41
4.14 แผนวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัด	42
4.15 ตำแหน่งของคานกระดกเพื่อไปกดวาล์วปล่อยน้ำทั้งทางเดียว	42
4.16 ตำแหน่งการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมการปล่อยน้ำ	43
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบกับปริมาณน้ำที่วัดจากไมโครคอนโทรลเลอร์	43
4.18 เครื่องวัดน้ำฝนและสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 ที่ทำการเปรียบเทียบ	43
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบกับปริมาณน้ำที่วัดจากเครื่องที่สร้างขึ้นกับ เครื่องมาตรฐาน รุ่น Davis 6152 Vantage Pro2	44
4.20 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในตู้แผงควบคุม	45
4.21 อุปกรณ์ Solar Charge Regulator	46
4.22 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการศึกษากับเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	46
4.23 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติที่นำไปใช้งาน	47
4.24 ตำแหน่งการเลือก Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino	49

รูปที่	หน้า
4.25 การแสดงผลบน Serial Monitor	49
4.26 Icon ของโปรแกรม Hercules	49
4.27 หน้าต่างแรกๆของโปรแกรม Hercules	50
4.28 Icon ของโปรแกรม X-CTU	50
4.29 หน้าต่างแรกๆของโปรแกรม X-CTU	51
4.30 การเข้าโปรแกรม Hyperterminal	52
4.31 การตั้งชื่อการติดต่อบน Hyperterminal	52
4.32 การเลือกช่องทางการติดต่อ Hyperterminal	53
4.33 การตั้งค่าอัตราบอดในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee	53
4.34 วิธีการเก็บข้อมูลที่ได้	54
4.35 การเลือกตำแหน่งที่จะเก็บไฟล์ข้อมูล	54
4.36 การหยุดการเก็บข้อมูลที่ได้	54
4.37 การแสดงข้อมูลที่ได้บน Hyperterminal	55
4.38 การเปิดดูข้อมูลที่ได้ด้วยโปรแกรม Notepad	55
4.39 แผนผังการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	56
4.40 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน	57
4.41 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะจันทร์	57
4.42 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะจันทร์ (วันที่ 8 – 30 มีนาคม 2556)	58
4.43 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด	58
4.44 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด (วันที่ 29 มีนาคม – 9 เมษายน 2556)	59
4.45 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจักษ์	59
4.46 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจักษ์ (วันที่ 9 - 29 มีนาคม 2556)	60
4.47 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล	60
4.48 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล (วันที่ 19 - 29 มีนาคม 2556)	61
4.49 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว	61

4.50 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว (วันที่ 19 - 29 มีนาคม 2556)	62
4.51 พื้นที่การติดตั้งเทศบาลตำบลลานข่อย	62
4.52 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณเทศบาลตำบลลานข่อย(วันที่ 19 – 24 เมษายน 2556)	63
4.53 ผังกรอบการใช้เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช	63
4.54 การส่งมอบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเกาะขันธ อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช	64
4.55 การส่งมอบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช	64
จ.1 Icon ของโปรแกรม X-CTU	87
จ.2 หน้าแรกของโปรแกรม X-CTU	88
จ.3 การเชื่อมต่อที่เสร็จสมบูรณ์ของ X-CTU และ ZigBee	89
จ.4 Configure Channel และ PAN ID	89
จ.5 Configure API Enable และ Power Level	90
จ.1 Icon ของโปรแกรม Arduino	93
จ.2 หน้าต่างแรกของโปรแกรม Arduino	93
จ.3 เลือกรุ่นของ Arduino ให้ตรงกับที่ใช้งาน	94
จ.4 เลือก Serial Port ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	94
จ.5 ปุ่ม Verify เพื่อ Compile โปรแกรม	95
จ.6 กดปุ่ม Upload to I/O Board เพื่อ Download Program ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์	95
จ.7 ผลจากการทำการ Upload Code ให้กับบอร์ดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว	95
ฉ.1 การตรวจพบอุปกรณ์ใหม่ โดยเป็น “FT232R USB UART” และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์	98
ฉ.2 การแจ้งให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งพอร์ตที่บรรจุไฟล์ Driver ของ FTDI ไว้	99
ฉ.3 การค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์	99
ฉ.4 เลือกระบุตำแหน่งพอร์ตที่เก็บไฟล์ Driver	100
ฉ.5 การติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว	100
ฉ.6 หมายเลขของ Com Port ของอุปกรณ์ดังกล่าวไว้	101
ฉ.7 กำหนดค่า Bits per second ในการเชื่อมต่อกับ Port	102
ฉ.8 กำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ให้เรียบร้อยแล้ว	102

55บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยา สถานีตรวจอากาศทางทะเล สถานีตรวจอากาศทางเกษตร สถานีบริหารพื้นที่อนุรักษ์ และส่วนกลาง กรมอุตุนิยมวิทยา สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หรือการเรียนการสอนในวิชาอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่เป็นระบบการตรวจที่ต้องอาศัยมนุษย์เป็นผู้ตรวจสอบปริมาณน้ำฝนที่อยู่ในกระบอกวัดอยู่เป็นระยะ ๆ และเมื่อพบว่าปริมาณน้ำฝนอยู่ในระดับที่น่าจะส่งผลกระทบต่อภารกิจและอันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมฉับพลัน ที่มาจากการเกิดฝนตกหนักหรือฝนตกอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจากหย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำ ลมมรสุม เป็นต้น อันตรายและความเสียหายที่เกิดขึ้น ดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์อุทกภัยครั้งรุนแรงช่วงฤดูร้อนปลายเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนเมษายนใน 10 จังหวัดทางภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงา กระบี่ ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา และนราธิวาส ทำให้หลายพื้นที่เกิดน้ำท่วมอาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างและสาธารณสถาน ดินโคลนถล่ม น้ำป่าไหลหลาก เกิดความเสียหายอย่างมากทั้งบ้านเรือนหรืออาคารสิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรงจะถูกกระแสน้ำที่ไหลพัดพังทลายได้ คนและสัตว์เลี้ยงได้รับอันตรายถึงชีวิตจากการจมน้ำได้ ซึ่งเป็นความเสียหายอย่างมากทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน และเศรษฐกิจของประเทศ สำหรับการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยามีทั้งที่เป็นแบบอัตโนมัติและแบบใช้คนตรวจวัด โดยแบบอัตโนมัติเป็นการตรวจกับเรดาร์ตรวจอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนแบบใช้คนตรวจวัดจะทำการวัดโดยใช้กระบอกตรวจตามสถานีอุตุนิยมวิทยาในแต่ละจังหวัดในช่วงเวลาตั้งแต่ 07.00 น. ทำการวัดห่างกันครั้งละ 3 ชั่วโมง และรายงานไปยังศูนย์อุตุนิยมวิทยาในแต่ละภาค และส่งต่อไปแสดงโปรแกรมแสดงผลและรายงานออนไลน์ทางอินเทอร์เน็ตของกรมอุตุนิยมวิทยา แต่ยังไม่ได้ควบคุมพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมด ส่วนวิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองและบรรเทาจากอุทกภัยกระทำได้โดยการพยากรณ์และการเตรียมภัยน้ำท่วมเพื่อให้ประชาชนรับทราบล่วงหน้าสำหรับเตรียมการป้องกันยังมีความรู้ความเข้าใจยังน้อยถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนในบริเวณที่ต่างๆ มากขึ้นมีทั้งแบบอัตโนมัติและคนอ่านการเฝ้าระวังจะใช้คนทำการอ่านค่าระดับจากจุดตรวจวัดแล้วรายงานไปยังศูนย์บัญชาการเตือนภัยซึ่งวิธีดังกล่าวจึงไม่สะดวกและยังล่าช้าต่อการพยากรณ์และการเตรียมภัยน้ำท่วม อีกทั้งจากการเกิดภัยพิบัติอุทกภัยในช่วงที่ผ่านมาพบปัญหาว่า เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใช้สำหรับหน่วยงานต่างๆ ไม่สามารถทำงานได้ เมื่อไฟฟ้าดับทำให้ไม่สามารถที่จะรายงานสภาพปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลานั้นได้จริง

จากปัญหาดังกล่าวมา จึงจำเป็นต้องทำการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่มีแหล่งกักเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั่วไปแล้วส่งข้อมูลผ่านเซนเซอร์ไร้สายเพื่อนำมาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวัง หรือประชาชนผู้อยู่อาศัย แต่ปัจจุบันเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนดังกล่าวในประเทศไทยมีราคาค่อนข้างสูงต้องนำเข้าจากต่างประเทศและต้องใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ด้วยเหตุนี้จึงเสนอการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติที่สามารถส่งสัญญาณผ่านเซนเซอร์ไร้สาย โดยใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่เก็บพลังงาน และส่งสัญญาณเตือนภัยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยเครื่องมือที่มีลักษณะของหัววัดแบบกึ่งทรงกระบอก เซนเซอร์ไร้สาย ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับคำนวณปริมาณน้ำฝน เซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้สำหรับวัดปริมาณน้ำฝนที่ยังไม่ได้มีการศึกษามาก่อน เนื่องจากที่มีอยู่ในปัจจุบันของกรมอุตุนิยมวิทยาหรือที่ขายตามท้องตลาดทั่วไปเป็นแบบทรงกระบอก,

เครื่องวัดน้ำฝนแบบกระดก เครื่องวัดน้ำฝนชนิดตวงวัดที่ใช้ร่วมกับแก้วตวงน้ำฝน เป็นต้น โดยเครื่องมือที่ประติษฐ์มีข้อดีคือการติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก มีความสะดวก ปลอดภัยและง่ายต่อการบำรุงรักษา ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตและสังคม และยังเป็นการลดการนำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพงมาก รวมถึงการนำเทคโนโลยีของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่วิจัยและพัฒนาขึ้นเองมาใช้ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประเทศชาติได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนโดยใช้หลักการวัดค่าความจุไฟฟ้า
2. เพื่อออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนให้สามารถใช้แหล่งพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทน
3. เพื่อออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนสามารถจัดเก็บและส่งข้อมูลรายงานปริมาณน้ำฝนและทำการประมวลผลสำหรับประกอบการเตือนภัย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ(Outcome)

1. สามารถนำเครื่องมือที่ได้ไปใช้ในพื้นที่ต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่บุคคลทั่วไป
2. ได้เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ประกอบการเตือนภัยในกรณีน้ำฝนมีปริมาณวิกฤต สำหรับเพื่อช่วยให้ประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นประเมินสถานการณ์ในเบื้องต้นได้
3. เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ ทำให้สามารถผลิตเครื่องมือที่มีราคา ถูกใช้ง่าย ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถหาซื้อไว้ใช้ได้และเป็นการลดการนำเข้าของเครื่องมือจากต่างประเทศ
4. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ได้อีกด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในบทนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังนี้ 1) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน 2) หลักการเกี่ยวกับการวัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก 3) การออกแบบวงจรสำหรับเซนเซอร์ 4) การออกแบบการปล่อยปริมาณน้ำ 5) เครือข่ายตรวจจับไร้สาย และ 6) หลักการของการสร้างเครื่องมือวัดและการนำไปใช้งาน

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

การวัดปริมาณน้ำฝนเป็นการวัดปริมาณน้ำฝนตามความสูงของระดับน้ำฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้าโดยตรงลงในภาชนะซึ่งส่วนใหญ่เป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดจำกัด กระบอกวัดน้ำฝนมาตรฐานจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปากกระบอก 8 นิ้ว ฝนจะตกผ่านปากกระบอกลงไปตามท่อรองรับน้ำฝนด้านล่าง เมื่อต้องการทราบปริมาณน้ำฝนสามารถใช้ไม้บรรทัดวัดความลึกของปริมาณน้ำฝนหรืออาจใช้แก้วตวงที่มีมาตราส่วนแบ่งไว้สำหรับอ่านปริมาณน้ำฝนที่เป็นมิลลิเมตรหรือนิ้วได้

2.1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนในปัจจุบัน

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่มีในปัจจุบันจะมีหลายรูปแบบ เช่น เครื่องมือวัดมาตรฐาน เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบใช้ไม้บรรทัด เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบใช้น้ำหนัก และเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบคานกระดก ซึ่งจะใช้มนุษย์เป็นผู้สังเกต หรือให้บันทึกผลของปริมาณน้ำฝนไว้ในกระดาษกราฟเพื่อทำเป็นสถิติ เมื่อกระดาษกราฟหมดก็ต้องให้มนุษย์เป็นผู้เปลี่ยนกระดาษกราฟ ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการสังเกตการณ์ และเมื่อช่วงเวลาที่ฝนตกหนักมากก็จะทำให้การประกาศเตือนภัยได้ล่าช้า โดยลักษณะทั่วไปของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนจะมีรูปทรงกระบอกมีขนาดปากกระบอกโตจำกัด การวัดก็นำถังเหล่านี้ไปรับน้ำฝนที่ตกลงมา เมื่อต้องการที่จะวัดความสูงหรือความลึกของน้ำฝนก็ใช้ไม้บรรทัดวัดความสูง หรือใช้แก้วตวงก็ได้ หน่วยที่ใช้วัดความสูงหรือความลึกของน้ำฝนในปัจจุบันนี้ใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรและนิ้ว

2.1.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบใช้ไม้วัด

ลักษณะของเครื่องวัดน้ำฝนชนิดนี้ภายนอกจะคล้ายกับแบบมาตรฐาน ความสูงของน้ำในภาชนะทรงกระบอกวัดโดยใช้ไม้วัดหยั่งลงไปแล้วอ่านค่าความสูง หรือความลึกเป็นมิลลิเมตรหรือนิ้ว โดยที่ไม้วัดต้องทำจากวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำมีขนาดเล็กบาง ขีดของสเกลได้รับการแบ่งโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดของปากถังรับน้ำฝนกับภาชนะทรงกระบอกเพื่ออ่านค่าปริมาณน้ำฝนที่ต้องการวัดโดยตรง

2.1.3 เครื่องวัดน้ำฝนปริมาณแบบใช้น้ำหนัก

เครื่องวัดน้ำฝนชนิดนี้ใช้น้ำหนักของน้ำฝนที่ตกลงมาบวกกับน้ำหนักของภาชนะรองรับน้ำไปกระทำต่อกลไกของเครื่องสปริง หรือระบบสมดุลของน้ำหนักและส่งไปยังแขนของปากกาจดบันทึก โดยทำการบันทึกลงในกระดาษกราฟที่พันรอบกระบอกนาฬิกา เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้ไม่มีระบบระบายน้ำออกจากภาชนะรองรับ ดังนั้นกลไกของเครื่องจึงได้รับการออกแบบให้บันทึกปริมาณน้ำฝนได้ทั้งในทางขึ้น และทางลง โดยเริ่มตั้งแต่ขีดศูนย์จนกระทั่งถึงขีดบนสุดของกระดาษบันทึก ขณะที่ฝนตกอยู่ปริมาณน้ำในภาชนะเพิ่มขึ้นปลายปากกาก็จะบันทึกจากด้านบนลงมาถึงตำแหน่งศูนย์อีกสลับกันไป

2.1.4 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมาตรฐาน

ในการวัดปริมาณน้ำฝน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20 เซนติเมตร หรือ 8 นิ้ว ที่ด้านบนสุด และผิวด้านในส่วนบนจะลาดลงเป็นรูปกรวย โดยจะมีหลอดแก้วที่มีขีดบอกระดับและมีขนาดพื้นที่เปิดด้านบนน้อยกว่าปากกรวยประมาณ 10 เท่า เป็นตัวรองรับน้ำอยู่ด้านล่างเพื่อที่จะทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ไหลผ่านกรวยลงมาถูกวัดระดับได้ละเอียดมากขึ้นกว่า 10 เท่าจากปกติ โดยทั่วไปจะวัดละเอียดได้ประมาณ 0.025 เซนติเมตร หรือ 0.01 นิ้ว ปากที่แคบของหลอดแก้วจะเป็นตัวที่ช่วยกันการระเหยของปริมาณน้ำฝน

2.1.5 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระดก

ลักษณะที่สำคัญของเครื่องวัดน้ำฝนแบบนี้จะประกอบไปด้วยภาชนะรองรับน้ำฝนขนาดเล็กสองใบ ติดตั้งบนปลายแขน ตรงกลางต่อกับแกนกระดอง เมื่อปริมาณน้ำฝนตกลงมา 0.2 มิลลิเมตร และไหลลงสู่ภาชนะรองรับน้ำฝนด้านใดด้านหนึ่งปลายด้านที่รับปริมาณน้ำฝนก็จะกระดกเทน้ำออก ภาชนะอีกด้านหนึ่งก็จะเข้ามารองรับปริมาณน้ำฝนได้กรวยแทน การเคลื่อนไหวของภาชนะรับน้ำฝนแต่ละครั้งจะถูกบันทึกลงในกระดาษกราฟรอบปากกาจะมีลักษณะเป็นขั้นบันไดขั้นละ 0.2 มิลลิเมตร

2.1.6 เกณฑ์ในการวัดปริมาณน้ำฝน

มาตรฐานที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำฝน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ดังนี้

ฝนตกเล็กน้อย	0.1 – 10	มิลลิเมตร
ฝนตกปานกลาง	10.1 – 35	มิลลิเมตร
ฝนตกหนัก	35.1 – 90	มิลลิเมตร
ฝนตกหนักมาก	90.1	มิลลิเมตร ขึ้นไป

ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบ่งบอกปริมาณน้ำที่ตกลงสู่พื้นที่บริเวณนั้นๆ เช่น ถ้าฝนปริมาณ 100 มิลลิเมตร ตกลงในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร (1000เมตรx1000เมตร) จะได้ปริมาณน้ำเท่ากับ $1000 \times 1000 \times 0.1 = 100,000$ ลูกบาศก์เมตร

2.2 หลักการเกี่ยวกับความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก

2.2.1 หลักการพื้นฐานการหาความจุไฟฟ้า

ค่าความจุไฟฟ้าอย่างง่ายสามารถหาได้จากแผ่นโลหะอย่างน้อยสองแผ่นมีฉนวนหรือไดอิเล็กตริกกั้นกลางอยู่ ดังรูปที่ 2.1 คำนวณหาได้จากสมการของตัวเก็บประจุแผ่นเพลตแบบขนานได้ คือ

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (1)$$

เมื่อ ϵ_0 คือ ค่า permittivity of free space มีเท่ากับ 8.85 (pF/m)

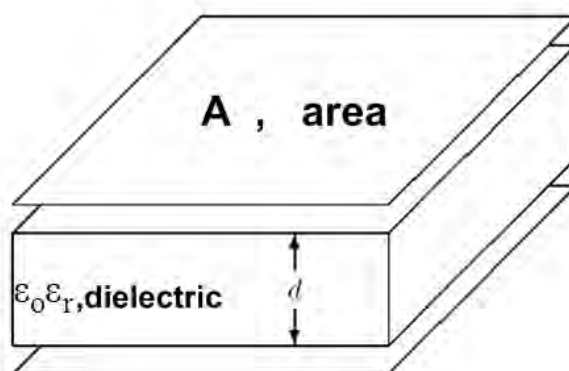
ϵ_r คือ ค่าคงที่ของไดอิเล็กตริก

A คือ พื้นที่ของแผ่นโลหะ

d คือ ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องว่าง

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (25 ° C)

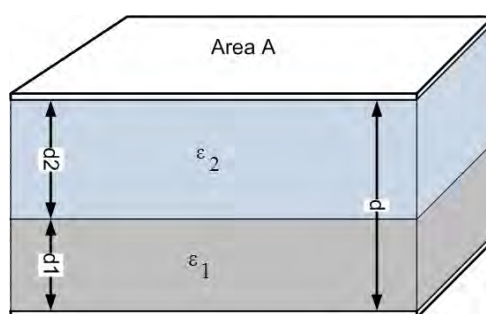
วัสดุ(Material)	ไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant : ϵ_r)
Air	1.00054
Alumina ceramic	8-10
Benzene	2.28
Carbon tetrachloride	2.23
Paper	3.5
Polyvinyl chloride	4.55
Paraffin	2.0-2.5
Methanol	32.63
Nylon	3.5-5.4
Pyrex Glass(7070)	4.0
Rubber(silicone)	3.2
Teflon	2.04
Vacuum	1.0
Water	78.5



รูปที่ 2.1 ตัวเก็บประจุแผ่นเพลตแบบขนาน

สำหรับกรณีมีไดอิเล็กทริกหลายชนิดกั้นกลางอยู่ในระหว่างแผ่นขั้วไฟฟ้า สามารถหาค่าความจุไฟฟ้าได้โดยเปรียบเสมือนว่ามีค่าความจุไฟฟ้าเนื่องจากไดอิเล็กทริกต่างชนิดที่ต่อแบบอนุกรม ดังรูปที่ 2.2 เมื่อมีไดอิเล็กทริก 2 ชนิดกั้นกลางระหว่างแผ่นขั้วไฟฟ้า โดยมีไดอิเล็กทริกตัวแรก ϵ_1 มีความหนาเป็น d_1 ส่วนไดอิเล็กทริกตัวที่สอง ϵ_2 มีความหนาเป็น d_2 เมื่อความหนาทั้งหมดเท่ากับผลรวมของความหนา d ของไดอิเล็กทริกแต่ละชั้น สามารถหาค่าความจุไฟฟ้าได้จากสมการ

$$C = \frac{1}{\frac{d_1}{\epsilon_1 A} + \frac{d_2}{\epsilon_2 A}} \quad (2)$$



รูปที่ 2.2 กรณีมีไดอิเล็กทริกกั้นกลาง 2 ตัว

2.2.2 หัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก

ลักษณะของหัววัดสำหรับวัดระดับน้ำที่อาศัยเทคนิคการวัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก โดยรูปแบบของหัววัดมีท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน คือ Polyvinyl chloride(PVC) สำหรับแผ่นอิเล็กโทรดที่เป็นแผ่นกึ่งทรงกระบอกจะทำจากอลูมิเนียมมาห่อหุ้มท่อทรงกระบอก ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นท่อทรงกระบอกกลวงที่มีรัศมีเท่ากับ R ความยาวเป็น L ความหนาเป็น t โดยมีระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดเป็น d สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าภายในทรงกระบอกและระดับน้ำได้ด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีระเบียบวิธีเชิงตัวเลข โดยการแบ่งแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่อยู่ในรูปกึ่งทรงกระบอกของตัวเก็บประจุให้เป็นจำนวน n แผ่นเล็กๆที่มีระยะห่างระหว่างแผ่นที่เพิ่มขึ้นเป็น Δd

รูปที่ 2.4 a แสดงมุมมองด้านบนแผ่นโลหะทั้งสองของแบบกึ่งทรงกระบอก และ รูปที่ 2.4 b ที่แสดงแผ่นโลหะ 2 แผ่นเล็กๆที่ถูกแบ่งจากแผ่นอิเล็กโทรดกึ่งทรงกระบอก ในการวัดระดับน้ำ พบว่าค่าความจุไฟฟ้าแบ่งได้เป็นความจุไฟฟ้าเนื่องจากส่วนที่จุ่มลงในน้ำซึ่งมีขนาดความสูงเป็น h รวมกับความจุไฟฟ้าเนื่องจากส่วนที่เป็นอากาศซึ่งมีความสูงที่เหลือเท่ากับ $L-h$ เมื่อ L คือความยาวของท่อ ความจุไฟฟ้าของทั้งสองนี้ต่อกันแบบขนาน และหัววัดแบบกึ่งทรงกระบอกที่สร้างขึ้นนี้มีขอบความหนาของท่อเป็น t ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงค่าความจุไฟฟ้าเนื่องจากความหนาของท่อด้วย ซึ่งสามารถแสดงวงจรสมมูลของค่าความจุไฟฟ้ารวมดังรูปที่ 2.5 โดยที่หาค่าความจุไฟฟ้ารวมได้ดังนี้

$$C = \sum_{n=1}^N \left[\left(\frac{1}{C_w} + \frac{1}{C_m} \right) + \left(\frac{1}{C_{air}} + \frac{1}{C_m} \right) \right] \quad (3)$$

โดยที่ค่าความจุไฟฟ้าส่วนของขอบ คือ

$$C_{m_1}, C_{m_2}, \dots, C_{m_{n-1}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_m A}{t}, C_{m_N} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_m A}{2t} \quad (4)$$

โดยที่ค่าความจุไฟฟ้าส่วนของอากาศ คือ

$$C_{air_1}, C_{air_2}, \dots, C_{air_{n-1}} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{2(n-1)\Delta d}{\epsilon_m} + \frac{d + 2(n-1)\Delta d}{\epsilon_a}}, C_{air_N} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_a A}{2(R-t)} \quad (5)$$

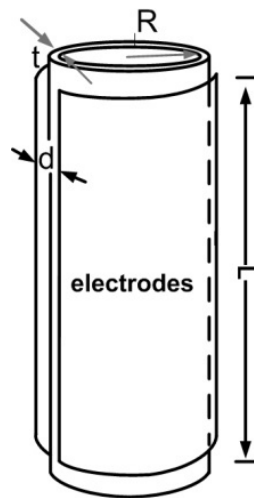
เมื่อความจุไฟฟ้าในส่วนของเหลว คือ

$$C_{w_1}, C_{w_2}, \dots, C_{w_{n-1}} = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{2(n-1)\Delta d}{\epsilon_m} + \frac{d + 2(n-1)\Delta d}{\epsilon_w}}, C_{w_N} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_w A}{2(R-t)} \quad (6)$$

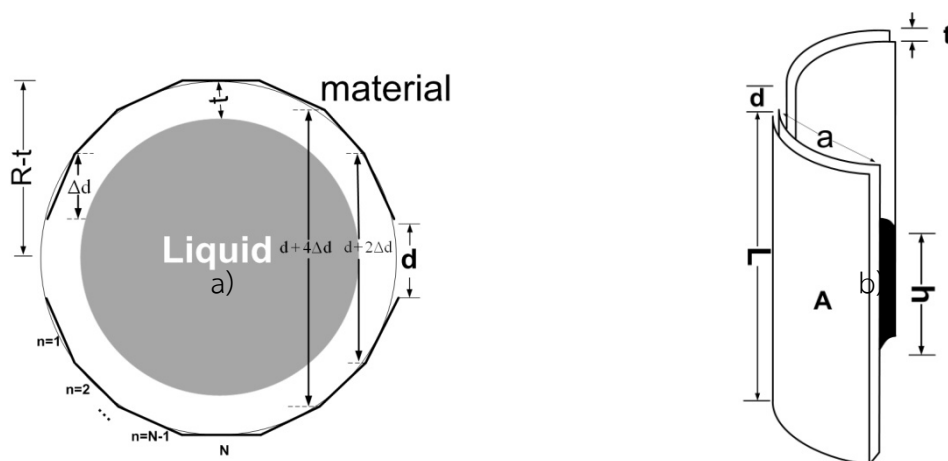
โดยที่ค่าพื้นที่หน้าตัดและระยะห่างที่เพิ่มขึ้น ($A, \Delta d$) สามารถหาได้จาก

$$A = aL = \left(\frac{\pi R - d}{n} \right) L \quad \text{และ} \quad \Delta d = \left(\frac{2R - d}{2n} \right)$$

เมื่อ	ϵ_0	คือ ค่า permittivity of free space มีค่าเท่ากับ 8.85pF / m
	ϵ_m	คือ ค่าคงที่ของไดอิเล็กตริกที่เป็นวัสดุ
	ϵ_{air}	คือ ค่าคงที่ของไดอิเล็กตริกที่เป็นอากาศ
	ϵ_w	คือ ค่าคงที่ของไดอิเล็กตริกแต่ละชนิดของเหลว
	n	คือ จำนวนของแผ่นโลหะที่ถูกแบ่งย่อยที่ใช้ในการคำนวณ(ชั้น)
	d	คือ ค่าช่องว่างน้อยที่สุดระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง(เมตร)
	Δd	คือ ค่าระยะห่างที่เพิ่มขึ้นของช่องว่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง

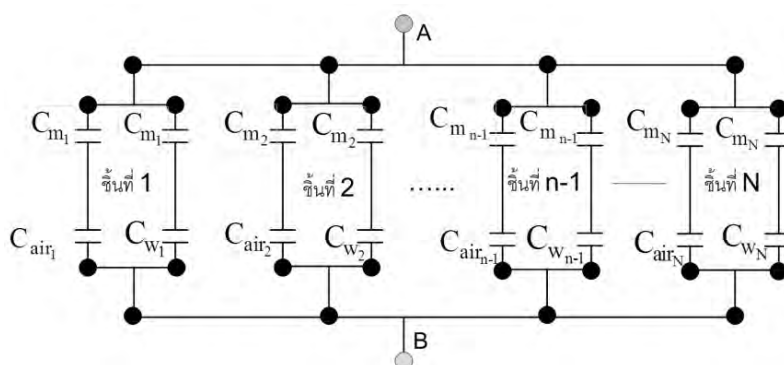


รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างของหัววัด



รูปที่ 2.4 โครงสร้างการคำนวณของหัววัดกรณีมีน้ำและอากาศเป็นไดอิเล็กทริก

- a) มุมมองด้านบนสำหรับการคำนวณ
b) โครงสร้างในการคำนวณแสดงการแบ่งแผ่นโลหะแต่ละแผ่น



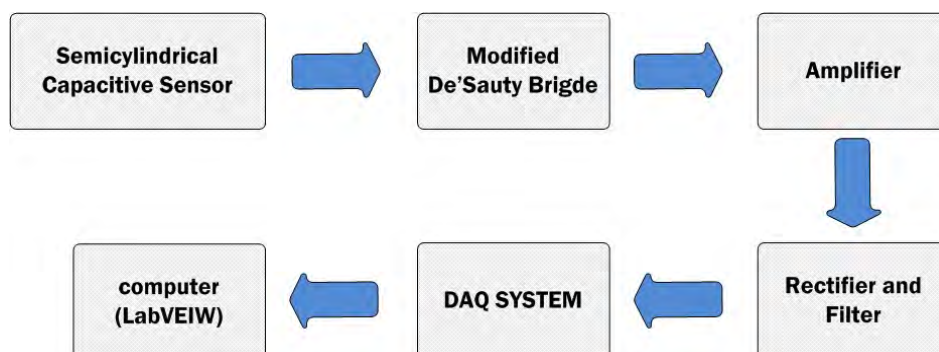
รูปที่ 2.5 วงจรสมมูลของค่าความจุไฟฟ้ารวมสำหรับแผ่นคู่ขนานแบบกึ่งทรงกระบอกเมื่อใช้วัดระดับน้ำ

2.3 การออกแบบวงจรสำหรับเซนเซอร์

สำหรับวงจรที่ใช้ตรวจวัดความจุไฟฟ้าอาศัยเทคนิคในการตรวจวัดได้หลายลักษณะ เช่น การแปลงค่าความจุไฟฟ้าไปเป็นความถี่ เทคนิคการแปลงค่าความจุไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า เทคนิคการวัดค่าคงที่ทางเวลา (Time constant) การใช้เทคนิค Synchronous demodulation สำหรับสัญญาณที่นำเข้าเทียบกับสัญญาณอ้างอิง และการตรวจวัดด้วยวงจรบริดจ์แบบสมดุลอัตโนมัติซึ่งเป็นวงจรที่ซับซ้อน สำหรับในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วงจรตรวจวัดความจุไฟฟ้าที่ใช้หลักการพื้นฐานของวงจรบริดจ์แบบวีตสโตน (wheatstone bridge circuit) ซึ่งมีรูปแบบวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แต่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการใช้งานสูง

สำหรับการออกแบบวงจรปรับแต่งสัญญาณได้ประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์พร้อมวงจรขยายมาใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อนำมาวัดระดับปริมาณน้ำฝน โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ากับวงจรบริดจ์ด้วยความถี่ที่อยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์ เมื่อทำการแปลงสัญญาณขาออกจากวงจรบริดจ์ที่มีขนาดเล็กไปเป็นสัญญาณขาออกขนาดใหญ่ด้วยออปแอมป์ ระดับสัญญาณที่ได้จะแปลงไปเป็นระดับสัญญาณกระแสตรงด้วยวงจรกรองเรียง

กระแส (Rectifier and filter) จากนั้นระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จะถูกส่งไปยังช่องขาเข้าของระบบ DAQ ที่เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลต่อไป ดังรูปที่ 2.6

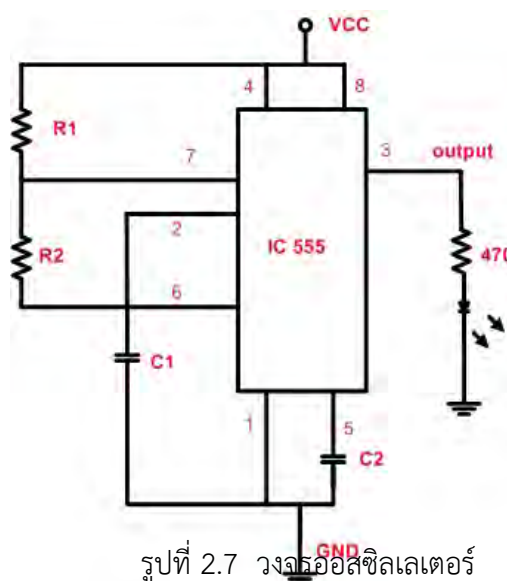


รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของระบบวงจรปรับแต่งสัญญาณ

2.3.1 วงจรออสซิลเลเตอร์

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ใช้ไอซีเบอร์ LM555 ดังรูปที่ 2.7 สำหรับสร้างรูปคลื่นพัลส์โดยค่าความถี่ (f) ที่ใช้ขึ้นอยู่กับความต้านทาน R_1 , R_2 และความจุไฟฟ้า C_1 ดังสมการที่ (7)

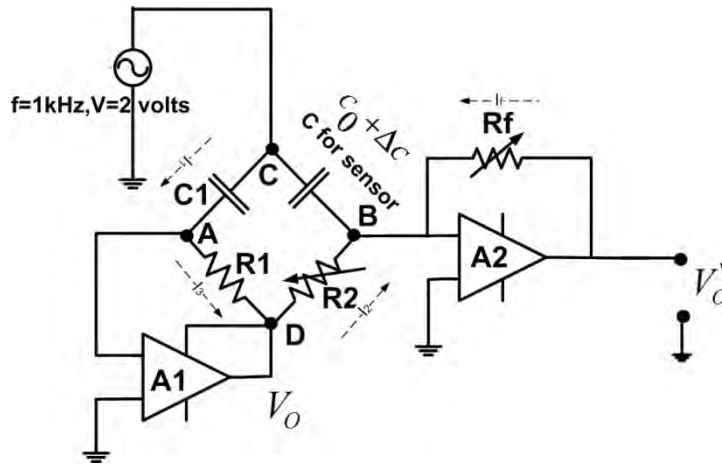
$$f = \frac{1.44}{(R_1 + R_2) * C_1} \quad (7)$$



รูปที่ 2.7 วงจรออสซิลเลเตอร์

2.3.2 วงจรสำหรับหัววัด

สำหรับการออกแบบวงจรปรับแต่งสัญญาณได้ประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์ พร้อมวงจรขยายมาใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อนำมาวัดระดับของเหลว โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ากับวงจรบริดจ์ด้วยความถี่คงที่ที่อยู่ในรูปของสัญญาณไซน์ เมื่อทำการแปลงสัญญาณขาออกจากวงจรบริดจ์ที่มีขนาดเล็กไปเป็นสัญญาณขาออกขนาดใหญ่ด้วยออปแอมป์ ระดับสัญญาณที่ได้จะแปลงไปเป็นระดับสัญญาณกระแสตรงด้วยวงจรกรองกระแสและวงจรเรียงกระแส (Rectifier and filter) จากนั้นจะได้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการวัดปริมาณน้ำฝน ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 วงจรบริดจ์ที่ปรับปรุงเพื่อประยุกต์ใช้วัดค่าความจุไฟฟ้าของหัววัดกึ่งทรงกระบอก เมื่อปริมาณน้ำฝนมีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อนำวงจรบริดจ์ มาประยุกต์ใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้วัดระดับของเหลว ดังรูปที่ 2.9 โดยในกรณีที่วงจรบริดจ์ไม่สมดุลจะสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าออกของวงจรที่จุด B และจุด D โดยให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้า V ความถี่ f เข้าที่ออปแอมป์ A_1 และ A_2 โดยที่มีแรงดันออกเท่ากับ V และ V_0 ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าที่ไหลบนแขนสาขาของวงจรบริดจ์ AB, BC, CD และ DA ค่าเท่ากับ

$$I_1 = V2\pi fC_1, I_4 = V2\pi f(C_0 + \Delta C), I_3 = \frac{V_0}{R_1}, I_2 = \frac{V_0}{R_2} \quad (8)$$

และกระแสที่ไหลย้อนกลับของวงจรออปแอมป์ A_2 มีค่าเท่ากับ

$$I_0 = \frac{V_0' - V}{R_f} \quad (9)$$

สำหรับที่จุด D และจุด B เมื่อนำกฎของเคอร์ชอฟมาใช้จะได้

$$I_f + I_4 = I_2 \quad (10)$$

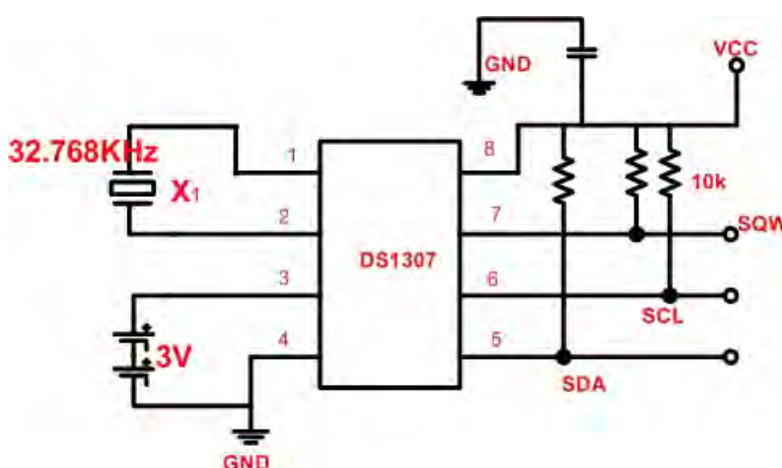
$$I_3 = I_1 \quad (11)$$

สามารถหาค่าแรงดันไฟฟ้าออกที่ออปแอมป์ A_2 ได้เท่ากับ

$$V_0 = 2\pi f R_f V \Delta C \quad (12)$$

2.3.3 วงจรใช้สำหรับสร้างฐานเวลา

สำหรับการออกแบบวงจรได้เพิ่มวงจรสร้างฐานเวลาเพื่อใช้ในการบอกเวลา วันที่ เดือนและปีในการบันทึกผลการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง ในที่นี้ได้ใช้ไอซีเบอร์ DS1307 โดยต่อวงจรดังรูปที่ 2.9 ความถี่สำหรับการสร้างฐานเวลาใช้แร่คริสตัล 32.768 KHz ต่อเข้าที่ขา 1 และขา 2 สำหรับไฟเลี้ยงวงจรใช้ 5 โวลต์เข้าที่ขา 8 และไฟแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์เข้าที่ขา 3 ส่วนขา 5 เป็นขา SDA ที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลเข้าออกของการต่อแบบ I²C ขา 6 เป็นขา SCL ใช้สำหรับการสร้างเวลาเข้าออกการต่อแบบ I²C



รูปที่ 2.9 วงจรสร้างฐานเวลาโดยใช้ DS1307

ระบบบัสข้อมูลแบบ I²C (Inter-IC Communication) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลิปส์ (Philips) การรับส่งข้อมูลใช้สายสัญญาณเพียงแค่ 2 เส้น คือสายสัญญาณข้อมูล SDA (Serial Data line) และสายสัญญาณนาฬิกา SCL (Serial Clock line) มีการทำงานเป็นแบบ Master, Slave โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Master (ไมโครคอนโทรลเลอร์) จะควบคุมการรับส่งข้อมูล และควบคุมสัญญาณนาฬิกาบน SCL ส่วนอุปกรณ์ Slave (DS1307) นั้นจะทำงานภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ Master สำหรับการต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัส I²C นั้นสามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทาน Pull up ในกรณีที่ต้องการต่อร่วมกับอุปกรณ์ Slave หลายตัว ก็สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์ Slave ขนานกันไป การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Master กับ Slave แต่ละตัวนั้น จะถูกแยกโดย Address ของอุปกรณ์ Slave ซึ่งจะถูกส่งจากอุปกรณ์ Master ไปยังอุปกรณ์ Slave ก่อนเริ่มการรับส่งข้อมูล สำหรับการรับส่งข้อมูลแบบ I²C นั้นมีข้อกำหนดอยู่ 2 ประการด้วยกัน คือ การรับส่งข้อมูลจะเริ่มขึ้นได้เมื่อบัสมีสถานะว่างเท่านั้น และในช่วงที่ทำการรับส่งข้อมูลอยู่ สายสัญญาณ SDA ต้องไม่เปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็นลอจิก “1” ถ้า SDA มีการเปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL เป็นลอจิก “1” จะถือว่าเป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูล ดังนั้นสถานะของการรับส่งข้อมูลแบบ I²C สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. สถานะว่าง (Bus not busy): สัญญาณ SDA และ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High
2. เริ่มส่งข้อมูล (Start data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก High เป็น Low ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้
3. หยุดส่งข้อมูล (Stop data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก Low เป็น High ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้
4. รับส่งข้อมูล (Data valid): มีการรับส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณ SDA โดยข้อมูลแต่ละบิต

จะถูกส่งในช่วงที่ SCL มีระดับเป็น High โดยในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็น High อยู่ นั้น SDA จะต้องไม่เกิดการเปลี่ยนระดับสัญญาณ

SDA จะเปลี่ยนระดับของสัญญาณ ในช่วงที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น Low เท่านั้น ตามมาตรฐานการส่งข้อมูล แบบ I^2C นี้สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 kHz ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 kHz ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดาเท่านั้น ส่วนการตอบรับ (Acknowledge): เกิดขึ้นหลังจากที่มีการรับส่งข้อมูลครบแล้ว โดยอุปกรณ์ Master ต้องสร้างสัญญาณ Clock บน SCL เพิ่มอีกลูก อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูลจะดึงระดับสัญญาณบน SDA ให้เป็น Low เพื่อให้ตัวส่งรับรู้ว่าตัวรับได้รับข้อมูลครบแล้ว

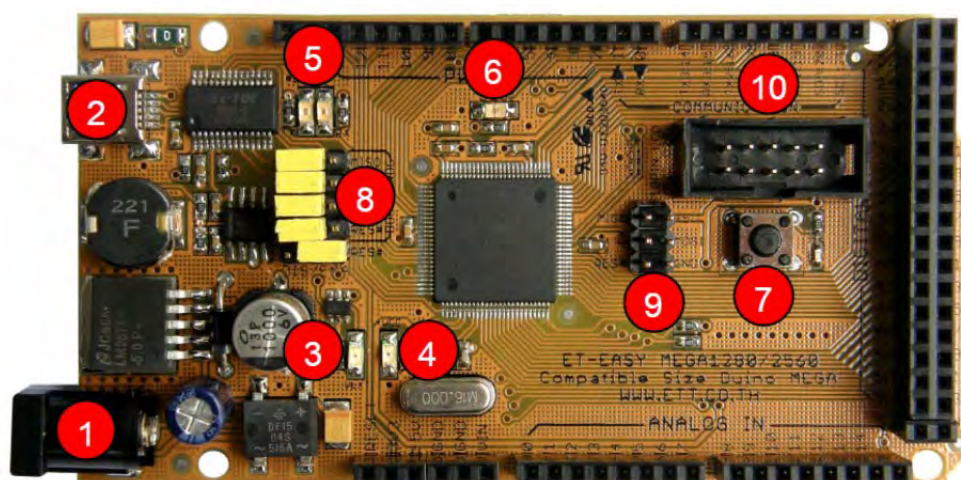
2.3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั่วๆ ไปประกอบด้วย CPU (Central Processing Unit), RAM (Random Access Memory), EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory), I/O (Input/Output), serial and parallel, Timers Interrupt Controller และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Analog to Digital Convertor, Pulse Width Modulator ฯลฯ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิตที่จะใส่เข้าไปเพื่อเพิ่มความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ และจุดประสงค์ในการใช้งาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางประเภท เช่น ใช้ในรถยนต์ เต้าอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีที่เหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก วงจรที่ได้มีความซับซ้อนน้อย ลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการต่อวงจร คุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งสามารถใช้งานได้ง่าย และช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบ เป็นต้น

อุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่ควบคุมการคำนวณค่าปริมาณน้ำฝน การปล่อยน้ำฝนทิ้งและการกำหนดส่งข้อมูลได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATMEGA 1280 ดังรูปที่ 2.10 รายละเอียดต่างๆ ดังนี้

หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากภายนอก สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายทั้งแบบ AC และ DC สามารถใช้กับแรงดัน Input 7-20 โวลต์



รูปที่ 2.10 รายละเอียดโครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280

หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อ USB สำหรับติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC และใช้ไฟจาก USB เป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ดได้ด้วย

หมายเลข 3 เป็น LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงจาก External Supply

หมายเลข 4 เป็น LED +VCC ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (+VCC) ของบอร์ด โดยเมื่อบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply จะแสดงสถานะโดยการให้ LED VEXT และ LED +VCC ติดสว่างทั้งคู่ แต่ถ้าบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB จะแสดงสถานะโดยการให้ LED +VCC ติดสว่างเพียงดวงเดียว

หมายเลข 5 เป็น LED แสดงสถานะของ RX และ TX ใช้สำหรับแสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทางพอร์ต USB

หมายเลข 6 เป็น LED D13 ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของ Bootloader และ ใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ดจากการควบคุมของ Pin Digital-13 ทำงานด้วย Logic “1” และ หยุดทำงานด้วย Logic “0”

หมายเลข 7 เป็นสวิตช์ Reset ใช้สำหรับสั่ง Reset การทำงานของบอร์ด

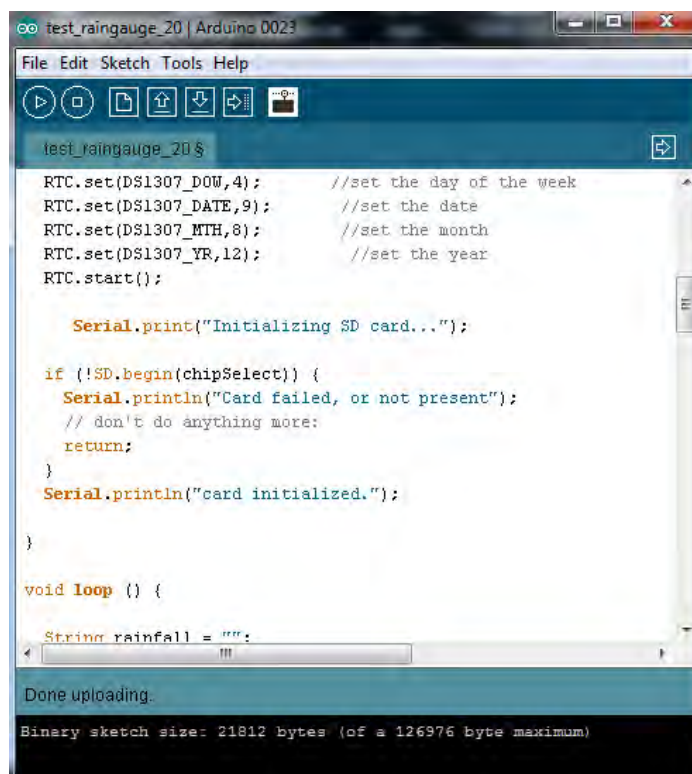
หมายเลข 8 เป็นชุด Jumper สำหรับเลือก การ Program Bootloader ผ่าน USB Port และ การใช้งานตามปกติ

หมายเลข 9 เป็นขั้วต่อ AVRISP ใช้สำหรับ Download Code ให้กับ MCU

หมายเลข 10 เป็นขั้วต่อสัญญาณ สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด I/O ของ อีทีที รวมทั้งจอแสดงผล LCD

2.3.5 โปรแกรม Arduino

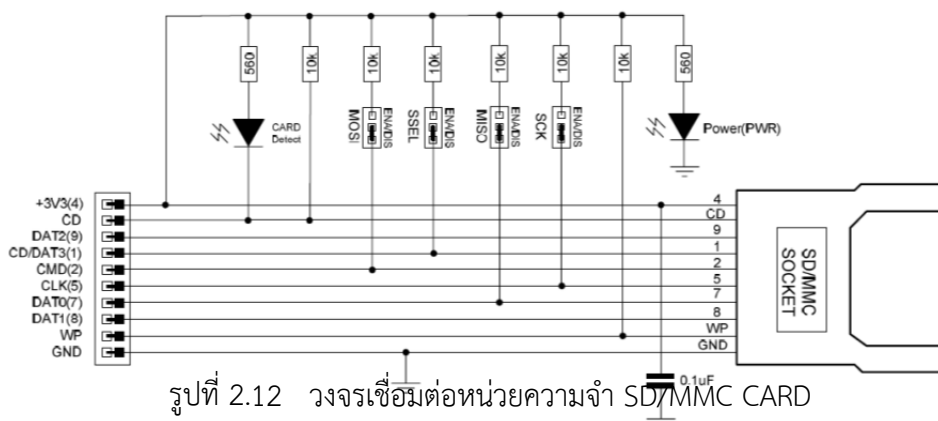
สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino ก็คือการเขียนภาษาซี โดยเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้ว โดยที่โปรแกรมของ Arduino แบ่งได้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ Void setup() และ Void loop() โดยฟังก์ชัน setup() เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันเพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน ส่วนฟังก์ชัน loop() เป็นส่วนทำงาน โปรแกรมจะทำคำสั่งในฟังก์ชันต่อเนื่องกันตลอดเวลา โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่าง ๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฯลฯ ส่วนของ loop() เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านอินพุต ประมวลผล ส่งงานเอาต์พุต ฯลฯ โดยส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นเช่น ตัวแปร จะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรม ก่อนถึงตัวฟังก์ชัน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัวพิมพ์เล็ก – พิมพ์ใหญ่ ของตัวแปรหรือฟังก์ชันให้ถูกต้อง



รูปที่ 2.11 โปรแกรม Arduino-0022

2.3.6 วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD

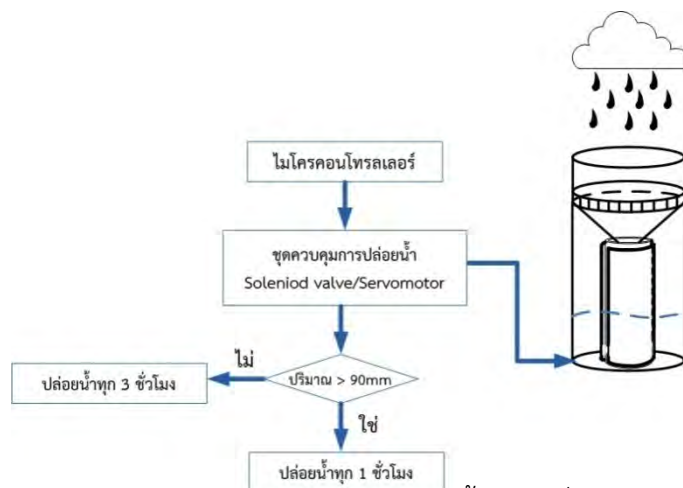
สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้เลือกใช้ ETT-MINI SD/MMC ที่เป็นชุดอุปกรณ์
 สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หน่วยความ SD และ MMC CARD เช่น การเชื่อมต่อระหว่าง
 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำ Memory Card(SD/MMC) เป็นต้น มีรายละเอียดวงจร ดังรูปที่ 2.12
 โดยที่ภายในประกอบด้วย ช่อง (Socket) สำหรับใส่ CARD ประเภท SD และ MMC โดยจะมีการจัด
 ขาสัญญาณออกมาที่ Connector Pin เพื่อให้สามารถนำไปต่อใช้งานได้สะดวก เมื่อต่อวงจรกับ
 ไมโครคอนโทรลเลอร์เรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณไฟสีเขียวปรากฏขึ้น นอกจากนั้นยังมีวงจรตรวจสอบว่ามีการ
 เสียบการ์ด (CARD DETECT) ด้วยหรือไม่ เมื่อมีการเสียบการ์ดจะมีสัญญาณไฟสีแดงปรากฏขึ้น



รูปที่ 2.12 วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD

2.4 การออกแบบระบบการปล่อยปริมาณน้ำ

ระบบกลไกการปล่อยปริมาณน้ำฝนในเครื่องมือวัดออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมการปล่อยปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการวัด ดังรูปที่ 2.13 กำหนดการปล่อยปริมาณน้ำฝนที่วัดค่าแล้วทุก 15 นาที ให้ปล่อยปริมาณน้ำที่อ่านค่าทิ้งโดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์วัดปริมาณน้ำฝนต่อเนื่องโดยบวกเข้ากับค่าเดิมที่อ่านไว้ก่อน

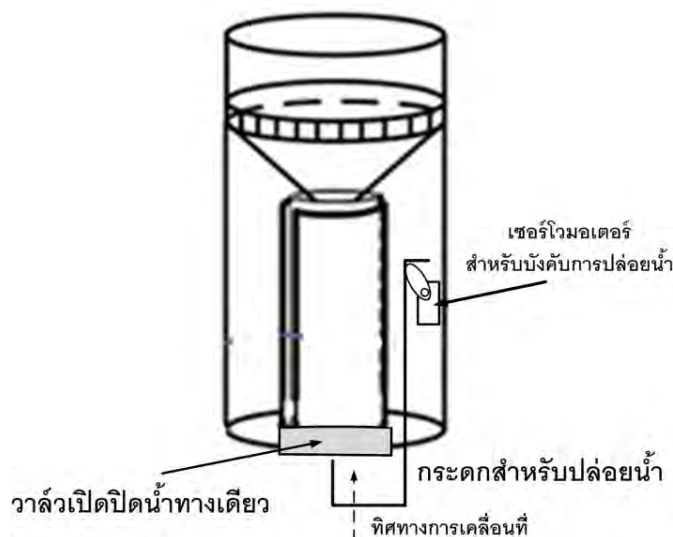


รูปที่ 2.13 แผนผังแสดงระบบควบคุมการปล่อยน้ำของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

สำหรับรูปที่ 2.14 เป็นเซ็นเซอร์สปริงที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานของการเปิดและปิดน้ำ ส่วนรูปที่ 2.15 แสดงระบบการปล่อยน้ำทิ้งโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ให้ทำงานเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เป็นมุม 0 องศา เพื่อไปบังคับให้แท่งเหล็กเคลื่อนที่ไปกระดกกดปุ่มวาล์วสปริงเปิดปิดน้ำทางเดียวเพื่อปล่อยน้ำทิ้ง และมุม 45 องศา สำหรับให้วาล์วเปิดปิดน้ำทางเดียวกลับไปอยู่ในตำแหน่งเดิมเพื่อพร้อมจะทำงานใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 2.14 เซ็นเซอร์สปริงสำหรับการเปิดและปิดน้ำ



รูปที่ 2.15 แผนผังระบบการปล่อยปริมาณน้ำฝน

2.4.1 เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)

เซอร์โวมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.16 คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และ ส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในตัวเดียวกัน หรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC, GND และ สายสัญญาณควบคุม(Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียวโดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณพัลส์วิตมอด (Pulse width modulation,PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ให้แรงบิดสูง กินพลังงานน้อย และสามารถควบคุมด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ(Driver) อื่นๆ เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่ง หรือ ทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ ที่ป้อนให้มอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้แค่เพียงในช่วงประมาณ 180 องศาหรือครึ่งรอบเท่านั้น หรือบางรุ่นอาจหมุนได้ถึง 210 องศา แต่จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น เซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับตัวต้านทานปรับค่าได้ แต่ถ้าหากเราต้องการให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบ (360 องศา) นั้นก็สามารถทำได้ โดยจะต้องทำการปรับแต่ง (Modify) ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์



รูปที่ 2.16 เซอร์โวมอเตอร์ขนาด 9 กรัฟที่ใช้ในการทำงาน

หลักการทำงาน

การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆโดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด คือ

1. สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางของมอเตอร์
2. สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม - 90 องศา หรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
3. สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม + 90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ เช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม - 45 องศา เราก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และ สัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าจะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของ วงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

2.5 เครือข่ายตรวจจับไร้สาย (Wireless Sensor Network)

เครือข่ายตรวจจับไร้สาย (Wireless Sensor Network) คือ การใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ขนาดเล็กจำนวนมาก เพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่างๆของสิ่งแวดล้อมที่สนใจและประมวลผลข้อมูลเหล่านั้น เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราหรือสนองกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบตัวเราได้โดยอัตโนมัติ

จากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสามด้าน ประกอบด้วย เทคโนโลยีเซนเซอร์ ที่มีขนาดเล็กและความแม่นยำในการวัดสูง เทคโนโลยีหน่วยประมวลผลที่มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ มีการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารไร้สายที่ส่งข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็ว และใช้พลังงานต่ำรวมถึงขนาดของเสาอากาศและอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่มีขนาดเล็ก การรวมกันของสามเทคโนโลยีทำให้เกิดเซนเซอร์ ที่มีราคาถูก ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ วัดค่าและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงได้อย่างถูกต้อง ประมวลผลได้ด้วยตัวเอง และติดต่อสื่อสารถึงกันแบบไร้สายและเป็นเครือข่ายเซนเซอร์ขนาดเล็กจำนวนมากถูกนำไปวางไว้ในบริเวณที่ต้องการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ข้อมูลที่วัดได้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย ซึ่งระบบเครือข่ายไร้สายนี้สร้างจากเซนเซอร์แต่ละตัวที่นำไปวางไว้ในพื้นที่ที่ต้องการ เครือข่ายไร้สายนี้ทำงานร่วมกันในการส่งข้อมูล โดยการส่งข้อมูลอาจเป็นการส่งระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารโดยตรง หรือในกรณีที่เซนเซอร์ต้นทางและปลายทางไม่อยู่ในระยะการติดต่อสื่อสารโดยตรง ข้อมูลจะผ่านเซนเซอร์ที่อยู่ระหว่างเซนเซอร์ต้นทางและปลายทางตัวอย่างการใช้งานเครือข่ายตรวจจับไร้สายได้แก่ การใช้เซนเซอร์ตรวจจับการสั่นไหวของอุปกรณ์หลายๆอย่างที่ใช้สำหรับการสร้างชีพของคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจจับความผิดปกติของเครื่องมือเหล่านั้น เพื่อให้สามารถเข้าไปดูแลก่อนจะก่อให้เกิดความเสียหาย การติดตั้งเซนเซอร์ไว้รอบๆสนามบินเพื่อตรวจจับการบุกรุกในบริเวณที่ห้ามเข้า นอกจากนั้นยังสามารถใช้เครือข่ายตรวจจับไร้สายเพื่อศึกษาผลกระทบของแผ่นดินไหวต่อโครงสร้างอาคาร โดยการฝังเซนเซอร์ไว้ภายใต้กำแพงท่ลอดที่สร้างขึ้น เพื่อวัดข้อมูลที่ได้จากการจำลองแผ่นดินไหวในลักษณะต่างๆเป็นต้น จากตัวอย่างเหล่านี้พบว่านักวิทยาศาสตร์และวิศวกรสามารถใช้ประโยชน์จากเครือข่ายตรวจจับไร้สายได้หลายรูปแบบ บางส่วนสามารถทำงานในการคำนวณแบบเข้าควบคุมสถานการณ์เกิดขึ้นได้เนื่องจากเครือข่ายตรวจจับไร้สายซึ่งทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับข้อมูลจากโลกความเป็นจริงได้อย่างละเอียดรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องให้มนุษย์เป็นผู้ป้อนข้อมูลให้ ดังนั้นมนุษย์จึงสามารถโปรแกรมในการคำนวณแบบเข้าควบคุมสถานการณ์ปฏิบัติการได้ทันที เมื่อสภาวะแวดล้อมเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ โดยไม่ต้องรอสั่งงานกับคอมพิวเตอร์เหมือนกับในระบบการปฏิสัมพันธ์(Interactive) ตัวอย่างเช่น การโปรแกรมให้เซนเซอร์ที่ฝังอยู่ใต้ดินช่วยจัดการระบบการชลประทาน หรือระบบการให้ปุ๋ยเพื่อการเกษตร เป็นต้น อย่างไรก็ตามการทำให้เครือข่ายตรวจจับไร้สายทำงานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีอุปสรรคหลายประการ เนื่องจากขีดจำกัดในความเร็วของตัวประมวลผล (Processor) ความจุของแหล่งเก็บข้อมูล (Data Storage) และช่วงความถี่ของคลื่นวิทยุ (Bandwidth) ในการสื่อสาร ดังนั้นอายุการใช้งานของเซนเซอร์จึงขึ้นอยู่กับการบริหารการใช้พลังงานของตัวเซนเซอร์เอง ด้วยเหตุนี้ผู้พัฒนายังออกแบบระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) รวมถึงระบบการสื่อสารของเซนเซอร์ให้ทำงานโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ในแง่ของการใช้งานผู้พัฒนาเครือข่ายตรวจจับไร้สายต้องสร้างเครื่องมือที่ทำให้ผู้ใช้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีความรู้สูงทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

2.5.1 ZigBee

คำว่า ZigBee ได้มาจากพฤติกรรมการสื่อสารของผึ้ง โดยผึ้งจะบินแบบซิกแซ็กและจะส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างผึ้งด้วยกัน ที่เกี่ยวกับ ตำแหน่ง ระยะทาง และทิศทางของอาหารที่พวกมันกำลังหาอยู่ ZigBee มาตรฐานสากล กำหนดโดย ZigBee Alliance ถูกสร้างขึ้นในการทำระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (WPAN) อยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 โดยมาตรฐานนี้ใช้งานสำหรับการสื่อสารความเร็วต่ำ ใช้กำลังไฟต่ำ อุปกรณ์ราคาถูก และมีคุณสมบัติการจัดการเครือข่ายด้วยตัวเซนเซอร์เองได้จุดประสงค์ของคุณสมบัติดังกล่าวเพื่อให้สามารถสร้างเป็นระบบเครือข่ายตรวจจับไร้สายได้ ซึ่งระบบเครือข่ายดังกล่าวสามารถทำงานได้ทุกสภาพแวดล้อมทั้งในอาคาร นอกอาคาร ตัวเซนเซอร์สามารถทนแดด ทนฝน และอยู่ได้

ด้วยการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาดเล็กได้นานเป็นเดือน เป็นปี ระบบนี้จึงเหมาะสมใช้งานกับพวก ตรวจจับ และตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่สนใจ ได้แบ่งลักษณะการทำงานของ Zigbee เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.5.1.1 Coordinators มีหน้าที่ได้แก่ สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่ายระหว่าง End Device กับ Router หรือระหว่าง Coordinator กับ Coordinator ด้วยกัน หรือระหว่าง Coordinator กับ Router กำหนด Address ให้กับ Device ที่อยู่ภายในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกัน และดูแลจัดการเรื่องการ Routing เส้นทางซึ่งเทียบได้กับ FFD

2.5.2.2 End devices เป็นอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งจะรับสัญญาณจาก Sensor โดยใช้พลังงานต่ำในการทำงาน เทียบได้กับ RFD หรือ FFD บางกรณี ขึ้นอยู่กับ Sensor ที่ใช้

2.5.2.3 Router มีหน้าที่รับส่งข้อมูลในเส้นทางต่างๆ ของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับ FFD

2.5.2 XBee

XBee ดังรูปที่ 2.17 เป็นอุปกรณ์ที่มี Microcontroller และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็น อุปกรณ์ transceiver (อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ) แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำใช้งานง่าย มี interface ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ XBee เป็น UART (TTL) ซึ่งสำหรับทางด้าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เรานำขาที่ใช้ติดต่อสื่อสาร UART ของ XBee ต่อเข้ากับ UART ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ XBee สามารถใช้งานตามมาตรฐาน ZigBee ได้ โดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรม สร้างเครือข่าย ZigBee เลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำ firmware ที่จะโหลดเข้าไปในตัว XBee ทำให้ สามารถตั้งค่าต่างๆผ่านทางโปรแกรมได้ (X-CTU) หรือผ่านทาง At command โดยใช้ Hyperterminal หรือ ผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างง่ายดาย โดยเมื่อตั้งค่าสำหรับ XBee ให้ ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย ZigBee แล้ว เราจะเรียก XBee แต่ละตัวว่าเป็น Node



รูปที่ 2.17 โมดูล XBee

2.5.3 โปรแกรม X-CTU

โปรแกรม X-CTU ดังรูปที่ 2.18 เป็น software interface บนคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยในการ update Firmware หรือ ทดสอบการใช้งาน หรือ ปรับ parameter ใน Xbee



รูปที่ 2.18 หน้าต่างแรกของโปรแกรม X-CTU

2.6 DAQ SYSTEM

สำหรับระบบของ DAQ เลือกใช้ NI USB-6008 แสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW ดังรูปที่ 2.19 ทำการเปรียบเทียบผลข้อมูลจากเซนเซอร์ผ่านคอมพิวเตอร์ NI USB-6008 มีคุณสมบัติวัดสัญญาณที่เป็นทั้งอนาล็อกและดิจิตอล ในการออกแบบใช้งานได้นำมาใช้ส่งสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์ในการวัดระดับของเหลวส่งไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ และสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet โดยเป็นระบบที่ใช้ในการแสดงค่าระดับของเหลวด้วยคอมพิวเตอร์ และสามารถเรียกดูข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต DDE ย่อมาจาก Dynamic Data Exchange ซึ่งก็คือระบบข้อมูลที่เป็นลักษณะ Protocol ที่ตกลงกันเพื่อใช้ในสื่อสารระหว่าง 2 Application หรือมากกว่านั้น สำหรับขอข้อมูล หรือ ส่งคำสั่งไปเพื่อการกระทำที่จุดปลายทาง โดยจะต้องมี Data Sever Application ที่ทำหน้าที่เป็นตัวหลักที่จัดการกับ Hardware ที่ติดต่อกับระหว่างคอมพิวเตอร์จะผ่าน Serial Port, TCP/IP, USB หรือช่องทางใดก็ได้แล้วแต่ ส่วนเราจะมี User Client Application เป็นตัวเรียกและรับส่งข้อมูล



รูปที่ 2.19 NI USB-6008 ที่ใช้ในการทดลอง

2.7 หลักการของการสร้างเครื่องมือวัดและการนำไปใช้งาน

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำฝนโดยใช้หลักการการวัดค่าความจุไฟฟ้า ได้สร้างและออกแบบเครื่องมือวัดให้มีรูปแบบเป็นท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน และมีอิเล็กทรอนิกส์เป็นแผ่นกึ่งรูปทรงกระบอกทำจากตัวนำไฟฟ้า สำหรับวัดค่าความจุไฟฟ้า ศึกษาทดสอบและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าของเครื่องมือวัดกับปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องมือวัดกับปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง โดยใช้การประยุกต์วงจรบริดจ์ โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าผ่าน NI-USB-6008 แสดงผลบนโปรแกรม LabVIEW และข้อมูลที่ได้สามารถบันทึกลงในอุปกรณ์รองรับใส่ใน Flash Memory ชนิด Compact Flash

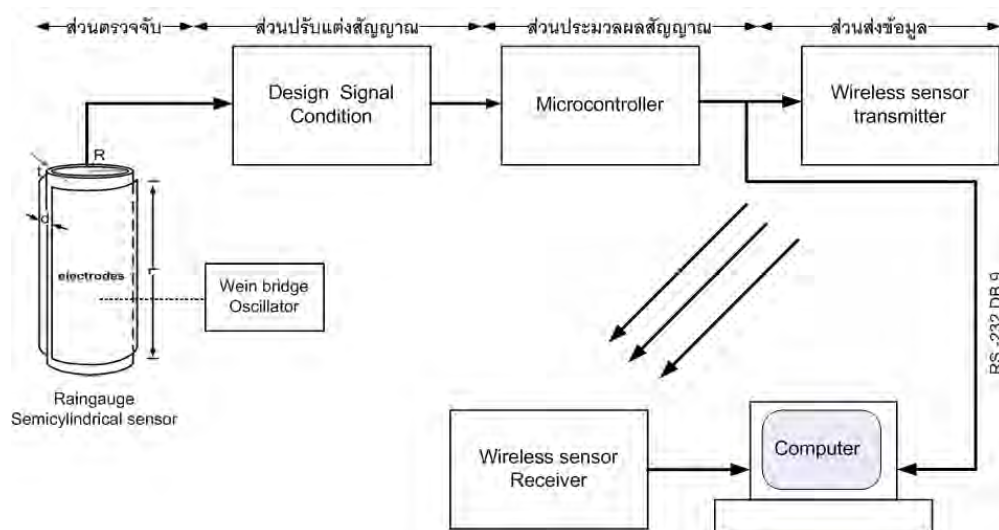
ศึกษาการทำงานของเครื่องมือให้รองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ในกรณีปกติที่อากาศไม่แปรปรวนให้เครื่องมือทำการเลือกใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ แต่กรณีที่ท้องฟ้าปิดหรือในเวลากลางคืนให้เครื่องมือเลือกใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ โดยให้แบตเตอรี่ทำการเก็บพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในเวลาปกติหลักการประหยัดไฟโดย sleep mode หลักการทำงานให้ทำงานในกรณีวัด บันทึก และประมวลผลเท่านั้น

ศึกษาระบบกลไกการปล่อยปริมาณน้ำฝนในเครื่องมือวัด กรณีที่มีปริมาณน้ำฝนตกค้างหรือมีปริมาณน้ำฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องจนล้นค่าสูงสุดที่เครื่องมือสามารถวัดได้ โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมกลไกการปล่อยปริมาณน้ำฝนในเครื่องมือวัด กำหนดการปล่อยปริมาณน้ำฝนที่วัดค่าแล้วทุก 15 นาที สำหรับกรณีมีปริมาณน้ำฝนตกลงมาอย่างต่อเนืองจนล้นค่าสูงสุดที่เครื่องมือสามารถวัดได้ เมื่อถึงค่าสูงสุดให้ปล่อยปริมาณน้ำที่อ่านค่าทิ้งโดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์วัดปริมาณน้ำฝนต่อเนื่องโดยบวกเข้ากับค่าเดิมที่อ่านไว้ก่อน

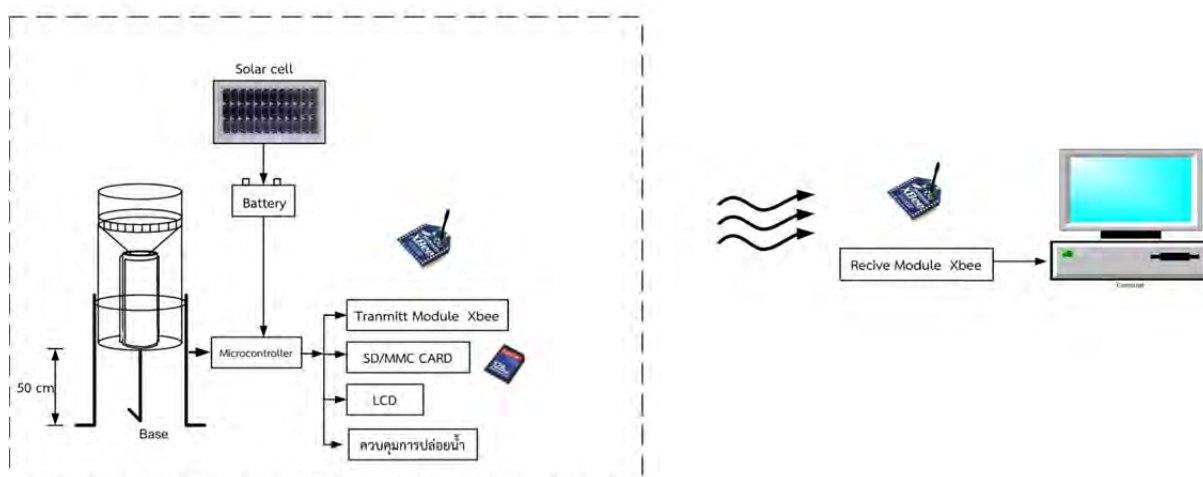
ศึกษาการประยุกต์การส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย อาทิเช่น โมดูล XBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ในการส่งผ่านข้อมูลผ่านโมดูลไร้สายเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับอ่านค่าปริมาณน้ำฝน และส่งข้อมูลชนิดข้อความผ่านทาง RS-232 DB 9 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้ ในกรณีเกิด

ข้อผิดพลาดจากการส่งผ่านข้อมูลไร้สาย โดยทำการส่งข้อมูลอัตโนมัติทุก 15 นาที ดังรูปที่ 2.20 และ รูปที่ 2.21

ศึกษาการติดตั้งเครื่องมือในสนามจริง เช่น ทำเล สถานที่ติดตั้ง การเตรียมความพร้อมในส่วน อปท. เช่น เครื่องควบคุม ติดตั้ง / โปรแกรมบันทึกข้อมูล การอ่านข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การรายงาน จัดอบรมการฝึกอบรมผู้จัดการเครื่องมือ (อปท.) การนำข้อมูลไปประมวลผล รายงานและการเตือนภัยเบื้องต้น สำหรับอปท.และแกนนำชุมชนและเจ้าหน้าที่อำเภอ และการนำข้อมูลไปเชื่อมโยงกับส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.20 แผนผังแสดงการทำงานส่งข้อมูลทางของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน



รูปที่ 2.21 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีดำเนินงานวิจัย โดยเริ่มจากการ ศึกษาเทคนิคการวัดปริมาณน้ำฝนโดยใช้หลักการการวัดค่าความจุไฟฟ้า สร้างและออกแบบเครื่องมือวัดให้มีรูปแบบเป็นท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน มีอิเล็กโทรดเป็นแผ่นกึ่งรูปทรงกระบอกทำจากตัวนำไฟฟ้าสำหรับวัดค่าความจุไฟฟ้า ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าของเครื่องมือวัดกับปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง โดยประยุกต์วงจรบริดจ์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และข้อมูลที่ได้สามารถบันทึกลงในอุปกรณ์รองรับใส่ใน Flash Memory ชนิด Compact Flash ศึกษาการทำงานของเครื่องมือให้รองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ และศึกษาพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบวัดปริมาณน้ำฝน

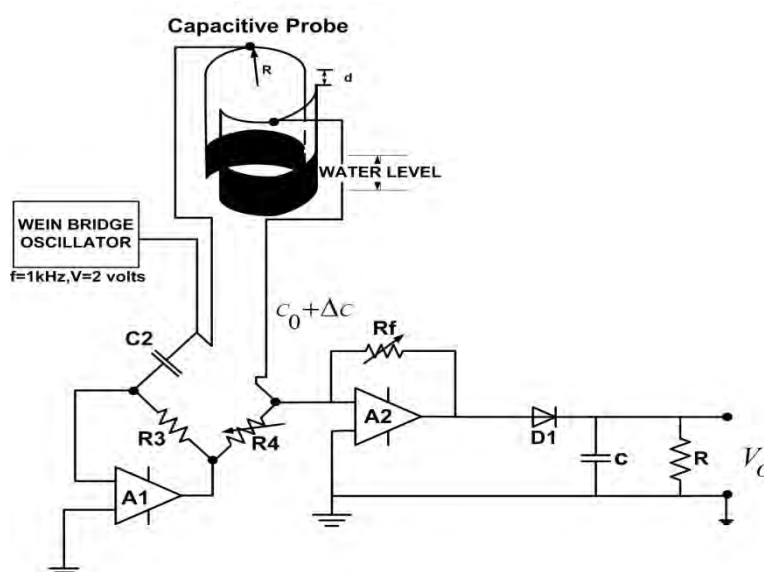
รูปแบบของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในงานวิจัย ลักษณะของหัววัดปริมาณน้ำฝนด้วยการอาศัยเทคนิคการวัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก โดยรูปแบบของหัววัดมีท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน คือ Polyvinyl chloride(PVC) สำหรับแผ่นอิเล็กโทรดที่เป็นแผ่นกึ่งทรงกระบอกจะทำจากอลูมิเนียมมาห่อหุ้มท่อทรงกระบอก ซึ่งเป็นท่อทรงกระบอกกลวงที่มีรัศมีเท่ากับ R ความยาวเป็น L ความหนาเป็น t โดยมีระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดเป็น d

3.1.1 การออกแบบหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก

ศึกษาทดลองการประยุกต์ใช้คุณสมบัติของค่าความจุไฟฟ้าแบบทรงกระบอกมาปรับเปลี่ยนเป็นการใช้เทคนิคการวัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกเพื่อวัดระดับปริมาณน้ำฝน สร้างและศึกษาหัววัดความจุไฟฟ้าสำหรับวัดระดับวัดปริมาณน้ำฝน โดยรูปแบบของหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกออกแบบสร้างหัววัดที่ใช้ในการทดลองมีรูปแบบเป็นท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน คือ Polyvinyl chloride (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร โดยมีความหนาของท่อพีวีซี 0.002 เมตร และมีอิเล็กโทรดเป็นแผ่นกึ่งทรงกระบอกทำจากเทปอลูมิเนียมมาห่อหุ้มท่อทรงกระบอก ความยาวของแผ่นอิเล็กโทรด 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร

3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของหัววัดและระดับน้ำ

ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้าของหัววัดกับระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง วัดค่าแรงดันไฟฟ้าออกด้วยการประยุกต์วงจรบริดจ์ ดังรูปที่ 3.1 โดยแสดงค่าการวัดระดับน้ำผ่านคอมพิวเตอร์โดยการรับค่าสัญญาณผ่าน NI USB-6008 และแสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW หลักการทำงานดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 วงจรบริดจ์ที่ประยุกต์ใช้วัดระดับน้ำ

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร ความยาวของแผ่นอิเล็กโทรด 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร ความหนาของท่อพีวีซี 0.002 เมตร ต่อเข้ากับประยุต์วงจรวัดระดับน้ำที่ใช้แรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณไซน์กระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่คงที่ 1 kHz
2. ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าออกที่ระดับน้ำตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.35 เมตร เพิ่มขึ้นครั้งละ 0.05 เมตร โดยทดลองซ้ำ 100 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง
3. นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับระดับน้ำ หาค่าความไม่เป็นเชิงเส้น (Linearity) ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty) และค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)



รูปที่ 3.2 แผนผังหลักของการทำงาน

3.3 การศึกษาผลกระทบจากการส่งข้อมูลของเซนเซอร์ผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย

ศึกษาผลกระทบของการส่งผ่านข้อมูลด้วยการเลือกใช้โมดูล XBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย วัดค่าแรงดันไฟฟ้าออกด้วยประยุต์วงจรวัดระดับน้ำ ดังรูปที่ ใช้แรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณพัลส์กระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่คงที่ 1 kHz ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก 0.0381 เมตร ขนาดความยาวของแผ่นอิเล็กโทรด 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร และความ

หนาของท่อพีวีซี เท่ากับ 0.002 เมตร โดยที่โมดูล XBee ตัวที่ 1 สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมหัววัด ส่วนโมดูล XBee ตัวที่ 2 ต่อผ่านพอร์ตอนุกรมกับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับวัดค่าระดับน้ำ

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำโมดูล XBee ทั้ง 2 ตัว มาตั้งค่าพารามิเตอร์โดยต่อผ่านพอร์ตอนุกรมกับคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม X-CTU

2. โมดูล XBee ตัวแรก สำหรับการอ่านค่าระดับน้ำต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 ส่วนโมดูล XBee ตัวที่ 2 ต่อผ่านพอร์ตอนุกรมกับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับอ่านค่าระดับน้ำ โดยมี X-CTU หรือ Hyperterminal ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้รับ

3. ทำการตั้งค่าและทดสอบ XBee ทั้งสองตัวดังนี้

3.1 การตั้งค่าตอน config ค่าให้แก่อุปกรณ์ XBee

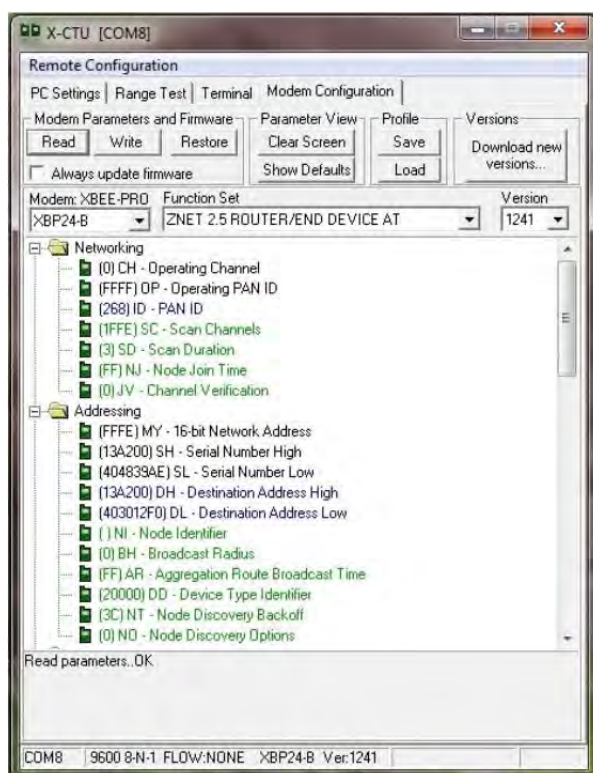
เริ่มต้นจากการแก้ไขเฟิร์มแวร์ของ XBee โดยการเข้าไปที่ Modern Configuration ในส่วนของโปรแกรม X-CTU โดยทำการ Read ก่อนเพื่อตรวจสอบค่าที่ตั้งมาก่อนหน้านั้นในตัว XBee เมื่อทำการกดปุ่ม Read จะปรากฏข้อมูลของตัว XBee ที่มีการตั้งค่ามาแล้วดังรูปที่ 3.3 ในการแก้ไขเฟิร์มแวร์จะประกอบด้วยการแก้ไขส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Function Set คือการกำหนดว่าอุปกรณ์ตัวนั้น ๆ จะทำหน้าที่ใด กล่าวคือ เป็น CoordinateRouter หรือ End-Device

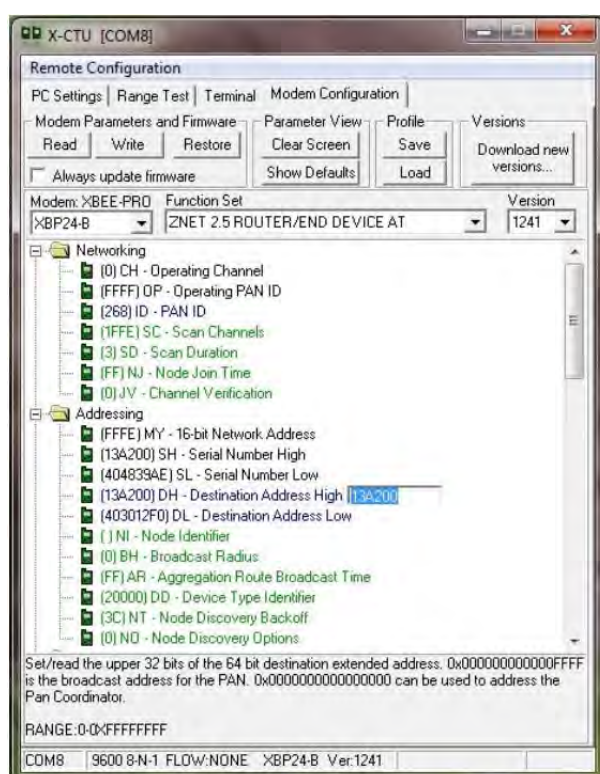
2. PanID คือ ชื่อของกลุ่มที่เราจะสร้างขึ้นเพื่อเป็นการสร้างเครือข่าย

3. Destination Address High คือ การระบุหมายเลขของอุปกรณ์ปลายทางที่จะติดต่อ โดยจะใช้เป็นหมายเลขประจำตัวอุปกรณ์ตัวนั้นเลย เนื่องจากสะดวกต่อการแก้ไข แล้วไม่ซ้ำกับชื่ออุปกรณ์ตัวอื่นๆในเครือข่าย หรือในเครือข่ายใกล้เคียง ดังรูปที่ 3.4

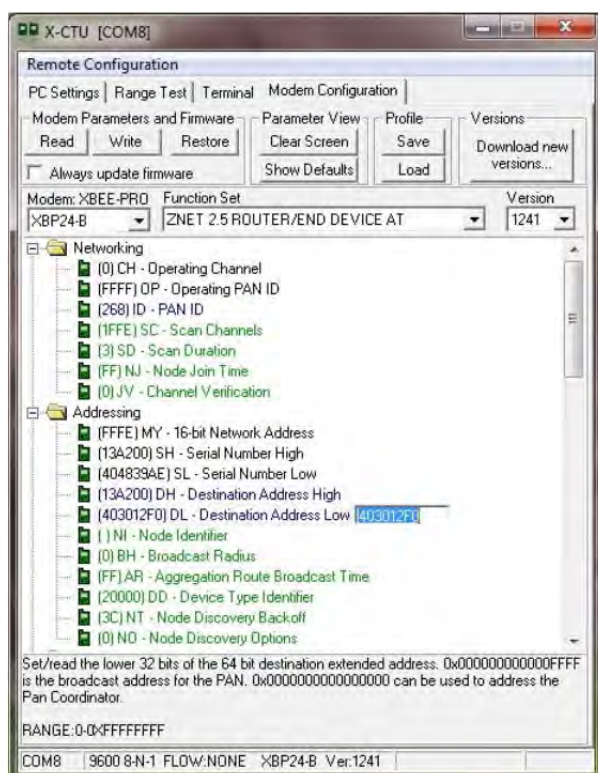
4. Destination Address Low คือ หมายเลขอุปกรณ์ในส่วนของ 8 ตัวหลัง ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.3 ผลจากการคลิกปุ่มคำสั่ง Read ในโปรแกรม X-CTU



รูปที่ 3.4 การตั้งค่า Destination Address High



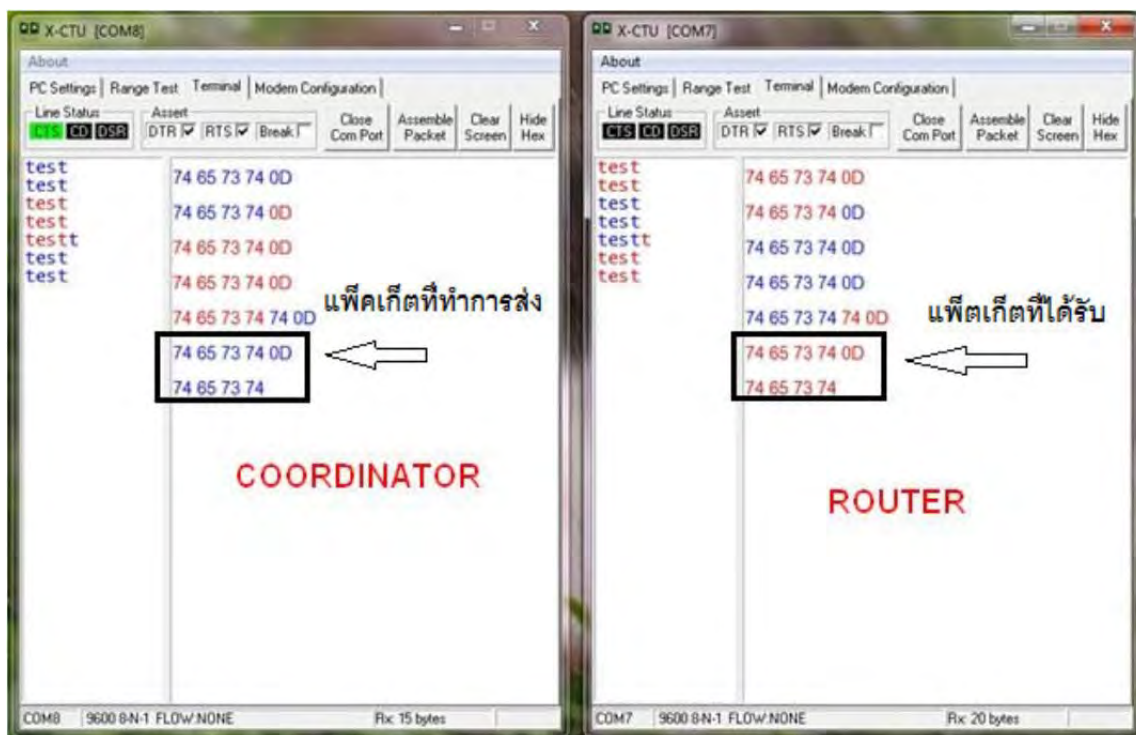
รูปที่ 3.5 การตั้งค่า Destination Address Low

สำหรับการดูค่า Destination Address High และ Low สามารถดูได้จากด้านหลังของตัวอุปกรณ์ XBee ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ ZigBee ในแต่ละตัว

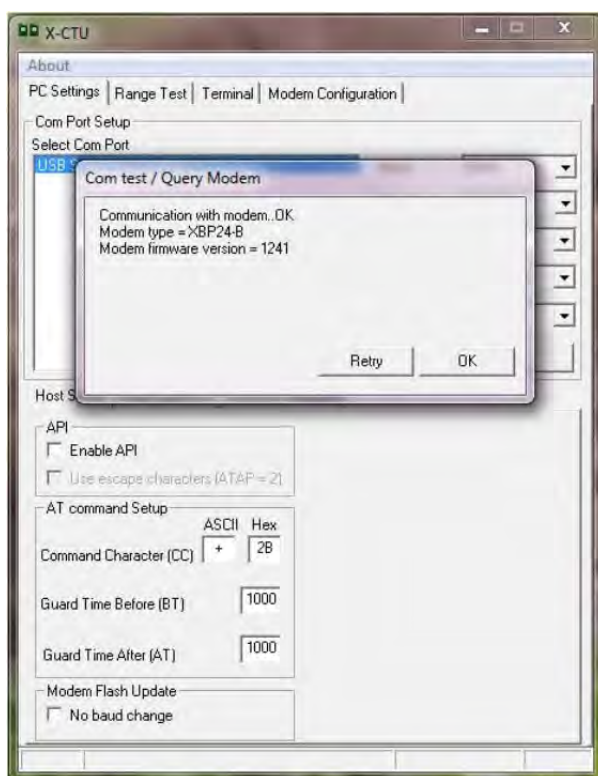
เมื่อทำการตั้งค่าเฟิร์มแวร์เสร็จแล้วจะทำการ Write เฟิร์มแวร์ลงไปด้วยการคลิกที่ Write จากนั้นทำการทดสอบการติดต่อกันระหว่าง XBee สองตัวโดยใช้ฟังก์ชันในโปรแกรม X-CTU ในส่วนของ Terminal โดยผลที่แสดงจะเห็นในส่วนของตัวส่งจะเป็นตัวอักษรสีน้ำเงิน ส่วนข้อมูลที่รับมาจากอุปกรณ์อีกตัวจะเป็นสีแดง ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การติดต่อระหว่างอุปกรณ์ XBee 2 ตัว
ตัวสีน้ำเงินเป็นคำสั่ง AT command ที่ทำการส่งไป ส่วนสีแดง เป็นการตอบกลับมาจาก Xbee

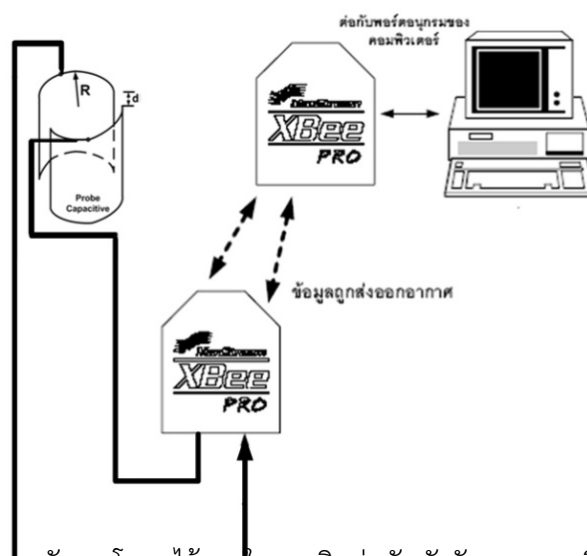
3.2 วิธีการทดสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ XBee

เมื่อทำการต่อ XBee เข้ากับคอมพิวเตอร์และทำการเปิดโปรแกรม X-CTU จากนั้นทำการตรวจสอบอุปกรณ์ XBee เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ โดยการเลือกกดที่ตำแหน่ง Test/Query หากติดต่อได้จะปรากฏหน้าต่างจะปรากฏหรือแสดงข้อความดังรูปที่ 3.8 ถ้าหากไม่สามารถเชื่อมต่อได้ให้เลือกกด Enable API แล้วทำการ Test/Query ใหม่ สำหรับขั้นตอนนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่า อุปกรณ์ XBee มีปัญหาตรงส่วนใดหรือไม่



รูปที่ 3.8 ทดสอบการติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และ XBee

4. ทำการทดลองโดยเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างค่าที่ได้จาก LabVIEW กับโมดูล XBee บันทึกผลการทดลอง

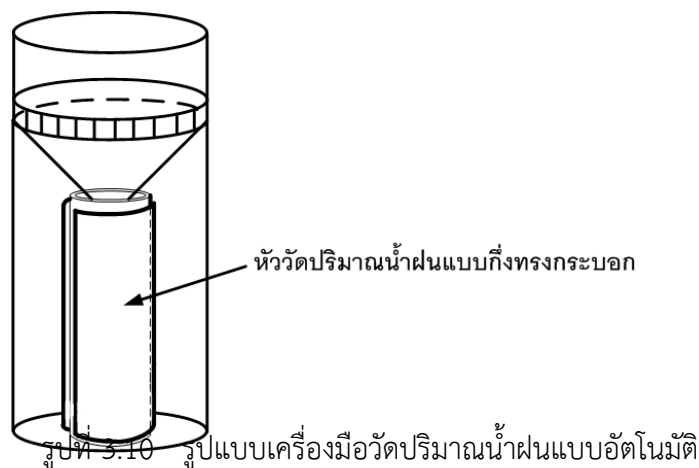


รูปที่ 3.9 การจัดวางโมดูลไร้สายในการติดต่อกับหัววัดและคอมพิวเตอร์

3.4 การออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ

รูปแบบของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วยท่อพีวีซี ขนาดกลาง 0.203 เมตร สำหรับครอบคลุมหัววัดปริมาณน้ำฝนที่ทำจากท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

0.0381 เมตร ที่มีอิเล็กทรอนิกส์รูปกึ่งทรงกระบอกห่อหุ้มด้วยเทปอลูมิเนียม หุ้มด้วยท่อกันความชื้น โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการได้วัดปริมาณน้ำฝนก่อน กรวยขนาด 0.203 เมตร สำหรับรองรับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาซึ่งสามารถป้องกันเศษขยะหรือเศษใบไม้ต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการวัดปริมาณที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 พร้อมวงจรวัดปริมาณน้ำและแบตเตอรี่ สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการวัดเปลี่ยนเป็นค่าระดับน้ำ ส่วนระบบปล่อยน้ำทั้งใช้เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมตามโปรแกรมสั่งงานไว้ กำหนดการปล่อยปริมาณน้ำที่วัดค่าแล้วทุก 15 นาที โดยที่ส่วนโมดูลไร้สายที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลที่อ่านได้จากหัววัดไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยโมดูลที่ใช้ คือ XBee ในการส่งผ่านข้อมูลผ่านโมดูลไร้สายเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับอ่านค่าปริมาณน้ำฝน หรือส่งข้อมูลชนิดข้อความผ่านทาง RS-232 DB 9 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้ ในกรณีเกิดข้อผิดพลาดจากการส่งผ่านข้อมูลไร้สาย โดยทำการส่งข้อมูลอัตโนมัติทุก 1 ชั่วโมง และทำการส่งข้อมูลทุก 15 นาทีในกรณีที่ฝนตก และเมื่อได้ข้อมูลจะเก็บข้อมูลลงใน SD/MMC โดยมี SD Card ขนาดเมมโมรี 4 GB เพื่อทำเป็นข้อมูลสำรองและนำไปใช้ในประโยชน์ต่างๆ และศึกษาการทำงานของเครื่องมือให้รองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ในกรณีปกติที่อากาศไม่แปรปรวนให้เครื่องมือทำการเลือกใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ แต่กรณีท้องฟ้าปิดหรือในเวลากลางคืนให้เครื่องมือเลือกใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่



ขั้นตอนการทดลอง

1. นำอุปกรณ์ต่างๆ มาประกอบ โดยใช้หัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร ความยาวของแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร ความหนาของท่อพีวีซี 0.002 เมตร ที่หุ้มด้วยท่อกันความชื้นเรียบร้อยแล้วต่อเข้ากับประยู กต์วงจรบริดจ์ใช้แรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณพัลส์กระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่ 1 kHz นำมาต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 วงจรสร้างฐานเวลา เซอร์โวมอเตอร์สำหรับระบบปล่อยน้ำ และแบตเตอรี่ สื่อสารผ่าน XBee ตัวส่งไปยัง XBee ตัวรับที่คอมพิวเตอร์ โดยใช้ Hyperterminal ในการแสดงผลข้อมูลที่รับได้ ข้อมูลจะเก็บข้อมูลลงใน SD/MMC โดยมี SD Card ขนาดเมมโมรี 4 GB โดยต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280
3. ทำการวัดระดับน้ำตั้งแต่ 50 ถึง 500 มิลลิลิตร เพิ่มขึ้นครั้งละ 50 มิลลิลิตร โดยทดลองซ้ำ 10 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง
4. นำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระดับน้ำที่เทจากกระบอกตวง และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เทจากกระบอกตวงกับค่าที่วัดได้ด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ หาค่าความไม่เป็นเชิงเส้น (Linearity) คำนวณหาปริมาณน้ำฝนจากปริมาณน้ำที่เทจากท่อกระบอกตวงดังนี้ กรณีท่อ PVC รัศมี 1.5/2 นิ้ว = 1.905 cm = πr^2 ปริมาตรน้ำฝนที่วัดได้ในหัววัด (ml)=11.40550714xh ปริมาตรน้ำฝนที่วัดได้ในหัววัด 1 ml = ความสูงของน้ำฝน x 11.40550714 ดังนั้น ความสูงของน้ำฝน(mm)=0.087676943xปริมาณที่วัดได้ (ml) คำนวณหาความสูงของน้ำฝน(mm) เช่น ปริมาตรน้ำฝนที่วัดได้ในหัววัด 100 ml = 8.77 mm

5. ทำการวัดระดับน้ำ 200 มิลลิลิตร โดยเทจากกระบอกตวง แล้วให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงานควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งทุกๆ 15 นาที สังเกตผลการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

6. จากนั้นนำเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่สร้างขึ้นต่อเข้ากับแบตเตอรี่(12 โวลต์ 9 แอมแปร์) และใช้ Solar Charge Regulator เป็นตัวส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่และแผงควบคุมการทำงานของเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

7. เลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลังวัตต์ต่างกัน 3 ขนาดด้วยกัน คือ 5 วัตต์ 10 วัตต์ และ 20 วัตต์ ตามลำดับ เปิดให้เครื่องทำงานในสภาวะต่างๆ ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน สังเกตการทำงานของเครื่องมือบันทึกผล

3.5 ศึกษาพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

ติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายและเก็บข้อมูลในสภาวะแวดล้อมจริง ตัวอย่างพื้นที่ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนพร้อมทั้งทำการแนะนำการใช้เครื่องมือแก่เจ้าหน้าที่หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้รับประโยชน์พื้นที่สำหรับการติดตั้งประกอบไปด้วย 6 จุด ดังนี้ คือ

1. เทศบาลตำบลลานข่อย
2. องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะขันต์
3. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ
4. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด
5. องค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว
6. องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

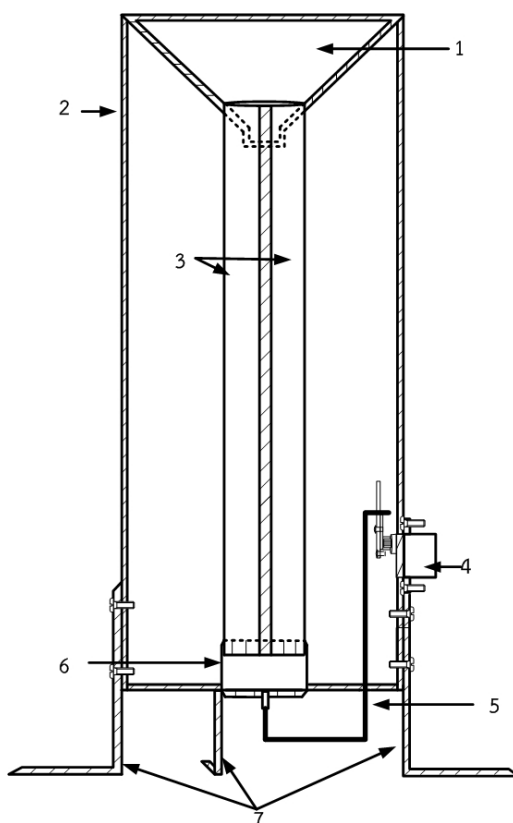
นำหัววัดปริมาณน้ำฝนที่ทำจากท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร มีอิเล็กทรอนิกส์รูปกึ่งทรงกระบอกห่อหุ้มด้วยเทปอลูมิเนียม และนำมาห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความชื้น ดังรูปที่ 4.1 ประกอบอยู่ในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.203 เมตร สำหรับครอบคลุมหัววัดปริมาณน้ำฝน ดังรูปที่ 4.2 มีโครงสร้างภายในโครงสร้างของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังรูปที่ 4.3 ดังนี้คือ หมายเลข 1 กรวยพลาสติกกรองรับปริมาณน้ำฝนขนาด 0.203 เมตร หมายเลข 2 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.203 เมตร สำหรับครอบคลุมหัววัดปริมาณน้ำฝน หมายเลข 3 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร มีแผ่นอิเล็กทรอนิกส์รูปกึ่งทรงกระบอกห่อหุ้มด้วยเทปอลูมิเนียมวางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร หมายเลข 4 เซอร์โวมอเตอร์ขนาด 9 กรัม สำหรับระบบกลไกการปล่อยปริมาณน้ำฝน หมายเลข 5 คานกระดกเพื่อไปกดเซ็นเซอร์ความล้นสปริงปล่อยน้ำทิ้งทางเดียวให้น้ำถูกปล่อยทิ้ง หมายเลข 6 เซ็นเซอร์ความล้นสปริง และ หมายเลข 7 ขาตั้งจำนวน 3 ขาสำหรับรองรับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน แล้วนำมาต่อเข้ากับประยุกต์วงจรบริดจ์ใช้แรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณพัลส์กระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่คงที่ 1 kHz



- ก. หัววัดก่อนทำการห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความชื้น ข. หัววัดที่ห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความชื้น
รูปที่ 4.1 หัววัดปริมาณน้ำฝนที่ประกอบอยู่ภายใน



รูปที่ 4.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ประกอบอยู่ในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.203 เมตร



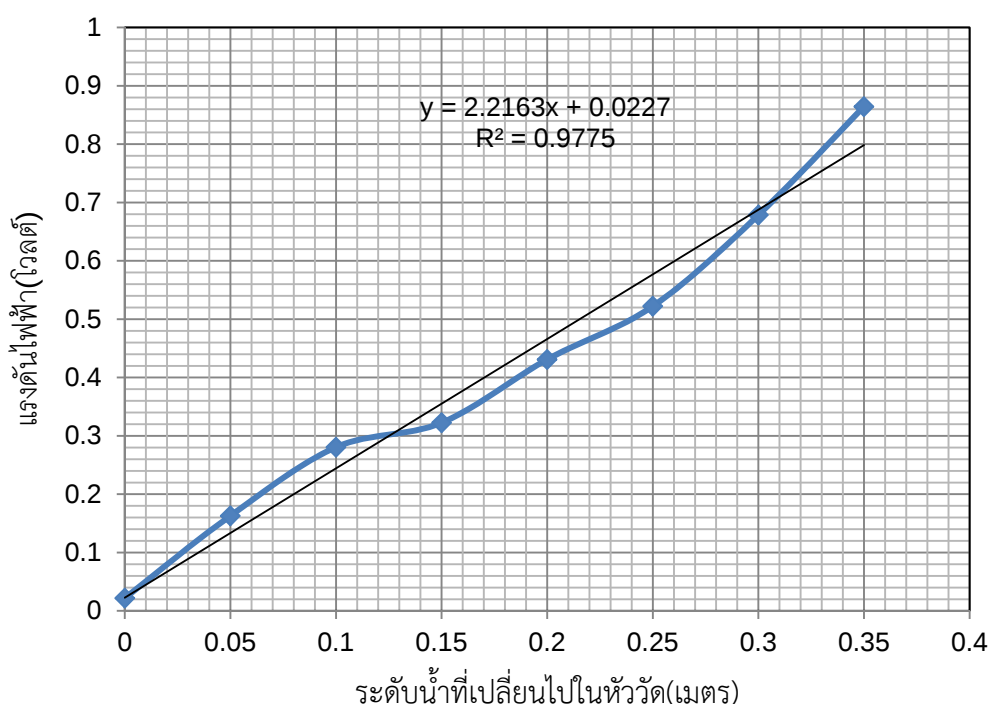
รูปที่ 4.3 โครงสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ

4.2 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าของหัววัดและระดับน้ำ

เมื่อหัววัดทำจากวัสดุท่อ PVC และแผ่นโลหะนำไฟฟ้าทำจากแผ่นเทปอลูมิเนียม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร ขนาดความยาวของแผ่นโลหะ 0.40 เมตร ความหนาของท่อพีวีซี เท่ากับ 0.002 เมตร มีแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ทรูรูปร่างทรงกระบอกห่อหุ้มด้วยเทปอลูมิเนียมวางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร แผ่นวัดค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยการประยุกต์วงจรบริดจ์ ใช้แรงดันไฟฟ้ากระตุ้น (V_{in}) ที่ 2 V ความถี่คงที่ 1 kHz แสดงค่าการวัดระดับน้ำผ่านคอมพิวเตอร์โดยการรับค่าสัญญาณผ่าน USB 6008 และแสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW ทำการวัดค่าระดับน้ำตั้งแต่ 0 ถึง 0.35 เมตร เพิ่มขึ้นครั้งละ 0.05 เมตร โดยแต่ละครั้งทำการทดลองซ้ำที่ระดับน้ำเป็นจำนวน 100 ครั้ง

4.2.1 ค่าความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

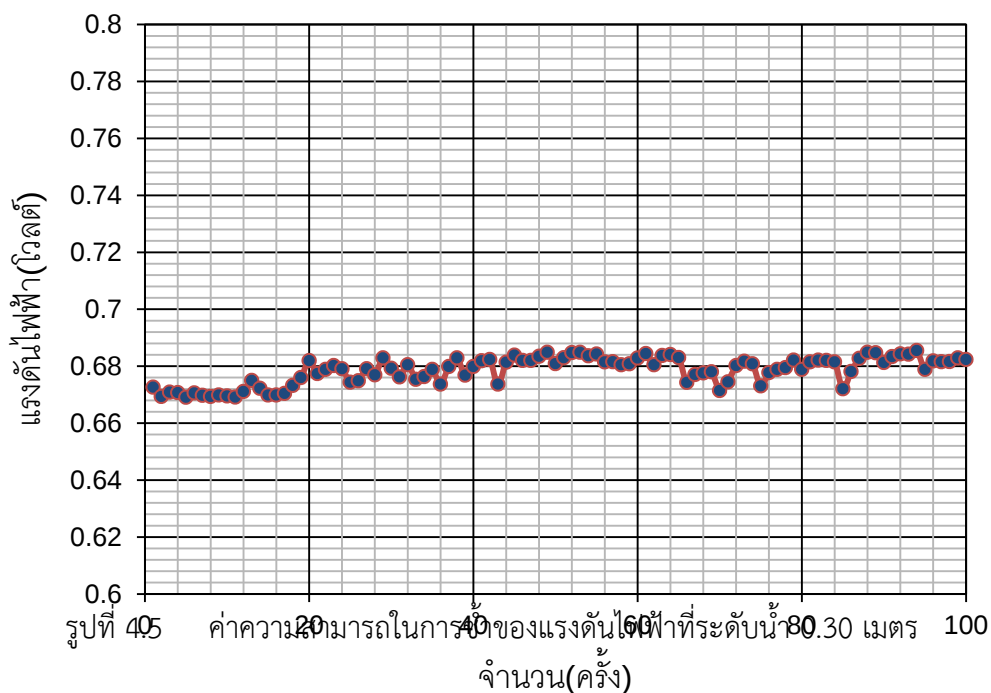
ได้ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในหัววัดได้ว่า แรงดันไฟฟ้าของหัววัดค่าที่ได้จะแปรผันตรงกับค่าระดับน้ำที่เปลี่ยนไปในท่อของหัววัดโดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงมิลลิโวลต์(mV) แสดงคุณสมบัติความเป็นเชิงเส้นดังรูปที่ 4.4 และคำนวณผลค่าความไม่เป็นเชิงเส้นได้ค่าเป็นร้อยละ 7.65 และได้ค่าความไม่แน่นอนของการวัด(Uncertainty) 0.00218 โวลต์



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและระดับน้ำ

4.2.2 ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)

วัดแรงดันไฟฟ้าของหัววัด ตั้งแต่ระดับน้ำ 0.05 ถึง 0.35 เมตร โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.05 เมตร ทดลองซ้ำ 100 ครั้ง ได้ค่าความสามารถในการทำซ้ำร้อยละ 1.90 ที่ระดับน้ำ 0.30 เมตร จากผลที่ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าของระดับน้ำที่ระดับคงที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อทำการวัดซ้ำที่ระดับเดิมหลาย ๆ ครั้ง ดังรูปที่ 4.5 ทำให้การอ่านค่าระดับน้ำที่ระดับต่างๆ สามารถนำมาใช้งานได้



4.3 ผลกระทบจากการส่งข้อมูลของหัววัดผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย

ศึกษาผลกระทบจากการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายด้วยการเลือกใช้โมดูล XBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย โมดูลตัวแรกสำหรับการอ่านค่าระดับน้ำต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมหัววัด และโมดูลตัวที่ 2 ต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับอ่านค่าระดับน้ำ ดังรูปที่ 4.6 รวมทั้งการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติบางประการ เช่น ค่าเวลาที่ล่าช้า (Dead time) และเวลาสู่จุดสมดุล (Settling time) วัดแรงดันไฟฟ้าออกด้วยวงจรบริดจ์ De-Sauty ใช้แรงดันไฟฟ้ากระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่ 1 kHz โดยใช้หัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.048 เมตร ความยาวของแผ่นอิเล็กโตรด 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร และความหนาของท่อพีวีซี 0.002 เมตร



ก. โมดูลตัวแรกต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

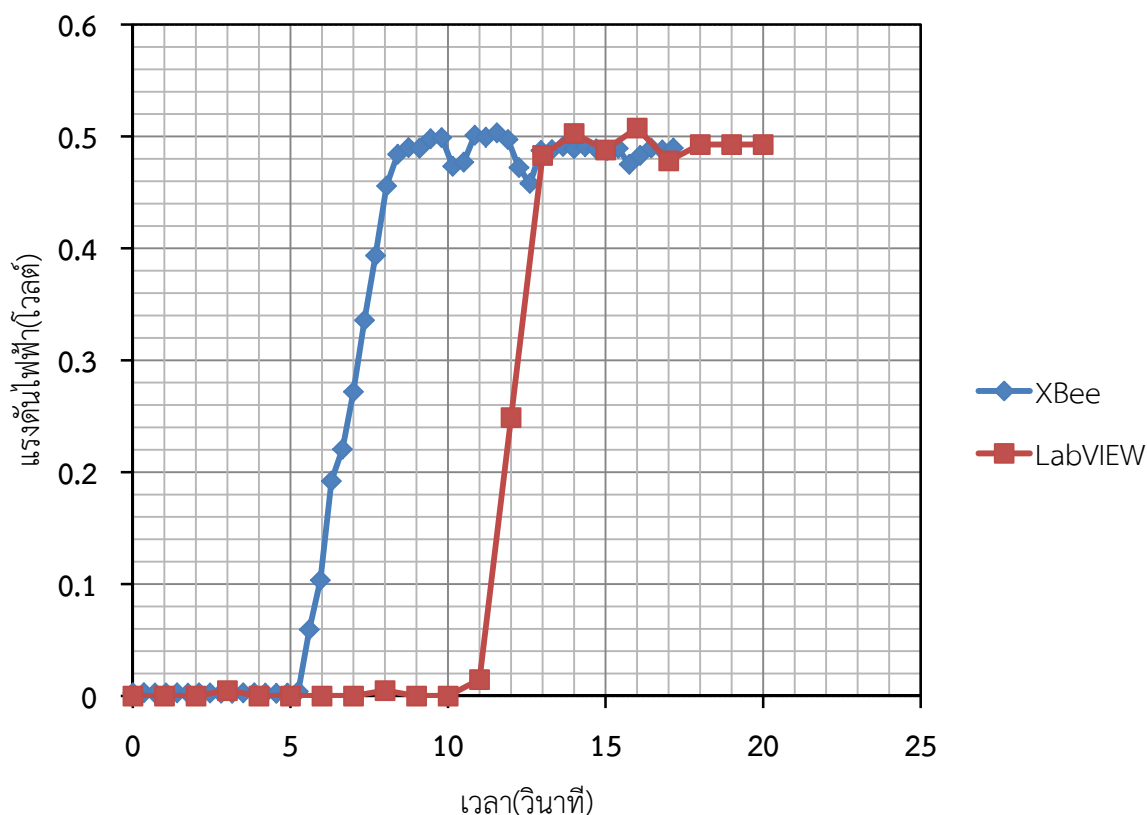


ข. โมดูลตัวที่ 2 ต่อกับคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.6 โมดูล XBee ที่นำมาใช้งานในการรับส่งข้อมูล

ทำการทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นในเครื่องมือวัดเมื่อทำการวัดจาก LabVIEW กับ XBee พร้อมกัน และทำการปล่อยน้ำออกจากเครื่องมือวัดจะได้ผลของการเปรียบเทียบของข้อมูลที่อ่านค่าได้โดยตรงจากสายต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย LabVIEW และผลของข้อมูลที่ส่งสัญญาณไร้สายจาก XBee ดังรูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับเวลาที่วัดได้มีค่าเวลาที่ล่าช้า (Dead time) อยู่ 4.0

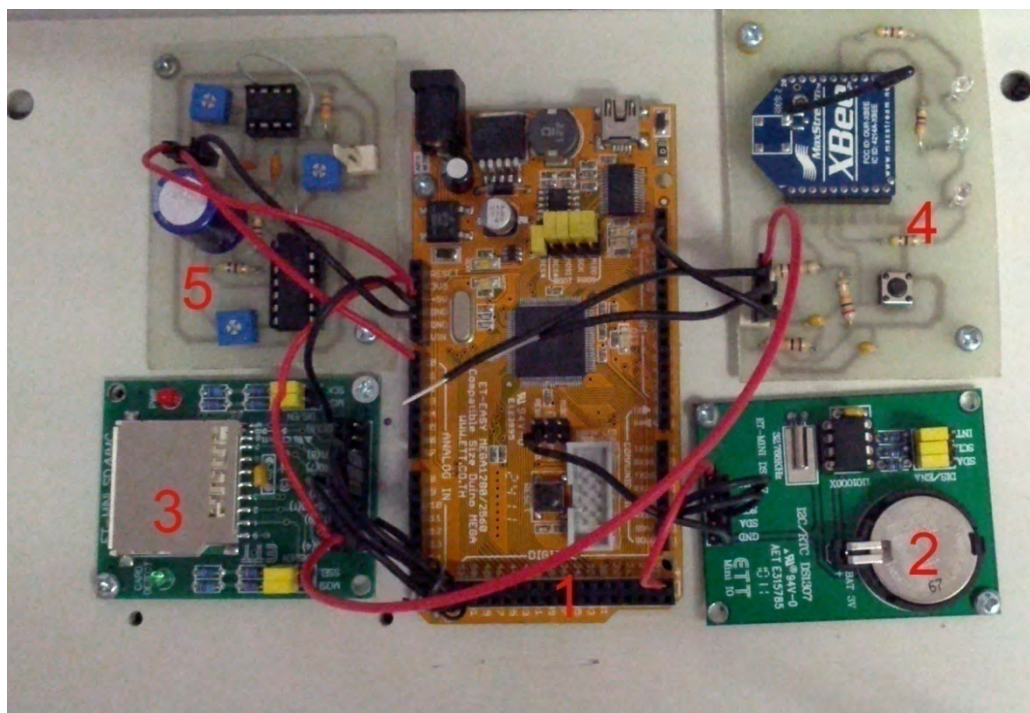
วินาที นั่นคือเวลาที่แตกต่างจากการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้มาจากการต่อสายด้วย LabVIEW และผลของข้อมูลที่ส่งสัญญาณไร้สายจาก XBee และเวลาสู่จุดสมดุล (Settling time) ของ XBee มีค่าเท่ากับ 10.3 วินาที ส่วนนี้คือเวลาที่อ่านได้ค่าที่คงที่เมื่อทำการวัดจาก XBee



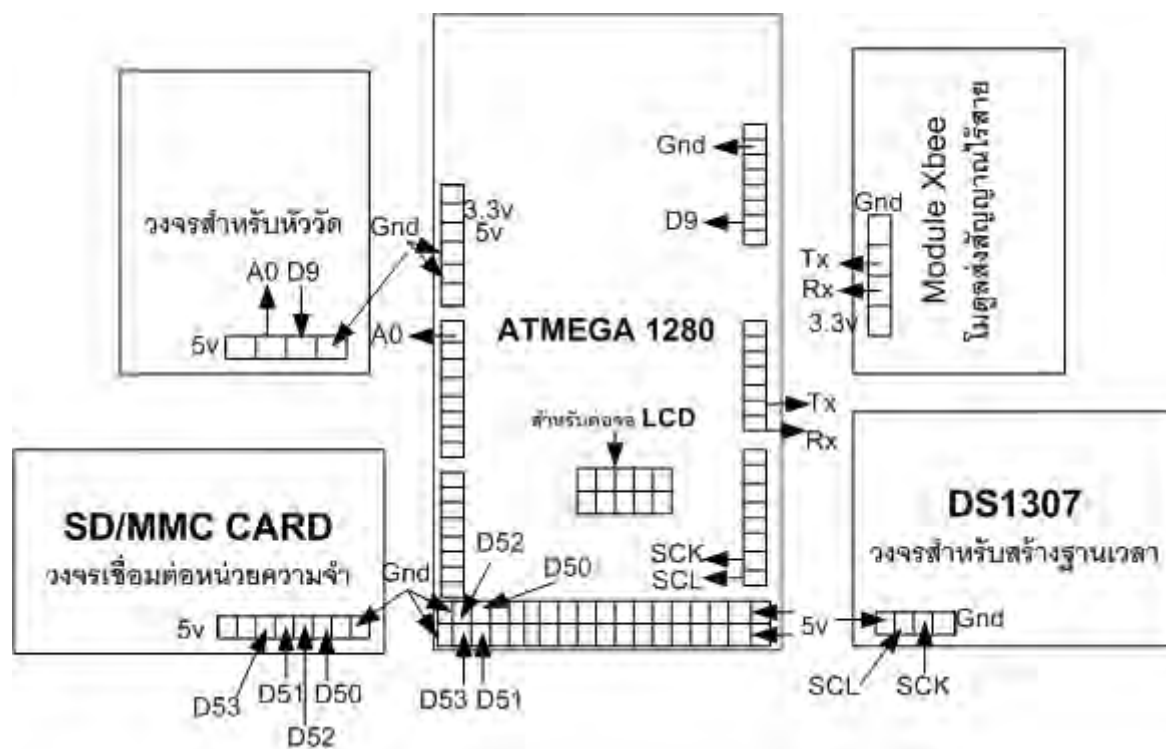
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับเวลาระหว่างค่าวัดจาก LabVIEW กับค่าโมดูล XBee

4.4 การออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ

สำหรับแผงวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัดแสดงดังรูปที่ 4.8 เมื่อหัววัดปริมาณน้ำฝนมาต่อเข้ากับประยุกต์วงจรปริตจีใช้แรงดันไฟฟ้าคลื่นสัญญาณพัลส์กระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่ 1 kHz (หมายเลข 5) ควบคุมการคำนวณค่าปริมาณน้ำฝน การปล่อยน้ำฝนทิ้งและการกำหนดส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 (หมายเลข 1) กำหนดวันเดือนปี เวลาด้วยวงจรสร้างฐานเวลา (หมายเลข 2) และเมื่อได้ข้อมูลจะเก็บข้อมูลลงใน SD/MMC โดยมี SD Card ขนาดเมมโมรี่ 4 GB เพื่อทำเป็น Datalogger ด้วยวงจรสำหรับ sd/mmc (หมายเลข 3) ทำการส่งข้อมูลที่ได้ออกไปแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ด้วยวงจรไร้สายสำหรับโมดูล XBee (หมายเลข 4) และใช้วงจรอ่านค่าหัววัด (หมายเลข 5)

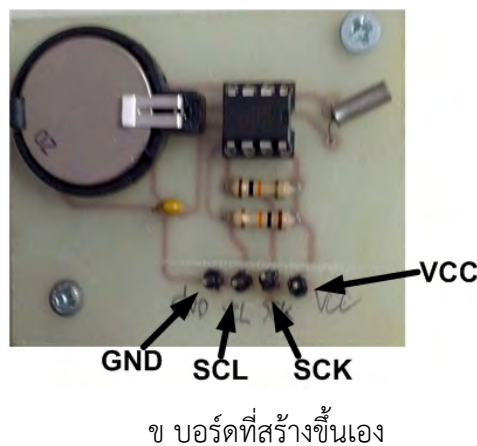
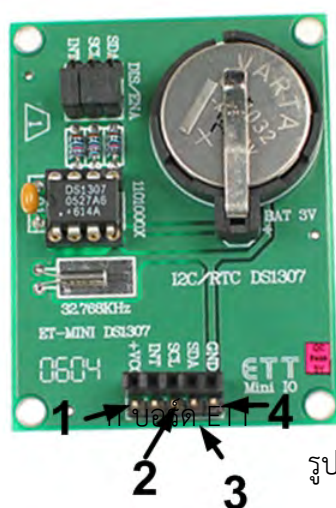


รูปที่ 4.8 แผงวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัด



4.4.1 วงจรใช้สำหรับสร้างฐานเวลา

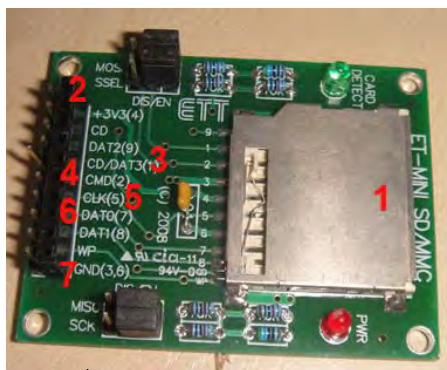
สำหรับการออกแบบวงจรได้เพิ่มวงจรสร้างฐานเวลาเพื่อใช้ในการบอกเวลา วันที่ เดือนและปีในการบันทึกผลการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง ในการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 กับบอร์ดวงจรสร้างฐานเวลา ดังรูปที่ 4.10 มีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 ต่อเข้ากับบอร์ดไฟเลี้ยง (+VCC) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 2 ต่อเข้ากับ SCL ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 21 หมายเลข 3 ต่อเข้ากับ SDA ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 20 และหมายเลข 4 ต่อเข้ากับกราวด์(GND) ของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.10 บอร์ดวงจรสร้างฐานเวลา

4.4.2 วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้เลือกใช้ ETT-MINI SD/MMC ที่เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หน่วยความจำ SD และ MMC CARD โดยที่ภายในประกอบด้วย ช่อง (Socket) สำหรับใส่ CARD ประเภท SD และ MMC โดยจะมีการจัดขาสัญญาณออกมาที่ Connector Pin เพื่อให้สามารถนำไปต่อใช้งานได้สะดวก แผงวงจรหน่วยความจำ SD/MMC CARD แสดงดังรูปที่ 4.11 ในการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด ATMEGA1280 มีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 สำหรับไว้ใส่การ์ด SD/MMC หมายเลข 2 ต่อเข้ากับบอร์ดไฟเลี้ยง (+3.3 V) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 3 CD/DATA3(1) ต่อเข้ากับ ขา D53 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 4 CMD(2) ต่อเข้ากับ ขา D51 ของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข 5 CLK(5) ต่อเข้ากับ ขา D52 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 6 DATA0(7) ต่อเข้ากับ ขา D50 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และหมายเลข 7 ต่อเข้ากับกราวด์(GND) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อต่อวงจรกับไมโครคอนโทรลเลอร์เรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณไฟสีเขียวปรากฏขึ้น นอกจากนั้นยังมีวงจรตรวจสอบว่ามีการเสียบการ์ด (CARD DETECT) ด้วยหรือไม่ เมื่อมีการเสียบการ์ดจะมีสัญญาณไฟสีแดงปรากฏขึ้น



รูปที่ 4.11 แผงวงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ SD/MMC CARD ของ ETT

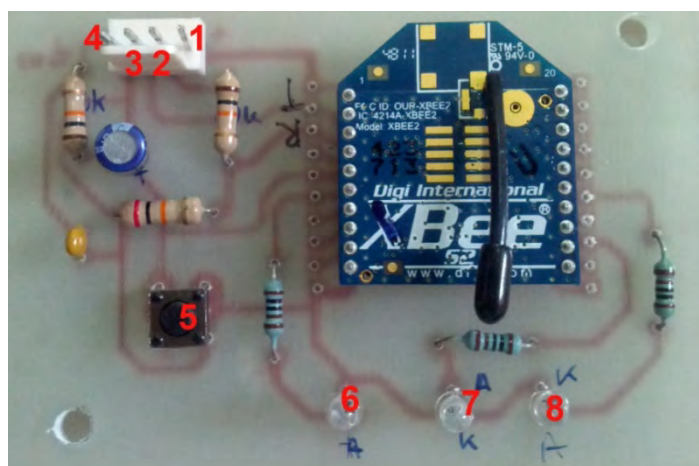
4.4.3 วงจรไร้สายสำหรับโมดูล XBee

สำหรับการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายด้วยการเลือกใช้โมดูล XBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย นำโมดูล XBee ทั้ง 2 ตัว มาตั้งค่าพารามิเตอร์โดยต่อผ่านพอร์ตอนุกรมกับคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม X-CTU โดยนำโมดูล XBee ตัวแรก สำหรับการอ่านค่าระดับน้ำต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนโมดูล XBee ตัวที่ 2 ต่อผ่านพอร์ตอนุกรมกับคอมพิวเตอร์เพื่อสำหรับอ่านค่าระดับน้ำ โดยมี X-CTU , Hyperterminal หรือโปรแกรม Hercules ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้รับได้

สำหรับการติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.12 โดยต่อเข้ากับสาย USB แล้วเสียบไปที่ช่อง USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับแผงวงจรไร้สายโมดูล XBee แสดงดังรูปที่ 4.13 มีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 ต่อเข้ากับบอร์ดไฟเลี้ยง(+3.3 V) หมายเลข 2 ต่อเข้ากับขา D1/Tx ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 3 ต่อเข้ากับขา D0/Rx ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 4 ต่อเข้ากับกราวด์(GND) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 5 เป็นสวิตช์กดติดปล่อยดับสำหรับการรีเซ็ตการทำงาน หมายเลข 6 ,7 และ 8 เป็นไฟแสดงสถานะการทำงานของโมดูล XBee



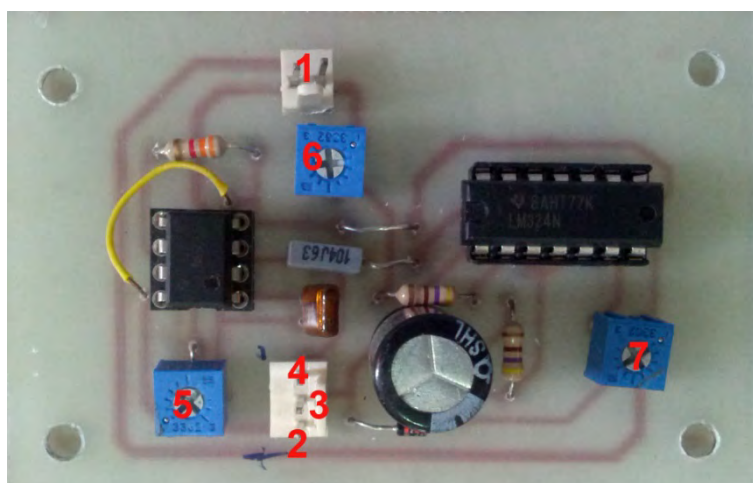
รูปที่ 4.12 การติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์และ XBee



รูปที่ 4.13 การติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูล XBee

4.4.4 วงจรใช้สำหรับหัววัด

สำหรับการออกแบบวงจรปรับแต่งสัญญาณได้ประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์ พร้อมวงจรขยายมาใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อนำมาวัดปริมาณน้ำฝน แผงวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัดแสดงดังรูปที่ 4.14 ในการต่อเข้ากับหัววัดปริมาณน้ำฝนและไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด ATMEGA1280 มีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 ต่อเข้ากับหัววัดปริมาณน้ำฝน หมายเลข 2 ต่อเข้ากับบอร์ดไฟเลี้ยง (+VCC) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 3 ต่อเข้ากับ ขา A0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 4 ต่อเข้ากับกราวด์(GND) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 5 ตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์ให้ได้คลื่นสัญญาณพัลส์กระตุ้น 2 V ความถี่ที่ 1 kHz หมายเลข 6 ตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับความต้านทานของวงจรบริดจ์ประยุกต์ และหมายเลข 7 ตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับอัตราขยายของการวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ประยุกต์



รูปที่ 4.14 แผงวงจรสำหรับการควบคุมการวัดปริมาณน้ำฝนของหัววัด

4.4.5 การออกแบบการปล่อยปริมาณน้ำฝนทิ้ง

สำหรับรูปที่ 4.15 ระบบการปล่อยน้ำทิ้งโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ควบคุมคานกระดกเพื่อไปกดวาล์วปล่อยน้ำทิ้งทางเดียวให้น้ำถูกปล่อยทิ้ง แล้วกลับไปตำแหน่งเดิมเมื่อปล่อยน้ำออกหมดแล้ว โดยรูปที่ 4.16 แสดงการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เป็นมุม 0 องศา เพื่อไปบังคับให้แท่งเหล็กเคลื่อนที่ไปกระดกกดปุ่มวาล์วเปิดปิดน้ำทางเดียวเพื่อปล่อยน้ำทิ้ง และมุม 45 องศา เพื่อให้วาล์วเปิดปิดน้ำทางเดียวกลับไปอยู่ในตำแหน่งเดิมเพื่อพร้อมจะทำงานใหม่อีกครั้ง จากการทดลองเมื่อทำการวัดระดับน้ำ 200 มิลลิเมตร โดยเทจากกระบอกตวง แล้วให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงานควบคุมการปล่อยน้ำทิ้ง จากสังเกตผลการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์สามารถที่จะทำการปล่อยน้ำหลังจากการวัดแล้วทุกๆ 15 นาที ทำงานได้เป็นปกติ

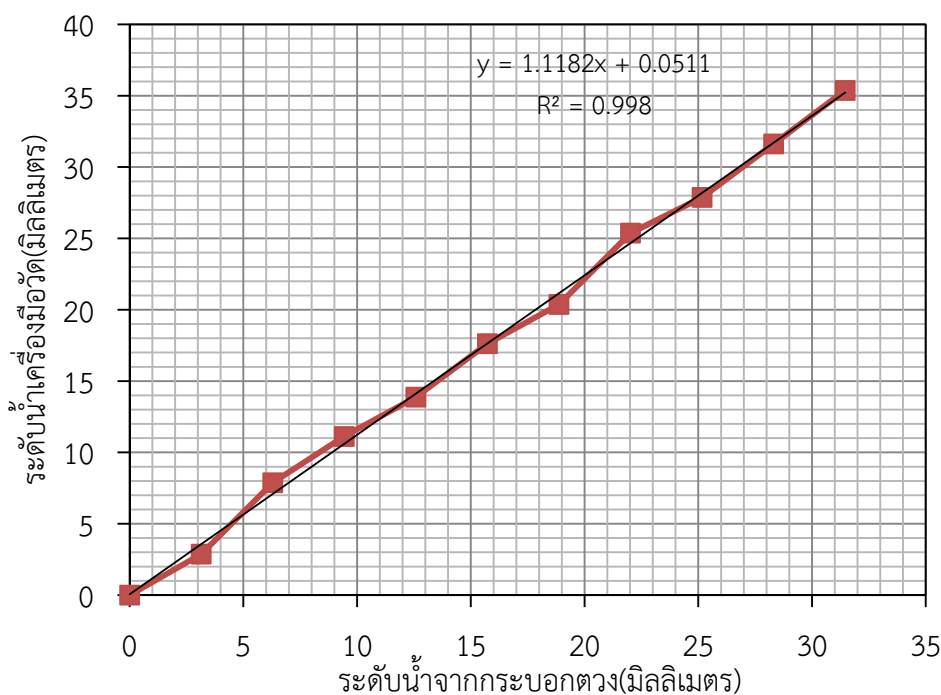


รูปที่ 4.15 ตำแหน่งของคานกระดกเพื่อไปกดวาล์วปล่อยน้ำทิ้งทางเดียว



รูปที่ 4.16 ตำแหน่งการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมการปล่อยน้ำ

สำหรับรูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบค่าที่เหจากกระบอกตวง กับปริมาณน้ำที่วัดจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับเพื่อเป็นการปรับเทียบเครื่องวัดในแต่ละเครื่อง และคำนวณผลค่าความไม่เป็นเชิงเส้นได้ค่าเป็นร้อยละ 2.46



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบกับปริมาณน้ำที่วัดจากไมโครคอนโทรลเลอร์

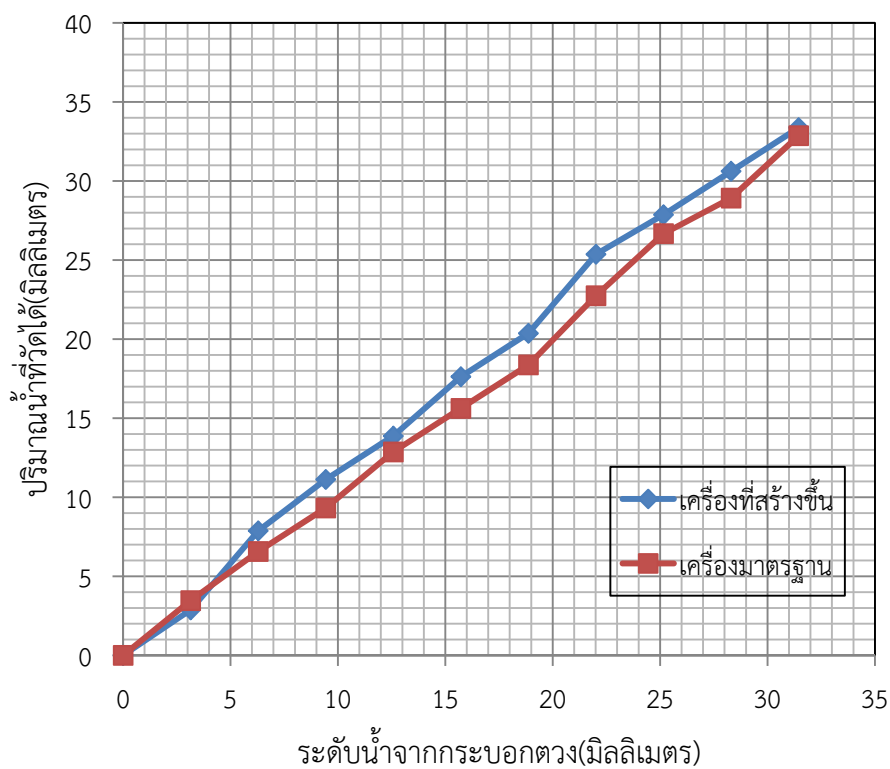
จากนั้นทำการทดสอบการวัดปริมาณน้ำของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่สร้างขึ้นกับเครื่องวัดน้ำฝนและสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 ที่ติดตั้ง ณ อาคารพลังงานทดแทน สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง จังหวัดพัทลุง ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 เครื่องวัดน้ำฝนและสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 ที่ทำการเปรียบเทียบ



จากรูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบค่าที่เทจากกระบอกตวงกับปริมาณน้ำที่วัดจากเครื่องที่สร้างขึ้นเองและเครื่องวัดน้ำฝนและสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2 และพบว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีค่าความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 2.7 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบกับปริมาณน้ำที่วัดจากเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องมาตรฐาน รุ่น Davis 6152 Vantage Pro2

4.4.6 การออกแบบการใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้า

ศึกษาการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติให้รองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ ในกรณีปกติที่อากาศไม่แปรปรวนให้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ แต่กรณีท้องฟ้าปิดหรือในเวลากลางคืนให้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ โดยให้แบตเตอรี่ทำการเก็บพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในที่นี้ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ และใช้ Solar Charge Regulator เป็นตัวส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่และแผงควบคุมการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน รูปที่ 4.20 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุมประกอบไปด้วย หมายเลข 1 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 9 แอมแปร์ หมายเลข 2 Solar Charge Regulator หมายเลข 3 แผงควบคุมการทำงาน และหมายเลข 4 คือส่วนแสดงผลเป็นจอ LCD สำหรับอ่านค่าได้โดยไม่ต้องดูที่เครื่องคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังสามารถอ่านค่าได้ในกรณีที่ไฟฟ้าของเครื่องคอมพิวเตอร์ดับหรือไม่สามารถทำงานได้

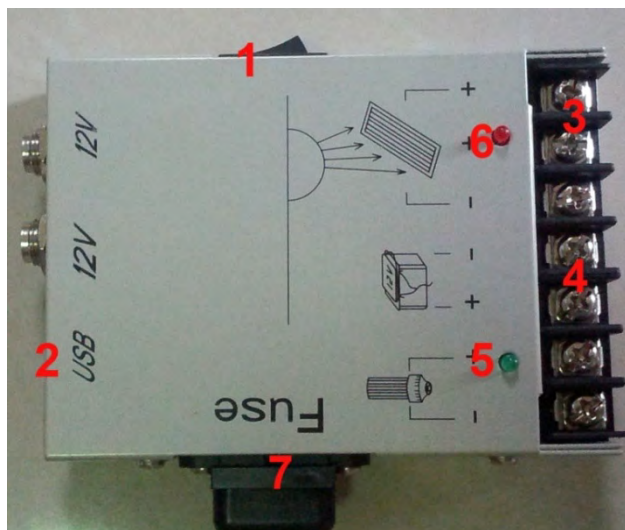
ก. ส่วนภายในกล่องควบคุม



ข. ส่วนด้านหน้าของกล่องควบคุมที่ติดจอ lcd แสดงผล

รูปที่ 4.20 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในตู้แผงควบคุม

รูปที่ 4.21 รายละเอียดของ Solar Charge Regulator ในการทำงานดังนี้ หมายเลข 1 สวิตช์สำหรับเปิดปิดการทำงาน หมายเลข 2 ช่อง USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 1280 หมายเลข 3 ช่องต่อสายไฟสำหรับรับแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หมายเลข 4 ช่องต่อสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่ หมายเลข 5 ไฟแสดงการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 6 ไฟแสดงสถานะการติดต่อกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หมายเลข 7 พิวส์ป้องกันการลัดวงจร



รูปที่ 4.21 อุปกรณ์ Solar Charge Regulator



รูปที่ 4.22 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการศึกษากับเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

จากนั้นได้ทำการศึกษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยกัน 3 ขนาดด้วยกัน คือ ขนาด 5 วัตต์ (หมายเลข1) 10 วัตต์(หมายเลข 2) และ 20 วัตต์(หมายเลข 3) ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.22 ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการใช้เซลล์อาทิตย์ แบตเตอรี่กับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน กรณีให้เครื่องมือวัดค่าปริมาณน้ำฝนและเซอร์โวมอเตอร์ทำงานทุก 5 นาที

ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์	ผลการใช้งาน		
	ท้องฟ้าปกติ	ท้องฟ้าปิด 1 วัน	ท้องฟ้าปิด 2 - 3 วัน
5 วัตต์	ใช้งานปกติ	ใช้งานปกติ	ไม่สามารถทำงานได้
10 วัตต์	ใช้งานปกติ	ใช้งานปกติ	ใช้งานปกติ
20 วัตต์	ใช้งานปกติ	ใช้งานปกติ	ใช้งานปกติ

จากผลการออกแบบต่างๆ ทำให้ได้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติดังรูปที่ 4.23 ประกอบไปด้วย หมายเลข 1 คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานของเครื่องมือ หมายเลข 2 คือ กล่องสำหรับใส่ชุดควบคุมการทำงานที่ประกอบไปด้วย แผงควบคุมการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน แบตเตอรี่ Solar Charge Regulator โมดูลไร้สาย XBee พร้อมจอ LCD แสดงผล หมายเลข 3 คือ หัววัดปริมาณน้ำฝน หมายเลข 4 ชุดเสารองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และกล่องสำหรับชุดควบคุม



รูปที่ 4.23 เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติที่นำไปใช้งาน
จากผลการออกแบบต่างๆ ทำให้ได้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติโดยมีราคาต้นทุนดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ต้นทุนเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติที่สร้างขึ้น

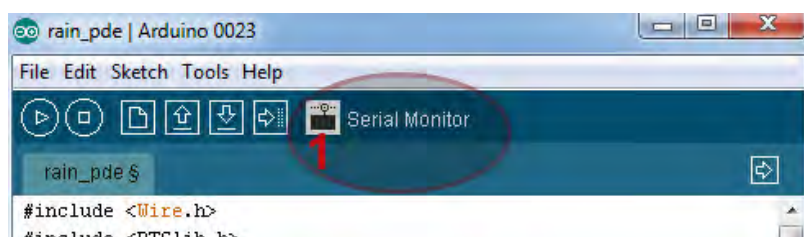
รายการอุปกรณ์	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
ตู้ไฟกันน้ำมีหลังคา	1	600	600
แบตเตอรี่สำรองไฟ 10 A 12V	1	700	700
กล่องกันน้ำสำหรับใส่วงจรปรับแต่ง	1	28	28
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 20W	1	1600	1600
Solar Charge Regulator 20 A	1	1500	1500
ชุด Microcontroller พร้อม วงจร SD Card & DS clock	1	1700	1700
ชุดเสาสำหรับรองรับแผงโซลาร์เซลล์	1	900	900
โมดูลXBee ทั้งตัวรับและตัวส่ง	2	1900	3800
Lcd character 20x4 พร้อมConnector	1	400	400
Servo motor	1	300	300
ตัวเครื่องวัดน้ำฝนพร้อมวาล์วกระดก กรวย พร้อมวงจรปรับแต่ง	1	1000	1000
รวม			12,528

4.4.7 การแสดงผลข้อมูลปริมาณน้ำฝนบนคอมพิวเตอร์

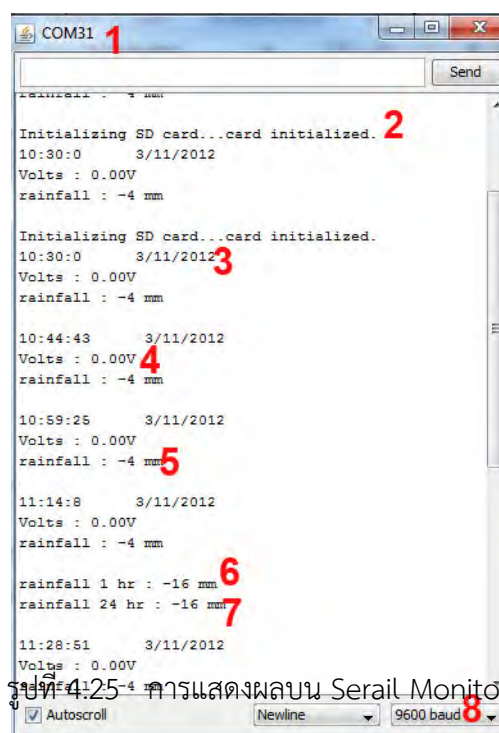
เมื่อเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติทำงานข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บไว้ใน SD Card สำหรับนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ในภายหลัง และอีกส่วนหนึ่งของข้อมูลได้ส่งแสดงผลผ่านโมดูล XBee ไปยังคอมพิวเตอร์ สามารถเลือกการแสดงผลได้หลายโปรแกรมด้วยกัน ดังนี้

4.4.7.1 Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino

การแสดงผลบนโปรแกรม Arduino ใช้งานได้โดยเลือกไปหมายเลข 1 ที่ Serial Monitor ดังรูปที่ 4.24 เมื่อแสดงผลจะปรากฏข้อมูลดังรูปที่ 4.25 โดยมีรายละเอียดดังนี้ หมายเลข 1 แจ้งช่องที่ทำการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee หมายเลข 2 การทำงานของ SD Card ได้ทำการติดต่อเรียบร้อยแล้ว หมายเลข 3 แสดงเวลา วันที่ เดือน ปี ของการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง หมายเลข 4 แรงดันไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ หมายเลข 5 แสดงปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทุกๆ 15 นาที หมายเลข 6 ปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 1 ชั่วโมง หมายเลข 7 ปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 24 ชั่วโมง และหมายเลข 8 ค่าอัตราบอดที่เชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee ที่ต้องตั้งค่าให้ตรงกัน



รูปที่ 4.24 ตำแหน่งการเลือก Serial Monitor บนโปรแกรม Arduino

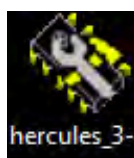


รูปที่ 4.25 การแสดงผลบน Serial Monitor

4.4.7.2 Serial บนโปรแกรม Hercules

การแสดงผลการอ่านค่าปริมาณน้ำฝนโดยการใช้งานโปรแกรม Hercules ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้แสดงผลค่าที่อ่านได้ด้วยการติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ มีการใช้งานดังนี้

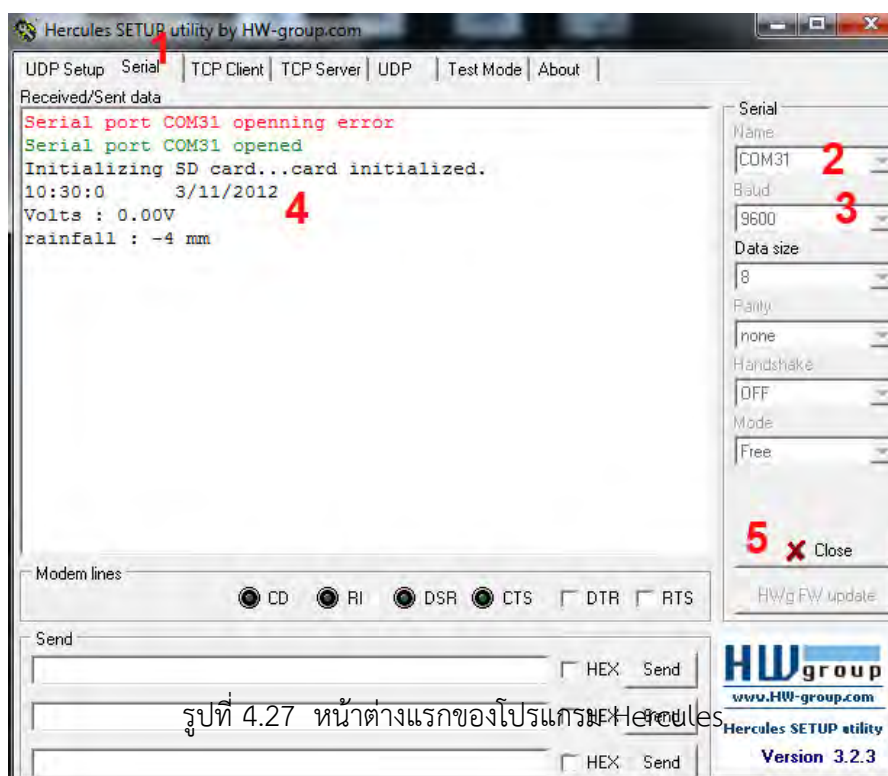
1. Double Click Icon เพื่อเข้าสู่โปรแกรม Hercules ตามรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 Icon ของโปรแกรม Hercules

2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Hercules แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.27 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

เมื่อเข้าสู่การแสดงผลบนโปรแกรม Hercules โดยให้เลือกไปที่หมายเลข 1 ที่ Serial แต่ยังไม่แสดงผล จากนั้นไปที่ หมายเลข 2 เพื่อทำการเลือกการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee จากนั้นไปที่ หมายเลข 3 เพื่อเลือกค่าอัตราบอดที่เชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee ที่ต้องตั้งค่าให้ตรงกัน หมายเลข 4 แสดงผลที่ได้จากการวัดค่า อาทิเช่น เวลา วันที่ เดือน ปี ของการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง แรงดันไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทุกๆ 15 นาที ปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 1 ชั่วโมง และปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 24 ชั่วโมง และหมายเลข 6 ส่วนที่ปิดการทำงานของโปรแกรม



4.4.7.3 Terminal บนโปรแกรม X-CTU

การแสดงผลการอ่านค่าปริมาณน้ำฝนโดยการใช้งานโปรแกรม X-CTU ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้แสดงผลค่าที่อ่านได้ด้วยการติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ มีการใช้งานดังนี้

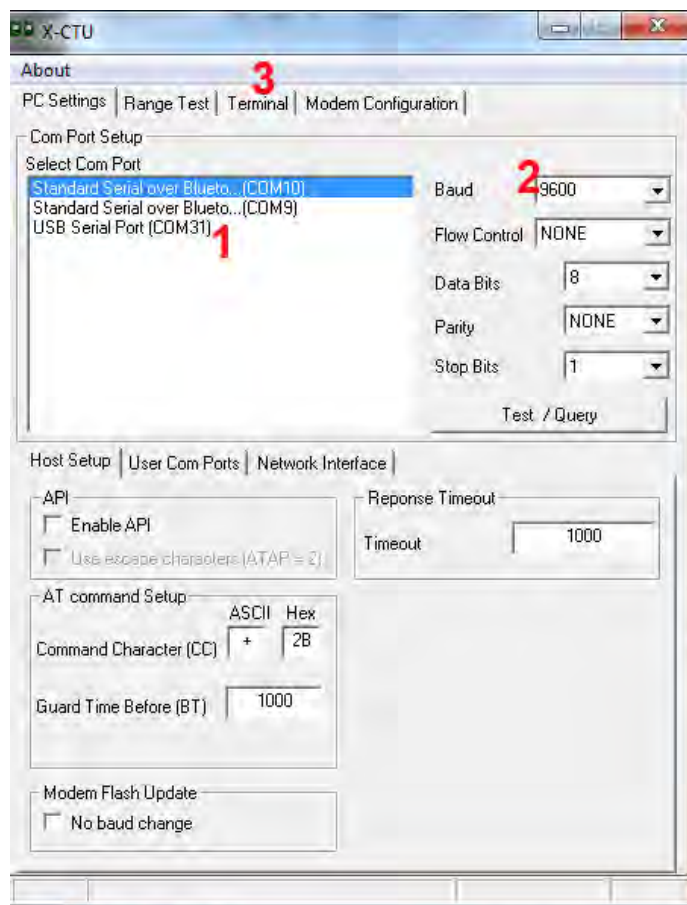
1. Double Click Icon เพื่อเข้าสู่โปรแกรม X-CTU ตามรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.28 Icon ของโปรแกรม X-CTU

2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม X-CTU แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.29 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

บนโปรแกรมจะเห็นหมายเลข 1 คือ ส่วนที่ทำการเลือก USB Serial Port ที่ติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ จากนั้นไปที่ หมายเลข 2 เพื่อเลือกค่าอัตราบอดที่เชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee ที่ต้องตั้งค่าให้ตรงกัน จากนั้นไปที่หมายเลข 3 ไปยัง Terminal เพื่อแสดงผลที่ได้จากการวัดค่า อาทิเช่น เวลา วันที่ เดือน ปี ของการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง แรงดันไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทุกๆ 15 นาที ปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 1 ชั่วโมง และปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 24 ชั่วโมง

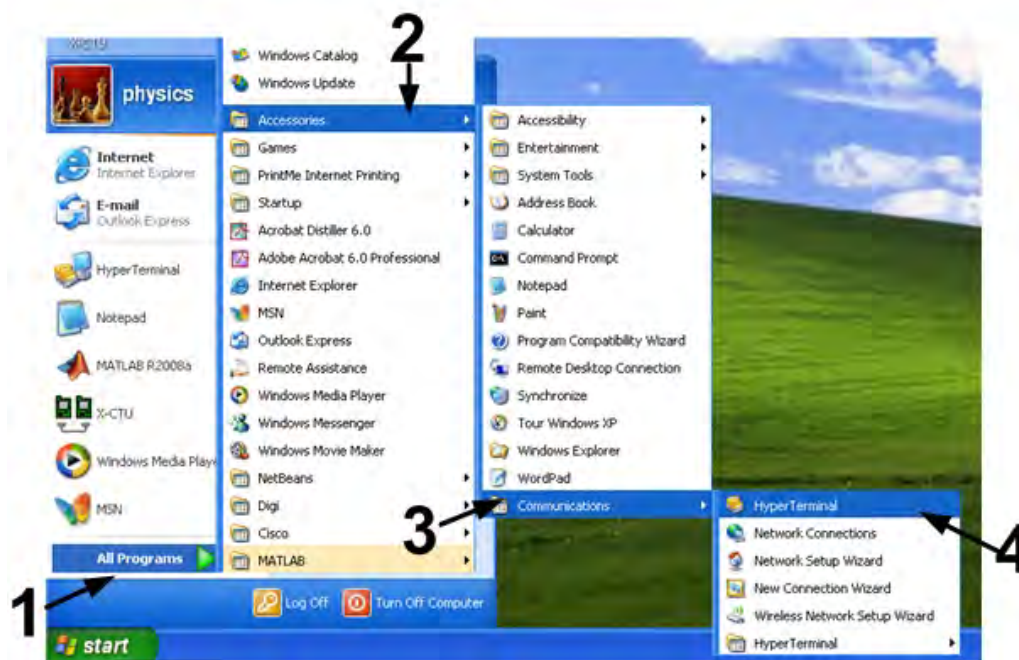


รูปที่ 4.29 หน้าต่างแรกของโปรแกรม X-CTU

4.4.7.4 โปรแกรม Hyperterminal

การแสดงผลการอ่านค่าปริมาณน้ำฝนโดยการใช้งานโปรแกรม Hyperterminal ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปใช้สำหรับแสดงผลค่าที่อ่านได้ด้วยการติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะบันทึกค่าที่อ่านได้ มีการใช้งานดังนี้

1. เข้าสู่โปรแกรม ตามรูปที่ 4.30 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้ เลือกไปที่ All Programs (หมายเลข 1) จากนั้นไปที่ Accessories (หมายเลข 2) จากนั้นไปที่ Communications (หมายเลข 3) และเลือกที่ Hyperterminal (หมายเลข 4) เพื่อเปิดโปรแกรมแสดงผล



รูปที่ 4.30 การเข้าโปรแกรม Hyperterminal

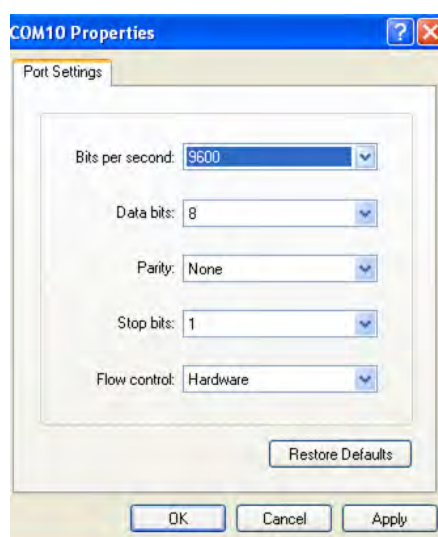
2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Hyperterminal แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.31 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้ ให้ทำการตั้งชื่อการติดต่อใหม่(หมายเลข 1) แล้วกดปุ่ม ok (หมายเลข 2) จากนั้นไปทำการเลือกช่องการติดต่อระหว่างโมดูล XBee กับคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างในที่นี้ Connect using เลือก COM 10 ดังรูปที่ 4.32 แล้วทำการตั้งค่าคุณสมบัติของ COM 10 อัตราบอดที่ติดต่อกันที่ 9600 บิตต่อวินาที แล้วกดปุ่ม ok ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.31 การตั้งชื่อการติดต่อบน Hyperterminal

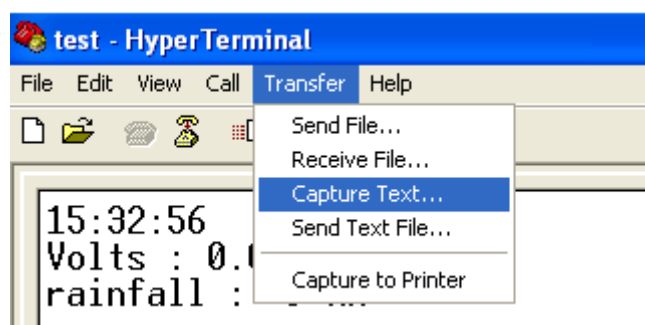


รูปที่ 4.32 การเลือกช่องทางการติดต่อบน Hyperterminal

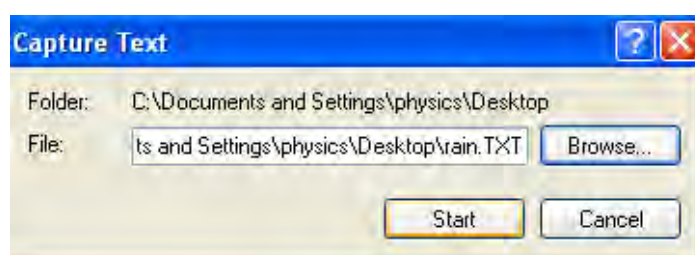


รูปที่ 4.33 การตั้งค่าอัตราบอดในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมดูล XBee

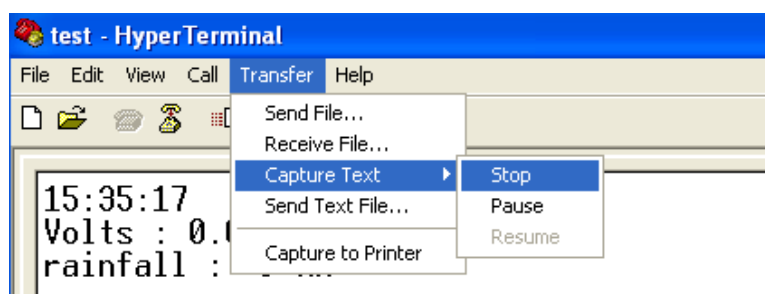
3. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Hyperterminal แล้วต้องการให้ข้อมูลแสดงผลทำการเก็บข้อมูลด้วยให้ไปเลือกที่ Transfer แล้วเลือกที่ Capture Text ดังรูปที่ 4.36 จากนั้นทำการเลือกไฟล์ที่จะเก็บข้อมูลดังรูปที่ 4.35 แล้วกดปุ่ม Start เพื่อพร้อมที่จะทำงาน แต่เมื่อไม่ต้องการที่จะเก็บข้อมูลแล้วให้เลือกที่ Transfer แล้วเลือกที่ Capture Text แล้วกดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.34 วิธีการเก็บข้อมูลที่อ่านได้



รูปที่ 4.35 การเลือกตำแหน่งที่จะเก็บไฟล์ข้อมูล



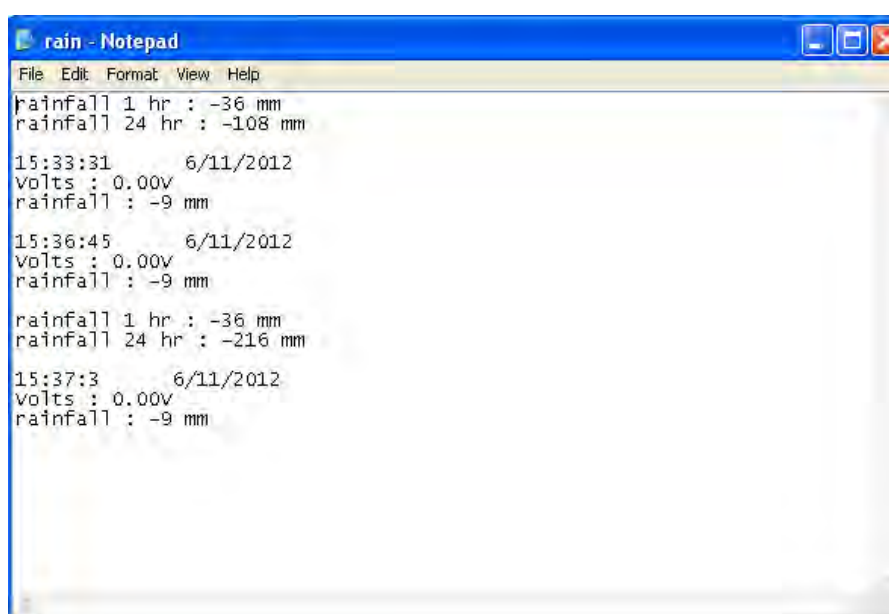
รูปที่ 4.36 การหยุดการเก็บข้อมูลที่อ่านได้

4. แสดงผลที่ได้จากการวัดค่าบนโปรแกรม Hyperterminal เช่น เวลา วันที่ เดือน ปี ของการวัด ปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง แรงดันไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทุกๆ 15 นาที ปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 1 ชั่วโมง และปริมาณน้ำฝนสะสมรวมใน 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.37

5. ส่วนที่ได้จากการ Transfer ข้อมูลจะเก็บไว้ในไฟล์ที่สามารถเปิดดูข้อมูลได้จากโปรแกรม Notepad หรือโปรแกรม Microsoft Office ดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.37 การแสดงข้อมูลที่อ่านได้บน Hyperterminal



รูปที่ 4.38 การเปิดดูข้อมูลที่เก็บไว้ด้วยโปรแกรมNotepad

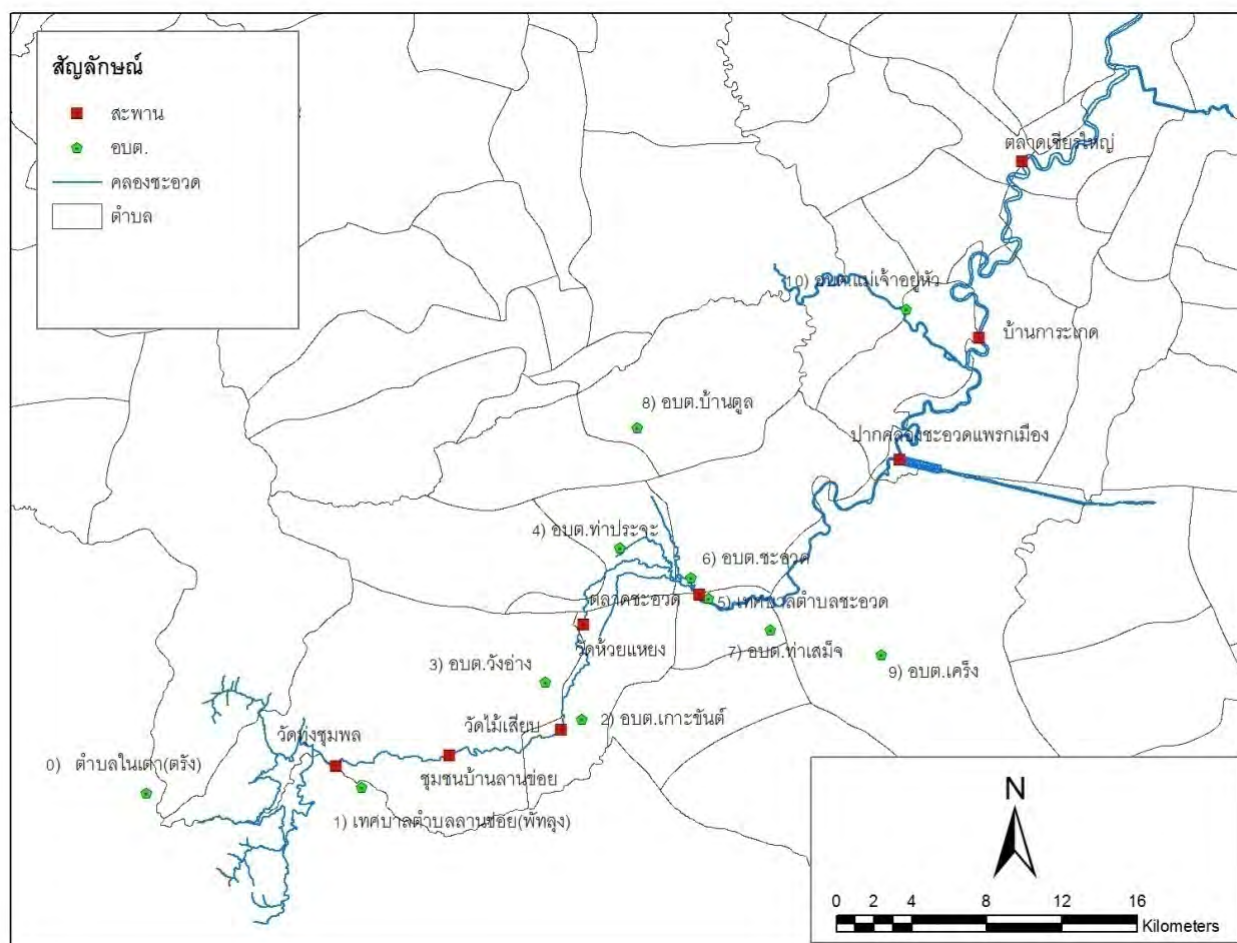
4.5 ศึกษาพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

ติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายและเก็บข้อมูลในสภาวะแวดล้อมจริง ตัวอย่างพื้นที่ทำการติดตั้ง ดังรูปที่ 4.39 พื้นที่สำหรับการติดตั้งประกอบไปด้วย 6 จุด อยู่ในขอบเขตของ 2 จังหวัด คือ อำเภอบำเพ็ญ จังหวัดพิจิตร และอำเภอชะอวด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้ คือ

1. เทศบาลตำบลลานข่อย
2. องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะขันธุ์
3. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ
4. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด

5. องค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว
6. องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล

ในการศึกษาและสำรวจติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายสำหรับการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนทั้ง 6 จุด จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จะอาคารชั้นเดียวและไม่มีตาดฟ้าที่สามารถจะติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนสามารถติดตั้งอยู่บริเวณรอบๆ แต่ต้องมีการสร้างรั้วรอบล้อมเพื่อเป็นดูแลและการป้องกันเครื่องมือวัด



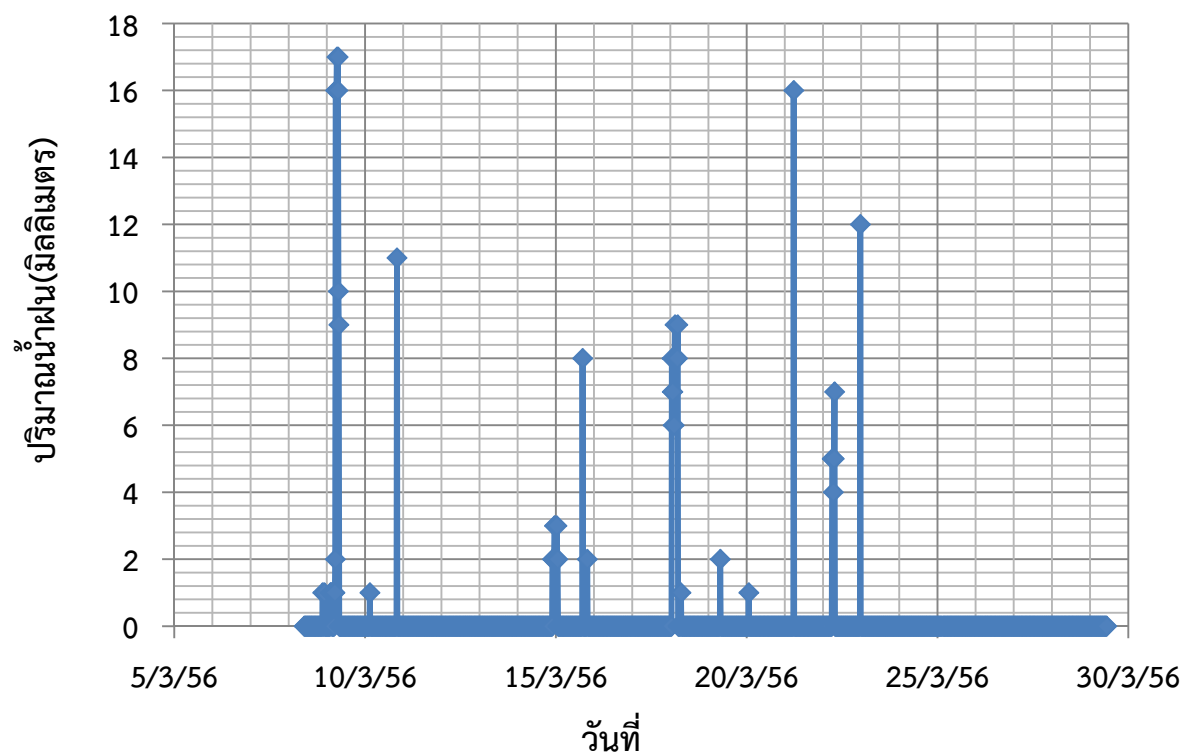
รูปที่ 4.39 แผนที่พื้นที่การติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน



รูปที่ 4.40 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน



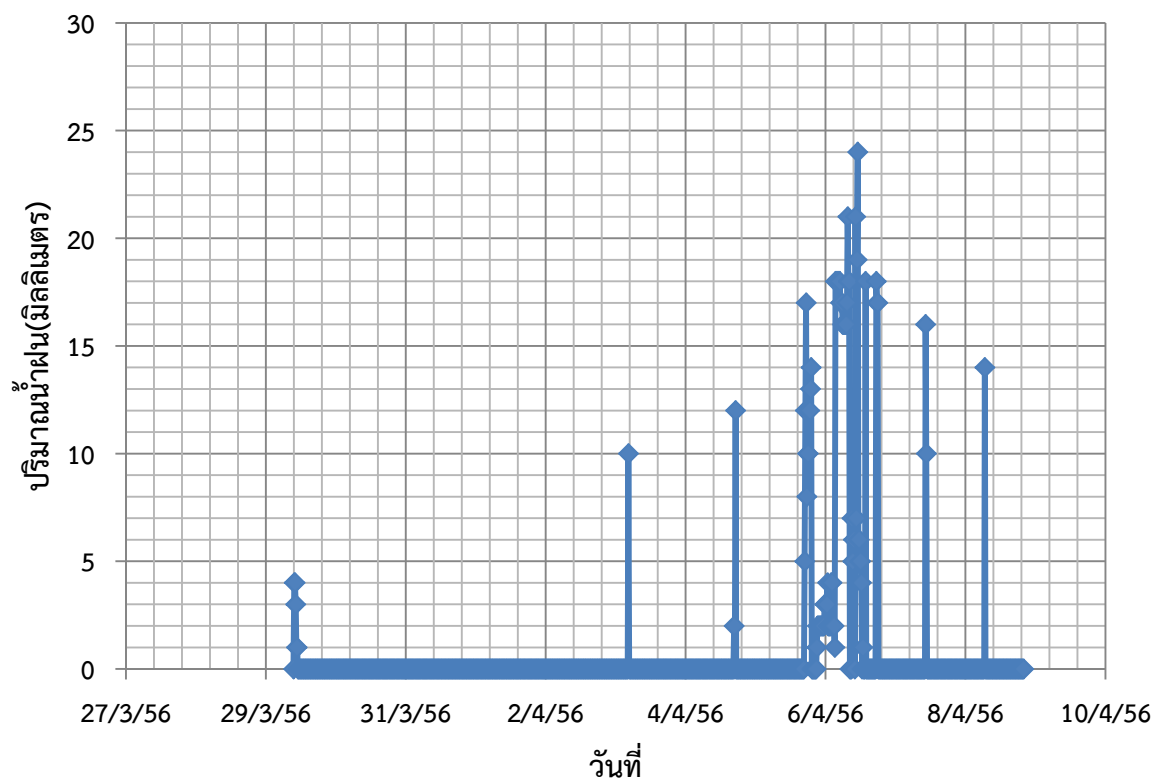
รูปที่ 4.41 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะจันทร์



รูปที่ 4.42 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะช้าง(วันที่ 8 - 30 มีนาคม 2556)



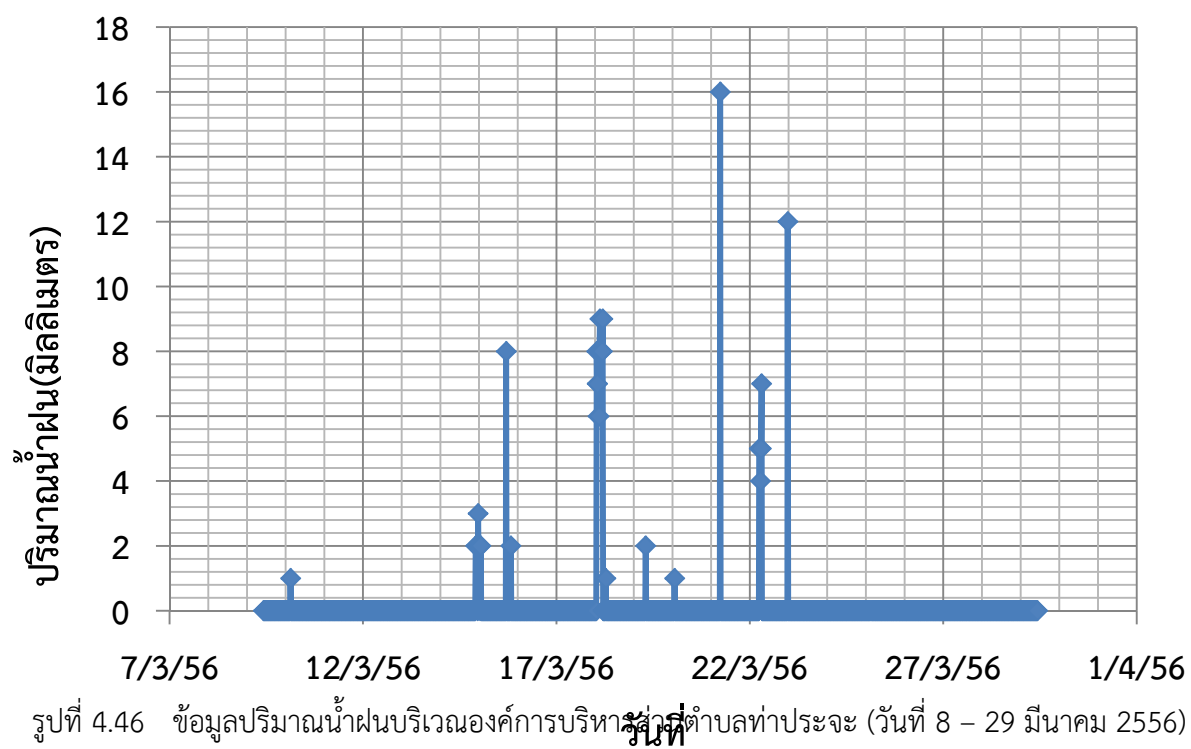
รูปที่ 4.43 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด



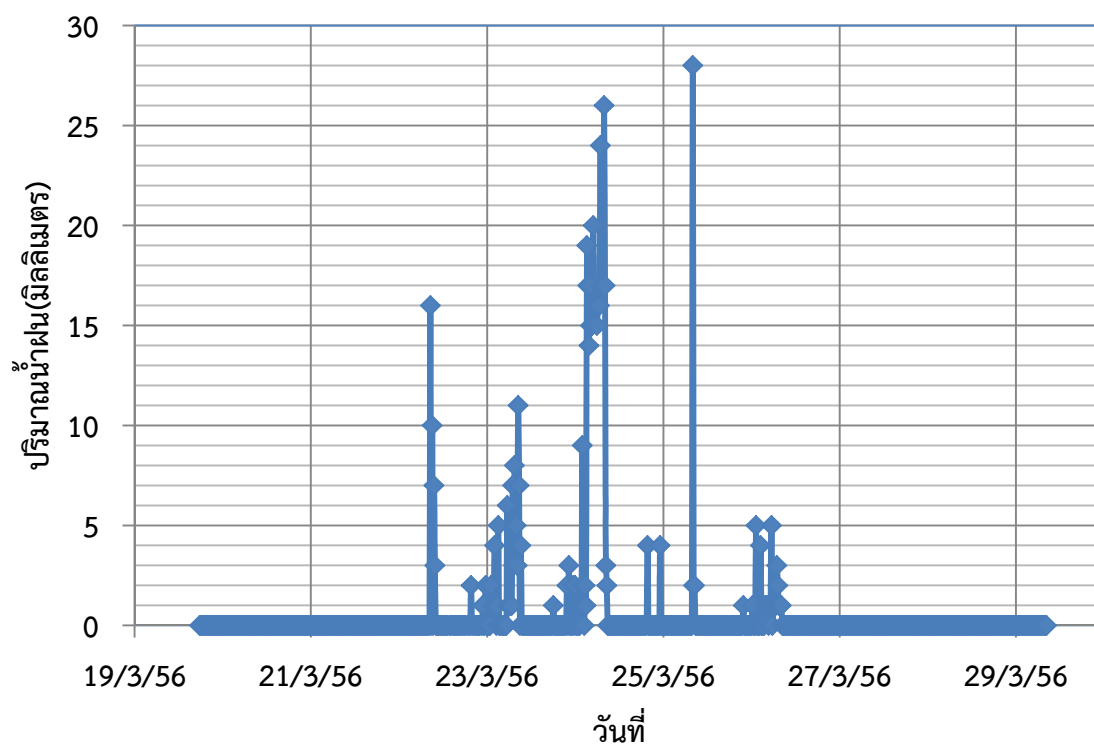
รูปที่ 4.44 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด
(วันที่ 29 มีนาคม – 9 เมษายน 2556)



รูปที่ 4.45 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ



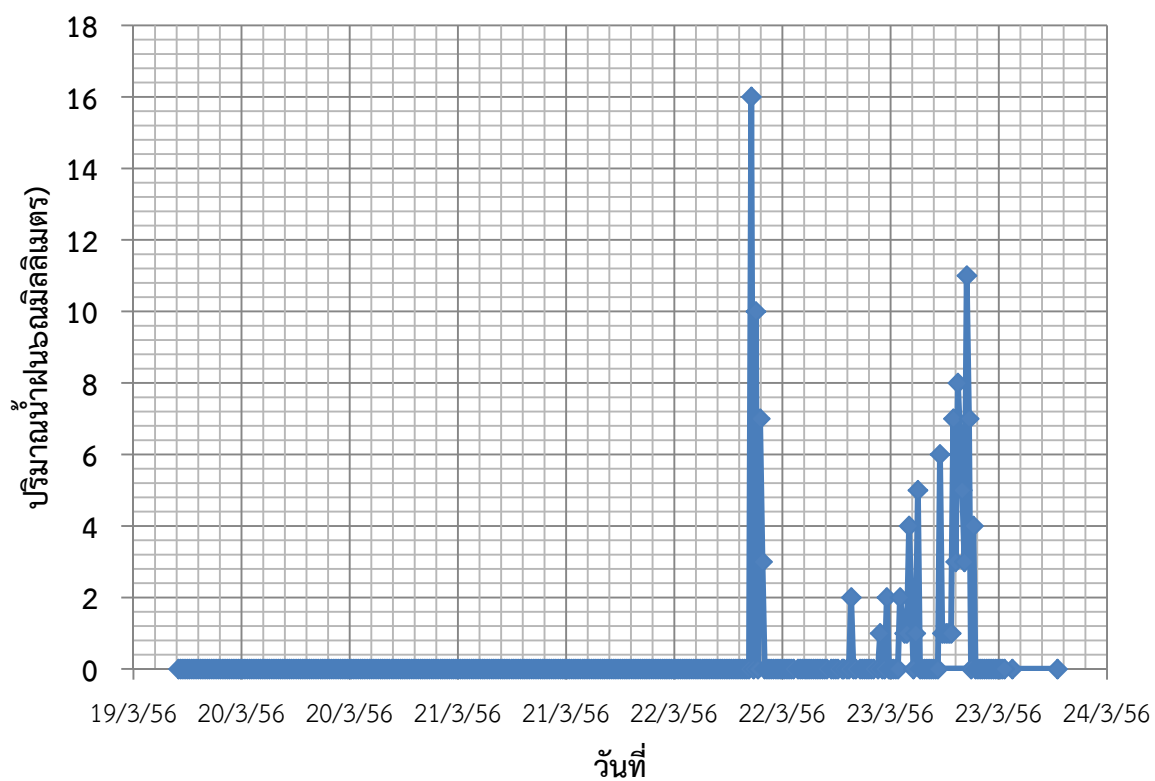
รูปที่ 4.47 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล



รูปที่ 4.48 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล (วันที่ 19 – 29 มีนาคม 2556)



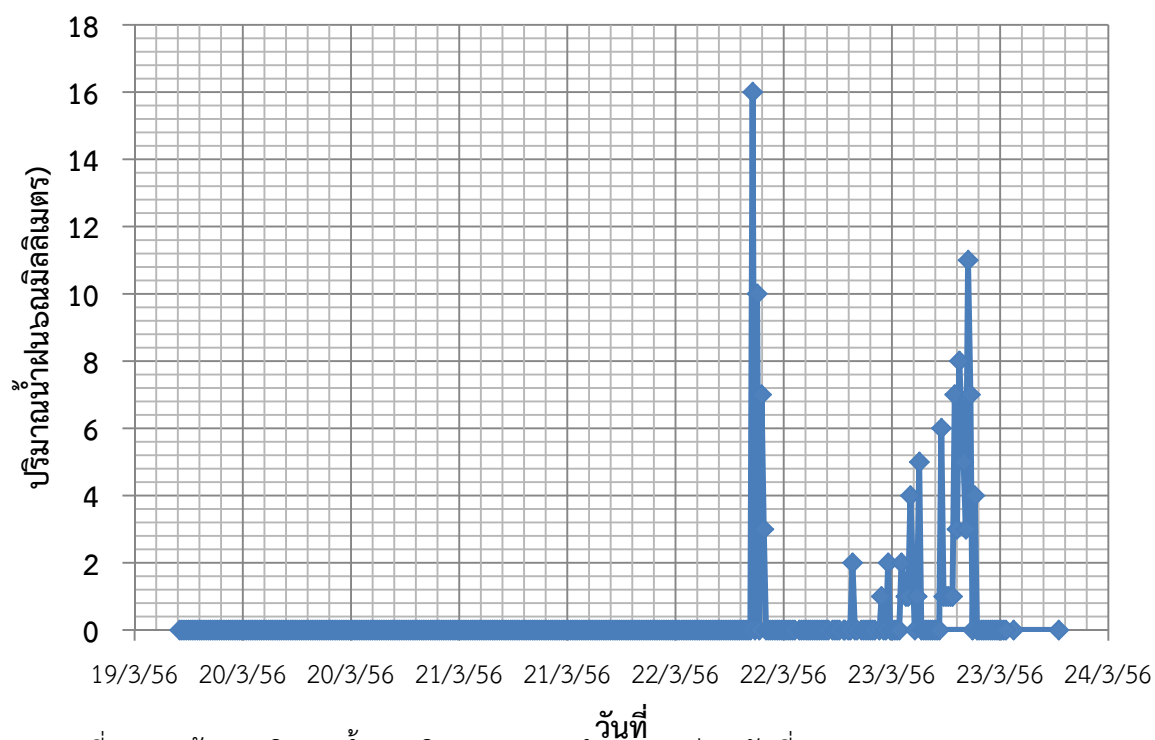
รูปที่ 4.49 พื้นที่การติดตั้งสำนักงานองค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว



รูปที่ 4.50 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว(วันที่ 19 – 24 มีนาคม 2556)



รูปที่ 4.51 พื้นที่การติดตั้งเทศบาลตำบลลานข่อย



รูปที่ 4.52 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณเทศบาลตำบลลานข่อย(วันที่ 19 – 24 เมษายน 2556)

ฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแก่หน่วยงานต่างๆที่นำเครื่องมือไปติดตั้ง เพื่อให้หน่วยงานสามารถใช้เครื่องมือเพื่อเป็นประโยชน์แก่ชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย และเพื่อให้บุคคลหรือผู้นำในชุมชนสามารถใช้ คู่มือรักษาเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนได้ด้วยตัวเอง



รูปที่ 4.53 ฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด
อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 4.54 การส่งมอบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะช้าง
อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 4.55 การส่งมอบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ
อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการสำรวจและติดตั้งพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ขององค์การบริหารส่วนตำบลไม่มีดาตฟ้าที่สามารถจะติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนได้ แต่สามารถและทำการติดตั้งอยู่บริเวณรอบๆ ตัวอาคารเท่านั้น จากปัญหาดังกล่าวในการประชุมและนำเสนอการใช้เครื่องมือที่องค์การบริหารส่วนตำบลต่างๆ พบข้อเสนอให้ในการติดตั้งที่ดีควรที่จะมีการสร้างรั้วรอบล้อม หรือทำการสร้างเสาที่มีความสูงประมาณ 1.50 เมตร สำหรับวางเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนเพื่อเป็นดูแลและการป้องกันเครื่องมือวัด และควรยึดเสาสำหรับวางแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ให้แน่นและแข็งแรงเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องลมพัดแรงที่อาจจะทำให้เสาล้มเกิดความเสียหายได้นอกจากนี้ทาง อบต. ได้เสนอให้มีการติดตั้งเรื่องของเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เพิ่มเติม ซึ่งสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ประโยชน์เพิ่มเติมในเรื่องของงานเกษตรกรรม

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาข้างต้น ในการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสำหรับการประกอบการเตือนภัยชุมชน สามารถสรุปการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบวัดปริมาณน้ำฝน

รูปแบบของหัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอก ได้ออกแบบสร้างหัววัดที่ใช้ในการทดลองมีรูปแบบเป็นท่อทรงกระบอกกลวงทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน คือ Polyvinyl chloride (PVC) และอิเล็กโตรดเป็นแผ่นกึ่งทรงกระบอกทำจากเทปอลูมิเนียมมาห่อหุ้มท่อทรงกระบอก เมื่อหัววัดทำจากวัสดุท่อ PVC และแผ่นโลหะนำไฟฟ้าทำจากแผ่นเทปอลูมิเนียม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร ขนาดความยาวของแผ่นโลหะ 0.40 เมตร ความหนาของท่อพีวีซี เท่ากับ 0.002 เมตร และแผ่นอิเล็กโตรดวางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร เมื่อทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยการประยุกต์วงจรบริดจ์ ใช้แรงดันไฟฟ้ากระตุ้น (V_{in}) ที่ 2 V ความถี่ที่ 1 kHz ทำการวัดค่าระดับน้ำตั้งแต่ 0 ถึง 0.35 เมตร เพิ่มขึ้นครั้งละ 0.05 เมตร แรงดันไฟฟ้าของหัววัดค่าที่ได้จะแปรผันตรงกับค่าระดับน้ำที่เปลี่ยนไปโดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วงมิลลิโวลต์(mV) คำนวณผลค่าความไม่เป็นเชิงเส้นได้ค่าเป็น 7.65%FSO และได้ค่าความไม่แน่นอนของการวัด(Uncertainty) 0.00218 โวลต์ ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) วัดแรงดันไฟฟ้าของเซนเซอร์ ตั้งแต่ระดับน้ำ 0.05 ถึง 0.35 เมตร โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 0.05 เมตร ทดลองซ้ำ 100 ครั้ง ได้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ 1.90% ที่ระดับน้ำ 0.30 เมตร จากนั้นทำการศึกษาผลกระทบจากการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายด้วยการเลือกใช้โมดูล XBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติวัดแรงดันไฟฟ้าออกด้วยวงจรบริดจ์ De-Sauty ใช้แรงดันไฟฟ้ากระตุ้น (V_{in}) 2 V ความถี่ที่ 1 kHz โดยใช้หัววัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.03 เมตร ความยาวของแผ่นอิเล็กโตรด 0.40 เมตร วางห่างกันเป็นระยะ 0.005 เมตร และความหนาของท่อพีวีซี 0.002 เมตร เมื่อทำการเพิ่มระดับน้ำในหัววัดที่ต่างกัน ผลที่ได้มีค่าเวลาที่ล่าช้า(Dead time) อยู่ 4.0 วินาที และเวลาสู่จุดสมดุล (Settling time) มีค่าเท่ากับ 10.3 วินาที

5.2 สรุปผลการออกแบบเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ

เมื่อทำการสร้างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ทำจากท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0381 เมตร มีอิเล็กโตรดรูปกึ่งทรงกระบอกห่อหุ้มด้วยเทปอลูมิเนียม ประกอบอยู่ในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.203 เมตร ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 1280 ทั้งระบบการปล่อยน้ำทั้งด้วยเซอร์โวมอเตอร์ สำหรับหลักการปล่อยน้ำทั้งไปอาศัยการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ควบคุมคานกระดกเพื่อไปกวาดปล่อยน้ำทั้งทางเดียวให้น้ำถูกปล่อยทิ้ง แล้วกลับไปตำแหน่งเดิมเมื่อปล่อยน้ำออกหมดแล้วความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำที่ทราบค่าที่เทจากกระบอกตรงกับปริมาณน้ำที่วัดจากไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าค่าปริมาณน้ำที่ทราบค่าที่เทจากกระบอกตรงกับปริมาณน้ำที่วัดแสดงคุณสมบัติความเป็นเชิงเส้น และคำนวณผลค่าความไม่เป็นเชิงเส้นได้ค่าเป็น 2.46%FSO จากการทดลองให้เซอร์โวมอเตอร์สามารถทำงานควบคุมการปล่อยน้ำทั้งทุกๆ 15 นาที วัดสูงสุดต่อครั้งได้ 35 มิลลิเมตร และสามารถตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้ถึง 140 มิลลิเมตร ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติสามารถรองรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 วัตต์และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 9 แอมแปร์ดังนั้นเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติสามารถตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้อย่างต่อเนื่อง

เนื่องจากมีกลไกควบคุมการปล่อยปริมาณน้ำฝนปล่อยตามระยะเวลาที่กำหนด และมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เทคนิคการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้วัดปริมาณน้ำฝน ใช้งานง่าย พกพาสะดวก อีกทั้งยังมีราคาถูก แต่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการใช้งานสูง

ดังนั้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไป ดังตารางที่ 5.1 ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับรูปแบบของเครื่องมือ โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ แบบไม้อัดโนมิตี ที่อ่านด้วยสายตา และต้องเหน็บที่ด้วยตัวเอง กับแบบอัดโนมิตี นิยมทำเป็นแบบกระดก แล้วทำการส่งข้อมูล ส่วนใหญ่จะใช้ไฟจากไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ทั่วไปหรือใช้จากไฟจากถ่านอัลคาไลน์ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดที่สร้างขึ้นเองพบว่า ประโยชน์ของที่สร้างขึ้นมาสามารถใช้พลังงานทดแทนได้และสามารถทำการซ่อมบำรุงเองได้

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบต่างๆ กับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่สร้างขึ้น

เครื่องมือ	หลักการทำงาน	รูปแบบ	ปริมาณ (ครั้ง/มิลลิเมตร)	พลังงาน	การส่งข้อมูล	ราคา
เครื่องมือที่สร้างขึ้น	วัดความจุไฟฟ้า ปล่อยน้ำอัดโนมิตี	ต่อเนื่อง	35	เซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่	ส่งไร้สายด้วย โมดูล XBee 2.4 GHz	12,528
บริษัทแกมมาโก้	อ่านด้วยสายตา	ไม่ต่อเนื่อง	35	ไม่มี	ไม่มี	420
Vantage Pro2™ & Vantage Pro2™ Plus Stations	คานกระดก ปล่อยน้ำอัดโนมิตี	ต่อเนื่อง	999	เซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่	wireless	30,000
รุ่น RGM-RG-254	อ่านด้วยสายตา ปล่อยน้ำด้วยคนที่อ่านค่า	ไม่ต่อเนื่อง	254	ไม่มี	ไม่มี	6,950
รุ่น TP20R05	คานกระดก ปล่อยน้ำอัดโนมิตี	ต่อเนื่อง	300	ไฟฟ้ากระแสสลับ	Datalogger ที่นำมาต่อ	6,500
รุ่น RGR382	คานกระดก ปล่อยน้ำอัดโนมิตี	ต่อเนื่อง	999	ถ่าน AA	wireless	8,900

5.3 สรุปพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน

ติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายและเก็บข้อมูลในสภาวะแวดล้อมจริง สำหรับการติดตั้งประกอบไปด้วย 6 จุด อยู่ในขอบเขตของ 2 จังหวัด คือ เทศบาลตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะขันธุ์ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าประจะ องค์การบริหารส่วนตำบลท่าเสม็ด องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านตุล อำเภอชะอวด และองค์การบริหารส่วนตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาและสำรวจติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายสำหรับการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนทั้ง 6 จุด ทีมงานผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะดังนี้ข้อความคิดเห็นและข้อเสนอแนะโครงการวิจัยเพิ่มเติมดังนี้

1. จากการสำรวจและติดตั้งพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจะเป็นอาคารที่ไม่มีแดดฟ้าที่สามารถจะติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแต่สามารถและทำการติดตั้งอยู่บริเวณรอบๆ ตัวอาคารเท่านั้น ดังนั้นทางพื้นที่ที่มีการติดตั้งควรที่จะมีการสร้างรั้วรอบล้อมเพื่อเป็นดูแลและการป้องกันเครื่องมือวัด

2. ส่วนการนำไปใช้งานยังมีปัญหาของการนำข้อมูลไปใช้เพื่อการประกอบการเตือนภัย เนื่องจากการส่งข้อมูลเป็นการส่งคลื่นวิทยุ 2.4 GHz ที่ต้องอาศัยการดูจากเครื่องคอมพิวเตอร์และการดูจากตัวเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนเอง หากผู้รับผิดชอบไม่ได้ใส่ใจในข้อมูลที่แสดงโชว์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันที ดังนั้นในส่วนการพัฒนาหากต้องการทำให้เพิ่มเติมควรจะทำการพัฒนาทางด้านส่งข้อมูลจากเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนทางด้านข้อมูลเป็นข้อความ หรือทางอินเทอร์เน็ตทางโทรศัพท์ไร้สายของผู้รับผิดชอบโดยตรงโดยที่ไม่ต้องไปดูข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เสียเวลาและสามารถนำข้อมูลใช้ได้ทันที อีกทั้งทำการเพิ่มเติมโดยมีการแสดงผลบนจอขนาดใหญ่ในชุมชนโดยส่งข้อมูลไร้สายจากตัวเครื่องวัดไปยังจอที่ติดตั้งในชุมชนได้ เนื่องจากในบางที่มีหลายหมู่บ้านทำให้การสื่อสารข้อมูลได้ไม่ดี โดยที่ชาวบ้านในชุมชนไม่ต้องรอผลประกาศทางวิทยุชุมชน หรือเดินทางมาดูผลปริมาณน้ำฝนที่องค์การบริหารส่วนตำบล

3. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องคงทนในระยะยาว มีความแม่นยำในระยะยาว ทั้งนี้เนื่องจากโครงการวิจัยในการสร้างเครื่องวัดนี้แค่ 1 ปี ทำให้การเก็บข้อมูลต่างๆ ยังไม่ดีพอ

4. น่าจะทำการติดตั้งเครื่องวัดต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง ความเร็วลม ความยาวนานของแสงแดด เป็นต้น เพื่อสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดโทรมาตรอย่างง่ายที่ใช้พลังงานสะอาดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

สำหรับในส่วนของผู้ใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติในสถานที่ต่างๆ ได้มีข้อเสนอแนะดังนี้ข้อความคิดเห็นและข้อเสนอแนะโครงการวิจัยเพิ่มเติมดังนี้

1. ควรเพิ่มเติมการวัดเรื่องของการวัดความกดอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เข้าไปด้วยในชุดเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนนี้ เพื่อเป็นการประยุกต์และนำไปใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น งานเกษตรกรรมที่มีผลต่อเกษตรกรและชาวสวน ชาวไร่ได้มากขึ้น งานด้านก่อสร้างที่มีผลต่อการขยายสัญญาจ้างงานนอกเหนือจากการเตือนภัยของปริมาณน้ำฝน เพื่อเป็นประโยชน์สูงสุด

2. ทำอย่างไรที่ชาวบ้านทั่วไปสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้มากขึ้นกว่าการต้องประกาศทางวิทยุชุมชน เสนอแนะว่าสามารถแสดงผลบนจอตัวหนังสือวิ่งขนาดใหญ่หน้าองค์การบริหารส่วนตำบลหรือชุมชนที่ชาวบ้านอาศัยอยู่ จะทำให้ประชาชนทั่วไปสามารถทราบข้อมูลปริมาณฝนได้

3. เครื่องมือนี้สามารถนำไปสร้างชิ้นเองได้หรือไม่ ถ้าได้ควรมีการต่อยอดในการสอนการสร้างชิ้นเองให้กับทางช่างขององค์การบริหารส่วนตำบล

4. เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนมีประโยชน์ที่ดีต่อชุมชน แต่มีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ถ้าหากเครื่องมือเกิดความเสียหายเกินกว่าคำแนะนำที่ทางผู้วิจัยได้ให้ไปในคู่มือ หน่วยงานใดจะเป็นผู้ดูแลและรับผิดชอบในการซ่อมแซมเครื่องมือต่อไป และเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนนี้มอบให้องค์การบริหารส่วนตำบลแล้วจะมีการนำกลับไปอีกหรือไม่ แล้วหลังจากส่งมอบเครื่องมือนี้แล้วยังมีการติดตามหรือตรวจสอบการใช้งานเพิ่มเติมอีกหรือไม่

บรรณานุกรม

- [1] ฐาปกิตติ ไค่นุ่นน้อย และ เอกสรณ์ มลาเช็ค.(2549). “สถานีวัดปริมาณน้ำฝนทางไกลแบบอัตโนมัติผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่,” ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [2] สุพจน์ เจริญสุข.(2550). “เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอย่างง่าย,” ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ.
- [3] ศุภกร กตาทิการกุล และคณะ .(2552).“ การศึกษาห้วงวัดความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกเพื่อวัดระดับของเหลว,” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7 ,8-9 พ.ค. 2552, สงขลา
- [4] ศุภกร กตาทิการกุล และคณะ.(2552).“ เซนเซอร์ความจุไฟฟ้าแบบกึ่งทรงกระบอกเพื่อวัดระดับของเหลว,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32, 26-30 ต.ค. 2552, ปราจีนบุรี
- [5] S.C. Bera, J.K. Ray, S. Chattopadhyay.(2006). “A low-cost noncontact capacitance-type level transducer for a conducting liquid” , *IEEE Trans. Instrum. Meas.*,Vol 55,no.3, pp.778–786.
- [6] L.K. Baxter.(1997) **Capacitive Sensors Design and Application**.NewYork: IEEE Press.
- [7] เกษม จันทรแก้ว.(2539).**หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- [8] สิทธิพร สุขเกษม.(2530). **อุตุนิยมวิทยาเกษตรเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [9] สุวพันธ์ นิลายน.(2536). **อุตุนิยมวิทยา**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ
- [10] <http://www.tmd.go.th/programs%5Cuploads%5Cweatherclimate%5Cflood54.pdf>
- [11] คู่มือการใช้งาน SERVO motor. (2546). บริษัท อีทีที จำกัด คลองเตย กรุงเทพฯ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองแรงดันไฟฟ้ากับระดับน้ำที่เปลี่ยนไป

ตารางที่ ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระดับน้ำที่เปลี่ยนไป

ระดับน้ำ จำนวน	แรงดันไฟฟ้า(โวลต์)						
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35
1	0.16436	0.2839	0.32722	0.43361	0.52935	0.67265	0.86786
2	0.16256	0.28196	0.32499	0.42941	0.52681	0.66938	0.86856
3	0.16276	0.28151	0.32448	0.42981	0.52681	0.67091	0.86672
4	0.16265	0.28012	0.32326	0.42999	0.52527	0.67071	0.86754
5	0.16326	0.28135	0.32326	0.42847	0.52466	0.66907	0.87203
6	0.16165	0.27929	0.32173	0.42922	0.52517	0.67061	0.87234
7	0.16366	0.28298	0.32275	0.42901	0.52599	0.66977	0.87081
8	0.16416	0.27888	0.32214	0.42809	0.52637	0.66938	0.87192
9	0.16446	0.28063	0.32091	0.4281	0.52497	0.66987	0.86928
10	0.16616	0.28272	0.32275	0.42839	0.52589	0.66956	0.86724
11	0.16475	0.2796	0.32443	0.42869	0.52568	0.66913	0.86673
12	0.16495	0.28231	0.32367	0.42839	0.52527	0.67111	0.867
13	0.16466	0.2793	0.32244	0.43024	0.52404	0.67498	0.86877
14	0.16396	0.28094	0.32234	0.43023	0.52445	0.67224	0.8693
15	0.16316	0.27816	0.32173	0.43064	0.52445	0.66989	0.86693
16	0.16466	0.28073	0.32244	0.43023	0.52476	0.66989	0.86455
17	0.16386	0.28217	0.3207	0.42962	0.5265	0.67041	0.86755
18	0.16376	0.28043	0.32236	0.42961	0.52609	0.67326	0.86346
19	0.16216	0.28309	0.32358	0.43257	0.52701	0.67599	0.86272
20	0.1626	0.28094	0.32377	0.43421	0.52549	0.68194	0.86619
21	0.16426	0.28258	0.32389	0.4338	0.52384	0.67742	0.86387
22	0.16376	0.27868	0.32234	0.43483	0.52384	0.67888	0.86795
23	0.16357	0.28063	0.32091	0.43371	0.52292	0.68019	0.86459
24	0.16356	0.28174	0.32132	0.43309	0.52333	0.67907	0.86224
25	0.16346	0.27816	0.32029	0.43329	0.52291	0.67438	0.86439
26	0.16175	0.28237	0.31946	0.43307	0.52486	0.67488	0.86121
27	0.16216	0.27888	0.32173	0.43539	0.52397	0.67907	0.85916
28	0.16266	0.28105	0.32338	0.4338	0.52284	0.67693	0.86193
29	0.16436	0.28084	0.32347	0.42946	0.52394	0.68289	0.86387
30	0.16426	0.27888	0.32306	0.42861	0.52221	0.67928	0.86581
31	0.16376	0.28166	0.32183	0.42993	0.5222	0.67621	0.86233
32	0.16396	0.27785	0.32193	0.42921	0.5224	0.6805	0.86449
33	0.16377	0.28135	0.32224	0.42907	0.52291	0.6754	0.86203
34	0.16386	0.28278	0.32244	0.42769	0.5263	0.67632	0.8606
35	0.16215	0.28084	0.32265	0.42849	0.52231	0.67886	0.86111
36	0.16356	0.28414	0.32459	0.4289	0.52558	0.67367	0.85998
37	0.16396	0.27981	0.32518	0.43033	0.52282	0.67988	0.8655
38	0.16495	0.28207	0.3258	0.42982	0.52221	0.68294	0.86492
39	0.16525	0.2808	0.32459	0.42962	0.52079	0.67682	0.86285
40	0.16459	0.27919	0.32285	0.42972	0.5217	0.67989	0.86573
41	0.16506	0.28186	0.32184	0.42942	0.52028	0.68192	0.86111
42	0.16344	0.27774	0.32244	0.42911	0.52189	0.68233	0.86203
43	0.16436	0.28278	0.32387	0.4294	0.52017	0.67367	0.86143
44	0.16436	0.27858	0.32449	0.4293	0.52169	0.68141	0.86029
45	0.16376	0.28073	0.32367	0.43104	0.5211	0.68385	0.86151

46	0.16306	0.27991	0.32326	0.43196	0.52264	0.68203	0.86643
47	0.16296	0.28022	0.32214	0.4336	0.52058	0.68204	0.86172
48	0.1649	0.28298	0.32275	0.43309	0.5214	0.68345	0.86234
49	0.16326	0.27837	0.32255	0.43147	0.52058	0.68487	0.86335
50	0.16316	0.28166	0.32121	0.43278	0.51997	0.68091	0.85919
51	0.16386	0.28247	0.3207	0.43104	0.51895	0.68295	0.86141
52	0.16326	0.28073	0.32111	0.43103	0.52048	0.68477	0.86111
53	0.16195	0.28073	0.32469	0.43026	0.52088	0.68489	0.86264
54	0.16236	0.2797	0.32479	0.43237	0.52149	0.68366	0.86734
55	0.16226	0.28155	0.32244	0.43308	0.51895	0.68426	0.86623
56	0.16326	0.27878	0.32224	0.43406	0.52058	0.681518	0.865
57	0.16316	0.27817	0.32163	0.4282	0.51865	0.68159	0.86458
58	0.16286	0.27774	0.32327	0.42647	0.51967	0.6805	0.85927
59	0.16229	0.28022	0.32316	0.42707	0.51946	0.68081	0.85998
60	0.16205	0.27909	0.32159	0.42596	0.52139	0.68284	0.86509
61	0.16276	0.28063	0.32255	0.42626	0.51956	0.68443	0.86141
62	0.16336	0.28138	0.32111	0.42922	0.52119	0.6805	0.86294
63	0.16316	0.28094	0.32193	0.4289	0.52192	0.68375	0.86826
64	0.16236	0.28237	0.32327	0.42982	0.52119	0.68411	0.86469
65	0.16216	0.28022	0.32275	0.43104	0.52119	0.68304	0.86213
66	0.16246	0.27982	0.32224	0.43003	0.51977	0.674285	0.86431
67	0.16286	0.28268	0.32336	0.43084	0.52109	0.67704	0.86643
68	0.16316	0.28137	0.32275	0.43095	0.52058	0.67764	0.86346
69	0.16326	0.28155	0.32132	0.43034	0.51732	0.67804	0.86438
70	0.16216	0.27889	0.32214	0.43064	0.51936	0.67143	0.86325
71	0.16296	0.27971	0.32029	0.4294	0.51881	0.67447	0.86326
72	0.16344	0.28207	0.32039	0.43191	0.51885	0.68019	0.86551
73	0.16256	0.27755	0.32091	0.43165	0.52088	0.68172	0.86081
74	0.16189	0.27863	0.32358	0.43259	0.52098	0.68081	0.86325
75	0.16145	0.28084	0.32204	0.43467	0.52149	0.67306	0.86223
76	0.16205	0.27795	0.32074	0.43574	0.52078	0.67775	0.861
77	0.16155	0.28288	0.32239	0.43351	0.52041	0.67886	0.86621
78	0.16185	0.2796	0.32193	0.4338	0.51967	0.67947	0.86509
79	0.16195	0.28319	0.32183	0.43288	0.5222	0.68212	0.86204
80	0.16256	0.28532	0.32132	0.43329	0.52068	0.67888	0.86531
81	0.16216	0.27929	0.32091	0.43533	0.5218	0.68152	0.86551
82	0.16276	0.28094	0.32132	0.43554	0.52191	0.68213	0.86438
83	0.16185	0.2789	0.32336	0.43605	0.52191	0.68202	0.86243
84	0.16185	0.27815	0.32469	0.43727	0.5216	0.68151	0.86478
85	0.16185	0.28155	0.32261	0.43226	0.52099	0.67208	0.86693
86	0.16316	0.27815	0.32215	0.4278	0.51977	0.67815	0.86734
87	0.16236	0.2842	0.32163	0.42994	0.52139	0.68273	0.86755
88	0.16246	0.28217	0.3207	0.4313	0.52048	0.68487	0.86417
89	0.16206	0.2797	0.32029	0.42991	0.52129	0.6847	0.86438
90	0.16195	0.28196	0.31988	0.43124	0.52221	0.68131	0.86264
91	0.16216	0.27909	0.32169	0.43237	0.5218	0.68338	0.85993
92	0.16135	0.28155	0.32275	0.43257	0.5213	0.68429	0.86304
93	0.16135	0.27919	0.32244	0.43258	0.52118	0.6842	0.86489
94	0.16074	0.27878	0.32326	0.43216	0.5214	0.68548	0.86371

95	0.16074	0.28298	0.32244	0.43134	0.52242	0.67884	0.86469
96	0.16043	0.27888	0.32183	0.43298	0.52189	0.68187	0.86571
97	0.16209	0.28032	0.32204	0.43206	0.52169	0.681548	0.86621
98	0.16175	0.27787	0.32234	0.43052	0.52079	0.68161	0.86376
99	0.16043	0.27879	0.32387	0.43052	0.51977	0.68289	0.86437
100	0.16033	0.27706	0.32459	0.43206	0.51905	0.68233	0.8657

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองระดับน้ำที่เปลี่ยนไปเมื่อวัดจาก XBee และ LabVIEW กับเวลา

ตารางที่ ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เปลี่ยนไปเมื่อวัดจาก XBee และ LabVIEW กับเวลา

เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าXBee(โวลต์)	เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าXBee(โวลต์)
0	0.00277581	0	0	29	0.4782
0.35	0.00288133	1	0	30	0.4196
0.7	0.00266611	2	0	31	0.4001
1.05	0.00266611	3	0.0048	32	0.3757
1.4	0.00277581	4	0	33	0.3562
1.75	0.00255171	5	0	34	0.3367
2.1	0.00277581	6	0	35	0.3269
2.45	0.00266611	7	0	36	0.3172
2.8	0.00255171	8	0.0048	37	0.2976
3.15	0.00243193	9	0	38	0.2732
3.5	0.00277581	10	0	39	0.2684
3.85	0.00277581	11	0.0146	40	0.2586
4.2	0.00255171	12	0.2488	41	0.2488
4.55	0.00230593	13	0.4831	42	0.2391
4.9	0.00255171	14	0.5026	43	0.2293
5.25	0.00415405	15	0.488	44	0.2293
5.6	0.0593548	16	0.5075	45	0.2293
5.95	0.1035	17	0.4782	46	0.2147
6.3	0.19207	18	0.4928	47	0.2147
6.65	0.22053	19	0.4928	48	0.2
7	0.27177	20	0.4928	49	0.2
7.35	0.33576	21	0.5026	50	0.2
7.7	0.39354	22	0.4928	51	0.1952
8.05	0.45583	23	0.4928	52	0.1805
8.4	0.48401	24	0.4928	53	0.1854
8.75	0.49003	25	0.4977	54	0.1756
9.1	0.48952	26	0.4831	55	0.1756
9.45	0.49797	27	0.488	56	0.1659

9.8	0.49889	28	0.4587	57	0.1708
เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าXBee(โวลต์)
10.15	0.47331	21	0.48747	58	0.161
10.5	0.47711	21.35	0.48777	59	0.161
10.85	0.50115	21.7	0.48746	60	0.161
11.2	0.49941	22.05	0.48756	61	0.1561
11.55	0.50319	22.4	0.48708	62	0.1464
11.9	0.49725	22.75	0.48787	63	0.1512
12.25	0.4722	23.1	0.48727	64	0.1561
12.6	0.458	23.45	0.48725	65	0.1415
12.95	0.48746	23.8	0.48736	66	0.1415
13.3	0.48828	24.15	0.48736	67	0.1415
13.65	0.49115	24.5	0.4933	68	0.1366
14	0.4891	24.85	0.49726	69	0.1415
14.35	0.49074	25.2	0.47616	70	0.1366
14.7	0.489	25.55	0.46342	71	0.1317
15.05	0.48756	25.9	0.45707	72.5	0.122
15.4	0.48941	26.25	0.45831	73	0.1317
15.75	0.47504	26.6	0.4583	74	0.122
16.1	0.48301	26.95	0.45902	75	0.122
16.45	0.48972	27.3	0.47066	76	0.1268
16.8	0.48787	27.65	0.47193	77	0.122
17.15	0.48962	28	0.4671	78	0.122
17.5	0.48941	28.35	0.4309	79	0.122
17.85	0.48839	28.7	0.41597	80	0.1122
18.2	0.48787	29.05	0.41566		
18.55	0.4875	29.4	0.40783		
18.9	0.49003	29.75	0.40547		
19.25	0.48911	30.1	0.39765		
19.6	0.48839	30.45	0.39557		
19.95	0.4875	30.8	0.38487		

20.3	0.48695	31.15	0.37744		
20.65	0.48941	31.5	0.37528		
เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา (วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา (วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)
31.85	0.37285	42.35	0.24621	52.85	0.20201
32.2	0.36518	42.7	0.24621	53.2	0.20222
32.55	0.36539	43.05	0.24259	53.55	0.2018
32.9	0.36477	43.4	0.24219	53.9	0.2013
33.25	0.36245	43.75	0.24099	54.25	0.2012
33.6	0.35448	44.1	0.23478	54.6	0.2001
33.95	0.34686	44.45	0.2325	54.95	0.19687
34.3	0.34417	44.8	0.23191	55.3	0.19213
34.65	0.3349	45.15	0.22989	55.65	0.19132
35	0.33459	45.5	0.22602	56	0.18799
35.35	0.32758	45.85	0.23019	56.35	0.18503
35.7	0.32521	46.2	0.23938	56.7	0.18349
36.05	0.32418	46.55	0.23734	57.05	0.18151
36.4	0.32196	46.9	0.23405	57.4	0.1814
36.75	0.31923	47.25	0.23354	57.75	0.18151
37.1	0.31257	47.6	0.23229	58.1	0.18141
37.45	0.30378	47.95	0.22786	58.45	0.17951
37.8	0.30288	48.3	0.22541	58.8	0.1781
38.15	0.29668	48.65	0.22313	59.15	0.17556
38.5	0.29308	49	0.22344	59.5	0.17173
38.85	0.28463	49.35	0.22262	59.85	0.17287
39.2	0.28309	49.7	0.2204	60.2	0.17256
39.55	0.27526	50.05	0.21848	60.55	0.17204
39.9	0.2634	50.4	0.21511	60.9	0.17162
40.25	0.26279	50.75	0.21241	61.25	0.17152
40.6	0.25372	51.1	0.21252	61.6	0.17141
40.95	0.25279	51.45	0.21283	61.95	0.1711
41.3	0.25229	51.8	0.212	62.3	0.17021

41.65	0.25119	52.15	0.2118	62.65	0.1711
42	0.2457	52.5	0.20869	63	0.16699

เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)	เวลา(วินาที)	แรงดันไฟฟ้าLabview(โวลต์)
63.35	0.16382	74.2	0.13062
63.7	0.1632	74.55	0.13051
64.05	0.16258	74.9	0.13073
64.4	0.16226	75.25	0.13041
64.75	0.16111	75.6	0.13051
65.1	0.161	75.95	0.13041
65.45	0.161	76.3	0.13041
65.8	0.161	76.65	0.13041
66.15	0.161	77	0.13041
66.5	0.161	77.35	0.13021
66.85	0.15781	77.7	0.13041
67.2	0.15321	78.05	0.13031
67.55	0.15238	78.4	0.13011
67.9	0.15238	78.75	0.12972
68.25	0.15175	79.1	0.12893
68.6	0.15081	79.45	0.12952
68.95	0.15081	79.8	0.12783
69.3	0.15041	80.15	0.12673
69.65	0.15041	80.5	0.12633
70	0.14972	80.85	0.12346
70.35	0.14882	81.2	0.1219
70.7	0.14518	81.55	0.12013
71.05	0.14344	81.9	0.12085
71.4	0.14208		
71.75	0.14197		
72.1	0.14103		
72.45	0.14083		
72.8	0.14021		

73.15	0.13621		
73.5	0.13345		
73.85	0.13251		

ภาคผนวก ค

ผลการทดลองปริมาณน้ำจากกระบอกตวงกับปริมาณน้ำจากการวัดเครื่องที่สร้างขึ้นและเครื่องวัด
มาตรฐาน

ตารางที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ได้จากกระบอกตวงกับปริมาณน้ำจากการวัด
ของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่สร้างขึ้นและเครื่องวัดน้ำฝนและสภาพอากาศ Davis 6152 Vantage Pro2

จากกระบอกตวง		จากการวัด(มิลลิเมตร)	
ระดับน้ำ(มิลลิลิตร)	ระดับน้ำ(มิลลิเมตร)	เครื่องที่สร้างขึ้น	Davis 6152 Vantage Pro2
0	0	0	0
50	3.145395927	2.875	3.471
100	6.290791853	7.875	6.573
150	9.43618778	11.125	9.325
200	12.58158371	13.875	12.875
250	15.72697963	17.625	15.625
300	18.87237556	20.375	18.375
350	22.01777149	25.375	22.75
400	25.16316741	27.875	26.675
450	28.30856334	31.625	28.925
500	31.45395927	35.375	32.875

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้งานโปรแกรม X-CTU

คู่มือการใช้งานโปรแกรม X-CTU

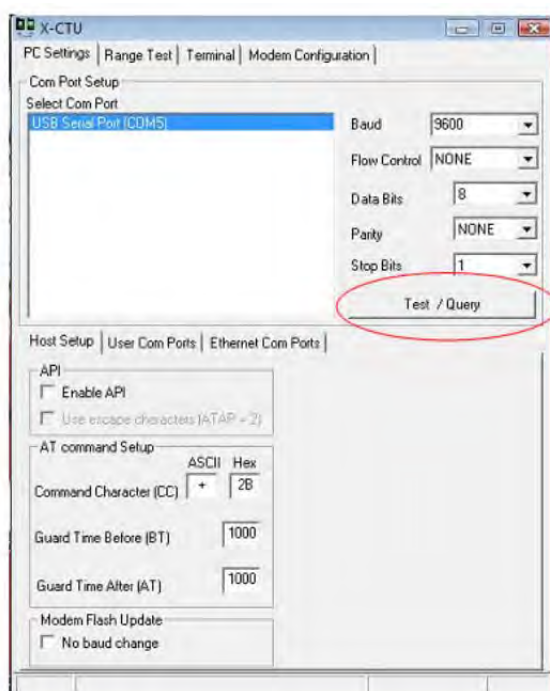
การใช้งานโปรแกรม X-CTU เป็นโปรแกรมสำหรับ Configuration อุปกรณ์ ZigBee มีการใช้งานดังนี้

1. Double Click Icon ดังภาพเพื่อเข้าสู่โปรแกรม X-CTU ตามรูปที่ ง.1



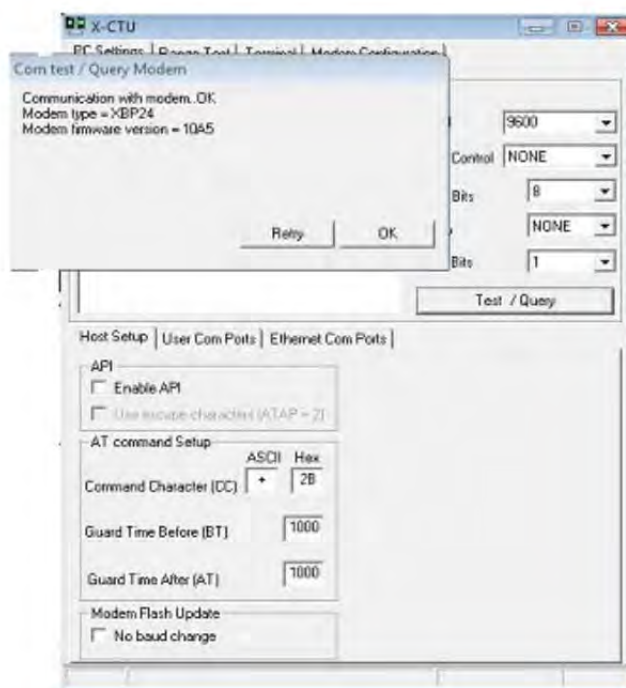
รูปที่ ง.1 Icon ของโปรแกรม X-CTU

2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม X-CTU เรียบร้อยแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังภาพด้านล่าง โดยจะแสดง Com port ขึ้นมาว่า Com port ใดติดต่อกับ ZigBee อยู่จากนั้นให้เลือก ที่ Com Port นั้น และกดปุ่ม Test/Query ตามรูปที่ ง.2



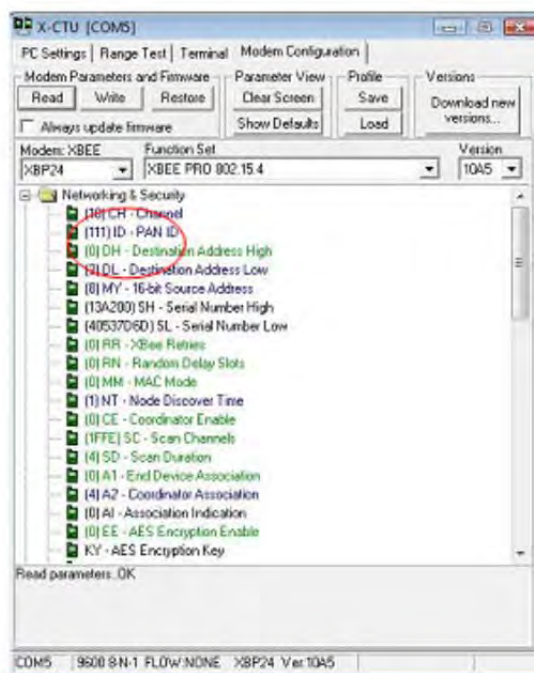
รูปที่ ง.2 หน้าแรกของโปรแกรม X-CTU

3. จากรูปด้านล่างแสดงการเชื่อมต่อที่สำเร็จของโปรแกรม X-CTU และ ZigBee ตามรูปที่ ง.3



รูปที่ ง.3 การเชื่อมต่อที่เสร็จสมบูรณ์ของ X-CTU และ ZigBee

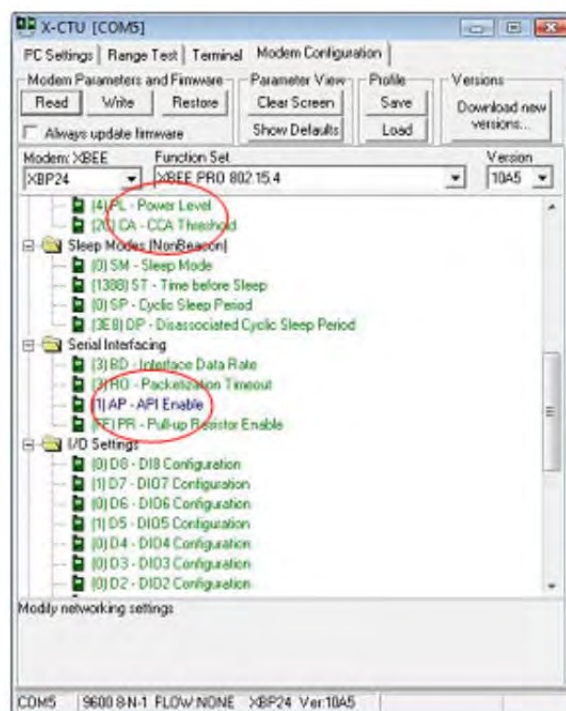
4. ทำการ Configure อุปกรณ์ ZigBee โดยไปที่เมนู Modem Configuration แล้วกดปุ่ม Read
5. กำหนดให้ ZigBee ทุกตัวอยู่ใน Channel เดียวกันทั้งหมด และกำหนดให้ PAN ID ที่ Reference Node เป็น PAN ID เดียวกัน ยกเว้น ZigBee ตัวที่อยู่ติดกับ Computer ให้อยู่คนละ PAN ID ตามรูปที่ ง.4



รูปที่ ง.4 Configure Channel และ PAN ID

6. ทำการ Configure ให้ AP เป็น API Enable เพื่อการส่งข้อมูลเป็นแบบ Packet และกำหนด

Power Level เพื่อให้ rate ในการส่งข้อมูลเป็นความแรงได้ถึง 4 ระดับ เพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละสถานที่ตามรูปที่ ง.5



รูปที่ ง.5 Configure API Enable และ Power Level

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Arduino

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Arduino

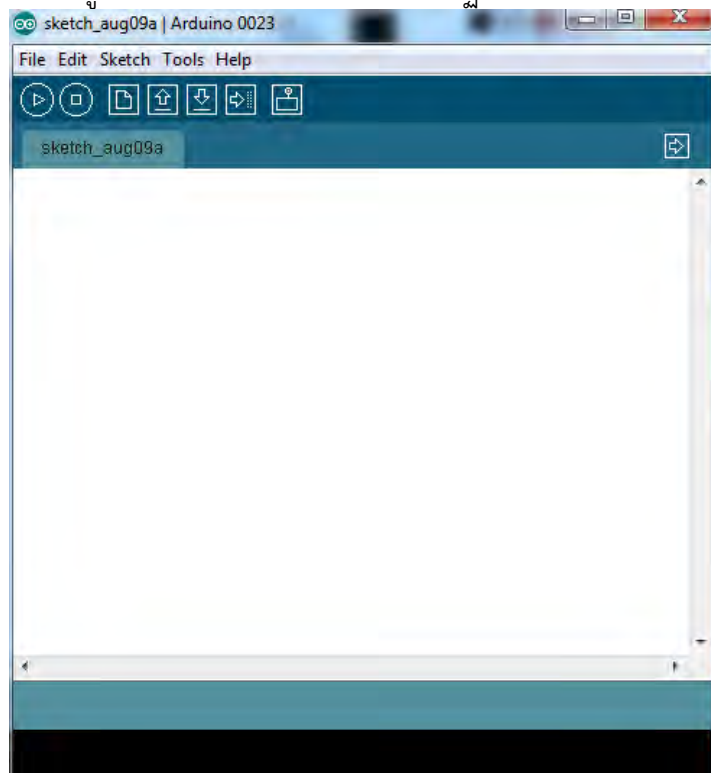
การใช้งานโปรแกรม Arduino เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรม Arduino มีการใช้งานดังนี้

1. Double Click Icon ดังภาพเพื่อเข้าสู่โปรแกรม Arduino ตามรูปที่ จ.1



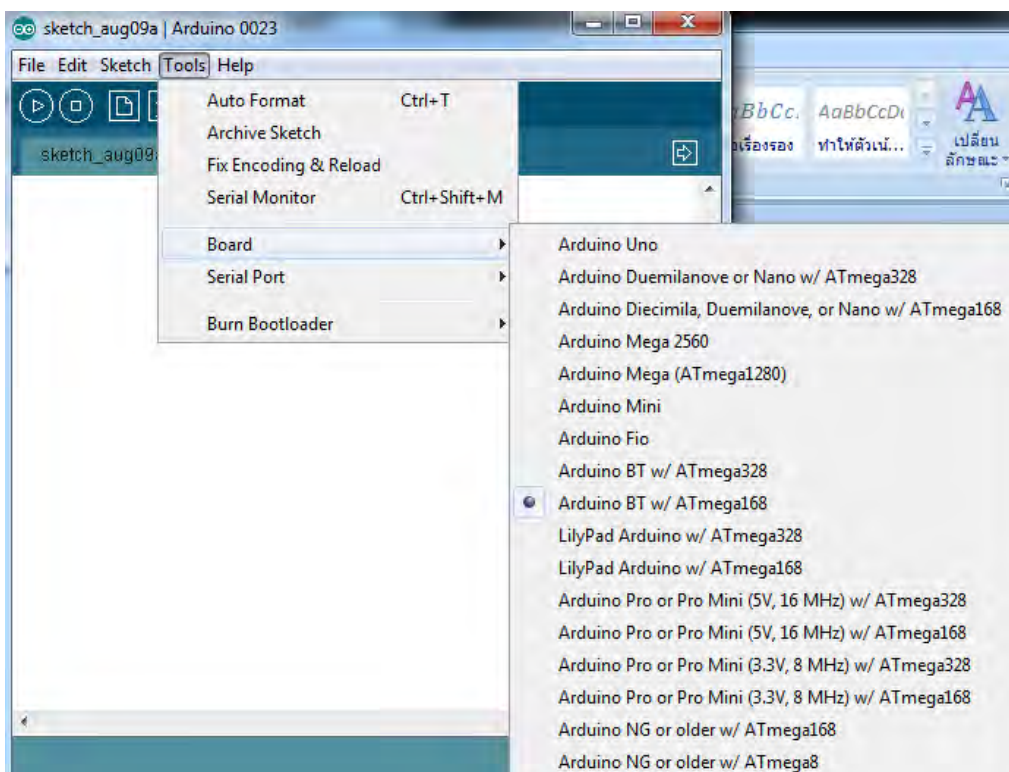
รูปที่ จ.1 Icon ของโปรแกรม Arduino

1. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Arduino แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังภาพด้านล่าง ตามรูปที่ จ.2



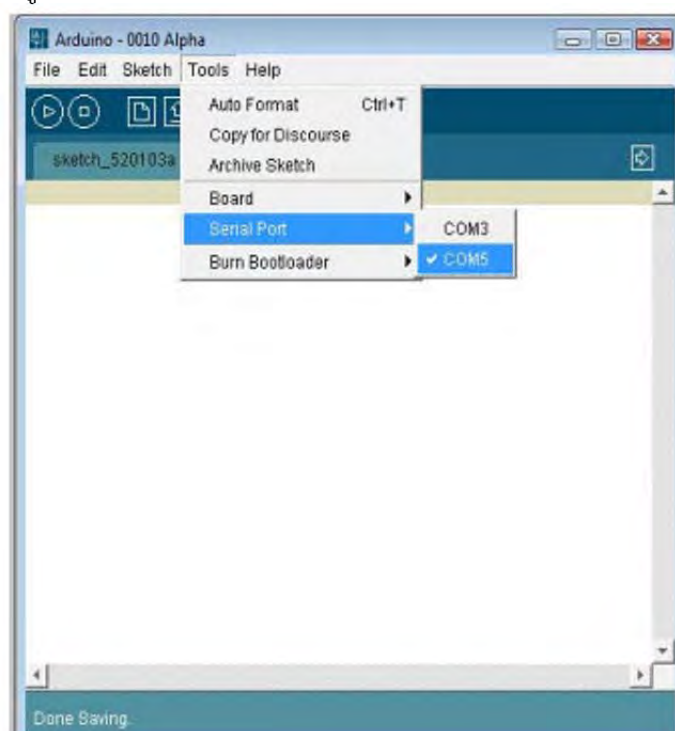
รูปที่ จ.2 หน้าต่างแรกของโปรแกรม Arduino

3. เลือกรุ่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้งานในได้ใช้งานรุ่น Arduino ตามรูปที่ จ.3



รูปที่ จ.3 เลือกรุ่นของ Arduino ให้ตรงกับที่ใช้งาน

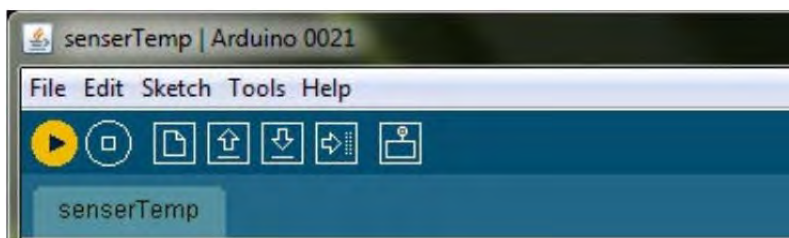
1. เลือกการเชื่อมต่อกับ Serial Port เพื่อที่จะ Download Program ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามรูปที่ จ.4



รูปที่ จ.4 เลือก Serial Port ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

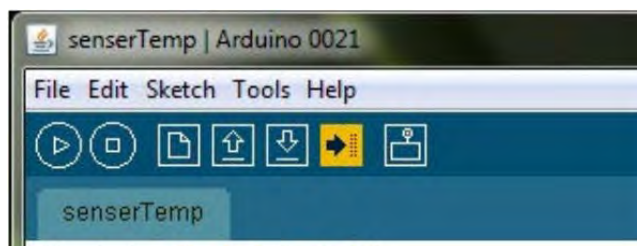
5. เขียนโปรแกรมสำหรับการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมนู File และเลือก Sketbook >> Open

6. เมื่อเขียนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะกดปุ่มตรงสี่เหลี่ยมเพื่อทำการ Verify ตามรูปที่ จ.5

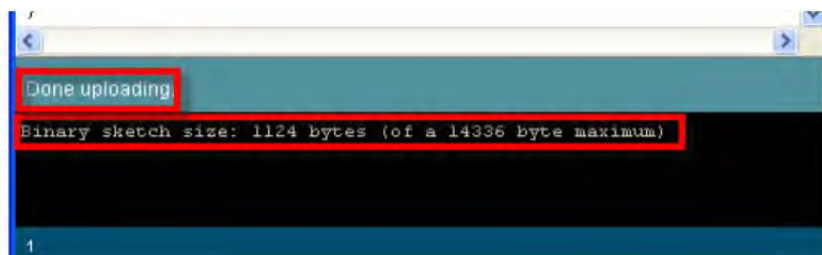


รูปที่ จ.5 ปุ่ม Verify เพื่อ Compile โปรแกรม

7. โหลดโปรแกรมที่ Verify ผ่านแล้วลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยกดที่ปุ่ม Upload to I/O Board ตามรูปที่ จ.6



รูปที่ จ.6 กดปุ่ม Upload to I/O Board เพื่อ Download Program ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ จ.7 ผลจากการ Upload Code ให้กับบอร์ดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ภาคผนวก ฉ

การติดตั้ง Driver ของ USB Bridge ของบอร์ด ET-EASY1280

การติดตั้ง Driver ของ USB Bridge ของบอร์ด ET-EASY1280

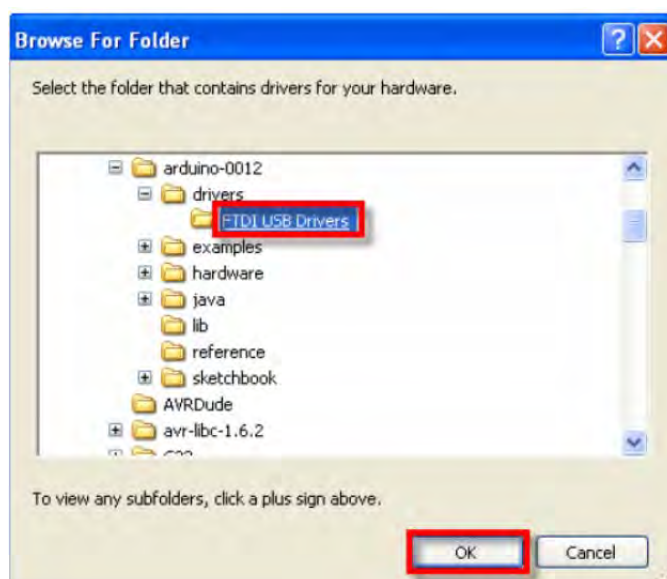
สำหรับบอร์ด ET-EASY1280 STAMP จะใช้ชิพ USB Bridge ของ FTDI เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ PC โดย USB Bridge ของ FTDI จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อและติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับ MCU ATmega1280 ของบอร์ด ET-EASY1280 STAMP ในรูปแบบของพอร์ตอนุกรม (Visual Com Port) โดยโปรแกรม Application ต่างๆที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ PC รวมทั้งโปรแกรม Arduino จะมองเห็น พอร์ต USB ที่เชื่อมต่อกับบอร์ด ET-EASY1280 STAMP เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Com Port) ช่องหนึ่งเท่านั้น ซึ่งถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เคยทำการติดตั้ง Driver สำหรับ USBBridge ของ FTDI ไว้ก่อนแล้ว เมื่อทำการเชื่อมต่อสาย USB ของบอร์ด ET-EASY1280 STAMP เข้ากับ USB HUB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC แล้ว Windows จะทำการติดตั้ง Driver ให้เองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ยังไม่เคยติดตั้ง Driver ของ FTDI ไว้ก่อนก็จะต้องทำการติดตั้ง Driver ให้กับบอร์ดให้เรียบร้อยเสียก่อนซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมแผ่น CD ROM ที่บรรจุ Driver ของ FTDI ไว้ให้พร้อม หรือ ในกรณีที่ผู้ใช้ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino ไว้เรียบร้อยแล้ว ภายในโฟลเดอร์ของโปรแกรม Arduino ก็จะมี Driver ของ FTDI จัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อยแล้ว โดยจะอยู่ที่ “C:\arduino-0012\drivers\FTDI USB Drivers\”
2. ทำการเสียบสาย USB ของบอร์ด ET-EASY168 STAMP เข้ากับพอร์ต USB HUB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ซึ่ง Windows จะตรวจพบอุปกรณ์ใหม่ โดยเป็น “FT232R USB UART” และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ดังรูปที่ ฉ.1



รูปที่ ฉ.1 การตรวจพบอุปกรณ์ใหม่ โดยเป็น “FT232R USB UART” และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์

3. ให้เลือก Install from list or specific location(Advanced) แล้วเลือก Next ซึ่ง Windows ก็ จะแจ้งให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่บรรจุไฟล์ Driver ของ FTDI ไว้ ก็ให้เลือกที่ Browse และเลือกไปยัง Drive และ โฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ Driver ไว้ ซึ่งถ้าผู้ใช้ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino ไว้แล้ว ก็ให้เลือกไปที่ “C:\arduino-0012\drivers\FTDI USB Drivers” ดังรูปที่ ฉ.2 แล้วเลือก Next



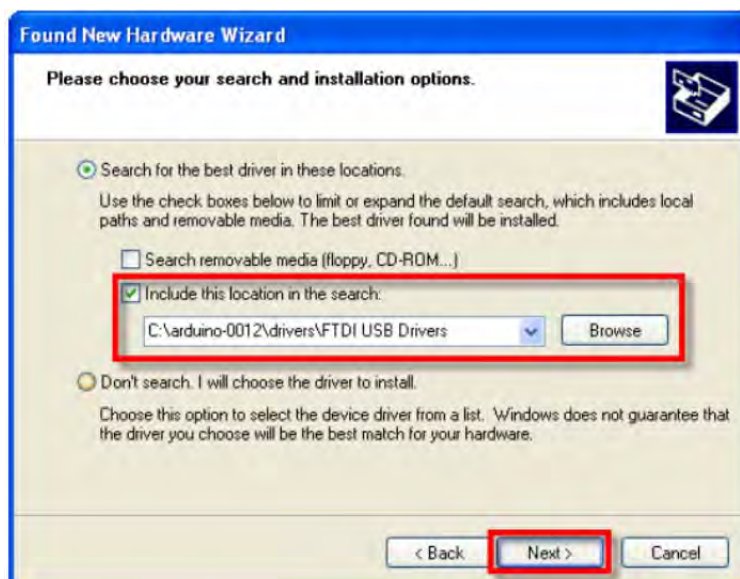
รูปที่ ข.2 การแจ้งให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่บรรจุไฟล์ Driver ของ FTDI ไว้

4. ในขั้นตอนนี้โปรแกรม Windows จะทำการค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อย ดังรูปที่ ฉ.3 แล้วเลือก Finish



รูปที่ ฉ.3 การค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์

5. หลังจากทำการติดตั้ง Driver ของฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว Windows ก็จะตรวจพบว่ามีอุปกรณ์ใหม่ถูกเชื่อมต่ออยู่ โดยเป็นอุปกรณ์ประเภท “USB Serial Port” และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ใหม่ที่ระบุเป็น “USB Serial Port” อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งก็ให้เลือกระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ Driver ไว้ ซึ่งให้เลือกเหมือนขั้นตอนในหัวข้อที่ 3 ดังรูปที่ ฉ.4



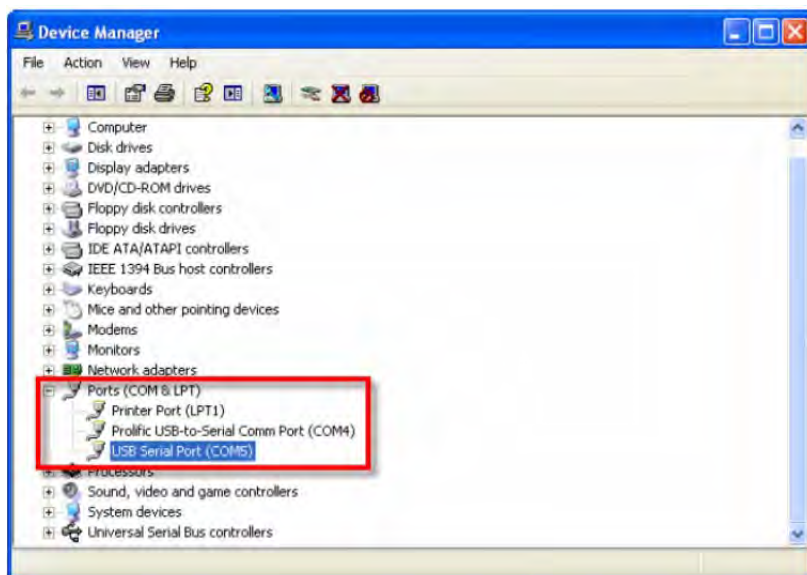
รูปที่ ฉ.4 เลือกระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ Driver

6. ในขั้นตอนนี้โปรแกรม Windows จะทำการค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อย แล้วเลือก Finish ดังรูปที่ ฉ.5



รูปที่ ฉ.5 การติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อย

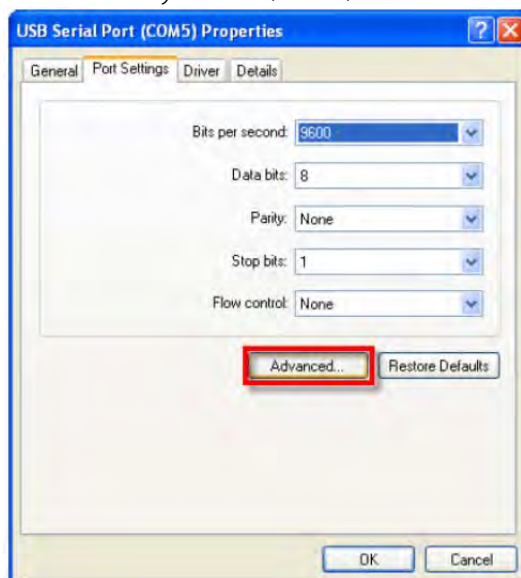
7. หลังจากทำการติดตั้ง Driver เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้แล้ว แต่เพื่อความถูกต้องในครั้งแรกนี้ควรต้องเข้าไปทำการตรวจสอบและปรับแต่งค่าให้กับอุปกรณ์ก่อน โดยในขั้นตอนนี้ให้ไปที่ “My Computer → Control Panel → System → Hardware → Device Manager” แล้วทำการตรวจสอบที่ Ports (COM&LPT) แล้วดูที่ชื่อของ “USB Serial Port” ซึ่งให้ผู้ใช้งานจดจำหมายเลขของ Com Port ของอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ เพื่อใช้อ้างอิงถึงในการเรียกใช้งาน ดังรูปที่ ฉ.6



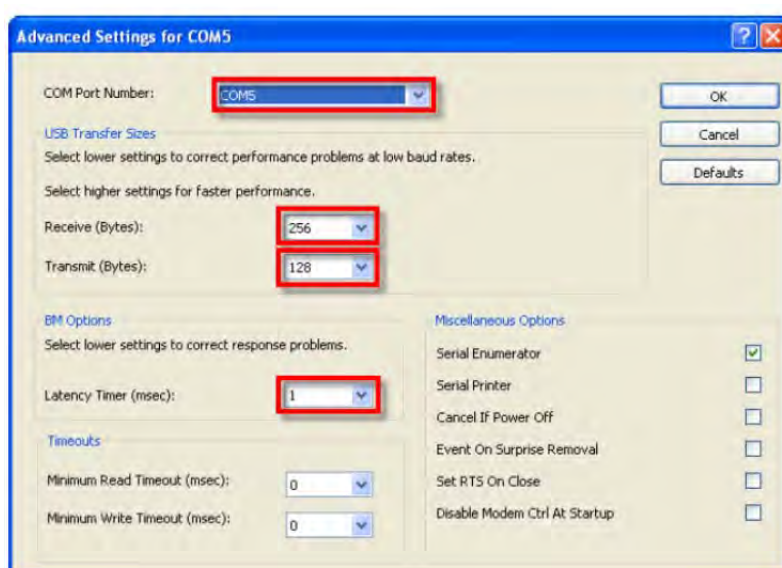
รูปที่ ๘.6 หมายเลขของ Com Port ของอุปกรณ์ดังกล่าวไว้

8. ในขั้นตอนนี้ให้คลิกเมาส์ที่เครื่องหมาย (+) หน้าหัวข้อ Ports(COM&LPT) แล้วมองหาอุปกรณ์ที่ชื่อ “USB Serial Port” ตามที่เราได้ทำการติดตั้ง Driver ไว้เรียบร้อยแล้ว หรือ ถ้าไม่แน่ใจว่าอุปกรณ์ดังกล่าวใช่ อุปกรณ์ที่เป็นของบอร์ด “ET-EASY1280 STAMP” หรือไม่ ให้ทดสอบด้วยการถอดสายUSB ออก รายชื่ออุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องหายไป แต่เมื่อเสียบสาย USB กลับเข้ามาใหม่ รายชื่อของอุปกรณ์ดังกล่าวก็จะต้องปรากฏให้เห็นอีกครั้ง ถ้าทุกอย่างถูกต้อง ก็ให้ทำการคลิกเมาส์ที่ Tab รายชื่อของอุปกรณ์ดังกล่าว เมื่อปรากฏหน้าต่าง USB Serial Port Properties ขึ้นมาแล้วให้เลือกที่ Port Setting แล้วเลือก Advance เพื่อเข้าไปกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ให้เรียบร้อย ดังนี้

- a. USB Transfer Size →Receive (Bytes) ให้กำหนดเป็น 256
- b. USB Transfer Size →Transmit (Bytes) ให้กำหนดเป็น 128
- c. BM Option →Latency Timer (mSec) ให้กำหนดเป็น 1



รูปที่ ๘.7 กำหนดค่าBits per second ในการเชื่อมต่อกับ Port



รูปที่ ๘.๘ กำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

ภาคผนวก ช

ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ระหว่างวันที่ 8 – 31 มีนาคม 2556

ตารางที่ ข.1 ปริมาณน้ำฝน ระหว่างวันที่ 8 – 31 มีนาคม 2556

สถานที่	อบต บ้านตุล	อบต เกาะขันต์	อบต ท่าประจะ	อบต ท่าเสม็ด	อบต แม่เจ้าอยู่หัว	เทศบาล ลานข่อย
เวลา / วันที่	ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร)					
8/3/2013 9:45	0	0	0			
8/3/2013 9:59	0	0	0			
8/3/2013 10:14	0	0	0			
8/3/2013 10:28	0	0	0			
8/3/2013 10:43	0	0	0			
8/3/2013 10:57	0	0	0			
8/3/2013 11:12	0	0	0			
8/3/2013 11:26	0	0	0			
8/3/2013 11:41	0	0	0			
8/3/2013 11:55	0	0	0			
8/3/2013 12:10	0	0	0			
8/3/2013 12:24	0	0	0			
8/3/2013 12:39	0	0	0			
8/3/2013 12:53	0	0	0			
8/3/2013 13:08	0	0	0			
8/3/2013 13:22	0	0	0			
8/3/2013 13:37	0	0	0			
8/3/2013 13:51	0	0	0			
8/3/2013 14:06	0	0	0			
8/3/2013 14:20	0	0	0			
8/3/2013 14:35	0	0	0			
8/3/2013 14:50	0	0	0			
8/3/2013 15:04	0	0	0			
8/3/2013 15:19	0	0	0			
8/3/2013 15:33	0	0	0	0		
8/3/2013 15:48	0	0	0	0		
8/3/2013 16:02	0	0	0	0		
8/3/2013 16:17	0	0	0	0		
8/3/2013 16:31	0	0	0	0		
8/3/2013 16:46	0	0	0	0		
8/3/2013 17:00	0	0	0	0		

8/3/2013 17:15	0	0	0	0		
8/3/2013 17:29	0	0	0	0		
8/3/2013 17:44	0	0	0	0		
8/3/2013 17:58	0	0	0	0		
8/3/2013 18:13	0	0	0	0		
8/3/2013 18:27	0	0	0	0		
8/3/2013 18:42	0	0	0	0		
8/3/2013 18:57	0	0	0	0		
8/3/2013 19:12	0	0	0	0		
8/3/2013 19:27	0	0	0	0		
8/3/2013 19:42	0	0	0	0		
8/3/2013 19:56	0	0	0	0		
8/3/2013 20:11	0	0	0	0		
8/3/2013 20:26	0	0	0	0		
8/3/2013 20:41	0	0	0	0		
8/3/2013 20:56	0	0	0	0		
8/3/2013 21:10	0	0	0	0		
8/3/2013 21:25	0	1	0	0		
8/3/2013 21:40	0	0	0	0		
8/3/2013 21:55	0	0	0	0		
8/3/2013 22:10	0	0	0	0		
8/3/2013 22:24	1	1	0	0		
8/3/2013 22:39	0	0	0	0		
8/3/2013 22:54	0	0	0	0		
8/3/2013 23:09	0	0	0	0		
8/3/2013 23:24	0	0	0	0		
8/3/2013 23:38	0	0	0	0		
8/3/2013 23:53	0	0	0	0		
9/3/2013 0:08	0	0	0	0		
9/3/2013 0:23	0	0	0	0		
9/3/2013 0:38	0	0	0	0		
9/3/2013 0:53	0	0	0	0		
9/3/2013 1:07	0	0	0	0		
9/3/2013 1:22	0	0	0	0		
9/3/2013 1:37	0	0	0	0		
9/3/2013 1:52	0	0	0	0		

9/3/2013 2:07	0	0	0	0		
9/3/2013 2:21	0	1	0	0		
9/3/2013 2:36	0	1	0	0		
9/3/2013 2:51	0	1	0	0		
9/3/2013 3:06	0	0	0	0		
9/3/2013 3:21	0	0	0	0		
9/3/2013 3:35	0	0	0	0		
9/3/2013 3:50	0	0	0	0		
9/3/2013 4:05	0	0	0	0		
9/3/2013 4:20	0	0	0	0		
9/3/2013 4:34	0	0	0	0		
9/3/2013 4:49	1	1	0	0		
9/3/2013 5:04	1	1	0	0		
9/3/2013 5:19	2	2	0	1		
9/3/2013 5:34	10	16	0	2		
9/3/2013 5:48	8	16	0	0		
9/3/2013 6:03	4	16	0	0		
9/3/2013 6:18	0	17	0	0		
9/3/2013 6:33	0	16	0	0		
9/3/2013 6:48	0	16	0	0		
9/3/2013 7:02	0	17	0	0		
9/3/2013 7:17	0	10	0	0		
9/3/2013 7:32	9	9	2	3		
9/3/2013 7:47	0	0	0	0		
9/3/2013 8:02	0	0	0	0		
9/3/2013 8:16	0	0	0	0		
9/3/2013 8:31	0	0	0	0		
9/3/2013 8:45	0	0	0	0		
9/3/2013 9:00	0	0	0	0	0	
9/3/2013 9:14	0	0	0	0	0	
9/3/2013 9:29	0	0	0	0	0	
9/3/2013 9:43	0	0	0	0	0	
9/3/2013 9:58	0	0	0	0	0	
9/3/2013 10:12	0	0	0	0	0	
9/3/2013 10:27	0	0	0	0	0	
9/3/2013 10:41	0	0	0	0	0	

9/3/2013 10:56	0	0	0	0	0	
9/3/2013 11:10	0	0	0	0	0	
9/3/2013 11:25	0	0	0	0	0	
9/3/2013 11:39	0	0	0	0	0	
9/3/2013 11:54	0	0	0	0	0	
9/3/2013 12:08	0	0	0	0	0	
9/3/2013 12:23	0	0	0	0	0	
9/3/2013 12:37	0	0	0	0	0	
9/3/2013 12:52	0	0	0	0	0	
9/3/2013 13:06	0	0	0	0	0	
9/3/2013 13:21	0	0	0	0	0	
9/3/2013 13:35	0	0	0	0	0	
9/3/2013 13:50	0	0	0	0	0	
9/3/2013 14:04	0	0	0	0	0	
9/3/2013 14:19	0	0	0	0	0	
9/3/2013 14:33	0	0	0	0	0	
9/3/2013 14:48	0	0	0	0	0	
9/3/2013 15:02	0	0	0	0	0	
9/3/2013 15:17	0	0	0	0	0	
9/3/2013 15:32	0	0	0	0	0	
9/3/2013 15:46	0	0	0	0	0	
9/3/2013 16:01	0	0	0	0	0	
9/3/2013 16:15	0	0	0	0	0	
9/3/2013 16:30	0	0	0	0	0	
9/3/2013 16:44	0	0	0	0	0	
9/3/2013 16:59	0	0	0	0	0	
9/3/2013 17:13	0	0	0	0	0	
9/3/2013 17:28	0	0	0	0	0	
9/3/2013 17:42	0	0	0	0	0	
9/3/2013 17:57	0	0	0	0	0	
9/3/2013 18:12	0	0	0	0	0	
9/3/2013 18:27	0	0	0	0	0	
9/3/2013 18:41	0	0	0	0	0	
9/3/2013 18:56	0	0	0	0	0	
9/3/2013 19:11	0	0	0	0	0	
9/3/2013 19:25	0	0	0	0	0	

9/3/2013 19:40	0	0	0	0	0	
9/3/2013 19:54	0	0	0	0	0	
9/3/2013 20:09	0	0	0	0	0	
9/3/2013 20:24	0	0	0	0	0	
9/3/2013 20:39	0	0	0	0	0	
9/3/2013 20:54	0	0	0	0	0	
9/3/2013 21:09	0	0	0	0	0	
9/3/2013 21:23	0	0	0	0	0	
9/3/2013 21:38	0	0	0	0	0	
9/3/2013 21:53	0	0	0	0	0	
9/3/2013 22:08	0	0	0	0	0	
9/3/2013 22:23	0	0	0	0	0	
9/3/2013 22:37	0	0	0	0	0	
9/3/2013 22:52	0	0	0	0	0	
9/3/2013 23:07	0	0	0	0	0	
9/3/2013 23:22	0	0	0	0	0	
9/3/2013 23:37	0	0	0	0	0	
9/3/2013 23:51	0	0	0	0	0	
10/3/2013 0:06	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 0:21	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 0:36	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 0:51	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 1:05	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 1:20	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 1:35	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 1:50	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 2:05	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 2:20	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 2:34	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 2:49	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 3:04	1	1	0	0	0	0
10/3/2013 3:19	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 3:34	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 3:48	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 4:03	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 4:18	0	0	0	0	0	0

10/3/2013 4:33	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 4:48	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 5:02	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 5:17	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 5:32	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 5:47	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 6:02	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 6:16	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 6:31	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 6:46	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 7:01	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 7:16	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 7:31	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 7:45	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 8:00	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 8:14	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 8:29	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 8:43	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 8:58	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 9:12	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 9:27	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 9:41	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 9:56	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 10:10	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 10:25	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 10:39	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 10:54	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 11:08	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 11:23	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 11:38	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 11:52	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 12:07	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 12:21	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 12:36	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 12:50	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 13:05	0	0	0	0	0	0

10/3/2013 13:19	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 13:34	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 13:48	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 14:03	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 14:17	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 14:32	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 14:46	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 15:01	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 15:15	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 15:30	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 15:44	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 15:59	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 16:13	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 16:28	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 16:42	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 16:57	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 17:11	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 17:26	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 17:40	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 17:55	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 18:09	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 18:24	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 18:38	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 18:53	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 19:07	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 19:22	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 19:37	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 19:51	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 20:06	11	11	0	0	0	0
10/3/2013 20:20	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 20:35	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 20:49	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 21:04	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 21:19	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 21:33	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 21:48	0	0	0	0	0	0

10/3/2013 22:02	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 22:17	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 22:31	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 22:46	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 23:00	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 23:15	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 23:29	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 23:44	0	0	0	0	0	0
10/3/2013 23:59	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 0:13	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 0:28	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 0:42	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 0:57	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 1:12	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 1:26	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 1:41	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 1:55	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 2:10	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 2:24	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 2:39	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 2:54	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 3:09	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 3:23	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 3:38	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 3:52	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 4:07	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 4:22	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 4:37	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 4:52	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 5:06	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 5:21	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 5:35	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 5:50	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 6:05	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 6:20	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 6:34	0	0	0	0	0	0

11/3/2013 6:49	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 7:04	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 7:19	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 7:33	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 7:48	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 8:02	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 8:17	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 8:31	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 8:46	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 9:00	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 9:15	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 9:29	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 9:44	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 9:58	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 10:13	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 10:27	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 10:42	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 10:56	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 11:11	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 11:25	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 11:40	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 11:54	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 12:09	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 12:23	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 12:38	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 12:52	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 13:07	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 13:21	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 13:36	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 13:50	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 14:05	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 14:19	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 14:34	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 14:48	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 15:03	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 15:17	0	0	0	0	0	0

11/3/2013 15:32	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 15:46	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 16:01	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 16:15	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 16:30	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 16:44	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 16:59	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 17:13	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 17:28	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 17:42	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 17:57	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 18:11	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 18:26	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 18:41	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 18:55	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 19:10	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 19:24	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 19:39	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 19:53	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 20:08	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 20:23	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 20:37	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 20:52	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 21:07	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 21:22	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 21:36	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 21:51	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 22:05	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 22:20	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 22:35	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 22:50	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 23:04	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 23:19	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 23:34	0	0	0	0	0	0
11/3/2013 23:48	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 0:03	0	0	0	0	0	0

12/3/2013 0:18	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 0:33	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 0:47	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 1:02	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 1:17	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 1:32	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 1:46	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 2:01	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 2:16	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 2:30	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 2:45	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 3:00	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 3:15	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 3:30	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 3:45	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 3:59	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 4:14	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 4:29	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 4:44	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 4:59	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 5:28	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 5:43	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 5:58	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 6:13	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 6:27	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 6:42	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 6:57	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 7:12	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 7:27	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 7:41	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 7:56	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 8:10	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 8:25	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 8:39	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 8:54	0	0	0	0	0	0

12/3/2013 9:08	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 9:23	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 9:37	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 9:52	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 10:06	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 10:21	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 10:35	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 10:50	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 11:04	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 11:19	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 11:33	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 11:48	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 12:02	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 12:17	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 12:31	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 12:46	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 13:00	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 13:15	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 13:29	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 13:44	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 13:58	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 14:13	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 14:28	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 14:42	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 14:57	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 15:11	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 15:26	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 15:40	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 15:55	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 16:09	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 16:24	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 16:38	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 16:53	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 17:07	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 17:22	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 17:36	0	0	0	0	0	0

12/3/2013 17:51	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 18:05	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 18:20	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 18:34	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 18:49	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 19:03	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 19:18	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 19:33	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 19:48	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 20:02	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 20:17	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 20:32	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 20:47	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 21:01	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 21:16	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 21:30	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 21:45	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 21:59	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 22:14	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 22:28	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 22:43	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 22:57	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 23:12	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 23:26	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 23:41	0	0	0	0	0	0
12/3/2013 23:55	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 0:10	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 0:24	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 0:39	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 0:54	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 1:08	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 1:23	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 1:37	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 1:52	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 2:06	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 2:21	0	0	0	0	0	0

13/3/2013 2:35	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 2:50	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 3:05	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 3:19	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 3:34	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 3:49	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 4:03	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 4:18	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 4:32	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 4:47	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 5:01	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 5:16	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 5:31	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 5:45	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 6:00	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 6:15	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 6:29	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 6:44	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 6:58	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 7:13	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 7:27	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 7:42	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 7:56	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 8:11	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 8:25	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 8:40	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 8:54	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 9:09	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 9:23	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 9:38	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 9:52	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 10:07	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 10:21	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 10:36	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 10:50	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 11:05	0	0	0	0	0	0

13/3/2013 11:19	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 11:34	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 11:48	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 12:03	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 12:17	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 12:32	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 12:46	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 13:01	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 13:15	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 13:30	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 13:44	0	0		0	0	0
13/3/2013 13:59	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 14:13	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 14:28	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 14:42	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 14:57	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 15:11	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 15:26	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 15:40	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 15:55	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 16:09	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 16:24	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 16:38	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 16:53	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 17:07	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 17:22	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 17:36	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 17:51	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 18:06	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 18:20	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 18:35	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 18:49	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 19:04	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 19:18	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 19:33	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 19:47	0	0	0	0	0	0

13/3/2013 20:02	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 20:16	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 20:31	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 20:45	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 21:00	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 21:14	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 21:29	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 21:43	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 21:58	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 22:12	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 22:27	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 22:41	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 22:56	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 23:10	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 23:25	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 23:39	0	0	0	0	0	0
13/3/2013 23:54	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 0:08	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 0:23	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 0:37	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 0:52	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 1:06	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 1:21	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 1:35	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 1:50	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 2:05	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 2:19	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 2:34	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 2:48	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 3:03	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 3:17	0	0	26	0	3	2
14/3/2013 3:32	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 3:46	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 4:01	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 4:15	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 4:30	0	0	0	0	0	0

14/3/2013 4:44	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 4:59	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 5:28	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 5:42	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 5:57	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 6:12	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 6:26	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 6:41	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 6:56	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 7:11	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 7:25	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 7:40	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 7:54	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 8:09	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 8:23	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 8:38	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 8:52	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 9:07	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 9:21	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 9:36	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 9:50	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 10:05	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 10:19	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 10:34	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 10:48	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 11:03	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 11:18	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 11:32	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 11:47	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 12:01	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 12:16	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 12:30	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 12:45	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 12:59	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 13:14	0	0	0	0	0	0

14/3/2013 13:28	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 13:43	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 13:57	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 14:12	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 14:26	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 14:41	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 14:55	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 15:10	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 15:24	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 15:39	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 15:53	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 16:08	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 16:22	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 16:37	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 16:51	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 17:06	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 17:20	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 17:35	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 17:49	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 18:04	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 18:18	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 18:33	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 18:47	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 19:02	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 19:16	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 19:31	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 19:45	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 20:00	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 20:14	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 20:29	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 20:43	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 20:58	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 21:12	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 21:27	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 21:41	0	0	0	0	0	0
14/3/2013 21:56	2	2	0	2	2	0

14/3/2013 22:11	2	2	0	0	0	0
14/3/2013 22:26	2	2	0	1	2	3
14/3/2013 22:40	2	2	0	0	0	0
14/3/2013 22:55	2	2	0	0	0	0
14/3/2013 23:10	3	3	0	0	0	0
14/3/2013 23:25	3	3	0	0	0	0
14/3/2013 23:40	2	2	0	2	3	4
14/3/2013 23:54	2	2	0	0	0	0
15/3/2013 0:09	2	2	0	0	0	0
15/3/2013 0:24	2	2	0	0	0	0
15/3/2013 0:39	3	3	0	0	0	0
15/3/2013 0:54	2	2	0	0	0	0
15/3/2013 1:08	2	2	6	5	8	9
15/3/2013 1:23	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 1:38	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 1:52	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 2:07	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 2:21	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 2:36	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 2:50	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 3:05	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 3:19	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 3:34	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 3:48	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 4:03	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 4:17	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 4:32	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 4:46	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 5:01	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 5:15	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 5:30	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 5:45	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 5:59	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 6:14	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 6:28	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 6:43	0	0	0	0	0	0

15/3/2013 6:57	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 7:12	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 7:26	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 7:41	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 7:55	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 8:10	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 8:24	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 8:39	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 8:53	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 9:08	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 9:22	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 9:37	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 9:51	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 10:06	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 10:20	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 10:35	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 10:49	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 11:04	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 11:18	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 11:33	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 11:48	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 12:02	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 12:17	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 12:31	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 12:46	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 13:00	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 13:15	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 13:29	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 13:44	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 13:58	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 14:13	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 14:27	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 14:42	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 14:56	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 15:11	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 15:25	0	0	0	0	0	0

15/3/2013 15:40	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 15:54	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 16:09	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 16:23	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 16:38	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 16:52	8	8	0	0	0	0
15/3/2013 17:07	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 17:22	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 17:36	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 17:51	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 18:05	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 18:20	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 18:34	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 18:49	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 19:03	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 19:18	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 19:32	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 19:47	2	2	0	0	0	0
15/3/2013 20:01	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 20:16	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 20:30	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 20:45	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 20:59	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 21:14	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 21:28	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 21:43	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 21:57	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 22:12	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 22:26	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 22:41	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 22:55	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 23:10	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 23:24	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 23:39	0	0	0	0	0	0
15/3/2013 23:53	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 0:08	0	0	0	0	0	0

16/3/2013 0:22	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 0:37	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 0:51	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 1:06	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 1:21	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 1:35	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 1:50	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 2:04	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 2:19	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 2:33	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 2:48	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 3:02	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 3:17	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 3:31	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 3:46	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 4:00	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 4:15	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 4:29	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 4:44	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 4:58	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 5:27	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 5:42	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 5:56	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 6:11	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 6:25	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 6:40	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 6:54	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 7:09	0	0	1	0	0	0
16/3/2013 7:23	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 7:38	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 7:52	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 8:07	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 8:21	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 8:36	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 8:50	0	0	0	0	0	0

16/3/2013 9:05	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 9:19	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 9:34	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 9:49	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 10:03	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 10:18	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 10:32	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 10:47	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 11:01	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 11:16	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 11:30	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 11:45	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 11:59	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 12:14	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 12:28	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 12:43	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 12:57	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 13:12	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 13:26	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 13:41	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 13:55	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 14:10	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 14:24	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 14:39	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 14:53	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 15:08	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 15:22	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 15:37	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 15:51	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 16:06	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 16:20	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 16:35	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 16:49	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 17:04	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 17:18	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 17:33	0	0	0	0	0	0

16/3/2013 17:47	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 18:02	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 18:16	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 18:31	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 18:45	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 19:00	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 19:14	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 19:29	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 19:43	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 19:58	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 20:12	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 20:27	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 20:41	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 20:56	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 21:10	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 21:25	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 21:39	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 21:54	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 22:09	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 22:23	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 22:38	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 22:52	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 23:07	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 23:21	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 23:36	0	0	0	0	0	0
16/3/2013 23:50	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 0:05	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 0:19	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 0:34	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 0:48	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 1:03	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 1:17	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 1:32	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 1:46	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 2:01	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 2:15	0	0	0	0	0	0

17/3/2013 2:30	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 2:45	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 2:59	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 3:14	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 3:28	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 3:43	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 3:58	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 4:12	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 4:27	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 4:41	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 4:56	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 5:10	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 5:25	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 5:40	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 5:54	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 6:09	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 6:23	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 6:38	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 6:53	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 7:07	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 7:22	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 7:36	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 7:51	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 8:05	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 8:20	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 8:34	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 8:49	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 9:03	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 9:18	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 9:32	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 9:47	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 10:01	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 10:16	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 10:30	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 10:45	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 10:59	0	0	0	0	0	0

17/3/2013 11:14	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 11:28	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 11:43	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 11:57	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 12:12	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 12:26	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 12:41	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 12:55	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 13:10	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 13:24	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 13:39	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 13:53	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 14:08	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 14:22	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 14:37	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 14:51	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 15:06	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 15:21	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 15:35	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 15:50	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 16:04	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 16:19	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 16:33	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 16:48	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 17:02	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 17:17	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 17:31	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 17:46	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 18:00	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 18:15	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 18:29	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 18:44	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 18:58	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 19:13	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 19:27	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 19:42	0	0	0	0	0	0

17/3/2013 19:56	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 20:11	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 20:25	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 20:40	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 20:54	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 21:09	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 21:23	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 21:38	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 21:52	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 22:07	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 22:21	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 22:36	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 22:50	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 23:05	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 23:19	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 23:34	0	0	0	0	0	0
17/3/2013 23:48	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 0:03	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 0:18	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 0:32	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 0:47	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 1:02	8	8	0	0	0	0
18/3/2013 1:17	7	7	2	2	7	1
18/3/2013 1:31	7	7	2	7	2	7
18/3/2013 1:46	6	6	2	0	0	6
18/3/2013 2:01	8	8	2	8	8	3
18/3/2013 2:16	8	8	2	0	0	0
18/3/2013 2:31	6	6	2	0	5	3
18/3/2013 2:45	8	8	2	4	0	4
18/3/2013 3:00	9	9	2	0	5	0
18/3/2013 3:15	8	8	2	8	0	0
18/3/2013 3:30	8	8	2	3	5	4
18/3/2013 3:45	8	8	0	2	3	0
18/3/2013 4:00	8	8	2	0	8	0
18/3/2013 4:14	8	8	2	0	2	8
18/3/2013 4:29	8	8	2	8	1	3

18/3/2013 4:44	9	9	0	1	1	0
18/3/2013 4:59	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 5:28	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 5:43	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 5:57	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 6:12	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 6:27	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 6:42	1	1	0	0	0	0
18/3/2013 6:56	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 7:11	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 7:25	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 7:40	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 7:54	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 8:09	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 8:23	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 8:38	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 8:52	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 9:07	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 9:21	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 9:36	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 9:50	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 10:05	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 10:19	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 10:34	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 10:49	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 11:03	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 11:18	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 11:32	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 11:47	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 12:01	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 12:16	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 12:30	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 12:45	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 12:59	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 13:14	0	0	0	0	0	0

18/3/2013 13:28	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 13:43	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 13:57	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 14:12	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 14:26	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 14:41	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 14:55	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 15:10	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 15:24	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 15:39	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 15:53	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 16:08	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 16:22	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 16:37	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 16:51	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 17:06	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 17:20	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 17:35	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 17:49	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 18:04	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 18:18	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 18:33	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 18:47	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 19:02	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 19:16	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 19:31	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 19:45	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 20:00	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 20:14	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 20:29	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 20:43	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 20:58	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 21:12	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 21:27	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 21:41	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 21:56	0	0	0	0	0	0

18/3/2013 22:11	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 22:25	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 22:40	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 22:54	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 23:09	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 23:23	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 23:38	0	0	0	0	0	0
18/3/2013 23:52	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 0:07	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 0:21	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 0:36	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 0:50	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 1:05	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 1:19	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 1:34	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 1:48	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 2:03	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 2:17	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 2:32	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 2:46	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 3:01	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 3:15	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 3:30	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 3:45	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 3:59	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 4:14	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 4:29	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 4:43	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 4:58	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 5:28	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 5:42	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 5:57	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 6:12	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 6:27	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 6:42	0	0	0	0	0	0

19/3/2013 6:56	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 7:11	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 7:26	2	2	0	0	0	0
19/3/2013 7:41	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 7:55	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 8:10	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 8:24	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 8:39	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 8:53	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 9:08	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 9:22	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 9:37	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 9:51	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 10:06	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 10:20	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 10:35	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 10:49	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 11:04	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 11:19	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 11:33	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 11:48	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 12:02	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 12:17	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 12:31	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 12:46	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 13:00	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 13:15	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 13:29	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 13:44	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 13:58	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 14:13	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 14:27	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 14:42	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 14:56	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 15:11	0	0	0	0	0	0

19/3/2013 15:25	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 15:40	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 15:54	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 16:09	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 16:23	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 16:38	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 16:52	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 17:00	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 17:14	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 17:29	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 17:44	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 17:59	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 18:13	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 18:28	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 18:43	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 18:58	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 19:13	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 19:27	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 19:42	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 19:57	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 20:12	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 20:26	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 20:41	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 20:56	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 21:11	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 21:26	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 21:40	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 21:55	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 22:10	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 22:25	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 22:39	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 22:54	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 23:09	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 23:24	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 23:39	0	0	0	0	0	0
19/3/2013 23:53	0	0	0	0	0	0

20/3/2013 0:08	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 0:23	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 0:38	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 0:53	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 1:07	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 1:22	0	1	1	0	0	0
20/3/2013 1:37	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 1:52	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 2:06	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 2:21	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 2:36	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 2:51	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 3:06	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 3:20	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 3:35	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 3:50	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 4:05	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 4:19	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 4:34	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 4:49	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 5:04	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 5:19	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 5:33	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 5:48	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 6:03	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 6:18	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 6:32	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 6:47	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 7:02	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 7:17	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 7:32	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 7:46	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 8:01	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 8:16	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 8:31	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 8:46	0	0	0	0	0	0

20/3/2013 9:00	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 9:15	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 9:30	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 9:45	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 9:59	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 10:14	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 10:29	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 10:44	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 10:59	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 11:13	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 11:28	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 11:43	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 11:58	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 12:12	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 12:27	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 12:42	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 12:57	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 13:12	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 13:26	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 13:41	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 13:56	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 14:11	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 14:25	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 14:40	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 14:55	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 15:10	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 15:25	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 15:39	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 15:54	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 16:09	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 16:24	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 16:39	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 16:53	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 17:08	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 17:23	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 17:38	0	0	0	0	0	0

20/3/2013 17:52	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 18:07	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 18:22	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 18:37	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 18:52	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 19:06	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 19:21	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 19:36	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 19:51	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 20:05	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 20:20	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 20:35	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 20:50	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 21:05	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 21:19	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 21:34	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 21:49	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 22:04	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 22:18	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 22:33	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 22:48	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 23:03	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 23:18	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 23:32	0	0	0	0	0	0
20/3/2013 23:47	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 0:02	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 0:17	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 0:32	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 0:46	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 1:01	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 1:16	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 1:31	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 1:45	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 2:00	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 2:15	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 2:30	0	0	0	0	0	0

21/3/2013 2:45	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 2:59	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 3:14	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 3:29	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 3:44	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 3:58	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 4:13	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 4:28	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 4:43	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 4:58	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 5:12	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 5:27	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 5:42	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 5:57	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 6:11	0	16	10	0	2	5
21/3/2013 6:26	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 6:41	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 6:56	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 7:11	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 7:25	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 7:40	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 7:55	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 8:10	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 8:24	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 8:39	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 8:54	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 9:09	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 9:24	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 9:38	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 9:53	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 10:08	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 10:23	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 10:38	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 10:52	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 11:07	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 11:22	0	0	0	0	0	0

21/3/2013 11:37	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 11:51	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 12:06	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 12:21	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 12:36	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 12:51	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 13:05	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 13:20	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 13:35	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 13:50	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 14:04	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 14:19	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 14:34	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 14:49	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 15:04	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 15:18	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 15:33	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 15:48	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 16:03	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 16:17	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 16:32	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 16:47	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 17:02	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 17:17	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 17:31	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 17:46	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 18:01	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 18:16	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 18:31	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 18:45	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 19:00	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 19:15	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 19:30	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 19:44	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 19:59	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 20:14	0	0	0	0	0	0

21/3/2013 20:29	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 20:44	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 20:58	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 21:13	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 21:28	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 21:43	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 21:57	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 22:12	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 22:27	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 22:42	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 22:57	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 23:11	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 23:26	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 23:41	0	0	0	0	0	0
21/3/2013 23:56	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 0:10	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 0:25	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 0:40	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 0:55	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 1:10	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 1:24	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 1:39	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 1:54	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 2:09	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 2:24	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 2:38	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 2:53	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 3:08	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 3:23	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 3:37	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 3:52	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 4:07	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 4:22	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 4:37	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 4:51	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 5:06	0	0	0	0	0	0

22/3/2013 5:21	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 5:36	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 5:50	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 6:05	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 6:20	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 6:35	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 6:50	0	5	5	3	3	3
22/3/2013 7:04	0	5	5	0	0	0
22/3/2013 7:19	0	5	5	0	3	1
22/3/2013 7:34	0	4	4	2	3	2
22/3/2013 7:49	0	5	5	2	3	0
22/3/2013 8:03	0	5	5	0	0	0
22/3/2013 8:18	0	7	7	0	0	3
22/3/2013 8:33	16	0	0	0	10	2
22/3/2013 8:48	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 9:03	10	0	0	0	10	0
22/3/2013 9:17	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 9:32	7	0	0	0	7	0
22/3/2013 9:47	3	0	0	0	3	0
22/3/2013 10:02	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 10:17	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 10:31	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 10:46	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 11:01	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 11:16	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 11:30	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 11:45	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 12:00	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 12:15	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 12:30	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 12:44	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 12:59	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 13:14	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 13:30	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 13:43	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 13:58	0	0	0	0	0	0

22/3/2013 14:13	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 14:30	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 14:43	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 14:57	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 15:12	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 15:27	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 15:42	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 15:56	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 16:11	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 16:26	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 16:41	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 16:56	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 17:25	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 17:40	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 17:55	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 18:10	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 18:30	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 18:39	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 18:47	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 19:09	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 19:23	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 19:38	2	0	0	0	2	0
22/3/2013 19:53	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 20:08	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 20:37	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 20:52	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 21:07	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 21:22	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 21:36	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 21:51	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 22:06	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 22:36	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 22:50	1	0	0	0	1	0
22/3/2013 23:05	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 23:20	0	0	0	0	0	0
22/3/2013 23:35	2	0	0	0	2	0

22/3/2013 23:49	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 0:04	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 0:19	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 0:34	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 0:49	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 1:03	2	0	0	0	2	0
23/3/2013 1:33	1	0	0	0	1	1
23/3/2013 1:48	1	12	12	9	1	11
23/3/2013 2:03	4	0	0	0	4	0
23/3/2013 2:32	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 2:47	1	0	0	0	1	0
23/3/2013 3:02	5	0	0	0	5	0
23/3/2013 3:16	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 3:31	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 3:46	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 4:01	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 4:16	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 4:30	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 4:45	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 5:00	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 5:15	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 5:29	6	0	0	0	6	0
23/3/2013 5:44	1	0	0	0	1	0
23/3/2013 5:59	1	0	0	0	1	0
23/3/2013 6:14	1	0	0	0	1	0
23/3/2013 6:29	1	0	0	0	1	2
23/3/2013 6:43	1	0	0	0	1	0
23/3/2013 6:58	7	0	0	0	7	1
23/3/2013 7:13	3	0	0	0	3	0
23/3/2013 7:28	8	0	0	0	8	0
23/3/2013 7:57	5	0	0	0	5	2
23/3/2013 8:12	3	0	0	0	3	0
23/3/2013 8:27	11	0	0	4	11	4
23/3/2013 8:42	7	0	0	0	7	0
23/3/2013 8:56	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 9:11	4	0	0	0	4	0

23/3/2013 9:26	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 9:41	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 9:56	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 10:10	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 10:25	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 10:40	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 10:55	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 11:09	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 11:24	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 11:39	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 11:54	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 12:09	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 12:23	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 12:38	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 12:53	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 13:08	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 13:22	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 13:37	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 13:52	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 14:07	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 14:22	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 14:32	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 14:51	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 15:06	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 15:21	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 15:35	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 15:50	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 16:05	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 16:20	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 16:35	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 16:49	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 17:04	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 17:19	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 17:34	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 17:49	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 18:03	1	0	0	0	0	0

23/3/2013 18:18	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 18:33	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 18:48	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 19:02	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 19:17	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 19:32	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 19:47	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 20:02	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 20:16	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 20:31	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 20:46	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 21:01	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 21:15	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 21:30	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 21:45	2	0	0	0	0	0
23/3/2013 22:00	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 22:15	3	0	0	0	0	0
23/3/2013 22:29	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 22:44	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 22:59	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 23:14	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 23:28	2	0	0	0	0	0
23/3/2013 23:43	0	0	0	0	0	0
23/3/2013 23:58	2	0	0	0	0	0
24/3/2013 0:13	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 0:28	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 0:42	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 0:57	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 1:12	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 1:27	1	0	0	0	0	0
24/3/2013 1:42	2	0	0	0	0	0
24/3/2013 1:56	9	0	0	0	0	0
24/3/2013 2:11	1	0	0	0	0	0
24/3/2013 2:26	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 2:41	2	0	0	0	0	0
24/3/2013 2:55	1	0	0	0	0	0

24/3/2013 3:10	19	0	0	0	0	0
24/3/2013 3:25	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 3:45	14	0	0	0	0	0
24/3/2013 3:55	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 4:09	15	0	0	0	0	0
24/3/2013 4:24	15	0	0	0	0	0
24/3/2013 4:39	15	0	0	0	0	0
24/3/2013 4:54	20	0	0	0	0	0
24/3/2013 5:08	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 5:23	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 5:38	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 5:53	15	0	0	0	0	0
24/3/2013 6:08	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 6:22	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 6:37	16	0	0	0	0	0
24/3/2013 6:52	24	0	0	0	0	0
24/3/2013 7:07	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 7:21	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 7:36	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 7:51	26	0	0	0	0	0
24/3/2013 8:06	17	0	0	0	0	0
24/3/2013 8:21	3	0	0	0	0	0
24/3/2013 8:35	2	0	0	0	0	0
24/3/2013 8:50	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 9:05	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 9:20	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 9:35	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 9:49	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 10:04	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 10:19	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 10:34	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 10:48	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 11:03	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 11:13	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 11:33	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 11:48	0	0	0	0	0	0

24/3/2013 12:02	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 12:17	0	0	3	0	0	0
24/3/2013 12:32	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 12:47	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 13:01	0	0	5	0	0	2
24/3/2013 13:16	0	0	3	0	3	0
24/3/2013 13:31	0	0	2	0	0	0
24/3/2013 13:46	0	0	2	0	0	0
24/3/2013 14:01	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 14:15	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 14:30	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 14:45	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 15:00	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 15:14	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 15:29	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 15:44	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 16:00	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 16:14	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 16:28	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 16:43	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 16:58	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 17:13	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 17:28	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 17:42	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 17:57	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 18:12	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 18:27	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 18:41	0	0	18	6	4	3
24/3/2013 18:56	0	0	6	0	0	0
24/3/2013 19:11	0	0	6	3	0	6
24/3/2013 19:26	0	0	7	0	4	0
24/3/2013 19:41	4	0	7	0	0	0
24/3/2013 19:55	0	0	30	6	4	5
24/3/2013 20:10	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 20:22	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 20:40	0	0	0	0	0	0

24/3/2013 20:54	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 21:09	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 21:24	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 21:39	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 21:54	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 22:08	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 22:23	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 22:38	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 22:53	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 23:07	4	0	0	0	0	0
24/3/2013 23:22	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 23:37	0	0	0	0	0	0
24/3/2013 23:52	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 0:07	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 0:21	0	0	1	0	0	0
25/3/2013 0:36	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 0:51	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 1:06	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 1:21	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 1:35	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 1:55	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 2:05	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 2:20	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 2:34	0	0	5	0	0	3
25/3/2013 2:49	0	0	1	0	0	0
25/3/2013 3:04	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 3:19	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 3:34	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 3:48	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 4:03	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 4:18	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 4:33	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 4:47	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 5:02	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 5:17	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 5:32	0	0	0	0	0	0

25/3/2013 5:47	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 6:01	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 6:16	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 6:31	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 6:46	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 7:00	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 7:15	0	0	25	0	6	0
25/3/2013 7:30	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 7:45	0	0	0	0	0	6
25/3/2013 8:00	28	0	0	4	0	0
25/3/2013 8:14	2	0	0	0	0	0
25/3/2013 8:29	2	0	0	0	0	0
25/3/2013 8:44	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 8:59	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 9:13	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 9:28	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 9:43	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 9:58	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 10:13	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 10:27	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 10:42	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 10:57	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 11:12	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 11:27	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 11:41	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 11:56	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 12:11	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 12:26	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 12:40	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 12:55	0	0	2	0	0	0
25/3/2013 13:10	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 13:22	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 13:44	0	0	2	3	0	0
25/3/2013 13:54	0	0	3	0	0	0
25/3/2013 14:09	0	0	2	0	0	0
25/3/2013 14:24	0	0	1	0	3	0

25/3/2013 14:39	0	0	4	0	0	4
25/3/2013 14:53	0	0	4	0	0	0
25/3/2013 15:08	0	0	3	0	3	0
25/3/2013 15:23	0	0	1	0	0	0
25/3/2013 15:38	0	0	3	0	0	0
25/3/2013 15:53	0	0	1	0	0	0
25/3/2013 16:07	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 16:22	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 16:37	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 16:52	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 17:06	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 17:21	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 17:36	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 17:51	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 18:06	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 18:20	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 18:35	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 18:50	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 19:05	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 19:20	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 19:34	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 19:49	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 20:04	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 20:19	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 20:33	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 20:48	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 21:03	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 21:18	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 21:33	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 21:47	1	0	0	0	0	0
25/3/2013 22:02	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 22:17	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 22:32	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 22:46	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 23:01	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 23:16	0	0	0	0	0	0

25/3/2013 23:31	0	0	0	0	0	0
25/3/2013 23:46	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 0:00	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 0:15	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 0:30	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 0:45	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 0:59	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 1:14	5	0	0	0	0	0
26/3/2013 1:29	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 1:44	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 1:59	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 2:13	0	0	2	0	0	0
26/3/2013 2:28	4	0	2	0	0	0
26/3/2013 2:43	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 2:58	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 3:13	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 3:27	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 3:42	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 3:57	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 4:12	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 4:26	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 4:41	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 4:56	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 5:11	1	0	1	0	0	0
26/3/2013 5:26	5	0	1	0	0	0
26/3/2013 5:40	0	0	1	0	0	0
26/3/2013 5:55	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 6:10	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 6:25	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 6:39	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 6:54	3	0	0	0	3	0
26/3/2013 7:09	2	0	0	0	0	4
26/3/2013 7:24	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 7:39	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 7:53	1	0	0	0	0	0
26/3/2013 8:08	1	0	0	0	0	0

26/3/2013 8:23	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 8:38	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 8:52	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 9:07	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 9:22	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 9:37	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 9:52	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 10:06	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 10:21	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 10:36	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 10:51	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 11:06	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 11:20	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 11:35	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 11:50	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 12:05	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 12:19	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 12:34	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 12:49	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 13:04	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 13:19	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 13:33	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 13:48	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 14:03	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 14:18	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 14:32	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 14:47	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 15:02	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 15:17	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 15:32	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 15:46	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 16:01	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 16:16	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 16:31	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 16:45	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 17:00	0	0	0	0	0	0

26/3/2013 17:15	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 17:30	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 17:45	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 17:59	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 18:14	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 18:29	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 18:44	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 18:59	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 19:13	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 19:28	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 19:43	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 19:58	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 20:12	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 20:27	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 20:42	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 20:57	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 21:12	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 21:26	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 21:41	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 21:56	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 22:11	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 22:25	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 22:40	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 22:55	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 23:10	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 23:25	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 23:39	0	0	0	0	0	0
26/3/2013 23:54	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 0:09	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 0:24	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 0:38	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 0:53	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 1:08	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 1:23	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 1:38	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 1:52	0	0	0	0	0	0

27/3/2013 2:07	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 2:22	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 2:37	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 2:52	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 3:06	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 3:21	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 3:36	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 3:51	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 4:05	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 4:20	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 4:35	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 4:50	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 5:05	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 5:19	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 5:34	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 5:49	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 6:04	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 6:18	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 6:33	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 6:48	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 7:03	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 7:18	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 7:32	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 7:47	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 8:02	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 8:17	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 8:31	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 8:46	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 9:01	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 9:16	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 9:31	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 9:45	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 10:00	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 10:15	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 10:30	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 10:45	0	0	0	0	0	0

27/3/2013 10:59	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 11:14	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 11:29	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 11:44	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 11:58	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 12:13	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 12:28	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 12:43	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 12:58	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 13:12	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 13:27	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 13:42	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 13:57	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 14:11	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 14:26	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 14:41	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 14:56	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 15:11	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 15:25	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 15:40	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 15:55	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 16:10	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 16:24	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 16:39	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 16:54	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 17:09	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 17:24	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 17:38	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 17:53	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 18:08	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 18:23	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 18:38	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 18:52	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 19:07	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 19:22	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 19:37	0	0	0	0	0	0

27/3/2013 19:51	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 20:06	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 20:21	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 20:36	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 20:51	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 21:05	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 21:20	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 21:35	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 21:50	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 22:04	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 22:19	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 22:34	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 22:49	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 23:04	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 23:18	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 23:33	0	0	0	0	0	0
27/3/2013 23:48	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 0:03	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 0:17	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 0:32	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 0:47	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 1:02	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 1:17	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 1:31	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 1:46	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 2:01	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 2:16	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 2:31	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 2:45	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 3:00	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 3:15	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 3:30	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 3:44	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 3:59	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 4:14	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 4:29	0	0	0	0	0	0

28/3/2013 4:44	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 4:58	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 5:13	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 5:28	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 5:43	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 5:57	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 6:12	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 6:27	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 6:42	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 6:57	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 7:11	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 7:26	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 7:41	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 7:56	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 8:10	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 8:25	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 8:40	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 8:55	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 9:10	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 9:24	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 9:42	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 9:54	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 10:09	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 10:24	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 10:38	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 10:53	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 11:13	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 11:23	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 11:37	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 11:52	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 12:07	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 12:22	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 12:37	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 12:51	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 13:06	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 13:21	0	0	0	0	0	0

28/3/2013 13:36	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 13:50	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 14:05	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 14:20	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 14:35	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 14:50	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 15:04	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 15:19	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 15:34	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 15:49	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 16:03	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 16:18	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 16:32	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 16:48	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 17:02	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 17:17	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 17:32	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 17:42	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 18:02	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 18:17	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 18:31	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 18:46	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 19:01	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 19:16	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 19:30	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 19:45	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 20:00	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 20:15	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 20:30	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 20:44	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 20:59	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 21:14	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 21:29	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 21:43	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 21:58	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 22:13	0	0	0	0	0	0

28/3/2013 22:30	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 22:43	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 22:57	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 23:12	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 23:27	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 23:42	0	0	0	0	0	0
28/3/2013 23:56	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 0:11	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 0:26	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 0:41	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 0:56	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 1:10	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 1:25	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 1:40	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 1:55	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 2:10	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 2:24	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 2:39	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 2:54	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 3:09	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 3:23	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 3:38	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 3:53	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 4:08	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 4:23	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 4:37	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 4:52	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 5:07	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 5:22	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 5:36	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 5:51	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 6:06	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 6:21	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 6:36	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 6:50	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 7:05	0	0	0	0	0	0

29/3/2013 7:15	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 7:35	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 7:49	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 8:04	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 8:19	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 8:30	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 8:40	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 8:58	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 9:30	0	0	0	4	0	0
29/3/2013 9:44	0	0	0	4	0	0
29/3/2013 9:59	0	0	0	3	0	0
29/3/2013 10:14	16	0	0	1	0	0
29/3/2013 10:29	19	0	0	1	0	0
29/3/2013 10:44	7	0	0	0	0	0
29/3/2013 10:58	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 11:13	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 11:27	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 11:42	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 11:56	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 12:11	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 12:25	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 12:40	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 12:54	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 13:09	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 13:23	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 13:38	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 13:52	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 14:07	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 14:21	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 14:36	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 14:50	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 15:05	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 15:20	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 15:34	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 15:49	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 16:03	0	0	0	0	0	0

29/3/2013 16:18	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 16:32	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 16:47	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 17:01	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 17:16	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 17:30	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 17:45	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 17:59	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 18:14	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 18:28	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 18:43	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 18:57	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 19:12	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 19:26	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 19:41	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 19:55	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 20:10	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 20:24	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 20:39	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 20:53	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 21:08	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 21:22	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 21:37	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 21:51	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 22:06	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 22:20	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 22:35	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 22:49	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 23:04	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 23:18	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 23:33	0	0	0	0	0	0
29/3/2013 23:47	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 0:02	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 0:16	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 0:31	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 0:45	0	0	0	0	0	0

30/3/2013 1:00	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 1:14	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 1:29	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 1:43	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 1:58	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 2:12	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 2:27	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 2:41	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 2:56	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 3:10	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 3:25	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 3:39	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 3:54	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 4:08	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 4:23	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 4:37	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 4:52	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 5:06	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 5:21	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 5:35	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 5:50	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 6:05	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 6:19	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 6:34	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 6:48	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 7:03	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 7:17	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 7:32	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 7:46	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 8:01	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 8:15	0	0	0	0	0	0
30/3/2013 8:30				0	0	0
30/3/2013 8:44				0	0	0
30/3/2013 8:59				0	0	0
30/3/2013 9:13				0	0	0
30/3/2013 9:28				0	0	0

30/3/2013 9:42				0	0	0
30/3/2013 9:57				0	0	0
30/3/2013 10:11				0	0	0
30/3/2013 10:26				0	0	0
30/3/2013 10:40				0	0	0
30/3/2013 10:55				0	0	0
30/3/2013 11:09				0	0	0
30/3/2013 11:24				0	0	0
30/3/2013 11:38				0	0	0
30/3/2013 11:53				0	0	0
30/3/2013 12:07				0	0	0
30/3/2013 12:22				0	0	0
30/3/2013 12:36				0	0	0
30/3/2013 12:51				0	0	0
30/3/2013 13:05				0	0	0
30/3/2013 13:20				0	0	0
30/3/2013 13:34				0	0	0
30/3/2013 13:49				0	0	0
30/3/2013 14:03				0	0	0
30/3/2013 14:18				0	0	0
30/3/2013 14:32				0	0	0
30/3/2013 14:47				0	0	0
30/3/2013 15:01				0	0	0
30/3/2013 15:16				0	0	0
30/3/2013 15:30				0	0	0
30/3/2013 15:45				0	0	0
30/3/2013 15:59				0	0	0
30/3/2013 16:14				0	0	0
30/3/2013 16:28				0		
30/3/2013 16:43				0		
30/3/2013 16:57				0		
30/3/2013 17:12				0		
30/3/2013 17:26				0		
30/3/2013 17:41				0		
30/3/2013 17:55				0		
30/3/2013 18:10				0		

30/3/2013 18:24				0		
30/3/2013 18:39				0		
30/3/2013 18:53				0		
30/3/2013 19:08				0		
30/3/2013 19:22				0		
30/3/2013 19:37				0		
30/3/2013 19:51				0		
30/3/2013 20:06				0		
30/3/2013 20:21				0		
30/3/2013 20:35				0		
30/3/2013 20:50				0		
30/3/2013 21:04				0		
30/3/2013 21:19				0		
30/3/2013 21:33				0		
30/3/2013 21:48				0		
30/3/2013 22:02				0		
30/3/2013 22:17				0		
30/3/2013 22:31				0		
30/3/2013 22:46				0		
30/3/2013 23:00				0		
30/3/2013 23:15				0		
30/3/2013 23:29				0		
30/3/2013 23:44				0		
30/3/2013 23:58				0		
31/3/2013 0:13				0		
31/3/2013 0:27				0		
31/3/2013 0:42				0		
31/3/2013 0:56				0		
31/3/2013 1:11				0		
31/3/2013 1:25				0		
31/3/2013 1:40				0		
31/3/2013 1:54				0		
31/3/2013 2:09				0		
31/3/2013 2:23				0		
31/3/2013 2:38				0		
31/3/2013 2:52				0		

31/3/2013 3:07				0		
31/3/2013 3:21				0		
31/3/2013 3:36				0		
31/3/2013 3:50				0		
31/3/2013 4:05				0		
31/3/2013 4:19				0		
31/3/2013 4:34				0		
31/3/2013 4:48				0		
31/3/2013 5:03				0		
31/3/2013 5:17				0		
31/3/2013 5:32				0		
31/3/2013 5:46				0		
31/3/2013 6:01				0		
31/3/2013 6:15				0		
31/3/2013 6:30				0		
31/3/2013 6:44				0		
31/3/2013 6:59				0		
31/3/2013 7:13				0		
31/3/2013 7:28				0		
31/3/2013 7:42				0		
31/3/2013 7:57				0		
31/3/2013 8:11				0		
31/3/2013 8:26				0		
31/3/2013 8:40				0		
31/3/2013 8:55				0		
31/3/2013 9:09				0		
31/3/2013 9:24				0		
31/3/2013 9:38				0		
31/3/2013 9:53				0		
31/3/2013 10:07				0		
31/3/2013 10:22				0		
31/3/2013 10:36				0		
31/3/2013 10:51				0		
31/3/2013 11:06				0		
31/3/2013 11:20				0		
31/3/2013 11:35				0		

31/3/2013 11:49				0		
31/3/2013 12:04				0		
31/3/2013 12:18				0		
31/3/2013 12:33				0		
31/3/2013 12:47				0		
31/3/2013 13:02				0		
31/3/2013 13:16				0		
31/3/2013 13:31				0		
31/3/2013 13:45				0		
31/3/2013 14:00				0		
31/3/2013 14:14				0		
31/3/2013 14:29				0		
31/3/2013 14:43				0		
31/3/2013 14:58				0		
31/3/2013 15:12				0		
31/3/2013 15:27				0		
31/3/2013 15:41				0		
31/3/2013 15:56				0		
31/3/2013 16:10				0		
31/3/2013 16:25				0		
31/3/2013 16:39				0		
31/3/2013 16:54				0		
31/3/2013 17:08				0		
31/3/2013 17:23				0		
31/3/2013 17:37				0		
31/3/2013 17:52				0		
31/3/2013 18:06				0		
31/3/2013 18:21				0		
31/3/2013 18:35				0		
31/3/2013 18:50				0		
31/3/2013 19:04				0		
31/3/2013 19:19				0		
31/3/2013 19:33				0		
31/3/2013 19:48				0		
31/3/2013 20:02				0		
31/3/2013 20:17				0		

31/3/2013 20:31				0		
31/3/2013 20:46				0		
31/3/2013 21:00				0		
31/3/2013 21:15				0		
31/3/2013 21:29				0		
31/3/2013 21:44				0		
31/3/2013 21:58				0		
31/3/2013 22:13				0		
31/3/2013 22:27				0		
31/3/2013 22:42				0		
31/3/2013 22:56				0		
31/3/2013 23:11				0		
31/3/2013 23:25				0		
31/3/2013 23:40				0		
31/3/2013 23:54				0		