การประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2559

5th Suan Sunandha Academic National Conference on Research for Sustainable Development 2016

“การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

ระหว่างวันที่ ๑ – ๒ ธันวาคม ๒๕๕๙
ณ โรงแรมเดอะรอยัล ริเวอร์ กรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยET-Easy 168 STAMP สำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์

ปานจิต มุสิก[1], อภินทร์รัตน์ ขันแก้ว[1], ธีระฑิต ดวงมุสิก[1]
พิพัฒน์พงษ์ อำนักมณี[3] และจิราภรณ์ เรืองฤทธิ์[2]

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2]กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนประทีปศาสน์ อำเภอเมืองจังหวัดนครศรีธรรมราช
[3]ค่ายเทพสตรีศรีสุนทร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
email:panjitmusik@yahoo.com

บทคัดย่อ

การสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPสร้างได้ง่าย ราคาถูก เก็บรวบรวมข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว และแสดงผลแบบเวลาจริง เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผล ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องตามทฤษฎี การวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPสำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และมหาวิทยาลัย ขั้นตอนในการพัฒนางานวิจัยคือนำบอร์ดET-Easy 168 STAMPเชื่อมต่อกับวงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35ทางขาอนาลอก และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คด้วยสาย USB เขียนโปรแกรม Arduinoเพื่อบันทึกและแสดงผลข้อมูลเมื่อนำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิของน้ำขณะน้ำเปลี่ยนสถานะวัดอุณหภูมิอากาศ และวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ แสดงผลการวัดบนจอคอมพิวเตอร์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลโดยการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาและความชื้นสัมพัทธ์กับเวลา ด้วยโปรแกรม Mathematica9.0 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทดลองวัดอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะของน้ำมีค่าสอดคล้องตามทฤษฎี การทดลองวัดอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าเป็นจริงตามสภาพอากาศ ดังนั้นการสร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPจึงช่วยสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ทางด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาฟิสิกส์เมื่อนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียน และนักศึกษาเข้าใจกฎธรรมชาติได้ง่าย รวดเร็ว และถูกต้องตรงตามทฤษฎี

คำสำคัญ:การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ET-Easy 168 STAMPวงจรวัดอุณหภูมิโปรแกรม Arduino

Building a Temperature Sensor Set Using Computer Interface withET-Easy 168 STAMPfor Teaching Changing State of Water andMeasurement ofHumidity

Abstract

Building a temperature sensor set using computer interface with ET-Easy 168 STAMP has been cheaply and simply set up and it can collect data very quickly and conveniently in the real-time display. When the data were analyzed, the results became accurately relevant to the theory. This research aimed at creating and developing a temperature sensor set using computer interface with ET-Easy 168 STAMP for the instruction of the changing state of water and measuring the relative humidity in lower secondary schools,upper secondary schools and universities. The processes in developing ET-Easy 168 STAMP board connected a computer notebook via a USB port and a temperature sensor circuit using IC LM35 is connected to analog pins of ET-Easy 168 SATAMP board. An Arduino program was used to save data and then the data were displayed on a computer monitor. The data were later analyzed by drawing a graph showing the relation between the temperature and the duration of time, and another one showing the relative humidity and the duration of time by using the Mathematica 9.0 program. The outcome of the research showed that when measuring the temperature of the water while the water was changing its state was accurately relevant to the theory. The experiment of the measurement of the temperature of the air and the relative humidity of the air showed the right outcome of the real state of the air at that time. Accordingly, building and developing a temperatureSensor set using computer interface with ET-Easy 168 STAMP had become a new innovation in teaching science and physics. When it was used as a medium of instruction, it definitely helped students understand the natural law concepts easily, more precisely and more quickly.

Keywords: Computer Interface, ET-Easy 168STAMP**,** Temperature Sensor Circuit, Arduino Program

บทนำ

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาและระดับมหาวิทยาลัยด้วยวิธีฟังหรือจินตนาการเพียงอย่างเดียว จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ยาก ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน (Trumper, 2003)จึงจำเป็นต้องสร้างและพัฒนาชุดทดลองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ตามแนวการสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่21 (วิจารณ์ พานิช , 2555)การทดลองโดยใช้คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล และแสดงผลในเวลาจริง (real time) จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับการสังเกตได้ง่าย(Amrani and Paradis, 2010)เข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วและเข้มข้น สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ช่วยขจัดการเรียนรู้แบบเก่าที่ผู้เรียนทดลองแล้วได้ผลไม่แน่นอน บันทึกข้อมูลไม่สะดวก ผู้เรียนจึงไม่ค่อยสนใจ

การสร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในการบันทึกอุณหภูมิและเวลาโดยผลการวัดถูกต้องเลือกใช้ ET-Easy 168 STAMP เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่อกับวงจรวัดอุณหภูมิ บอร์ด ET-Easy 168 STAMPเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR8 หรือเรียกว่าบอร์ด Arduinoใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อนทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์ และราคาถูกเพราะซอฟแวร์สามารถดาวน์โหลดได้ฟรีมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์(Naveenkumar& Prasad, 2013) สามารถสืบค้นได้ทางอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สำหรับสร้างชุดวัดอุณหภูมิมีขายในท้องตลาดราคาถูก (ETT Co., Ltd., 2015)นำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นเพื่อไปใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2557)วิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือมหาวิทยาลัย รายละเอียดของบทความวิจัยนี้จะนำเสนอวัตถุประสงค์การทำวิจัย วิธีการวิจัย ผลการวิจัย สรุปและอภิปรายผล ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP
2. เพื่อนำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิของน้ำขณะน้ำเปลี่ยนสถานะได้ค่าสอดคล้องตามทฤษฎี
3. เพื่อนำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิและวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ค่าเป็นจริงตามสภาพอากาศ

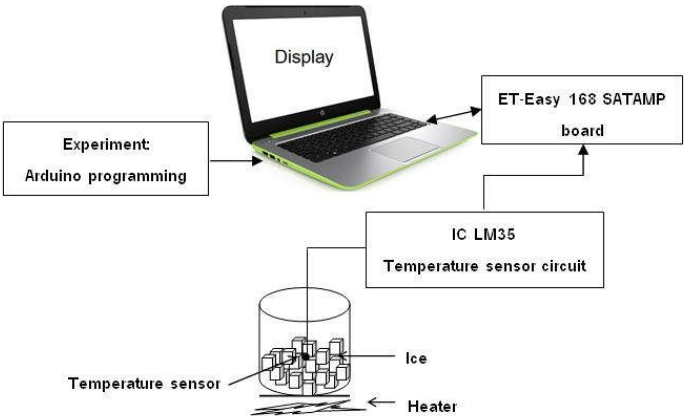
วิธีการวิจัย

การสร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPสำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือมหาวิทยาลัยมีวิธีการวิจัยแสดงรายละเอียดดังนี้

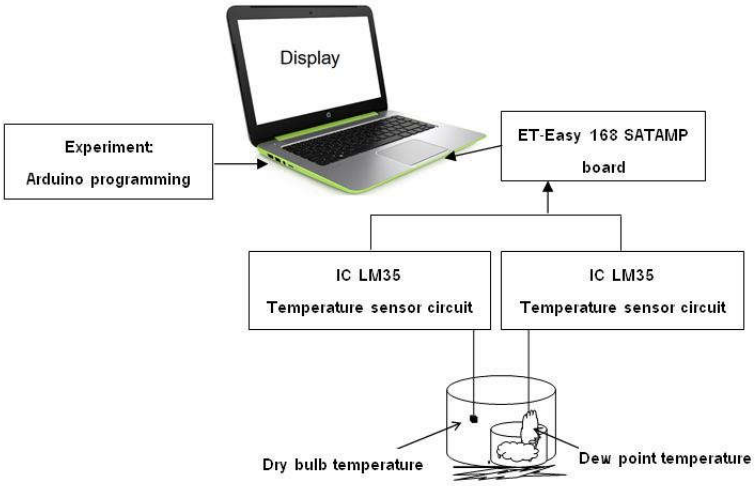
1.สร้างและพัฒนาชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบด้วย ตัวต้านทานขนาด 52 MΩ ไอซี LM35 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR รุ่น ET-Easy 168 STAMPสาย USB คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คสายไฟต่อวงจรโปรแกรม Arduinoและโปรแกรม Mathematica

1.2ออกแบบระบบชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPสำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์มีขั้นตอนคือ นำบอร์ดArduinoรุ่น ET-Easy 168 STAMPเชื่อมต่อกับวงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35ทางขาอนาล็อก และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คด้วยสาย USB แสดงดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2

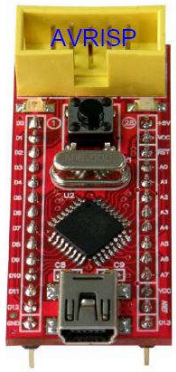


ภาพที่ 1ระบบชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP: การเปลี่ยนสถานะของน้ำ



ภาพที่ 2ระบบชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยET-Easy 168 STAMP: การวัดความชื้นสัมพัทธ์

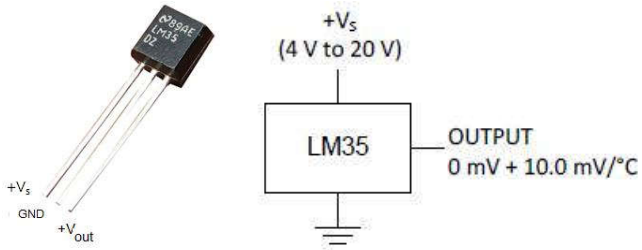
1.2.1 ET-Easy 168 STAMPเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR8ขนาดเล็กจิ๋ว แต่มีวงจรพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไอซีเบอร์ ATMEGA168 เป็นMicro Controller Unit(MCU)รองรับการใช้ซอฟแวร์ของArduinoสำหรับเขียนโปรแกรม Arduinoด้วยภาษาC/C^{++}เมื่อเสียบสาย USB จากพอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว USB ของบอร์ด ET-EASY168 STAMP ก็สามารถทำการเขียนโปรแกรมและ Download Code ให้กับ MCU เพื่อทำการทดลองได้ทันที บอร์ดET-Easy 168 STAMP ราคา 560 บาท (ETT Co., Ltd., 2015)โครงสร้างบอร์ด ET-EASY168 STAMPแสดงดังภาพที่ 3 (บริษัทอีทีที จำกัด, 2552)

AVR	Arduino	Pin	ET-EASY168 STAMP	Pin	Arduino	AVR
PD0	Digital-0	1		28	+5V(+Vin)	+5V(+Vin)
PD1	Digital-1	2		27	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PD2	Digital-2	3		26	RESET#	RESET(PC6)
PD3	Digital-3	4		25	Analog-0	PC0/ADC0
PD4	Digital-4	5		24	Analog-1	PC1/ADC1
PD5	Digital-5	6		23	Analog-2	PC2/ADC2
PD6	Digital-6	7		22	Analog-3	PC3/ADC3
PD7	Digital-7	8		21	Analog-4	PC4/ADC4
PB0	Digital-8	9		20	Analog-5	PC5/ADC5
PB1	Digital-9	10		19	Analog-6	ADC6
PB2	Digital-10	11		18	Analog-7	ADC7
PB3	Digital-11	12		17	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PB4	Digital-12	13		16	+AREF	+AREF
GND	GND	14		15	Digital-13	PB5

ภาพที่ 3โครงสร้าง ET-Easy 168 STAMP

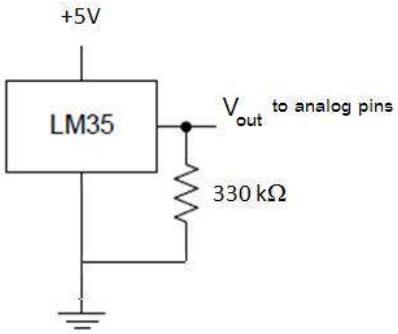
1.2.2วงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35

จากภาพที่ 4ไอซีวัดอุณหภูมิเลือกใช้ไอซี LM 35 วัดอุณหภูมิในช่วง -55 ถึง +155 °Cแรงดันเอาต์พุตแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ซึ่งมีค่าแรงดันทางเอาต์พุต10 mV/°C(Scott, 1997)ไอซี LM 35 ราคา ตัวละ 25 บาท (ArduinoAll, 2015)



(ก) (ข)

ภาพที่ 4รูปร่างและสัญลักษณ์ไอซี LM35



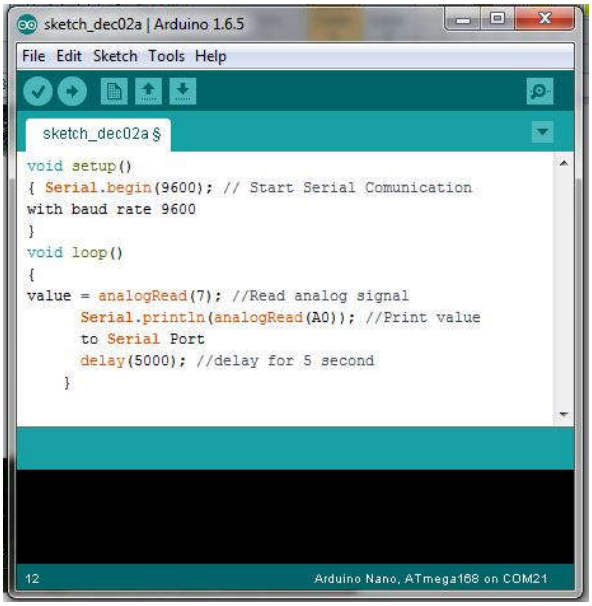
ภาพที่ 5วงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35

จากภาพที่ 5วงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35 ตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อส่งแรงดัน(V_{out}) ออกมาทางขาเอาต์พุตที่เชื่อมต่อกับขาอนาลอกของบอร์ด ET-Easy 168 STAMP การอ่านค่าอนาลอกของบอร์ด ET-Easy 168 STAMPจะแปลงค่าที่อ่านเป็นค่าดิจิตอลแบบ 10 บิต เป็นจำนวนเต็ม 0 ถึง 1023 มีความละเอียดการวัดเท่ากับ $\frac{5}{1023} \approx 0.004888$ โวลต์ซึ่งวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล(Analog-to-Digital Converter: ADC) อยู่ภายในชิปของบอร์ดET-Easy 168 STAMPการส่ง

ค่าที่อ่านได้จากบอร์ด ET-Easy 168 STAMPไปยังคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USBซึ่งสื่อสารแบบอนุกรมด้วย RS232การอ่านค่าบันทึกข้อมูล และแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์โดยการเขียนโปรแกรม Arduino

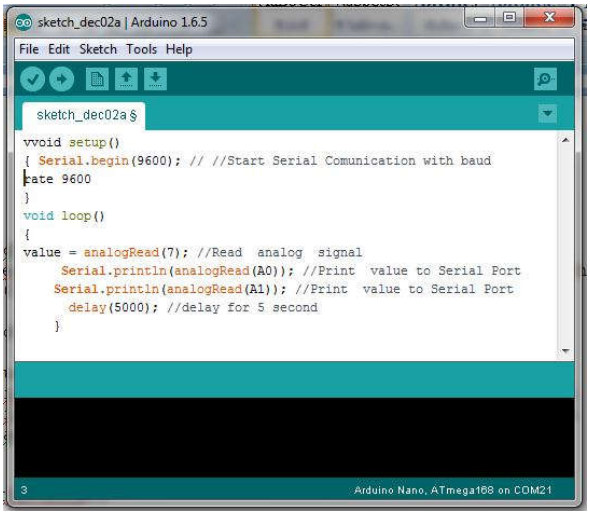
1.3 เขียนโปรแกรม

1.3.1 โปรแกรมArduinoเพื่ออ่านค่าแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM35 เมื่อวัดอุณหภูมิของน้ำขณะน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หรือขณะน้ำเปลี่ยนสถานะแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6โปรแกรมArduinoอ่านค่าแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM35 วัดอุณหภูมิของน้ำ

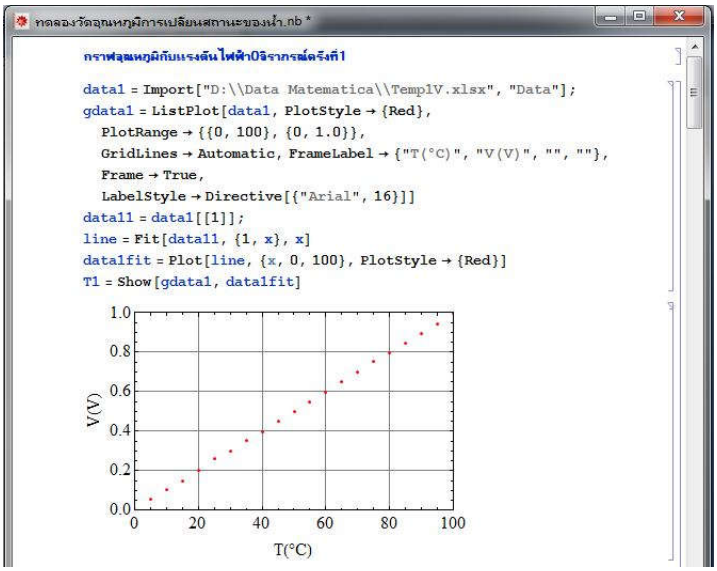
1.3.2 โปรแกรม Arduinoเพื่ออ่านค่าแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM35 เมื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 7



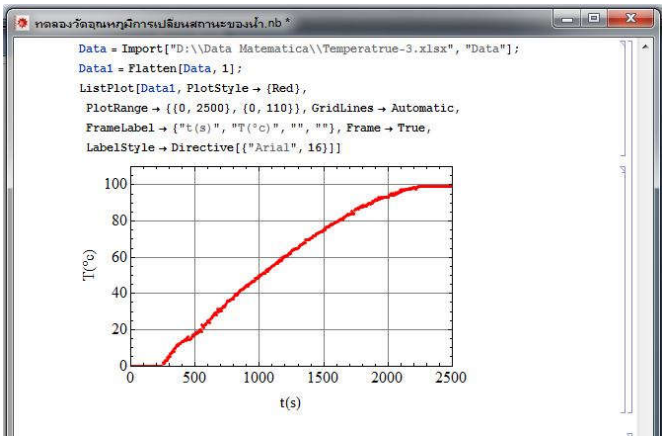
ภาพที่ 7โปรแกรมArduinoอ่านค่าแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM35 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

1.3.3 โปรแกรมMathematica9.0

นำข้อมูลจากการอ่านแรงดันเอาต์พุตด้วย โปรแกรม Arduinoคำนวณอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ $0.004888 \times V_{out} \times 100$ องศาเซลเซียสเขียนโปรแกรมด้วยซอฟแวร์ Mathematica9.0 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตของไอซี LM35 กับอุณหภูมิตัวอย่างโปรแกรมดังภาพที่ 8 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาขณะน้ำเปลี่ยนสถานะแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 8โปรแกรมแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา



ภาพที่ 9โปรแกรมแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาขณะน้ำเปลี่ยนสถานะ

การอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากผลต่างของอุณหภูมิของกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง เปรียบเทียบอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากตารางค่าความชื้นสัมพัทธ์ (ไพรวัลย์ วงศ์ดี,2556)เขียนโปรแกรมแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับเวลา และความชื้นสัมพัทธ์กับเวลา

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล

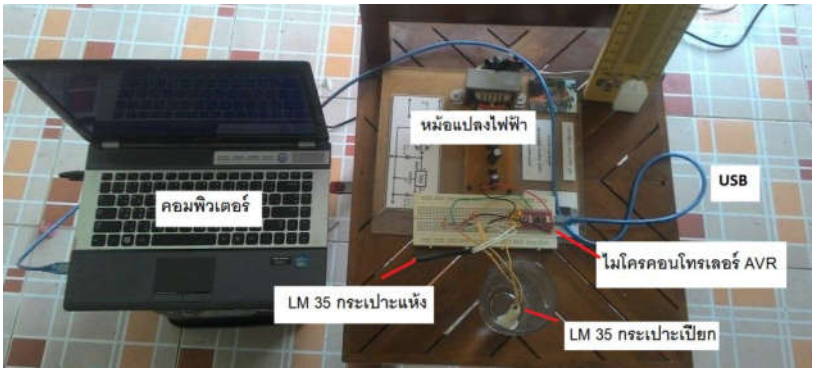
การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยการสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP สำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ โดยการนำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิของน้ำขณะให้ความร้อนแก่น้ำและขณะน้ำเปลี่ยนสถานะ เพื่อเปรียบเทียบค่าทางทฤษฎี วัดอุณหภูมิของอากาศและวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพื่อเปรียบเทียบค่าที่เป็นจริงตามสภาพอากาศเมื่อวัดความชื้นสัมพันธ์ด้วยไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก

ผลการวิจัย

ผลการการวิจัยการสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPสำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีรายละเอียดดังนี้

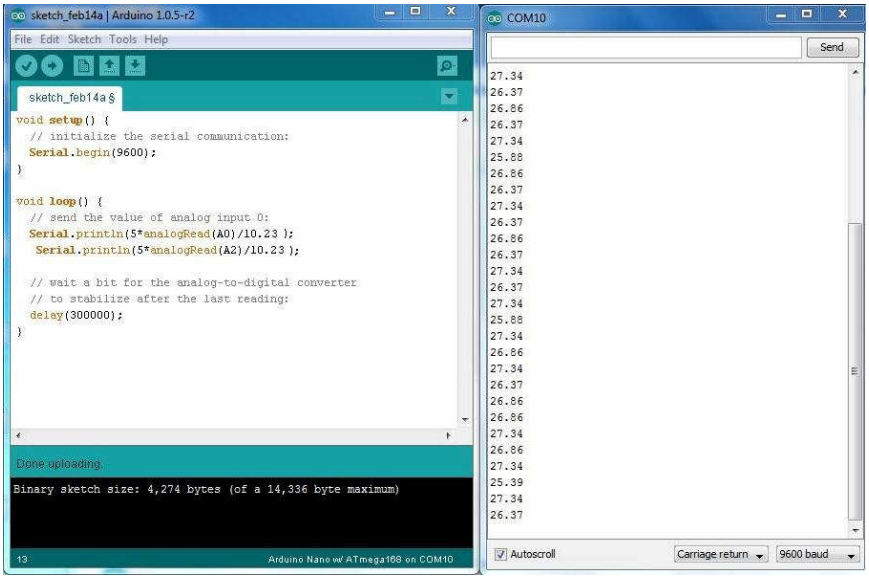
1. ชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPมี 2 ชุด ดังภาพที่ 10-11

ภาพที่ 10ชุดวัดอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะของน้ำ



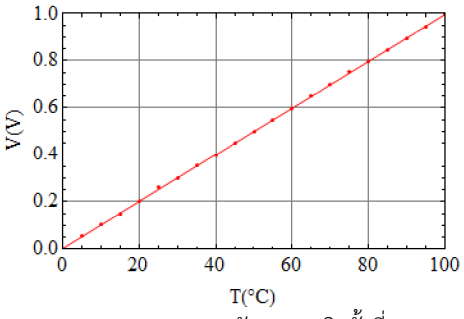
ภาพที่ 11ชุดการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

จากภาพที่ 10-11ชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP สำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ มีวิธีสร้างคือนำบอร์ด ET-Easy 168 STAMP เชื่อมต่อกับวงจรวัดอุณหภูมิด้วยไอซี LM35ทางขาอนาลอก และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คด้วยสาย USB เขียนโปรแกรม Arduinoเพื่อบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริง (Real Time)ตัวอย่างแสดงในภาพที่ 12

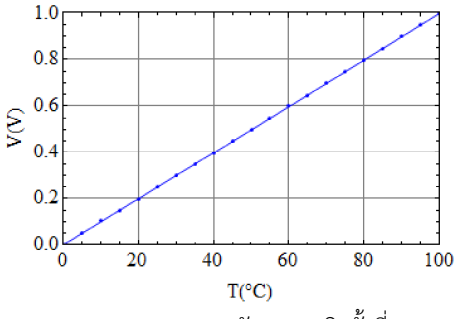


ภาพที่ 12โปรแกรมแสดงการวัดอุณหภูมิด้วยโปรแกรม Arduino

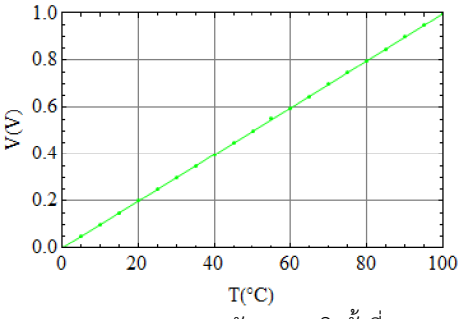
2. ผลการวัดอุณหภูมิของน้ำขณะให้ความร้อนแก่น้ำ แล้วบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทุก ๆ 5 วินาทีด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมีสเกล100 °Cเพื่อตรวจสอบแรงดันเอาต์พุตแปรผันตรงกับอุณหภูมิ และมีอัตราส่วนการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 10 mV/°C ถูกต้องตามทฤษฎีแสดงดังภาพที่ 13



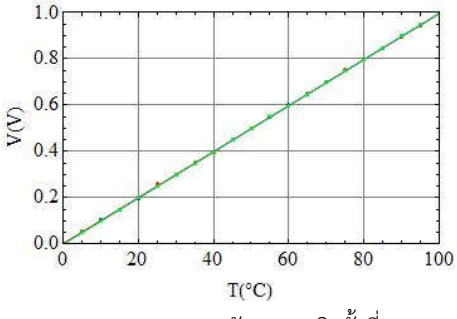
(ก)ผลการวัดอุณหภูมิครั้งที่ 1



(ข)ผลการวัดอุณหภูมิครั้งที่ 2



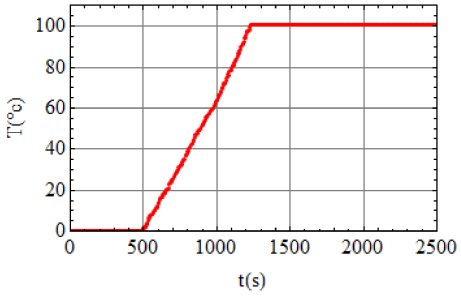
(ค)ผลการวัดอุณหภูมิครั้งที่ 3



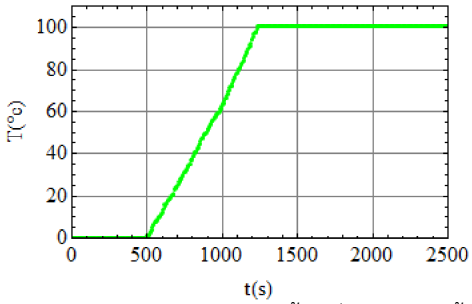
(ง) ผลการวัดอุณหภูมิครั้งที่ 1-3

ภาพที่ 13กราฟแสดงความสัมพันธ์แรงดันเอาต์พุตกับอุณหภูมิจากชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPกราฟที่เขียนเป็นจุดคือค่าที่ได้จากการทดลอง ส่วนกราฟเส้นคือเส้นกราฟที่เหมาะสมกับข้อมูล (curve fitting)

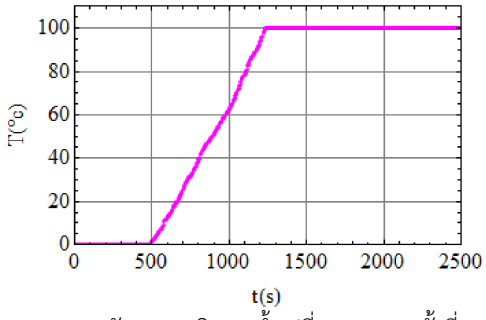
3. ผลการวัดอุณหภูมิขณะน้ำเปลี่ยนสถานะแสดงดังภาพที่ 10



(ก)ผลการวัดอุณหภูมิขณะน้ำเปลี่ยนสถานะครั้งที่ 1



(ข)ผลการวัดอุณหภูมิขณะน้ำเปลี่ยนสถานะครั้งที่ 2

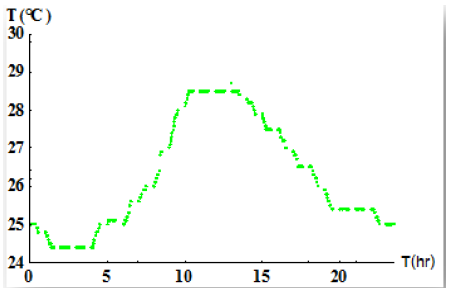


(ค)ผลการวัดอุณหภูมิขณะน้ำเปลี่ยนสถานะครั้งที่ 3

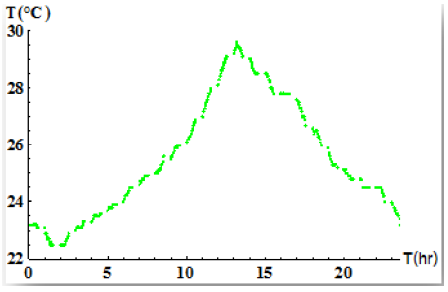
ภาพที่ 14กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับเวลาขณะน้ำเปลี่ยนสถานะจากชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP

จากภาพที่ 14กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาขณะน้ำเปลี่ยนสถานะจากชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMPขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ 0 °Cเมื่อน้ำแข็งหลอมเหลวจนหมดอุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นจาก 0 °Cและเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนคงที่จนกระทั่งน้ำเดือดมีอุณหภูมิเป็น 100 °C และเมื่อน้ำเดือดกลายเป็นไอ อุณหภูมิของน้ำคงที่ 100 °C ซึ่งเป็นไปตามหลักการเปลี่ยนสถานะของน้ำ (John, et al., 2010, pp. 374)จากการทดลอง 3 ครั้ง โดยใช้น้ำแข็งมวลเท่ากัน และให้ความร้อนในอัตราที่เท่ากันเวลาในแต่ละช่วงจะเท่าๆ กัน

4. ผลการวัดอุณหภูมิของอากาศตลอด 24 ชั่วโมง



(ก)อุณหภูมิของอากาศณ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 10 เดือน กุมภาพันธ์ 2559

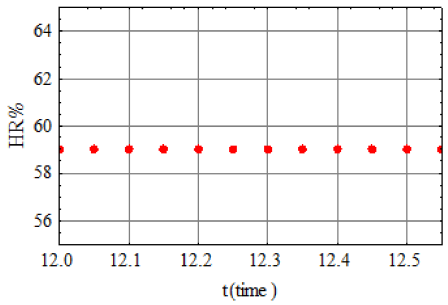


(ข)อุณหภูมิของอากาศณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 11เดือน กุมภาพันธ์ 2559

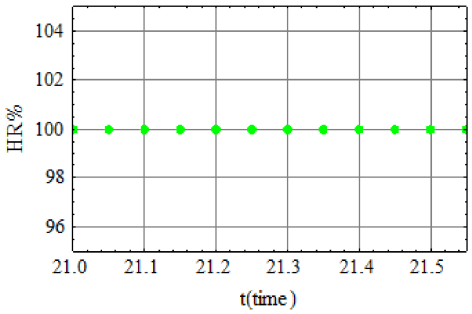
ภาพที่ 15กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับเวลาจากชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP

จากภาพที่ 15อุณหภูมิของอากาศจะมีความแตกต่างกัน เป็นไปตามอุณหภูมิของอากาศในแต่ละวันซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และสถานที่ แต่ก็ยังเป็นไปตามธรรมชาติโดยในช่วงเช้าอุณหภูมิของอากาศจะเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 14.00 น.อุณหภูมิจะเริ่มลดลงจนถึงเช้าของวันใหม่

5. ผลการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ



(ก)ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 24เดือน กุมภาพันธ์ 2559



(ข)ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 27เดือน กุมภาพันธ์ 2559

ภาพที่ 16กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศกับเวลาจากชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP

จากภาพที่16(ก) ช่วงเวลา 12.00-13.00มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ59% อากาศกำลังสบาย ภาพที่ 16 (ข) ช่วงเวลา 21.00-22.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ100 % เพราะจากฝนตกอย่างต่อเนื่องทำให้อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ

อภิปรายผลการวิจัย

ชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP สำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลมาเขียนกราฟ วิเคราะห์เรียนรู้ตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการศึกษาฟิสิกส์ของผู้อื่นที่ใช้ชุดทดลองโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานปฏิบัติการทดลอง(AmraniandParadis, 2010)ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ได้ง่าย

การสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ราคาถูกกว่าสั่งซื้อจากต่างประเทศ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และตัวตรวจวัดมีขายในท้องตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-Easy 168 STAMPเรียนรู้ได้ง่ายเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ขนาดเล็กราคาถูกในส่วนซอฟแวร์การเขียนโปรแกรมควบคุมการทดลองและแสดงผลเป็นโปรแกรมฟรี(Luiz, et al., 2013,Zachariadou, Yiasemides and Trougkakos, 2012) โปรแกรมการเขียนกราฟจากผลการทดลองสามารถเลือกใช้โปรแกรมExcel ที่มีโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปหรือโปรแกรม Since lab ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรี ผลการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความถูกต้องเพียงพอสำหรับใช้ในการศึกษาความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ รวมทั้งชุดทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทดลองฟิสิกส์เรื่องอื่น ๆ ได้ เช่น สมดุลความร้อนและกฎของก๊าซ

สรุปผลการวิจัย

การสร้างชุดวัดอุณหภูมิโดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วย ET-Easy 168 STAMP สำหรับการสอนการเปลี่ยนสถานะของน้ำและการวัดความชื้นสัมพัทธ์ สร้างได้ง่าย ราคาถูก เก็บรวบรวมข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว แสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริงเมื่อนำชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิของน้ำขณะให้ความร้อนแก่น้ำ แรงดันเอาต์พุตแปรผันตรงกับอุณหภูมิและมีอัตราส่วนการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 10 mV/°C วัดอุณหภูมิของน้ำขณะน้ำเปลี่ยนสถานะได้ค่าสอดคล้องตามทฤษฎี วัดอุณหภูมิอากาศและวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ค่าเป็นจริงตามสภาพอากาศ

ข้อเสนอแนะ

การสร้างชุดทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาฟิสิกส์ ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ๆ ควรสร้างและพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา เพื่อให้ผู้เรียน และผู้สอนมีอุปกรณ์ เครื่องมือการเรียนรู้ ที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างทั่วถึง มีความรู้ถูกต้องตรงตามทฤษฎีหรือกฎธรรมชาติ สามารถนำความรู้พื้นฐานเรียนต่อในระดับสูงได้แบบมีคุณภาพ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ทำนวัตกรรมอื่นๆ การทำวิจัยครั้งต่อไปจะพัฒนาชุดการทดลองเกี่ยวกับสมดุลความร้อนและกฎของก๊าซ

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

กิตติกรรมประกาศ

สนับสนุนการทำวิจัยและการบริการวิชาการโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เล่ม ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.**สกสค.ลาดพร้าว: กรุงเทพมหานคร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.**สกสค.ลาดพร้าว: กรุงเทพมหานคร.

บริษัทอีทีที จำกัด. (2552). **คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-EASY168 STAMP.** ค้นเมื่อ กันยาน 10, 2553 จาก http://www.etteam.com/product2009/ET-AVR/ET-EASY168_STAMP_man.pdf.

ไพรวัลย์ วงศ์ดีhttps://www.gotoknow.org/posts/438663. สืบค้นวันที่ 10 มีนาคม 2559

Amrani, D. and Paradis, P. (2010, September). Use of Computer-Based Data Acquisition to Teach Physics Laboratories: Case study-Simple Harmonic Motion.**Latin-American Journal of Physics Education**. 4(3), 511-514.

ArduinoAll. (2015).Retrieved 20 May, 2015 from: https://www.arduinoall.com/product/

ETT Co., Ltd. (2015). **ETT product**.Retrieved 5 July, 2015 from:http://www.ett.co.th /product/12A23.html.

John, D., Kenneth, W., David, Y., and Shane, S. (2010). **Introduction to PHYSICS.**USA : John Wiley & Sons.

Luiz, A., et al.(2013).A Low-Cost and Simple Arduino-Based Educational Robotics Kit.**Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, 3(12).**

Naveenkumar, R. & Krishna, P. (2013, February). Low Cost Data Acquisition and Control usingArduino Prototyping Platform and LabVIEW. **International Journal of Science and Research (IJSR)**,2(2).

Scott, E.(1997). **IC Temperature Sensors Are Accurate and Flexible**. Stamp Applications. (29).

Soriano, A., et al. (2014). Low Cost Platform for Automatic Control Education Based on Open Hardware. **The 19th World Congress The International Federation of Automatic Control Cape Town**, South Africa. August 24-29, 2014.

Trumper, R. (2003).The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspectives.**Science & Education**, 12, 645–670.

Zachariadou,K.,Yiasemides, K. and Trougkakos, N. (2012, September). A low-cost computer-controlledArduino-based educational laboratory system for teaching the fundamentals of photovoltaic cells. **European Journal of Physics**, 33(6), 1599-1610.