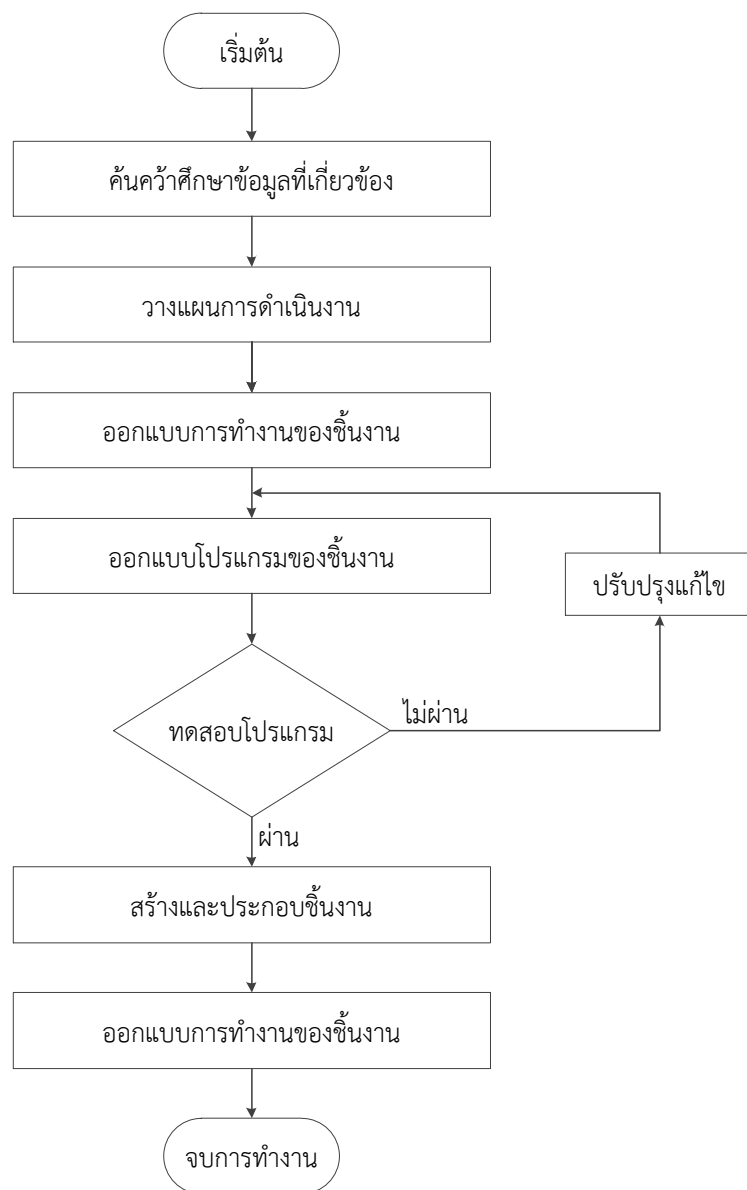


### บทที่ 3

#### ขั้นตอนการดำเนินการ

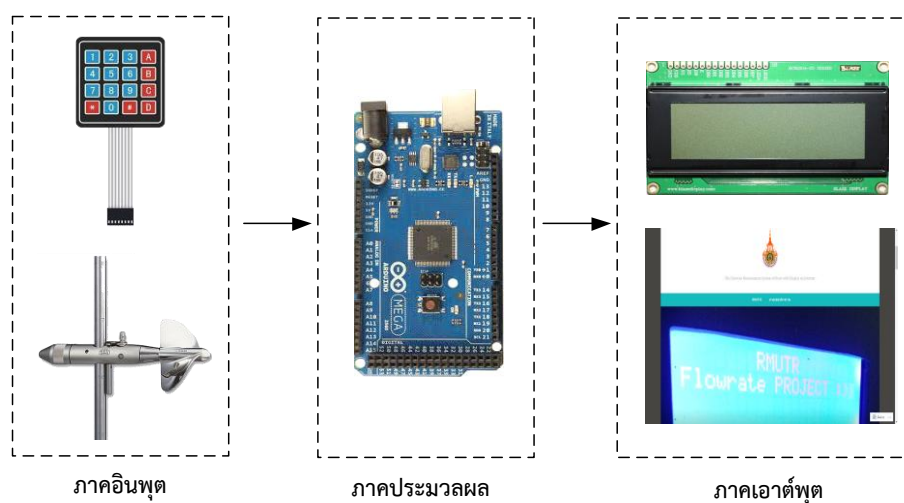
##### 3.1 ขั้นตอนการออกแบบและวิธีดำเนินการ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบวัดอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตสามารถอธิบายหลักการทำงานตามในส่วนของแผนผังการทำงานแบบมีเงื่อนไขนั้นเป็นการวางแผนการเพื่อให้สามารถเรียงลำดับการดำเนินงานได้อย่างถูกต้องโดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเพื่อให้เกิดการผิดพลาดน้อยที่สุดเมื่อลงมือปฏิบัติงานจริง และดำเนินการขั้นตอนถัดไปดังรูปภาพที่ 3-1

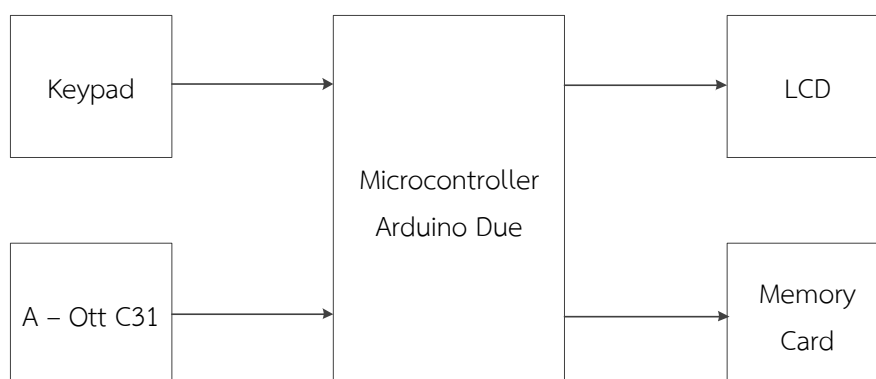


ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการออกแบบโครงงาน

### 3.2 โครงสร้างภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 3-2 ระบบควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 3-3 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

จากภาพที่3-2 และ3-3 เป็นชุดควบคุมการทำงานมีไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ภาคอินพุต ทำหน้าที่เป็นส่วนรับข้อมูลเข้ามาประมวลผล เป็นการรับค่าจากเครื่องวัดกระแสน้ำแบบใบพัด และคีย์แพด
2. ภาคประมวลผล ค่าที่กำหนดจากคีย์แพด และเครื่องวัดกระแสน้ำแบบใบพัดที่หมุนได้ ถูกส่งไปประมวลในภาคประมวลผล ภาคประมวลผลทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับเข้าจากภาคอินพุต โดยใช้โปรแกรมอาดยุโน้ และใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเชื่อมต่อระหว่างคีย์แพด และเครื่องวัดกระแสน้ำแบบใบพัด
3. ภาคเอาต์พุต ทำหน้าที่รับคำสั่งจากภาคประมวลผลแล้วทำตามคำสั่งที่ได้รับมาจากโปรแกรมอาดยุโน้ ในส่วนของภาคประมวลผล แล้วค่าที่ได้สำเร็จแล้วนั้นจะถูกส่งไปแสดงที่จอแสดงผลลิกเหลวแอลซีดี และเว็บไซต์

### 3.3 คุณสมบัติทั่วไปของอุปกรณ์

#### 3.3.1 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31



ภาพที่ 3-4 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31

เมื่อมีกระแสน้ำไหลใบพัดจะหมุน เมื่อใบพัดหมุนไปได้ 1 รอบ แม่เหล็กที่ปลายกระบอกใบพัดจะดูดหน้าสัมผัสที่อยู่ในตัวเครื่องให้ต่อกัน แล้วส่งผ่านขึ้นมาทางสายสัญญาณมายังเครื่องอ่านค่ากระแสน้ำแบบใบพัด จากนั้นจะถูกคำนวณค่าอัตราการไหลของกระแสก็จะมีตัวเลขแสดงขึ้นทางหน้าจอแสดงผลหลักเหลว แสดงได้ดังภาพที่ 3-4

ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31

Operating voltage range : max. 9V DC	Size dia. x length : $\varnothing 35 \times 310$ mm
Material- meter body : brass - al Ni 8 mt	Material – propeller : gal Ni 12 high glossalternative - plastic - Hostaform C
Weight : 1.26 kg	Current meter : 1 pulse/revolution

### 3.3.2 คีย์แพด (Keypad 4x4)

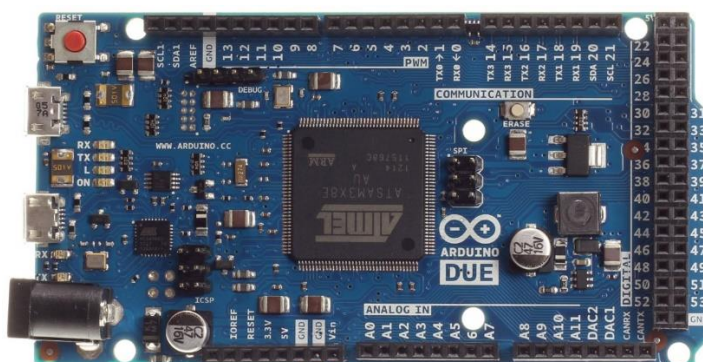


ภาพที่ 3-5 คีย์แพด (Keypad)

ตารางที่ 3-2 คุณสมบัติของคีย์แพด (Keypad)

Maximum Rating : 24 VDC. 30 mA	Features : Ultra-thin design
Interface : 8-pin access to 4x4 matrix	Features : Easy interface to any microcontroller
Operating temperature : 32 to 122 °F (0 to 50°C)	Dimensions : Keypad, 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm) Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.8 cm)

### 3.3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due



ภาพที่ 3-6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาδυโนที่เปลี่ยนชิป MCU ใหม่ ซึ่งจากเดิมเป็นตระกูล AVR เปลี่ยนเป็นเบอร์ AT91SAM3X8E (ตระกูล ARM Cortex-M3) แทนทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น แต่ยังคงรูปแบบโค้ดโปรแกรมของอาδυโนที่ง่ายอยู่ แสดงได้ดังภาพที่ 3-6

ตารางที่ 3-3 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due

Microcontroller : AT91SAM3X8E	Operating Voltage : 3.3V
Input Voltage (recommended) : 7-12V	Input Voltage (limits) : 6-20V
Analog Input Pins : 12	Clock Speed : 84 MHz
DC Current for 5V PinPin : 800 mA	DC Current for 3.3V Pin : 800 mA
SRAM : 96 KB	Digital I/O Pins : 54 (of which 12 provide PWM output)
Size : 101.52 x 53.3 mm	Weight : 36 g

### 3.3.4 โมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล Data Logger Shield

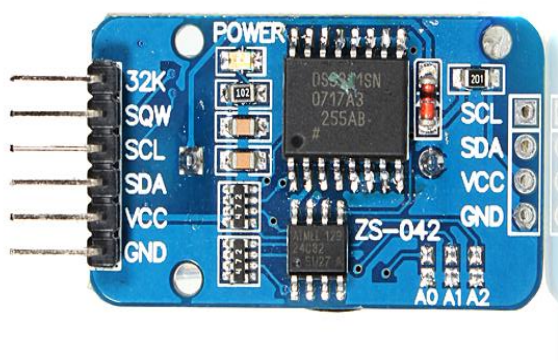


ภาพที่ 3-7 โมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล Data Logger Shield

ตารางที่ 3-4 คุณสมบัติของโมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล Data Logger Shield

Real time clock (RTC)	SD card interface works with FAT16 or FAT32 formatted cards.
Onboard 3.3v regulator is both a reliable reference voltage and also reliably runs SD cards that require a lot of power to run	Arduino Due compatible - 12 analog inputs (12-bit)
Arduino Mega or ATmega2560 compatible - 16 analog inputs (10-bit)	Arduino UNO or ATmega328 compatible - 4 analog channels at 10 bit resolution, 6 if RTC is not used

### 3.3.5 โมดูลนาฬิกา DS3231

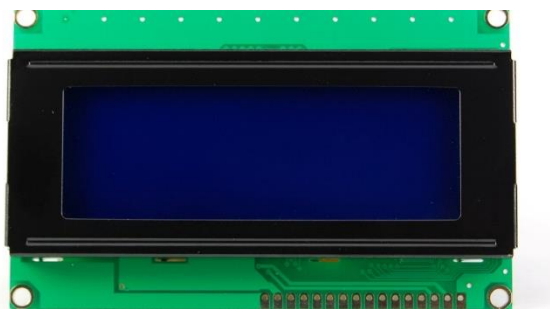


ภาพที่ 3-8 โมดูลนาฬิกา DS3231

ตารางที่ 3-5 คุณสมบัติของโมดูลนาฬิกา DS3231

Two calendars and alarm clock	Real-time clock chip: DS3231
Real time clock generator for seconds, minutes, hours, day, date, month, and year timing	Battery socket compatible with LIR2032 batteries
Can be connected directly to the microcontroller IO ports	Valid until 2100 with leap year compensation

### 3.3.6 จอแสดงผลผลึกเหลวแอลซีดี 20x4



ภาพที่ 3-9 จอแสดงผลผลึกเหลวแอลซีดี 20x4

จากภาพที่ 3-9 จอแสดงผลผลึกเหลวแบบแสดงผลเป็นตัวอักษร Character LCD และขาในการเชื่อมต่อระหว่างจอแสดงผลผลึกเหลวแอลซีดี กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์มีดังนี้

1. GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่างกราวด์ ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ จอแสดงผลผลึกเหลว

2. VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับแอลซีดีขนาด +5VDC

3. VO ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแอลซีดี

4. RS ใช้บอกให้แอลซีดีคอนโทรลเลอร์ ทราบว่าโค้ดที่ส่งมาทางขาเดต้าเป็นคำสั่งหรือข้อมูล

5. RW ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับแอลซีดีคอนโทรลเลอร์

6. E เป็นขา Enable หรือ Chips Select เพื่อกำหนดการทำงานให้กับแอลซีดีคอนโทรลเลอร์

7-14. DB0-DB7 เป็นขาสัญญาณเดต้า 8 บิต ใช้สำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูล/คำสั่ง

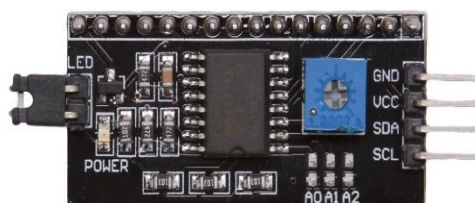
15. A (LED+) เป็นขา VCC สำหรับ LED backlight (5 โวลต์)

16. K (LED-) เป็นขา GND สำหรับ LED backlight (กราวด์)

ตารางที่ 3-6 คุณสมบัติของจอแสดงผลผลึกเหลวแอลซีดี 20x4

Operating Temp. : 0°C - 50°C	Storage Temp. : -40 to +85 °C
Display Format : 20 characters × 4 lines	Display Fonts : 5 × 8 dots (1 character)
Weight : 65g	Operating temperature : -40 to +85 °C
Backlight : Blue	Vibration : 10-55-10 Hz

### 3.3.7 โมดูลแปลงสัญญาณอนุกรม Serial I<sup>2</sup>C แอลซีดี



ภาพที่ 3-10 โมดูลแปลงสัญญาณอนุกรม Serial I<sup>2</sup>C แอลซีดี

โมดูลแสดงผลแบบแอลซีดี เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงข้อความตัวเลขหรือตัวอักษรแบบ 2 หรือ 4 บรรทัด จำนวน 16 หรือ 20 ตำแหน่งต่อบรรทัดได้แก่ 16x2 20x2 และ 20x4 เป็นต้น และขนาดของตัวอักษรที่พบเห็นได้บ่อย คือ 5x7, 5x8 และ 5x10 จุด (dot matrix) โมดูลแอลซีดี โดยทั่วไปมักนิยมใช้การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบขนาน (parallel) สำหรับรับส่งข้อมูลทีละ 8 บิต หรือ 4 บิต และยังต้องใช้ขาสัญญาณควบคุมอีกคือ Enable, R/W, RS

ตารางที่ 3-7 คุณสมบัติของโมดูลแปลงสัญญาณอนุกรม Serial I<sup>2</sup>C แอลซีดี

Serial I <sup>2</sup> C LCD modules	
Input Voltage : -0.3 to VDD +0.3V	Supply Current : 0.5 to 1.5 mA
Input High Volt. : 0.7 VDD to VDD V	Input Low Volt. : VSS to 0.3 VDD V
Supply Voltage (Logic) : -0.3 to 5.5 V	Supply Voltage (LCD) : VDD-7.0 to VDD+0.3
Operating Temp. : -20 to 70 °C	Storage Temp. : -30 to 80 °C

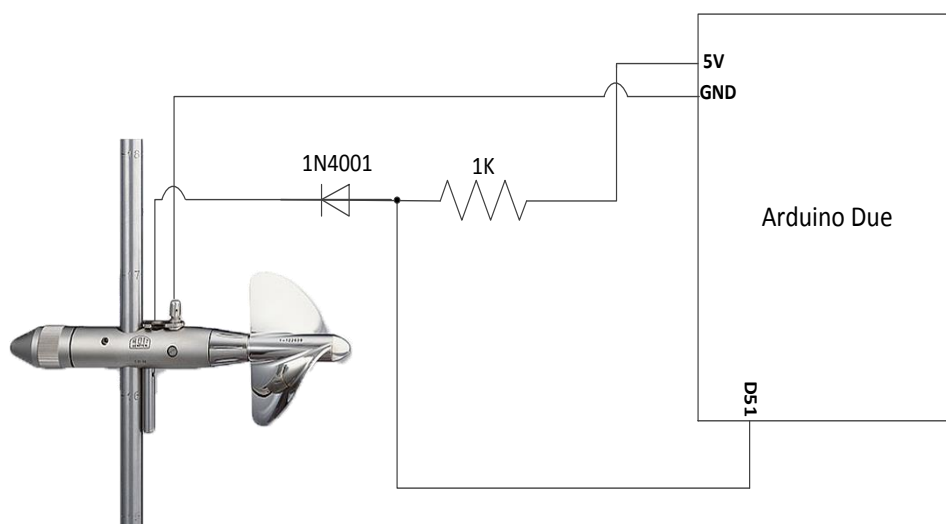
### 3.4 การออกแบบวงจรที่ใช้ในระบบ

ในการทำโครงการมีการออกแบบวงจรแสดงค่าจ่อแอลซีดีวงจรการสื่อสารกับโมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล (Data Logger Shield) วงจรการสื่อสารกับคีย์แพด และวงจรการสื่อสารกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31

#### 3.4.1 วงจรสื่อสารกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31

ในการต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 มีวิธีการดังนี้ ขา 51 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อรวมเข้ากับไดโอดและตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกันไว้ ส่วนปลายขาของตัวต้านทานต่อเข้ากับขา 5 โวลต์ ของ และขากราวด์ต่อเข้ากับสายสีดำของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด แสดงได้ดังภาพที่ 3-11

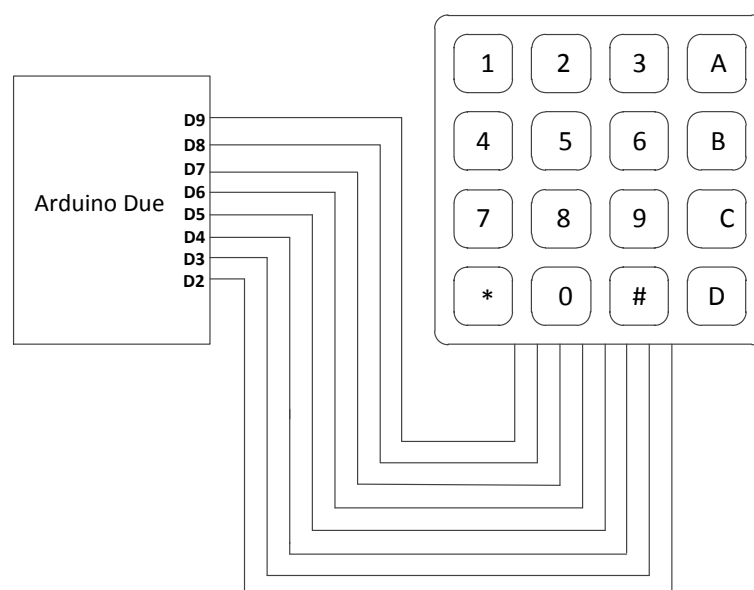




ภาพที่ 3-11 การต่อวงจรสื่อสารกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A-OTT C31

### 3.4.2 วงจรการสื่อสารกับคีย์แพด

ปุ่มกดที่นอกเหนือจากตัวเลขที่ใช้พิมพ์ค่าต่างๆแล้ว ยังมีตัวอักษรภาษาอังกฤษนั้นยังใช้ในการบันทึกค่าหรือลบค่า และยังเป็นลูกศรอีกด้วย ขาของคีย์แพดทั้ง 8 นั้น ถ้ามองจากด้านหน้า และนับจากซ้ายไปขวา จะเป็นหมายเลข 1-8 ตามลำดับ โดยที่ขา 1-4 จะเป็นขาสำหรับแถวแนวนอน (Rows) และขา 5-8 จะเป็นขาแนวตั้ง (Columns) ในการต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due มีวิธีการดังนี้ จะต้องต่อขาแนวนอน (ขาหมายเลข 1-4 นับจากซ้ายไปขวา) ของอุปกรณ์คีย์แพด 4x4 ไปยังขา 9 8 7 และ 6 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และขาแนวตั้ง (ขาหมายเลข 5-8 นับจากซ้ายไปขวา) ของอุปกรณ์คีย์แพด 4x4 ไปยังขา 5 4 3 และ 2 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงได้ดังภาพที่ 3-12

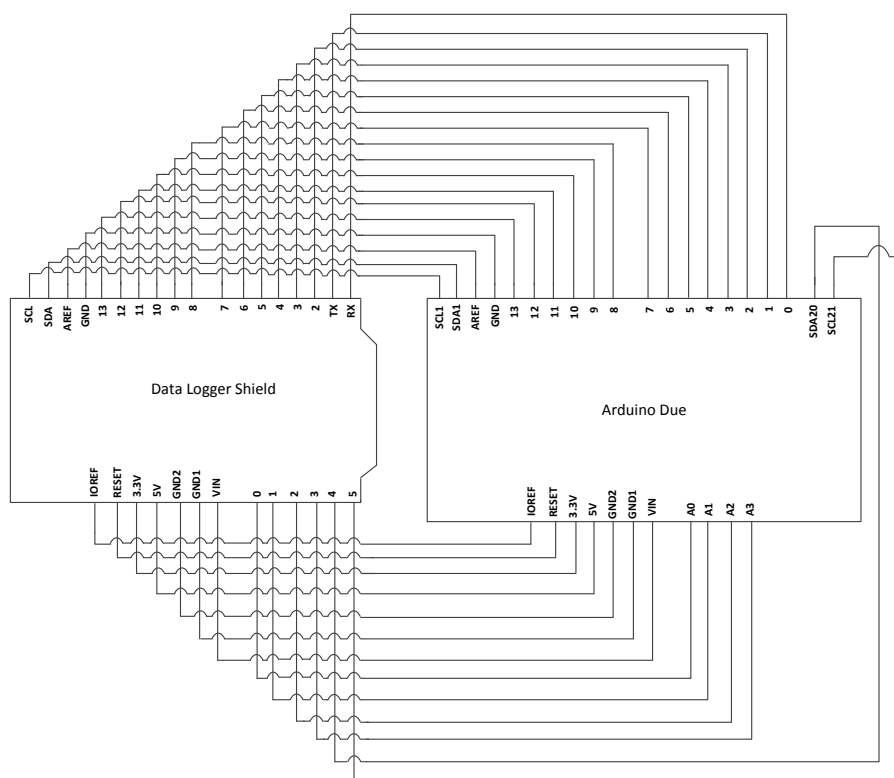


ภาพที่ 3-12 การต่อวงจรการสื่อสารกับคีย์แพด

### 3.4.3 วงจรการสื่อสารกับโมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล Data Logger Shield

จากภาพ 3-13 ใช้ในการเก็บค่าหรือบันทึกค่าข้อมูลที่จะนำไปแสดงผล ส่วนในการต่อโมดูลต่อพ่วงเก็บข้อมูล Data Logger Shield กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due มีวิธีการดังนี้

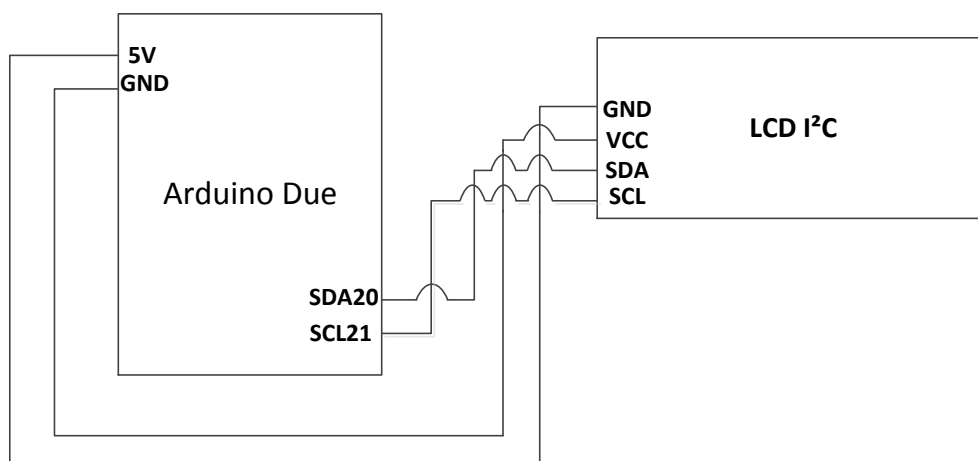
IOREF ต่อเข้ากับขา IOREF	ขา 3 ต่อเข้ากับขา 3
ขา RESET ต่อเข้ากับขา RESET	ขา 4 ต่อเข้ากับขา 4
ขา 3.3 โวลต์ ต่อเข้ากับขา 3.3 โวลต์	ขา 5 ต่อเข้ากับขา 5
ขา 5 โวลต์ ต่อเข้ากับขา 5 โวลต์	ขา 6 ต่อเข้ากับขา 6
ขา GND1 ต่อเข้ากับขา GND1	ขา 7 ต่อเข้ากับขา 7
ขา GND2 ต่อเข้ากับขา GND2	ขา 8 ต่อเข้ากับขา 8
ขา VIN ต่อเข้ากับขา VIN	ขา 9 ต่อเข้ากับขา 9
ขา 0 ต่อเข้ากับขา A0	ขา 10 ต่อเข้ากับขา 10
ขา 1 ต่อเข้ากับขา A1	ขา 11 ต่อเข้ากับขา 11
ขา 2 ต่อเข้ากับขา A2	ขา 12 ต่อเข้ากับขา 12
ขา 3 ต่อเข้ากับขา A3	ขา 13 ต่อเข้ากับขา 13
ขา 4 ต่อเข้ากับขา SDA20	GND ต่อเข้ากับขา GND
ขา 5 ต่อเข้ากับขา SCL21	ขา AREF ต่อเข้ากับขา AAREF
ขา RX ต่อเข้ากับขา 0	ขา SDA ต่อเข้ากับขา SDA1
ขา TX ต่อเข้ากับขา 1	ขา SCL ต่อเข้ากับขา SCL1
ขา 2 ต่อเข้ากับขา 2	



ภาพที่ 3-13 การต่อวงจรการสื่อสารกับ Data Logger Shield

### 3.4.4 การออกแบบวงจรแสดงค่าจอแสดงผลลิกเหลวแอลซีดี

เพื่อแสดงค่าหรือข้อมูลที่เรากำหนดไว้ ในการต่อจอแอลซีดี กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Due มีวิธีการต่อดังนี้ ขา GND ต่อเข้ากับขา GND ขา VCC ต่อเข้ากับขา 5V ขา SDA ต่อเข้ากับขา SDA และขา SCL ต่อเข้ากับขา SCL แสดงได้ดังภาพที่ 3-14

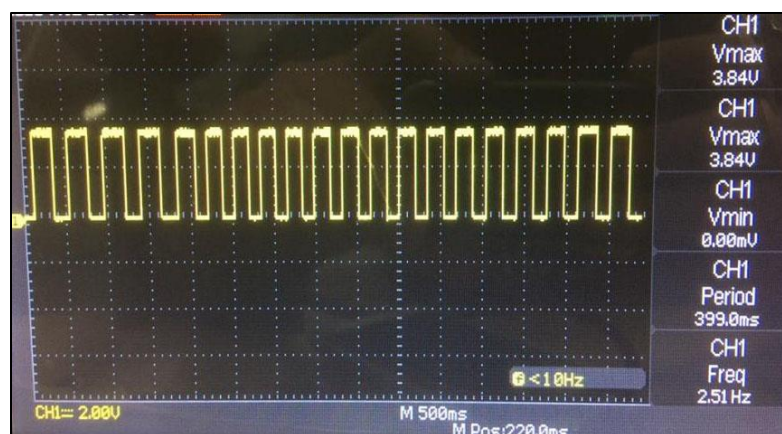


ภาพที่ 3-14 การต่อจอแอลซีดีเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

## 3.5 ผลการทดสอบ

### 3.5.1 ผลการทดสอบเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด A – OTT C31

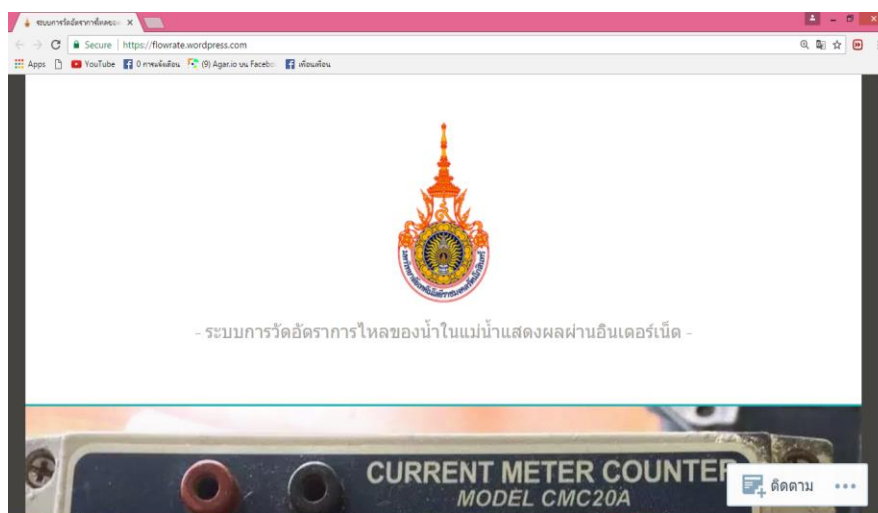
ในเบื้องต้นเราได้นำออสซิลโลสโคปมาจับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัดจากนั้นจึงพบว่าเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัดนี้ให้สัญญาณที่ออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ แสดงได้ดังภาพที่ภาพที่ 3-15 ซึ่งสัญญาณ พัลส์ที่ออกมา 1 ลูก เพื่อบอกว่าใบพัดของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้านั้นหมุน 1 รอบ ยิ่งใบพัดหมุนมากเท่าไรก็จะยิ่งส่งสัญญาณพัลส์ถี่มากขึ้นเท่านั้น



ภาพที่ 3-15 สัญญาณพัลส์ของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบใบพัด

### 3.5.2 ผลการทดสอบการแสดงผลค่าอัตราการไหลของน้ำขึ้นเว็บไซต์

เนื่องจากค่าที่แสดงออกมาจากจอแอลซีดีให้เราเห็นค่าผลการทดลองแล้วยังมีการแสดงผลการเก็บค่าผลการทดลองขึ้นระบบอินเทอร์เน็ตอีกด้วย ส่วนในเว็บที่เราได้นำค่าผลการทดลองขึ้นอินเทอร์เน็ตนั้นมีชื่อเว็บว่า “ <https://flowrate.wordpress.com> ” ในเว็บนี้จะเป็นการแสดงผลจังหวัดและสถานที่ที่เราได้ไปทำการเก็บผลการทดสอบ สถานที่ทำการทดสอบมีดังนี้ แสดงได้ดังภาพที่ 3-16



ภาพที่ 3-16 เว็บไซต์ <https://flowrate.wordpress.com>

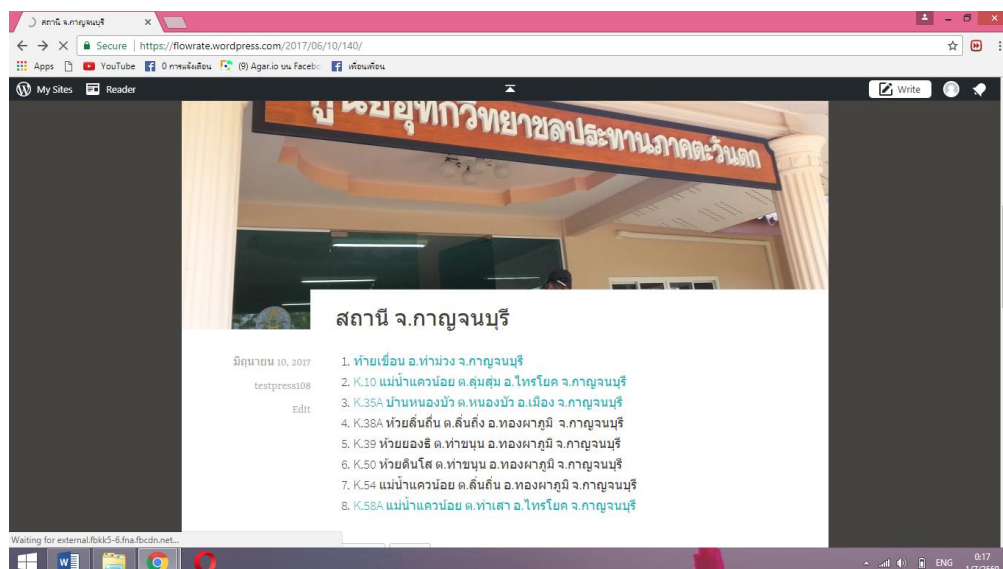
#### 1. จังหวัดที่ทำการเก็บค่า

ประเทศไทยในปัจจุบันมี 77 จังหวัด ในการเก็บค่าผลการทดสอบที่แสดงบนเว็บไซต์นั้นเริ่มจากการเก็บค่าที่จังหวัดกาญจนบุรี แสดงได้ดังภาพที่ 3-17

ระบบการวัดอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต		
อันดับ	จังหวัด	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)
1	กาญจนบุรี	19,483.148
2	เชียงใหม่	20,107.057
3	นครราชสีมา	20,493.964
4	ตาก	16,406.650
5	อุบลราชธานี	15,774.000
6	สุราษฎร์ธานี	12,891.469
7	ชัยภูมิ	12,778.287
8	แม่ฮ่องสอน	12,681.259
9	เพชรบูรณ์	12,668.416
10	ลำปาง	12,533.961
11	อุดรธานี	11,730.302

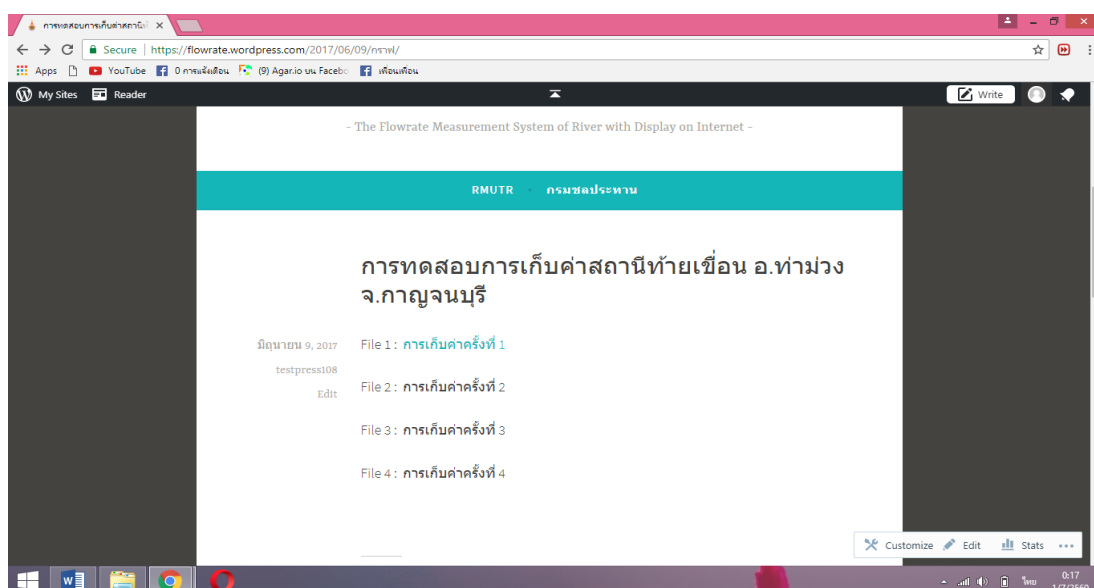
ภาพที่ 3-17 จังหวัดที่ทำการเก็บผลการทดสอบ จังหวัดกาญจนบุรี

2. กดเข้าไปยังจังหวัดกาญจนบุรีแล้วจะพบว่ามีสถานีที่ทำการเก็บผลการทดสอบในจังหวัดกาญจนบุรี เช่น สถานีท้ายเขื่อน อ่างทองท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี สถานีแม่น้ำแควน้อย ตำบลลุ่มสุม อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี สถานีบ้านหนองบัว ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น แสดงได้ดังภาพที่ 3-18

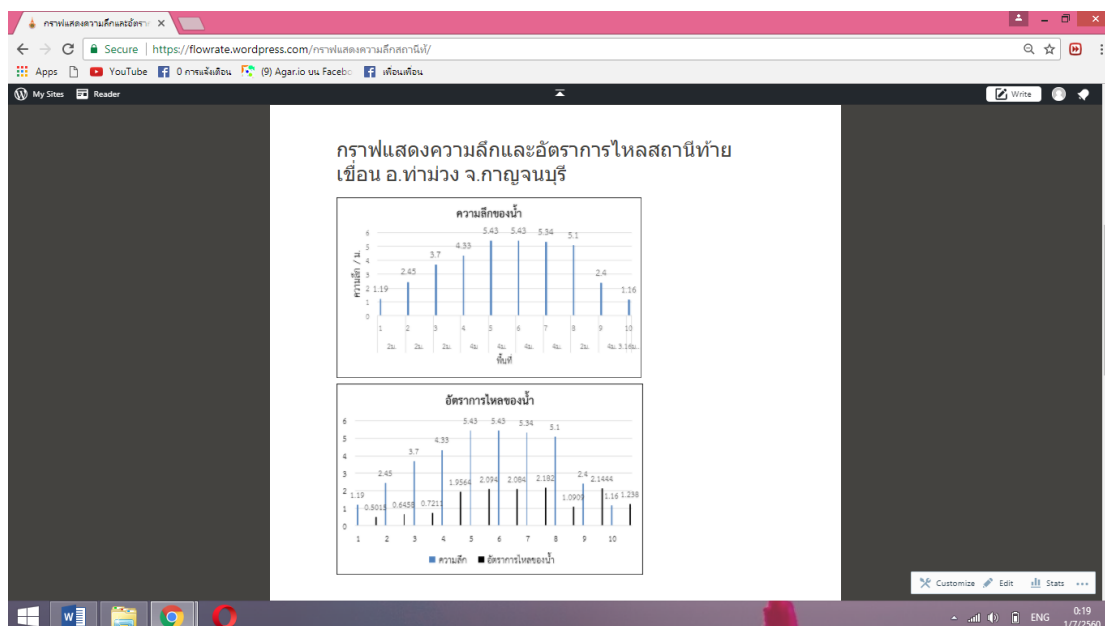


ภาพที่ 3-18 สถานีที่ทำการเก็บผลการทดสอบใน จังหวัดกาญจนบุรี

3. ยกตัวอย่างเช่นเมื่อกดเข้าไปสถานีท้ายเขื่อน อ่างทองท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี หรือสถานีอื่นๆก็จะพบว่า มีไฟล์การเก็บค่าผลการทดลองครั้งที่ 1 – 4 และเมื่อเรากดเข้าไปก็จะพบว่ามีกราฟสรุปผลเป็นกราฟแสดงความลึกและกราฟแสดงอัตราการไหลของสถานีที่ทำการวัดดังภาพ 3-19



ภาพที่ 3-19 ไฟล์การเก็บค่า



ภาพที่ 3-20 การสรุปผลเป็นกราฟ

4. นอกจากจะมีกราฟสรุปให้เห็นดังภาพที่ 3-21 ยังมีไฟล์ที่เป็น Excell ให้ดาวน์โหลดเพื่อไว้ดูค่าการเก็บผลการทดสอบอีกด้วย

ภาพที่ 3-21 ไฟล์ Excell ที่ทำการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์

### 3.5.3 ค่าระดับน้ำทะเลปานกลางที่ทำการเก็บทดสอบ

ในการเก็บผลการทดสอบค่ากระแสน้ำแต่ละที่ แต่ละจังหวัดนั้นมีค่าระดับน้ำทะเลปานกลางต่างกัน ค่าระดับน้ำทะเลปานกลางเรียกว่าค่า ร.ท.ก. เป็นค่าระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดของแต่ละวันในช่วงระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นระดับน้ำทะเลปานกลาง และในการทดสอบการเก็บผลแต่ละพื้นที่ก็มีการระดับน้ำทะเลปานกลางที่ต่างกัน เราสามารถทราบค่าระดับน้ำทะเลปานกลางที่ใช้อ้างอิงได้จากตาราง 3-8

ตารางที่ 3-8 ค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง

ลำดับ	สถานี	ที่ตั้ง	ศูนย์เสา (ร.ท.ก.)
1	K.10	แม่น้ำแควน้อย ต.ลุ่มสุม อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี	30.400
2	K.38A	ห้วยลั่นถีน ต.ลั่นถีน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	90.000
3	K.39	ห้วยองธิ ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	81.800
4	K.50	ห้วยดินสอ ต.ท่าขนุน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	79.800
5	K.54	แม่น้ำแควน้อย ต.ลั่นถีน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	60.600
6	K.58	แม่น้ำแควน้อย ต.ท่าเสา อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี	39.500
7	K.35A	บ้านหนองบัว ต.หนองบัว อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	84.191