



รายงานการวิจัย

ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สาย
เพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

Wireless Classroom Monitoring for Status
Notification Over Network.

นายสมคิด ฤทธิเนติกุล
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สาย
เพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

Wireless Classroom Monitoring for Status
Notification Over Network.

นายสมคิด ฤทธิ์เนติกุล
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย สำนักงานบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา
และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ /มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์/งบประมาณแผ่นดินที่
พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2558

หัวข้อวิจัย	ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย
ชื่อผู้วิจัย	นายสมคิด ฤทธิเนติกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อสร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายสำหรับตรวจสอบสถานภาพห้องเรียน พัฒนาจากแนวคิดที่ไม่ต้องเดินสำรวจ ซึ่งทำให้เสียเวลามาก อีกทั้งไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าโดยตรงซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ โดยพัฒนาให้มีขนาดเล็ก ติดตั้งง่าย คลอบคลุมสภาพแวดล้อมสำหรับการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น ความสว่าง(หลอดไฟ) อุณหภูมิห้อง(เครื่องปรับอากาศ) ความเคลื่อนไหว(มีคนอยู่หรือผู้บุกรุก) ส่งข้อมูลไร้สายไปยังระบบแสดงผลที่สามารถดูสถานภาพของห้องเรียนทุกห้องที่ติดตั้งชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน โดยไม่ต้องไปยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

ผลการนำไปทดลองใช้งานสามารถรายงานสถานะภาพของห้องเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถตรวจสอบและแสดงผลความผิดปกติของสถานภาพห้องเรียน ตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. ซึ่งโดยปกติช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่มีการใช้งานห้องเรียน อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะของห้องเรียนได้ผ่านทั้งคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ สมาร์ทโฟน โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกันในรูปแบบไร้สายได้

คำสำคัญ : สถานสภาพห้องเรียน, แจ้งเตือน, ระบบเครือข่าย

Research Title	Wireless Classroom Monitoring for Status Notification Over Network.
Name	Mr. Somkid Ritnathikul
Bachelor	Computer Engineering Phetchabun Rajabhat University
Year	2015

ABSTRACT

Development of Wireless Classroom Monitoring for Status Notification Over Network to check the status of the classroom. Development of concepts that do not have much time to explore and do not directly interfere with the electrical system , which could be dangerous . Development of the device to be small, easy to install, covers Environments of Checking within the classroom , such as light (bulb), temperature (air conditioning) and Activity (a person or intruder) . the device Send information wirelessly to a display system that can view the status of every classroom from a computer or Smartphone Without having to tamper with the electrical system in the building.

When brought to trial to report the status of the classroom as well . It can Monitor and display Disorders of the classroom at 17:00 am. - 8:00 pm . Normally, such moments are not classroom use. Monitor and display through the entire computer or Smartphone by connecting to the same network in a wireless network.

Keyword : Classroom Monitoring, Notification, Network

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอบพระคุณ
ขอบพระคุณอาจารย์ยศวรธรณ์ จันทนา และอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสถานที่ทำการ
ทดลอง ขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนที่ใช้ใน
การวิจัย นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่มีส่วนร่วมในงานทดลอง อีกทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ คณะ
เทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือการวิจัยด้วยดีเสมอมา
ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

นายสมคิด ฤทธิเนติกุล

15 มีนาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4
การเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	38
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	31
Raspberry Pi	33
ระบบเครือข่ายไร้สาย	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
สำรวจสภาพห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ	45
ออกแบบระบบและสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์	46
พัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย	50
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	54
การทดลองใช้งานในห้องเรียนและผลการทดลอง	54
ผลการทำงานของระบบ	62

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	63
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	63
สรุปผลการวิจัย	63
อภิปรายผล	63
ข้อเสนอแนะ	64

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ก. หลักฐานการนำไปใช้ประโยชน์

ประวัติผู้วิจัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง	8
2.2 ค่าความต้านทานต่ออนุกรมกับไดโอดเปล่งแสง	9
2.3 ตารางการกำหนดบิตข้อมูลแสดงผล 7 Segment	12
2.4 Raspberry Pi โมเดล A และ โมเดล B	34
2.5 มาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส	4
2.2 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N	5
2.3 การไบแอสให้ไดโอด	5
2.4 กราฟลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของวงจรวจรไบแอส	6
2.5 แรงดันคร่อมตัวไดโอดด้านไบแอสตรง	6
2.6 ภาพตัวอย่างไดโอด	7
2.7 สัญลักษณ์และตัวถังของไดโอดเปล่งแสง	7
2.8 ส่วนประกอบของไดโอดเปล่งแสง	8
2.9 วงจรใช้งานปกติของไดโอดเปล่งแสง	8
2.10 การนำไดโอดเปล่งแสงมาใช้กับไฟสลัแสงต้นต่ำ	10
2.11 ภาพตัวอย่างไดโอดเปล่งแสง	10
2.12 ภาพแสดง 7 Segment	11
2.13 วงจรขับ 7 Segment	11
2.14 วงจรคอมมอนทั้ง 2 แบบของ 7 Segment	12
2.15 ตัวอย่าง 7 Segment	13
2.16 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN	14
2.17 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP	14
2.18 อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์	15
2.19 แสดงรูปร่างโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ	16
2.20 แสดงการเกิดความจุจากการป้อนแรงเคลื่อน	16
2.21 ตัวต้านทาน	17
2.22 รูปตัวต้านทานแบบค่าคงที่	18
2.23 สัญลักษณ์ตัวต้านทานแบบค่าคงที่	18
2.24 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้	18
2.25 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้แบบเกือกม้า	18
2.26 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอน	19
2.27 ตัวต้านทานชนิดฟิล์ม	20
2.28 ตัวต้านทานชนิดลวดพันหรือเซรามิคหรือกระเบื้อง	21
2.29 หน้าคอนแทคของรีเลย์	21

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.30 หน้าสัมผัสของรีเลย์	22
2.31 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง	22
2.32 การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของ LDR	23
2.33 แสดงความสัมพันธ์ของสองตัวแปร	23
2.34 รูปร่างของจริงของตัว LDR แบบต่าง ๆ	24
2.35 โครงสร้าง IC	25
2.36 รูปร่าง IC Opamp	26
2.37 รูปแสดงการต่อวงจรตัวต้านทาน	27
2.38 รูปแสดงการต่อไดโอดเปล่งแสง	27
2.39 รูปแสดงทรานซิสเตอร์	28
2.40 การทำงานวงจรเรกติไฟเออร์เบื้องต้น	29
2.41 วงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์	29
2.42 วงจรเรกติไฟเออร์	30
2.43 การต่อวงจรเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด	31
2.44 การเขียนโปรแกรมบน Arduino	32
2.45 เลเอาท์และตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ บนบอร์ด	32
2.46 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi ทั้ง 2 โมเดล	35
2.47 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)	35
2.48 ส่วนประกอบของ ขา Raspberry Pi ทั้ง 2 โมเดล	36
2.49 ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อ RCA	36
2.50 จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงและ LED แสดงสถานะของบอร์ด	37
2.51 Raspberry Pi Camera Module	37
2.52 พอร์ต HDMI	38
2.53 ระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer	39
2.54 ระบบแลนไร้สายแบบ Client / server	40
2.55 ระบบแลนไร้สายแบบ Multiple access points and roaming	40
2.56 ระบบแลนไร้สายแบบ Use of an Extension Point	41
2.57 ระบบแลนไร้สายแบบ The Use of Directional Antennas	41
3.1 สภาพห้องเรียนภาคทฤษฎี	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.2 สภาพห้องเรียนปฏิบัติการ	46
3.3 แนวคิดการออกแบบระบบ	47
3.4 บอร์ด Raspberry Pi	48
3.5 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DHT22	48
3.6 ตัวตรวจจับค่าแสง	49
3.7 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR	49
3.8 กล้องบันทึกภาพ Usb webcam	50
3.9 ผังการออกแบบการเชื่อมต่อระบบ	50
3.10 การเชื่อมต่อวงจรของตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ	51
3.11 การเขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ใน Raspberry Pi	51
3.12 การเขียนโปรแกรมและผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม	52
3.13 เครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง	53
3.14 การแสดงผลผ่านหน้าเว็บไซต์ของเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง	53
4.1 ทดลองหาตำแหน่งวางที่เหมาะสมเพื่อให้ครอบคลุมจุดตรวจจับต่างๆ	54
4.2 การแสดงผลหน้าหลักเพจที่ได้จากการทดลอง	55
4.3 การแสดงผลอุณหภูมิด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้	56
4.4 การแสดงผลค่าความสว่างด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้	57
4.5 การแสดงผลภาพนิ่งเพื่อดูสภาพห้องเรียน	58
4.6 การแสดงผลภาพนิ่งที่ตรวจสอบได้ที่ถูกบันทึกไว้	58
4.7 การแสดงผลหน้าหลักเพจที่ได้จากการทดลองผ่านสมาร์ทโฟน	59
4.8 การแสดงผลอุณหภูมิด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้ผ่านสมาร์ทโฟน	59
4.9 การแสดงผลค่าความสว่างด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้ผ่านสมาร์ทโฟน	60
4.10 การแสดงผลการตรวจสอบภาพนิ่งที่ตรวจสอบได้ผ่านสมาร์ทโฟน	60
4.11 การแสดงผลการตรวจสอบแล้วพบความผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟน	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเข้าใช้งานห้องเรียนในปัจจุบันเป็นไปตามรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาถูกจัดห้องเรียนเอาไว้สำหรับการเรียนการสอน เมื่อการเรียนการสอนเสร็จสิ้น อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาจะแยกย้ายออกจากห้องกันไป เปลี่ยนห้องเรียนไปเรื่อยๆ ตามตารางเรียน ซึ่งในห้องเรียนห้องเรียนมาตรฐานนั้นจะมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนต่างๆ เช่น หลอดไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ ตลอดจนโต๊ะเก้าอี้ เครื่องมือบางอย่างในห้องเรียนมาตรฐาน ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งทำให้เกิดโอกาสในการลืมนปิดอุปกรณ์เหล่านั้นโดยที่ไม่มีใครรู้หลังจากออกจากห้องเรียนไปแล้ว ซึ่งอาจจะเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือทั้งคืน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งยังต้องเสียเวลาสำหรับผู้ดูแลอาคารเรียนนั้นๆ ในการเดินตรวจสอบในทุกวันหลังจากหมดกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว อีกทั้งยังมีโอกาสเกิดความผิดพลาด ตรวจสอบไม่ทั่วถึงในกรณีไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบในห้องได้ เช่น ไฟแสงสว่างปิดอยู่แต่เครื่องปรับอากาศถูกเปิดเอาไว้ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่สามารถตรวจสอบได้

การแก้ไขปัญหาจากกรณีการลืมนปิดอุปกรณ์มีอยู่หลายวิธีการที่สามารถทำได้ เช่น การแก้ไขปัญหาโดยการเดินเข้าไปตรวจสอบห้องทุกห้องก่อนทำการปิดล็อกอาคารเรียน ซึ่งจะทำให้ได้ผลที่แน่นอนที่สุด แต่ต้องเสียเวลาเดินเข้าไปสำรวจห้องทุกห้องเป็นอย่างมากและหลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับปัญหาเรื่องการไม่ทำการตรวจสอบให้ครบทุกห้องในอนาคต หรือแก้ไขโดยการปิดระบบไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารเรียนโดยการปิดเบรกเกอร์ใหญ่ของอาคารเรียน ก่อนการปิดล็อกอาคาร เป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว โดยไม่ต้องสนใจเลยว่าห้องใดจะเปิดอุปกรณ์ทิ้งไว้ แต่ข้อเสียคือห้องบางห้องจะต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังคงจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าทั้งวันทั้งคืนเช่น ห้องปฏิบัติการ ห้องพักอาจารย์ ระบบวิดีโอวงจรปิด หรืออุปกรณ์เฝ้าระวังเตือนภัยอื่นๆ ทำให้ในความเป็นจริง ทั้งอาคารเรียน อาจจะมีบางห้องที่ไม่ต้องทำการตรวจสอบความเรียบร้อย หรือจะแก้ไขโดยการทำเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวแล้วทำการปิดระบบไฟในห้องเองอัตโนมัติในกรณีไม่มีคนอยู่ แต่การตรวจสอบในลักษณะนี้จำเป็นต้องทำระบบไฟฟ้าใหม่ทั้งห้องเพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องตรวจจับ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่งยากอันเนื่องมาจากระบบไฟฟ้าที่ซับซ้อน อันตราย และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงระบบไฟฟ้าได้เพราะติดเรื่องสิทธิ์และการดูแลระบบไฟฟ้าที่หน่วยงานอื่นรับผิดชอบอยู่ อีกทั้งแต่ละห้องยังมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป บางห้องมีเพียงไฟแสงสว่าง บางห้องมีทั้งไฟแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ บางห้องมี

อุปกรณ์ครบทุกอย่าง และแต่ละอาคารจะมีห้องเรียนจำนวนมาก ยิ่งทำให้การออกแบบระบบสำหรับแต่ละห้องเพื่อแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีนี้งบประมาณสูงขึ้นและทำได้ยุ่งยากตามไปด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายสำหรับตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนให้มีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ติดตั้งง่าย ใช้พลังงานน้อย ครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น ความสว่าง(หลอดไฟ) อุณหภูมิห้อง(เครื่องปรับอากาศ) ความเคลื่อนไหว(มีคนอยู่หรือผู้บุกรุก) ส่งข้อมูลไร้สายไปยังระบบแสดงผลที่สามารถดูสถานภาพของห้องเรียนทุกห้องที่ติดตั้งชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน โดยไม่ต้องไปยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถทำการดำเนินการเพื่อความเรียบร้อยต่อไป และยังสามารถเพิ่มชุดตรวจสอบเข้าไปในระบบให้กับแต่ละห้องได้ตามความต้องการโดยไม่มีผลกระทบกับชุดตรวจสอบที่ติดตั้งกับห้องอื่นๆ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาทำให้เป็นระบบโครงข่ายขนาดใหญ่ที่ใช้รายงานสถานภาพห้องเรียนของทั้งหน่วยงานได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อสร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1 ตรวจจับความสว่าง อุณหภูมิห้อง ความเคลื่อนไหว ภายในห้องเรียน
- 2 ส่งข้อมูลแบบไร้สายความถี่ 2.4 GHz ไปยังตัวรับหรือเครื่องแม่ข่าย
- 3 ใช้อุปกรณ์ต้นแบบ Arduino, Zigbee และ Raspberry pi ในการทดลองและพัฒนา
- 4 กำหนดการทำงานตรวจสอบเฉพาะช่วงเวลาที่ตั้งไว้
- 5 การดำเนินการทดลองงานวิจัยที่หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย

สถานภาพห้องเรียน หมายถึง สภาพปัจจุบันของห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ในการเรียนการสอนระหว่างครูอาจารย์และนักศึกษา ที่มีการระบุถึงคุณสมบัติคือ สถานะทางแสงสว่าง สถานะทางอุณหภูมิ สถานะทางความเคลื่อนไหว และ สถานภาพเหตุการณ์ปัจจุบัน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1 ได้อุปกรณ์ที่สามารถแจ้งสถานภาพของห้องเรียนที่ไม่ต้องเดินไปสำรวจที่ห้องเรียนโดยตรง
- 2 สะดวกและประหยัดเวลาต่อการสำรวจสถานภาพห้องเรียนก่อนทำการปิดล็อกอาคารเรียน

3 ลดโอกาสในการใช้พลังงานที่จะสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

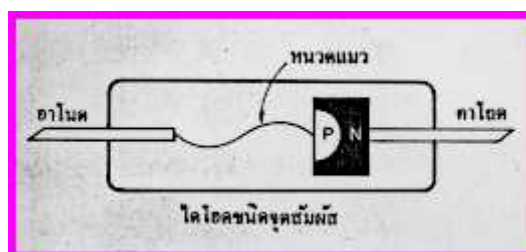
2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมและสาขาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จะหลีกเลี่ยงไม่ศึกษาด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ได้ อันเนื่องจากการศึกษาด้านนี้จะต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือร่วมในการศึกษา สร้างนวัตกรรม อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semi Conductor Device) ที่อาศัยการทำงานของรอยต่อของสาร P และสาร N โดยการกระตุ้นจากกระแสไฟฟ้าเพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้

2.1.1 ไดโอด (Diode)

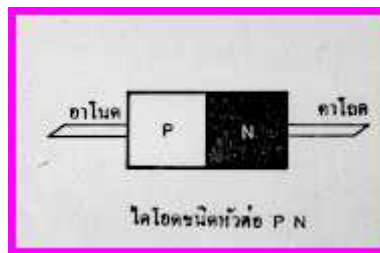
ไดโอดที่ทำจากสารกึ่งตัวนำแบ่งได้ตามชนิดของเนื้อสารที่ใช้ E เช่น เป็นชนิดเยอรมันเนียม หรือเป็นชนิดซิลิกอน นอกจากนี้ไดโอดยังแบ่งตามลักษณะตามกรรมวิธีที่ผลิตคือ

2.1.1.1 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส (Point-contact diode) ไดโอดชนิดนี้เกิดจากการนำสารเยอรมันเนียมชนิด N มาแล้วอัดสายเล็ก E ซึ่งเป็นลวดพลาตินัม (Platinum) เส้นหนึ่งเข้าไปเรียกว่า หนวดแมว จากนั้นจึงให้กระแสค่าสูง E ไหลผ่านรอยต่อระหว่างสายและผลึก จะทำให้เกิดสารชนิด P ขึ้นรอบ E รอยสัมผัสในผลึกเยอรมันเนียมดังภาพที่ 2.1 (เย็น ภู่วรรณ . 2551)



ภาพที่ 2.1 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส

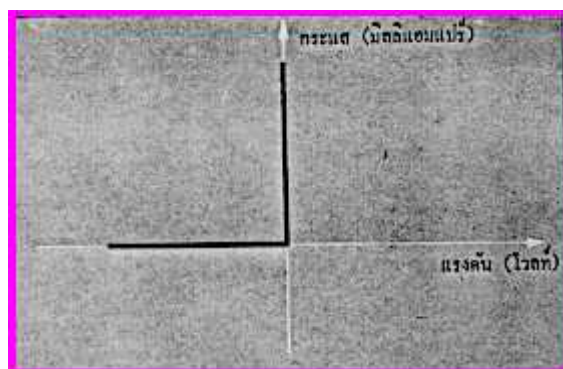
2.1.1.2 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N (P-N junction diode) เป็นไดโอดที่สร้างขึ้นจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด N มาแล้วแพร่อนุภาคอะตอมของสารบางชนิดเข้าไปในเนื้อสาร P ขึ้นบางส่วนแล้วจึงต่อขั้ว ออกใช้งาน ไดโอดชนิดนี้มีบทบาทในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ E และมีที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N

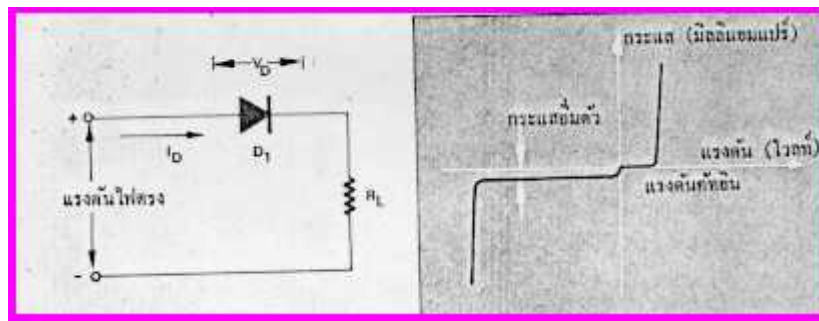
ลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของไดโอด

เนื่องจากความต้านทานของตัวไดโอด ขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงถือว่าสิ่งประดิษฐ์ ไดโอดมีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ลักษณะ : สมบัติระหว่างแรงดันและกระแสจะเป็นตัวแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของกระแสที่ไหลผ่านตัวไดโอด (I_D) กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวไดโอด (V_D) ทั้งในทิศทางไบแอสตรงและไบแอสกลับดังภาพที่ 2.3



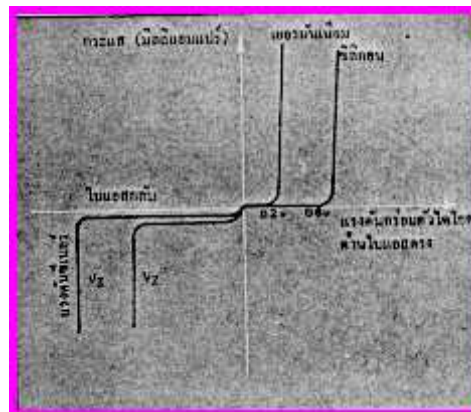
ภาพที่ 2.3 การไบแอสให้ไดโอด

ลักษณะ สมบัติทางด้านไบแอสตรงจะเริ่มมีกระแสไหลผ่านไดโอดเมื่อใส่แรงดันแก่ไดโอดด้วยค่า ๆ หนึ่งแรงดันนี้คือค่าแรงดันที่เราเรียกว่า แรงดันคัทอิน (Cutin voltage) ของไดโอด



ภาพที่ 2.4 กราฟลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของวงจรไบแอส

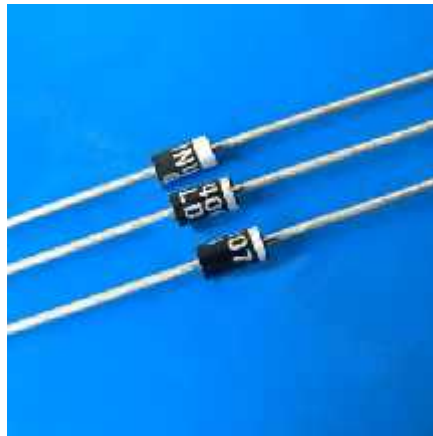
เนื่องจากไดโอดชนิดหัวต่อ P-N แบ่งเป็น 2 ชนิดคือชนิดซิลิกอนและชนิดเยอรมันเนียม ดังนั้นลักษณะสมบัติทางแรงดันและกระแสของไดโอดทั้งสองชนิด จะเห็นได้ชัดดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แรงดันคร่อมตัวไดโอดด้านไบแอสตรง

ค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับสำหรับซิลิกอนไดโอดกับของเยอรมันเนียมไดโอดยังมีค่าไม่เท่ากันด้วย ซิลิกอนไดโอดมีค่ากระแสอิ่มตัวน้อยกว่าของเยอรมันเนียมไดโอดประมาณ 1000 เท่า

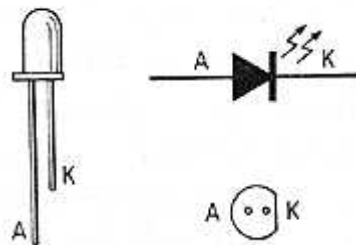
สำหรับค่าแรงดันคัทอินทั้งของซิลิกอนและเยอรมันเนียมจะมีค่าไม่เท่ากัน ค่าแรงดันคัทอินของซิลิกอนไดโอดมีค่าประมาณ 0.6 โวลท์ ส่วนของเยอรมันเนียมไดโอดมีค่าประมาณ 0.2 โวลท์



ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างไดโอด

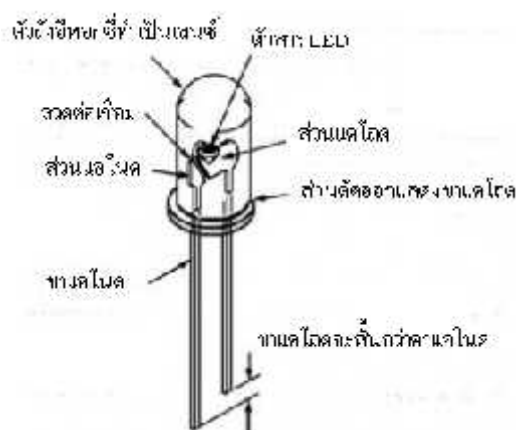
2.1.2 ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ไดโอดเปล่งแสงหรือ LED นี้สามารถนำไปใช้งานในการแสดงผลโดยทั่วๆ ไป ถ้าไม่ต้องการความสว่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟธรรมดาแล้วจะเห็นว่าไดโอดเปล่งแสงนี้ สามารถทำงานโดยใช้แรงดันและกระแสไฟที่น้อยกว่ามาก ปกติจะใช้กระแสอยู่ช่วงระหว่าง 5 - 20 มิลลิแอมป์



ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์และตัวถังของไดโอดเปล่งแสง

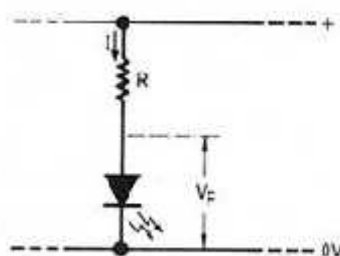
ไดโอดเปล่งแสงนี้มีรูปร่างและขนาดต่างๆกันตามการใช้งาน ไดโอดเปล่งแสงแบบห้วมน โดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร ซึ่งทำด้วยพลาสติกโปร่งแสงดูตัวอย่างในรูปที่ 10 และถ้าเป็นแบบสี่เหลี่ยมจะมีขนาด 5*2 มิลลิเมตร มุมในการมองเห็นของไดโอดเปล่งแสงแบบห้วมนนี้จะอยู่ในช่วง 20 - 40 องศา แต่ถ้าเป็นไดโอดเปล่งแสงแบบสี่เหลี่ยมมุมในการมองเห็นจะเพิ่มขึ้นเป็นถึง 100 องศา คุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงโดยทั่วๆ ไป แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของไดโอดเปล่งแสง

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง

Parameter	Type of LED			
	standard	standard	high efficiency	high intensity
Diameter (mm)	3	5	5	5
Max. forward current (mA)	40	30	30	30
Typical forward current (mA)	12	10	7	10
Typical forward voltage drop (V)	2.1	2.0	1.8	2.2
Max. reverse voltage (V)	5	3	5	5
Max. power dissipation (mW)	150	100	27	135
Peak wavelength (nm)	690	635	635	635



ภาพที่ 2.9 วงจรใช้งานปกติของไดโอดเปล่งแสง

ปกติการใช้งานไดโอดเปล่งแสงก็จะต่อดังภาพที่ 2.9 สามารถคำนวณได้ดังสูตร $R = VF$ คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงขณะนำกระแส เพื่อความสะดวกในการคำนวณจะกำหนดค่า VF เท่ากับ 2 โวลต์ จะได้ค่าของตัวต้านทานที่ใช้ต่ออนุกรมกับไดโอดเปล่งแสงที่แรงดันต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าความต้านทานต่ออนุกรมกับไดโอดเปล่งแสง

Supply voltage (V)	Series resistance (Ω)		
	low power LED (5mA nom)	standard LED (10mA nom)	high power LED (20mA nom)
3	220	180	56
5	680	270	150
6	820	390	220
9	1.5k	680	390
12	2.2k	1k	560
15	2.7k	1.2k	680
18	3.3k	1.5k	820
24	4.7k	2.2k	1.2k

ไดโอดเปล่งแสง

จากสูตรข้างต้น R = ค่าความต้านทานที่มีขายใกล้เคียงคือ 1.2 กิโลโอห์ม และค่ากำลังสูญเสียของตัวต้านทาน ก็สามารถประมาณได้จาก

$$\begin{aligned}
 P &= I^2R \\
 &= (15 \text{ mA})^2 * 1.2 \text{ kW} \text{ ถ} \\
 &= 0.27 \text{ W}
 \end{aligned}$$

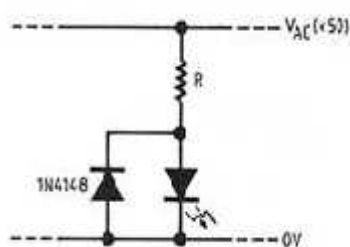
ดังนั้นควรเลือกตัวต้านทานให้มีอัตรากำลังสูญเสียตั้งแต่ 0.5 วัตต์ขึ้นไป

ข้อควรระวังไดโอดเปล่งแสง

ข้อควรระวังอย่างหนึ่งในการใช้งานไดโอดเปล่งแสงก็คือ แรงดันย้อนกลับจะต้องมีค่า ไม่เกิน 5 โวลต์

สำหรับการใช้งานบางอย่างที่ใช้กับแบตเตอรี่นั้น จะต้องดูจำนวนของไดโอดเปล่งแสง ที่ใช้ด้วย ถ้าต้องการให้ใช้ได้นานๆ ปกติจะกำหนดให้ไดโอดเปล่งแสงดวงหนึ่งกินกระแสเพียง 5 มิลลิแอมป์

สำหรับไดโอดเปล่งแสงสีเหลืองและสีเขียวโดยปกติจะให้ความสว่างน้อยกว่าไดโอด เปล่งแสงสีแดงที่ระดับกระแสเท่ากัน ถ้าต้องการให้ระดับความสว่างออกมาเท่ากัน ในกรณีที่ใช้ไดโอดเปล่งแสงสีแตกต่างกัน จะต้องเปลี่ยนค่าตัวต้านทานจำกัด กระแสที่อนุกรม โดยคำนวณหาได้ตามสูตรปกติ จากนั้นลดค่าที่คำนวณได้ลงไปอีก 10-15 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ควรระวังปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องไม่ให้เกินค่าทนได้สูงสุดที่กำหนดไว้ด้วย



ภาพที่ 2.10 การนำไดโอดเปล่งแสงมาใช้กับไฟสลับแรงดันต่ำ

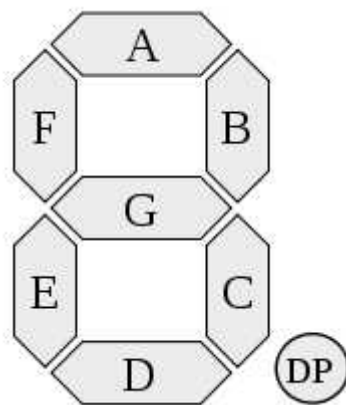
ไดโอดเปล่งแสงก็สามารถไปนำใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำขนาดน้อย กว่า 50 โวลต์ได้ โดยใช้ไดโอดต่อขนานกับไดโอดเปล่งแสงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.11 ภาพตัวอย่างไดโอดเปล่งแสง

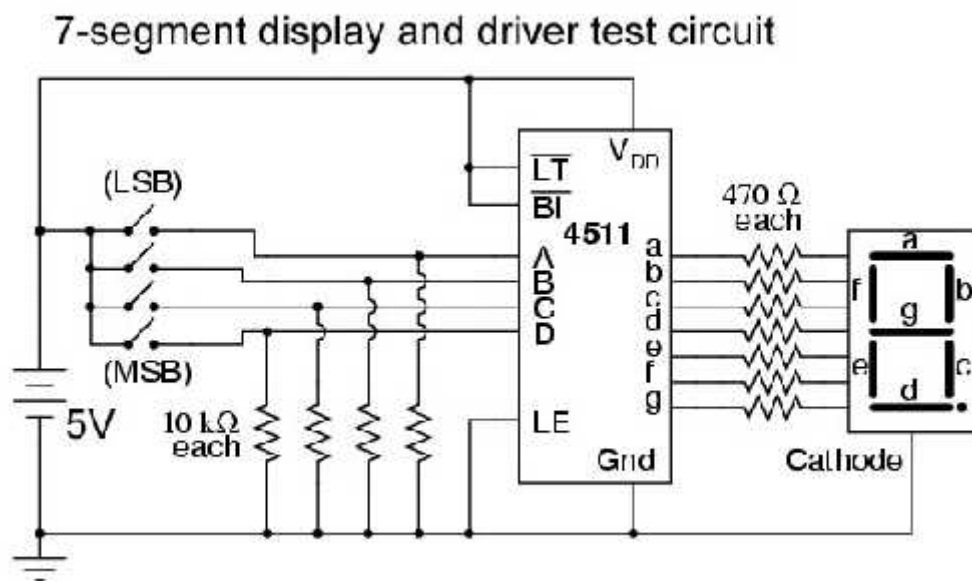
2.1.3 ส่วนแสดงผล 7 ส่วน (7 Segment)

การแสดงผลในงานอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมมากอย่างหนึ่งคือการแสดงผลเป็นตัวเลข โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการแสดงเป็นตัวเลขนั้นก็คือ 7-Segment หรือที่ภาษาไทยเรียกว่า ตัวเลขเจ็ดส่วนซึ่งที่มาก็คือมีส่วนของการแสดงผลที่ให้เป็นตัวเลขใดก็ได้โดยใช้เพียงส่วนในการติดสว่างเพียงเจ็ดส่วนเท่านั้น แต่ในความเป็น 7-Segment มีขาที่ควบคุมในการติดสว่างทั้งหมด 8 ขา โดยขาสุดท้ายเป็นขาที่ใช้ควบคุมการติดสว่างของจุด ดังภาพที่ 2.12

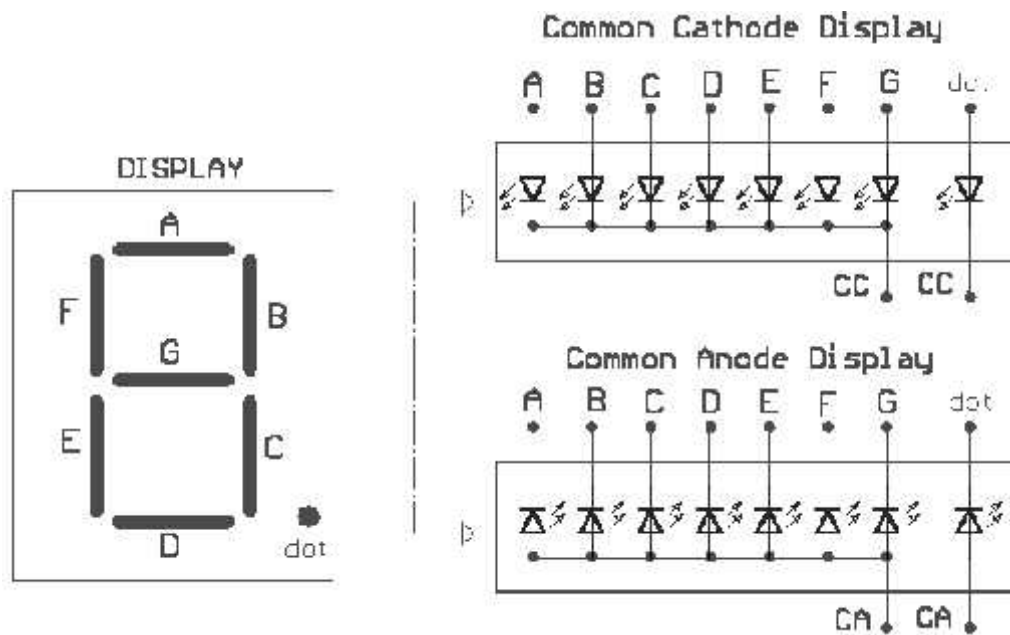


ภาพที่ 2.12 ภาพแสดง 7 Segment

วงจรที่ใช้ในการทดลองเป็นวงจรที่ต้องอาศัยไอซีช่วยขับหลอด ซึ่งไม่สามารถต่อหลอดตัวเลขเจ็ดส่วนโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอให้หลอดสว่างได้ โดยการเชื่อมต่อวงจรขับหลอดตัวเลขเจ็ดส่วนเป็นดังภาพที่ 2.13



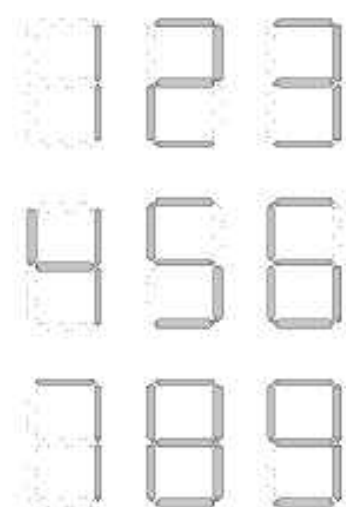
ภาพที่ 2.13 วงจรขับ 7 Segment



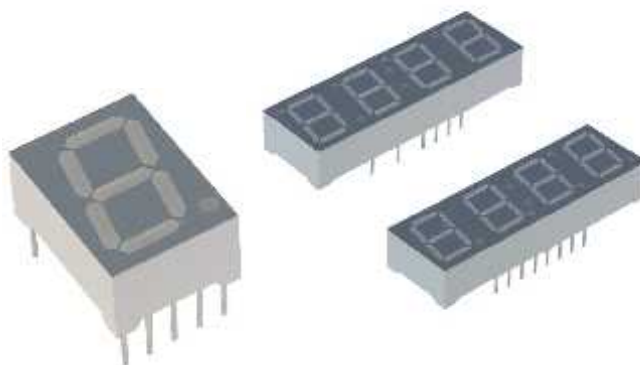
ภาพที่ 2.14 วงจรคอมมอนทั้ง 2 แบบของ 7 Segment

จากวงจรเป็นการต่อเพื่อให้ใช้งานตัวเลขเพียงหลักเดียว โดยค่าข้อมูลที่ส่งให้แสดงเป็นตัวเลขได้นั้นสามารถหาค่าได้โดยการนำค่าการติดติดดับของแต่ละส่วนของตัวเลขมากำหนดบิตข้อมูล ซึ่งจากวงจรจะได้ค่าดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางการกำหนดบิตข้อมูลแสดงผล 7 Segment



Digit Shown	Illuminated Segment (1 = illumination)						
	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่าง 7 Segment

2.1.4 ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ชนิดไบโพลาร์ ซึ่งความหมายของไบโพลาร์คือ อุปกรณ์หลายขั้วต่อ ทรานซิสเตอร์ได้จากการนำเอาสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมาต่อเรียงกัน

2.1.4.1 ชนิดของทรานซิสเตอร์

การแบ่งชนิดของทรานซิสเตอร์สามารถแบ่งออกได้หลายวิธีแล้วแต่ผู้ผลิตว่าการแบ่งชนิดของทรานซิสเตอร์จะยึดถือรูปแบบไหน ถ้าแบ่งในรูปของการใช้งานก็จะแบ่งออกเป็น ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่สวิตซ์ ทรานซิสเตอร์กำลัง, ทรานซิสเตอร์ความถี่สูง ฯลฯ การแบ่งอีกวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันมากใน ยุค แรกๆ คือ การแบ่งโดยใช้สารที่นำมาสร้างเป็นเกนท์ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

- 1) เยอรมันเนียมทรานซิสเตอร์ (Germanium transistor) เป็นทรานซิสเตอร์ยุคแรกๆ และเป็นชนิดที่มีกระแสรั่วไหลมากจึงไม่ค่อยมีผู้นิยมใช้
- 2) ซิลิกอนทรานซิสเตอร์ (Silicon Transistor) เป็นทรานซิสเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีกระแสรั่วไหลน้อย (Leakage Current) เป็นทรานซิสเตอร์ที่ใช้กันมากในยุคปัจจุบัน

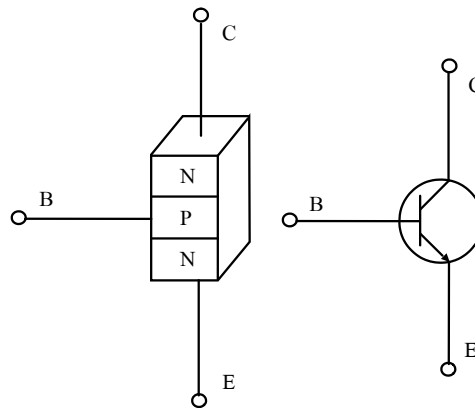
2.1.4.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

เนื่องจากทรานซิสเตอร์ถูกสร้างขึ้นมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P) และเอ็น (N) ซึ่งนำมาต่อกัน 3 ชั้น ทำให้เกิดรอยต่อขึ้นระหว่างเนื้อสาร 2 รอยต่อ หรือเรียกว่าจังชัน (Junction) โดยที่สารที่อยู่ตรงกลางจะเป็นคนละชนิดกับสารที่อยู่หัวและท้าย มีขาต่อออกมาสำหรับนำไปใช้งาน 3 ขา ดังนั้น ทรานซิสเตอร์จึงแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามโครงสร้างของสารที่นำมาใช้คือ

1) ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

เป็นทรานซิสเตอร์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำชนิด N ชนิด P และชนิด N มาต่อเรียงกันตามลำดับ แล้วต่อสายออกมา 3 สาย เพื่อเป็นขาต่อกับวงจรสารกึ่งตัวนำชนิด P ซึ่งอยู่ตรงกลาง

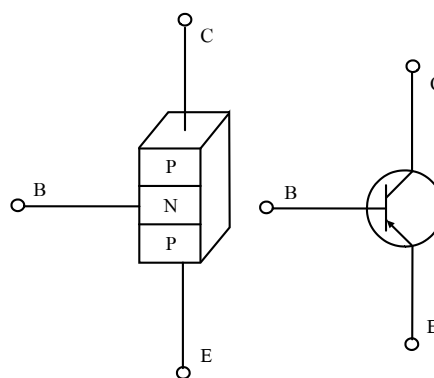
จะเป็นจุดร่วม สารกึ่งตัวนำชนิด N จะทำหน้าที่จ่ายอิเล็กตรอนซึ่งจะไหลเป็นกระแสในวงจรส่วนนี้เราเรียกว่า อิมิตเตอร์ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิด P ซึ่งเราเรียกว่าเบสส่วนเบสนี้จะเป็นตัวคอยควบคุมอิเล็กตรอนให้ไหลไปยังสารกึ่งตัวนำชนิด N ถัดไปได้มากหรือน้อยอิเล็กตรอนส่วนที่ผ่านเบสมา ก็จะเคลื่อนที่มายังสารกึ่งตัวนำชนิด N ซึ่งเราเรียกว่า คอลเลคเตอร์และกลายเป็นกระแสไหลในวงจรภายนอกต่อไป



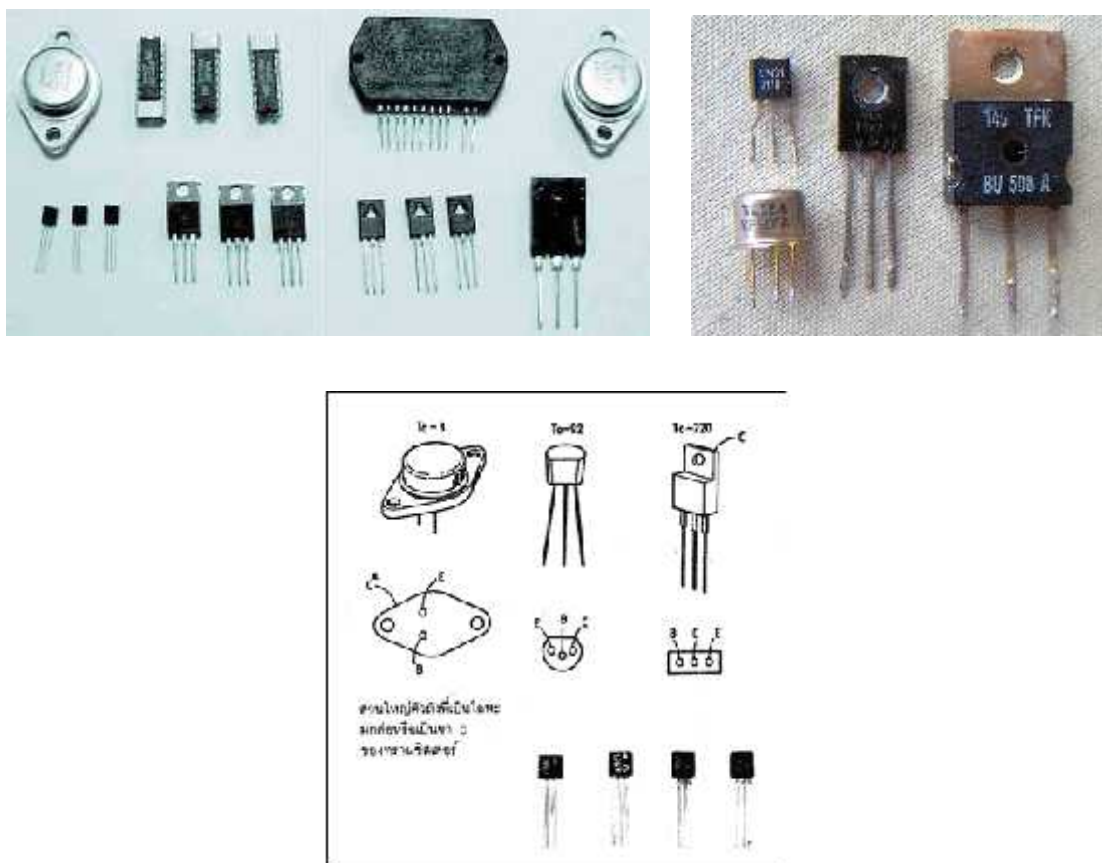
ภาพที่ 2.16 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

1) ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

คือทรานซิสเตอร์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น และชนิดพี มาเรียงกันตามลำดับแล้วต่อสายจากแต่ละชั้นส่วนออกมาเป็น 3 สายเพื่อต่อกับวงจรสารกึ่งตัวนำเอ็นจะเป็นจุดร่วม



ภาพที่ 2.17 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

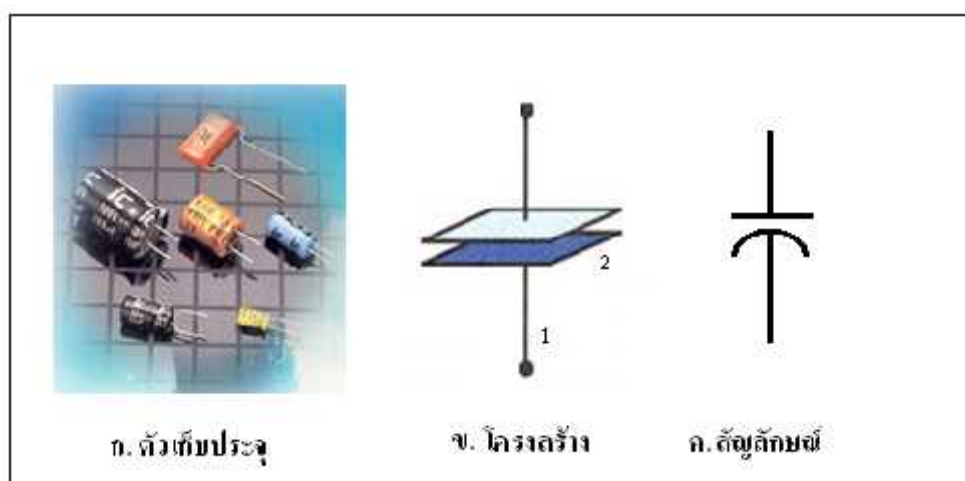


ภาพที่ 2.18 อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์

2.1.5 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

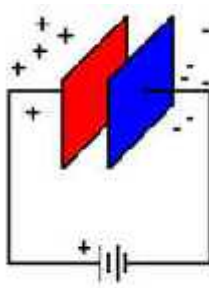
หลักการเบื้องต้น ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บประจุ (Charge) และสามารถคายประจุ (Discharge) ได้ นิยมนำมาประกอบในวงจรทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ตัวอย่างเช่นวงจรกรองกระแส (Filter) วงจรผ่านสัญญาณ (By-pass) วงจรสตาร์ทเตอร์ (Starter) วงจรถ่ายทอดสัญญาณ (Coupling) ฯลฯ เป็นต้น ตัวเก็บประจุแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ แบบค่าคงที่ แบบเปลี่ยนแปลงค่าได้และแบบเลือกค่าได้ ตัวเก็บประจุเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าคอนเดนเซอร์หรือเรียกย่อๆ ว่าตัว ซี (C) หน่วยของตัวเก็บประจุคือ ฟารัด (Farad)

ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บประจุ (Charge) และสามารถคายประจุ (Discharge) ได้โดยนำสารตัวนำ 2 ชั้นมาวางในลักษณะขนานใกล้ ๆ กัน แต่ไม่ได้ต่อกัน ระหว่างตัวนำทั้งสองจะถูกกั้นด้วยฉนวนที่เรียกว่าไดอิเล็กทริก (Dielectric) ซึ่งไดอิเล็กทริกนี้อาจจะเป็นอากาศ ไมก้า พลาสติก เซรามิกหรือสารที่มีสภาพคล้ายฉนวนอื่นๆ เป็นต้น โครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุแสดงดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 แสดงรูปร่างโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ

จากภาพที่ 2.19 (ข) แสดงลักษณะโครงสร้างของตัวเก็บประจุโดยที่ 1 หมายถึงจุดที่ต่อใช้งานกับวงจร 2 หมายถึงสารตัวนำที่เป็นแผ่นเพลท 3 หมายถึงฉนวน ในที่นี้คืออากาศ ความจุทางไฟฟ้าเกิดจากการป้อนแรงเคลื่อนให้กับขั้วทั้งสองของจุดที่ต่อใช้งานของสารตัวนำ ซึ่งจะทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้า สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนสารตัวนำที่เป็นแผ่นเพลท จะทำให้เกิดค่าความจุทางไฟฟ้าขึ้น ลักษณะนี้เรียกว่าการเก็บประจุ (Charge) เมื่อต้องการนำไปใช้งานเรียกว่าการคายประจุ (Discharge) ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบริเวณแผ่นเพลทมีหน่วยเป็นคูลอมป์ (Coulomb) ส่วนค่าความจุทางไฟฟ้ามีหน่วยเป็นฟารัด (Farad) รายละเอียดดังกล่าวแสดงในภาพที่ 2.20 (อภิชาติ อนุกุลเวช.2551)



ภาพที่ 2.20 แสดงการเกิดความจุจากการป้อนแรงเคลื่อน

ตัวเก็บประจุ ที่ผลิตออกมาในปัจจุบันมีมากมาย เราสามารถแบ่งชนิดของตัวเก็บประจุตามลักษณะทางโครงสร้างหรือตามสารที่นำมาใช้เป็นไดอิเล็กตริก การแบ่งโดยใช้สารไดอิเล็กตริกเป็นวิธี การที่ค่อนข้างละเอียดเพราะว่าค่าไดอิเล็กตริกจะเป็นตัวกำหนดค่าตัวเก็บประจุตัวนั้น ๆ ว่าจะนำไปใช้งานในลักษณะใด ทนแรงดันเท่าใด แต่ถ้าหากแบ่งตามระบบเก่าที่เคยแบ่งกันมาจะสามารถแบ่งตัวเก็บประจุได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่ (Fixed Capacitor) คือตัวเก็บประจุที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ โดยปกติจะมีรูปลักษณะเป็นวงกลม หรือเป็นทรงกระบอก ซึ่งมักแสดงค่าที่ตัวเก็บประจุ เช่น 5 พิโกฟารัด(PF) 10 ไมโครฟารัด(mF) แผ่นเพลทตัวนำมักใช้โลหะและมีไดอิเล็กตริกประเภท ไมก้า เซรามิค อิเล็กโตร-ไลติกคั่นกลาง เป็นต้น การเรียกชื่อตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่นี้จะเรียกชื่อตามไดอิเล็กตริกที่ใช้ เช่น ตัวเก็บ-ประจุชนิดอิเล็กโตรไลติก ชนิดเซรามิค ชนิดไมก้า เป็นต้น ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่มีใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปมีดังนี้คือ

2. ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ (Variable Capacitor) ค่าการเก็บประจุจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนที่ของแกนหมุน โครงสร้างภายในประกอบด้วย แผ่นโลหะ 2 แผ่นหรือมากกว่าวางใกล้กัน แผ่นหนึ่งจะอยู่กับที่ส่วนอีกแผ่นหนึ่งจะเคลื่อนที่ได้ ไดอิเล็กตริกที่ใช้มีหลายชนิดด้วยกันคือ อากาศ ไมก้า เซรามิค และพลาสติก เป็นต้น

3. ตัวเก็บประจุแบบเลือกค่าได้(Select Capacitor) คือตัวเก็บประจุในตัวถังเดียว แต่มีค่าให้เลือกใช้งานมากกว่าหนึ่งค่า

2.1.6 ตัวต้านทาน (Resister)

ตัวต้านทาน รีซิสเตอร์ หรือตัว อาร์ (R) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแส ไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะใช้งานได้ที่กระแสไฟฟ้าระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นเราจึงใช้ตัวต้านทาน กันไม่ให้มีกระแสไหลเข้าไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวเกินความจำเป็น

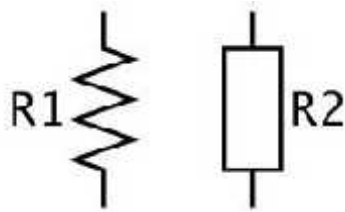


ภาพที่ 2.21 ตัวต้านทาน

ค่าของตัวต้านทานจะมีหน่วยเป็น โอห์ม เช่น 10 โอห์ม 12 กิโลโอห์ม เป็นต้น และขนาดของตัวต้านทานจะเรียก เป็นกำลังวัตต์(W) และมีขนาดตั้งแต่ 1/8W 1/4W (เรานิยมใช้กัน) 1/2W 1W 2W 3W 5W ขึ้นไปเรื่อยๆ โดยการเลือก ใช้ตัวต้านทานนั้นต้องเลือกค่า เลือกขนาดกำลัง และชนิดของตัวต้านทานให้ถูกต้อง เพราะหากเลือกผิดจะเป็นผลเสียต่อวงจร



ภาพที่ 2.22 รูปตัวต้านทานแบบค่าคงที่



ภาพที่ 2.23 สัญลักษณ์ตัวต้านทานแบบค่าคงที่



ภาพที่ 2.24 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้



ภาพที่ 2.25 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้แบบเกือกม้า

2.1.6.1 ชนิดของตัวต้านทาน (Resistor)

ตัวต้านทานนั้นแบ่งไปเป็นหลายแบบ เช่น ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (เช่นพวก โวลุ่ม VR ต่างๆ) ตัวต้านทานเลือกค่าได้ ตัวต้านทานชนิดพิเศษ(เช่น LDR หรือ ตัวต้านทานไวแสง) แต่ในส่วนนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะส่วนตัวต้านทานแบบค่าคงที่ซึ่งที่เราพบเห็นบ่อย ๆ จะมีดังนี้คือ

1) ตัวต้านทานชนิดคาร์บอน

ตัวต้านทานชนิดนี้เรามักจะพบเห็นอยู่เสมอในงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยสังเกตดังต่อไปนี้ สีของตัวต้านทานจะเป็นสีน้ำตาล , แถบสีที่ปรากฏบนตัวต้านทานจะมี 4 แถบสี โดยที่มี 4 แถบสีจะบอกถึงค่าผิดพลาดของตัวต้านทาน 5 % หมายความว่าหากเราอ่านค่าได้ 100โอห์ม ค่าที่แท้จริงตัวตัวต้านทานจะอยู่ในช่วง 100โอห์ม $\pm$ 5% ตัวต้านทานแบบนี้จะมีกำลังวัตต์ตั้งแต่ 1/8W , 1/4W , 1/2W 1W และนิยมใช้ในงานทั่วไปเพราะหาซื้อง่ายราคาถูก



ภาพที่ 2.26 ตัวต้านทานชนิดคาร์บอน

2) ตัวต้านทานชนิดฟิล์ม

ตัวต้านทานชนิดนี้จะเหมือนกับตัวต้านทานแบบคาร์บอน แต่สังเกตความแตกต่างคือ สีของตัวต้านทานจะเป็นสีน้ำเงิน , แถบสีที่ปรากฏบนตัวต้านทานจะมี 5 แถบสี โดยที่มี 5 แถบสีจะบอกถึงค่าผิดพลาดของตัวต้านทาน 1 % หมายความว่าหากเราอ่านค่าได้ 100โอห์ม ค่าที่แท้จริงตัวตัวต้านทานจะอยู่ในช่วง 100โอห์ม $\pm$ 1% ตัวต้านทานแบบนี้จะมีกำลังวัตต์ตั้งแต่ 1/8W , 1/4W , 1/2W 1W และนิยมใช้ในงานทั่วไปหรือในงานที่ต้องการค่าเที่ยงตรงสูงเช่น ในเครื่องมือวัด เครื่องมือแพทย์ โดยราคาจะสูงกว่าแบบคาร์บอน



ภาพที่ 2.27 ตัวต้านทานชนิดฟิล์ม

3) ตัวต้านทานชนิดลวดพัน หรือ เซรามิก หรือ กระเบื้อง

ตัวต้านทานชนิดนี้ภายในจะพันด้วยขดลวด รูปร่างภายนอกจะเป็นกระเบื้อง และมีกำลังวัตต์สูงกว่า คือตั้งแต่ 3W , 5W ,10W, 15W ขึ้นไป และมีค่าผิดพลาดสูง คือ 5% 10% โดยค่าของตัวต้านทาน จะพิมพ์ไว้ที่ตัวต้านทานเลย ตัวต้านทานชนิดนี้ใช้ในงานทั่วไป



ภาพที่ 2.28 ตัวต้านทานชนิดลวดพันหรือเซรามิกหรือกระเบื้อง

2.1.7 รีเลย์ (Relay)

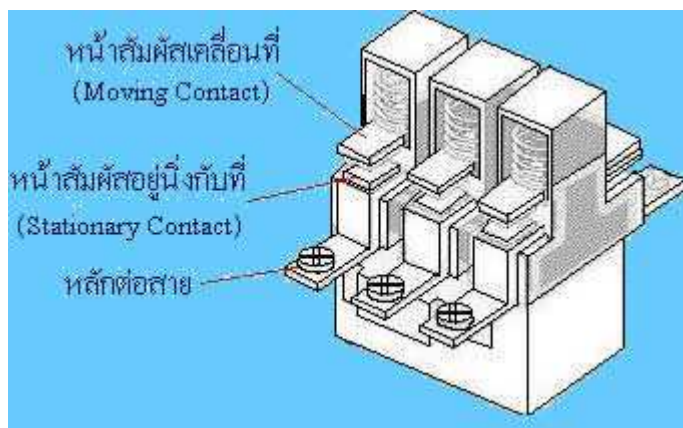
เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid)รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.1.7.1 รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.1.7.2 รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

หน้าที่ของคอนแทกเตอร์ คือ การใช้กำลังไฟฟ้าจำนวนน้อยเพื่อไปควบคุมการตัดต่อกำลังไฟฟ้าจำนวนมาก คอนแทกเตอร์ ทำให้เราสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งอื่นๆ ของระบบไฟฟ้าได้ สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทกเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็กต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุมและคอยล์ของคอนแทกเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอยล์อาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือ

ไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบการใช้คอนแทกเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล (Remote) ได้ ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า

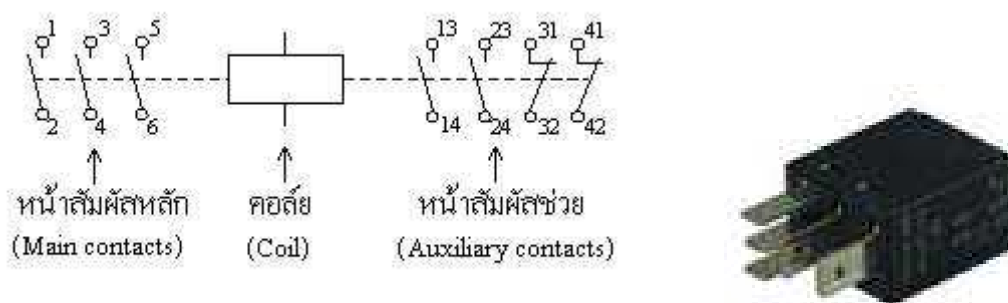


ภาพที่ 2.29 หน้าคอนแทคของรีเลย์

คอนแทกเตอร์ (Contactors) นอกจากจะมีหน้าสัมผัสทั้งส่วนเคลื่อนที่ และหน้าสัมผัสส่วนที่อยู่กับที่แล้วหน้าสัมผัสภายในของคอนแทกเตอร์ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะของการทำงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

1. หน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) โดยปกติแล้วหน้าสัมผัสหลักมี 3 อัน สำหรับส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า 3 เฟสเข้าไปสู่มอเตอร์ หรือโหลดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส หน้าสัมผัสหลักของคอนแทกเตอร์มีขนาดใหญ่ทนแรงดันและกระแสได้สูง หน้าสัมผัสหลักเป็นชนิดปกติเปิด (Normally open; N.O. contact) อักษรกำกับ หน้าสัมผัสด้านแหล่งจ่ายคือ 1, 3, 5 หรือ L1, L2, L3 และด้านโหลดคือ 2, 4, 6 หรือ T1, T2, T3 ดังภาพที่ 2.30

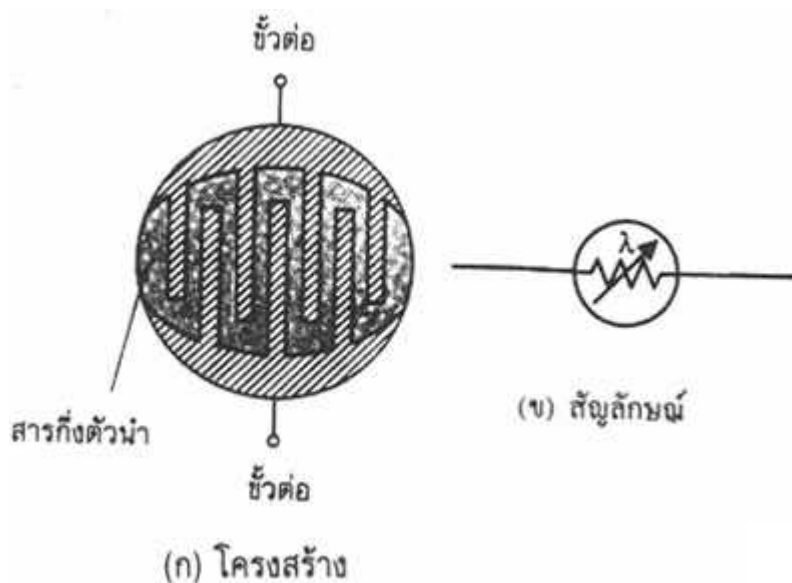
2. หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) หน้าสัมผัสชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของตัวคอนแทกเตอร์ มีขนาดเล็กทนกระแสได้ต่ำทำหน้าที่ช่วยการทำงานของวงจร เช่น เป็นหน้าสัมผัสที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงานได้ตลอดเวลา หรือเรียกว่า "holding" หรือ "maintaining contact" หน้าสัมผัสช่วยนี้จะเป็นหน้าสัมผัสแบบโยกได้สองทางโดยจะถูกดึงขึ้นลงไปตามจังหวะการดูด-ปล่อยของคอนแทกเตอร์ อักษรกำกับหน้าสัมผัสช่วย จะเป็น 13, 14 สำหรับคอนแทกเตอร์ที่มีหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติเปิด 1 ชุด ถ้ามี N.O. ชุดที่ 2 จะเป็น 23, 24 และหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติปิดจะมีอักษรกำกับเป็น 31, 32 และ 41, 42 (นัฐกิจ โพธิ์ชัย.2552)



ภาพที่ 2.30 หน้าสัมผัสของรีเลย์

2.1.8 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวกับแสงและความร้อน

ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง (Light Dependent Resistor) ใช้อักษรตัวย่อ LDR มีชื่อเรียกหลายชื่อด้วยกัน เช่น เซลล์ที่เป็นสื่อไฟฟ้าตามแสง (Photo Conductive Cell) หรืออุปกรณ์เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามแสง (Photoresistive Device) เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้วต่อ ที่ค่าความต้านทานระหว่างขั้วต่อทั้งสอง สามารถเปลี่ยนค่าได้ตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แสดงดังภาพที่ 2.41



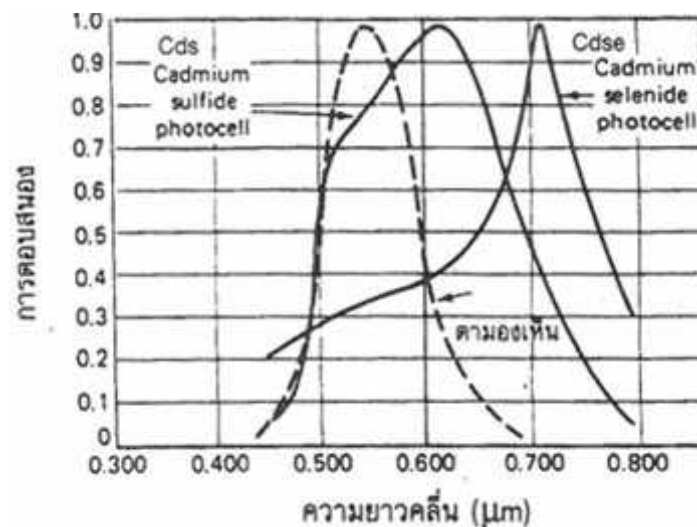
ภาพที่ 2.31 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

2.1.8.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง

จากภาพที่ 2.31 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง โครงสร้างทำมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide) ใช้ตัวย่อ CdS

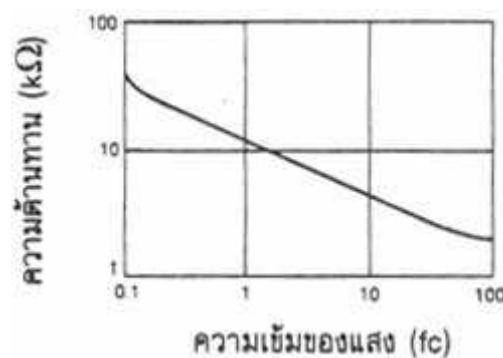
และแคดเมียมเซเลไนด์ (Cadmium Selenide) ใช้ตัวย่อ CdSe ทั้งคู่เป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้งาน เพราะมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่มากกระทบบ

การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงที่มากกระทบบกับตัว LDR ชนิดแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) มีค่าตอบสนองที่ความยาวคลื่นแสงประมาณ $0.61 \mu\text{m}$ และชนิดแคดเมียมเซเลไนด์ (CdSe) มีค่าตอบสนองที่ความยาวคลื่นแสงประมาณ $0.71 \mu\text{m}$ เวลาที่ใช้ในการรับแสงเพื่อการเปลี่ยนค่าความต้านทานสำหรับชนิดแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) ประมาณ 100 ms และชนิดแคดเมียมเซเลไนด์ (CdSe) ประมาณ 10 ms การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของ LDR แสดงดังภาพที่ 2.32



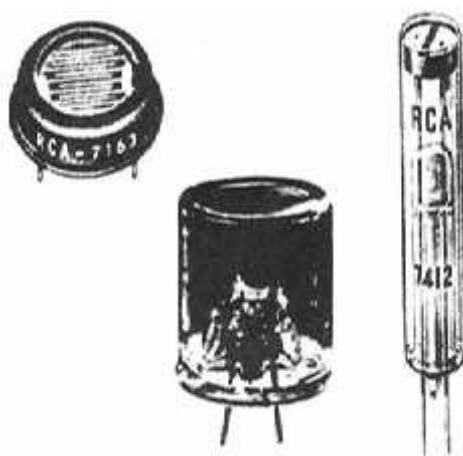
ภาพที่ 2.32 การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของ LDR

โครงสร้างของ LDR ไม่มีรอยต่อของการชนกันระหว่างสารต่างชนิดเหมือนโฟโตไดโอด แต่เกิดขึ้นจากสารกึ่งตัวนำชั้นบางที่นำมาใช้งาน ต่อเรียงเป็นลำดับกันไป สารกึ่งตัวนำนี้ถูกต่อให้รับแสงโดยตรง คุณสมบัติของ LDR ค่าความต้านทานในตัว LDR จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มของแสงที่มากกระทบบ ความเข้มของแสงน้อย LDR มีค่าความต้านทานสูง และถ้าความเข้มของแสงมาก LDR มีค่าความต้านทานต่ำ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงและค่าความต้านทานของ LDR แสดงดังภาพที่ 2.33



ภาพที่ 2.33 แสดงความสัมพันธ์ของสองตัวแปร

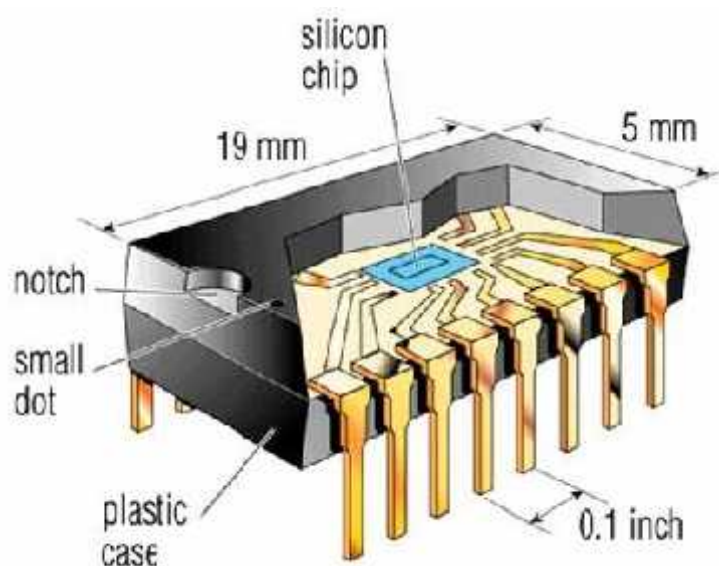
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและค่าความต้านทานของ LDR จากภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของ LDR ค่าที่ได้ตามรูปเป็นคุณสมบัติของตัวสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำ LDR เมื่อแสงที่ส่องมากระทบ LDR มีความเข้มสูง ความเข้มแสงจะทำให้อิเล็กตรอนในตัว LDR เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานภายในโครงสร้างสูง เป็นผลให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระเพิ่มสูงขึ้น ค่าความต้านทานในตัว LDR ลดต่ำลง ในทางตรงข้ามเมื่อแสงที่ส่องมากระทบ LDR มีความเข้มต่ำ ความเข้มแสงทำให้อิเล็กตรอนอิสระลดต่ำลง ค่าความต้านทานในตัว LDR เพิ่มสูงขึ้น รูปร่างของจริงของตัว LDR แสดงดังภาพที่ 2.34



ภาพที่ 2.34 รูปร่างของจริงของตัว LDR แบบต่าง ๆ

2.1.9 ไอซี (IC)

ไอซีคือ วงจรรวม หรือภาษาอังกฤษเรียกว่า Integrated Circuit หมายถึงวงจรที่นำเอาตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มาประกอบรวมกันบนแผ่นวงจรมินิเจอร์ขนาดเล็ก ในปัจจุบันแผ่นวงจรมินิเจอร์นี้ทำด้วยแผ่นซิลิคอน บางทีอาจเรียกว่าชิป (Chip) องค์ประกอบวงจรต่าง ๆ จะฝังอยู่บนแผ่นผลึกนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นชนิดที่เรียกว่า Monolithic การสร้างองค์ประกอบวงจรบนผิวผลึกนี้ จะใช้กรรมวิธีทางด้านการถ่ายภาพอย่างละเอียดผสมกับกระบวนการทางเคมีทำให้ลายวงจรมีความละเอียดสูงมาก สามารถบรรจุองค์ประกอบวงจรได้จำนวนมาก ภายในไอซี จะมีส่วนของลอจิกมากมายและซับซ้อนมาก ไอซีนี้นักพบเห็นได้ภายในคอมพิวเตอร์และ ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งใช้ทำงานควบคุม คอมพิวเตอร์ จนถึงโทรศัพท์มือถือ หรือแม้กระทั่งหน่วยความจำ (RAM) และอุปกรณ์อื่นๆอีกมากมาย ซึ่งถือว่าไอซีนี้นับมีบทบาทและมีความสำคัญมากในยุคปัจจุบัน



ภาพที่ 2.35 โครงสร้าง IC

ไอซี เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดใหม่ ที่สามารถสร้างรวมเอาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิดไว้ในตัวได้ พร้อมการต่อวงจรเรียบร้อย เนื่องจาก ไอซี มีข้อดีกว่าสารกึ่งตัวนำเป็นตัวๆ หลายประการ จึงทำให้ ไอซี เป็นที่นิยมใช้งาน

ออปแอมป์ คือ ไอซี ที่ถูกสร้างขึ้นมามีใช้งานในวงจรขยาย สามารถใช้อัตราขยายสูงมากและตัวออปแอมป์มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูง ทำให้ออปแอมป์เป็นที่นิยมใช้งาน โครงสร้างภายในของ ออปแอมป์ในภาคแรก ๆ ทางอินพุต ประกอบด้วยวงจรขยายความแตกต่างหลายภาค เพื่อให้วงจร มีอัตราขยายและอัตราส่วนตัดทอนโหมตรงร่วมสูง การจ่ายแหล่งจ่ายแรงดันให้ออปแอมป์ต้องจ่ายแรงดัน 3 ขั้ว คือ บวก ลบ และกราวด์

คุณสมบัติทางอุดมคติของออปแอมป์ เป็นคุณสมบัติตามความนึกคิดของผู้สร้างออปแอมป์ ทำให้คุณสมบัติของออปแอมป์ดีมาก แต่เมื่อนำไปใช้งานจริงจะมีหลายประการที่แตกต่างไป ทำให้การนำออปแอมป์ไปใช้งานจริงต้องมีการจัดอุปกรณ์ต่อร่วมภายนอก เพื่อเป็นการกำหนดอัตราขยายและกำหนด ให้มีการทำงานที่คงที่ตลอดเวลา วงจรขยายออปแอมป์สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งแรงดันและกระแส วงจรขยายออปแอมป์ทำการขยายสัญญาณแบบเชิงเส้น สามารถจัดวงจรขยายได้ 2 ลักษณะ คือขยายสัญญาณแบบกลับเฟส และขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

วงจรขยายแบบกลับเฟส เป็นการจัดวงจรขยายที่สัญญาณอินพุตกับสัญญาณเอาต์พุตมีเฟสต่างกัน 180 องศา สัญญาณอินพุตถูกป้อนให้เข้าขาอินเวอร์ติง

วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส เป็นการจัดวงจรขยายที่สัญญาณอินพุตกับสัญญาณเอาต์พุตมีเฟสเหมือนกัน สัญญาณอินพุตป้อนให้ขาอินเวอร์ติงอินทิเกรตเตอร์ (IC) อินทิเกรตเตอร์ เซอร์กิต (Integrated Circuit) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ไอซี (IC) เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดใหม่

ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ช่วยทำให้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเปลี่ยนรูปแบบไป ตลอดจนทำให้ขนาดของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเล็กลง เพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการใช้งานได้มากขึ้น ไอซีเป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำที่รวมเอาชิ้นส่วนของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหลายชนิดไว้ในตัว พร้อมกับการต่อวงจรตามต้องการ โดยอุปกรณ์และวงจรจะถูกสร้างขึ้นบนฐานของสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกัน ภายในส่วนประกอบของไอซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นทั้งตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวไดโอด ตัวทรานซิสเตอร์ ตัวเฟส และอื่น ๆ อีกมากมาย และมีจำนวนมาก ๆ

ธาตุที่นำมาผลิต ไอซี คือธาตุซิลิคอน ขนาดของสารกึ่งตัวนำที่สร้างเป็น ไอซี บางตัวมีขนาดเล็กถึง 0.05×0.05 นิ้ว ซึ่งขนาดของสารกึ่งตัวนำที่ทำเป็น ไอซี จะมีขนาดเล็กขึ้นอยู่กับปริมาณของอุปกรณ์ที่ใส่ลงไป สาเหตุที่อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำถูกพัฒนาไปในลักษณะของ ไอซี เพราะ ไอซี มีข้อดีกว่าอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเป็นตัว ๆ หลายประการด้วยกัน ดังนี้

1. มีความเชื่อถือในการทำงานสูง
2. มีอายุการใช้งานยาวนานและทนทาน
3. มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ทำงานได้รวดเร็ว
4. ราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเป็นตัว ๆ
5. มีขนาดเล็กกะทัดรัด น้ำหนักเบา
6. ใช้กำลังงานน้อย ไม่มีส่วนที่ทำให้เกิดความร้อนสูง
7. การนำไปใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว



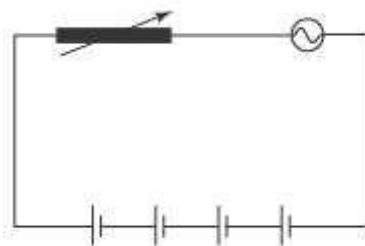
ภาพที่ 2.36 รูปร่าง IC Opamp

2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

2.2.1 การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประโยชน์

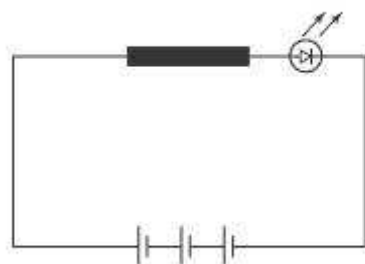
ในการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เราควรจะเข้าใจการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ มากขึ้น และสามารถนำมาพัฒนาคุณภาพของอุปกรณ์ร่วมต่างๆ ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควรศึกษาได้แก่

2.2.1.1 การต่อวงจรตัวต้านทาน ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์การต่อตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ ต้องต่อวงจรแบบอนุกรม เพราะตัวต้านทานชนิดนี้สามารถควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรให้ไหลมากหรือน้อยตามต้องการได้



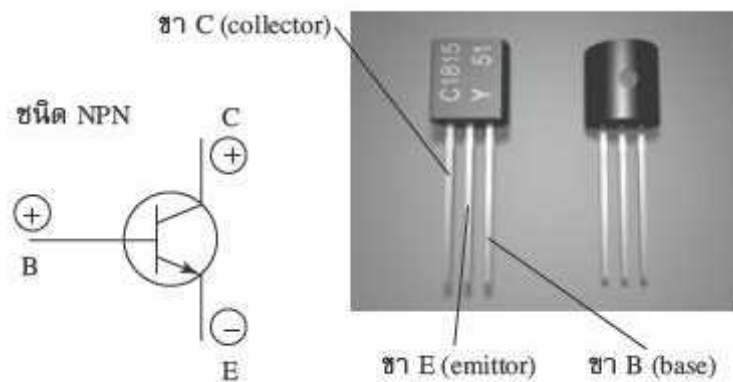
ภาพที่ 2.37 รูปแสดงการต่อวงจรตัวต้านทาน

2.2.1.2 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสง การต่อไดโอดเปล่งแสงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องต่อตัวต้านทานไว้ในวงจรด้วย เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเล็กน้อยก็ทำให้ไดโอดเปล่งแสงทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องต่อตัวต้านทานไว้ในวงจรด้วยเพื่อลดปริมาณกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านไดโอดในปริมาณที่เหมาะสม



ภาพที่ 2.38 รูปแสดงการต่อไดโอดเปล่งแสง

2.2.1.3 การต่อวงจรทรานซิสเตอร์ การที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ ทำงานได้ต้องจ่ายไฟให้ที่ขาเบส (B) ซึ่งเป็นขาที่มีหน้าที่ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จะไหลจากขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขาอิมิตเตอร์ กล่าวคือหากให้กระแสไหลที่ขาเบสมาก จะทำให้กระแสไหลผ่านขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขาอิมิตเตอร์มาก แต่ถ้าให้กระแสไหลที่ขาเบสน้อย กระแสที่จะไหลผ่านขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขาอิมิตเตอร์น้อยลงไปด้วย ดังนั้นด้วยหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์นี้ ก็จะสามารถนำทรานซิสเตอร์ไปประกอบในวงจรต่างๆ ได้มากมาย โดยเฉพาะในวงจรที่ต้องการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร



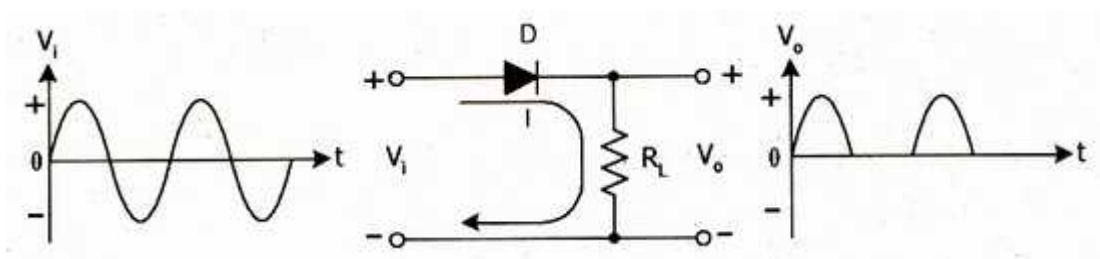
ภาพที่ 2.39 รูปแสดงทรานซิสเตอร์

การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ต้องรู้จักเครื่องมือที่จะใช้เป็นอย่างดีและรู้วิธีการบัดกรี เช่น การใช้หัวแร้ง การใช้ตะกั่วบัดกรี ตลอดจนเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการบัดกรีด้วยเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดในการต่อวงจร

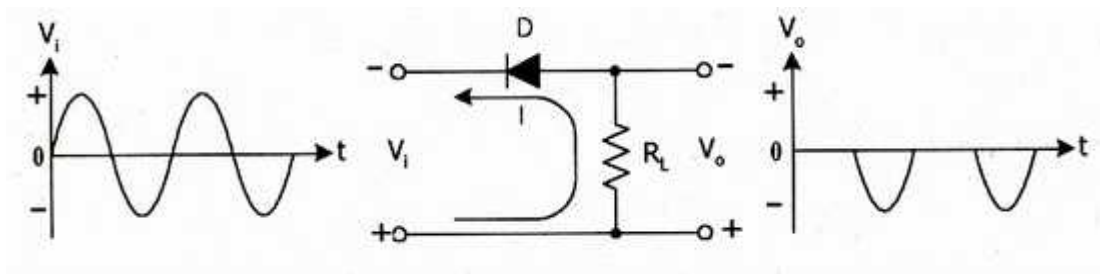
วงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit) การแปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ จะต้องใช้แรงดันเลี้ยงวงจรเป็นแรงดันไฟตรง (DC) โดยทำการแปลงแรงดันไฟสลับ (AC) ให้เป็นแรงดันไฟตรง (DC) วงจรที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้เรียกว่าวงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit) หรืออาจเรียกว่าวงจรเรียงกระแส อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือไดโอด ไดโอดที่นิยมนำมาใช้งานในวงจรเรกติไฟเออร์เป็นไดโอดชนิดซิลิกอน

การทำงานของไดโอดเรกติไฟเออร์ใช้หลักการจ่ายไบอัสตรง และการจ่ายไบอัสกลับให้ตัวไดโอด เพื่อให้ไดโอดนำกระแสและหยุดนำกระแสตามสภาวะไบอัสที่จ่ายแรงดันที่ผ่านการเรกติไฟ-เออร์แล้ว ได้แรงดันออกมาเป็นไฟตรงซีกบวกหรือแรงดันไฟตรงซีกลบ แรงดันไฟตรงจะได้ออกมาซีกใดขึ้นอยู่กับการจัดวงจรไดโอดเรกติไฟเออร์ ถ้าไดโอดจัดให้ขาแคโทด (K) ออกเอาต์พุตได้แรงดันซีกบวกออกมา และถ้าไดโอดจัดให้ขาแอนโนด (A) ออกเอาต์พุตได้แรงดันซีกลบออกมา ลักษณะการเรกติ-ไฟเออร์เบื้องต้นแสดงดังภาพที่ 2.50



(ก) แรงดันไฟตรงซีกบวกออก



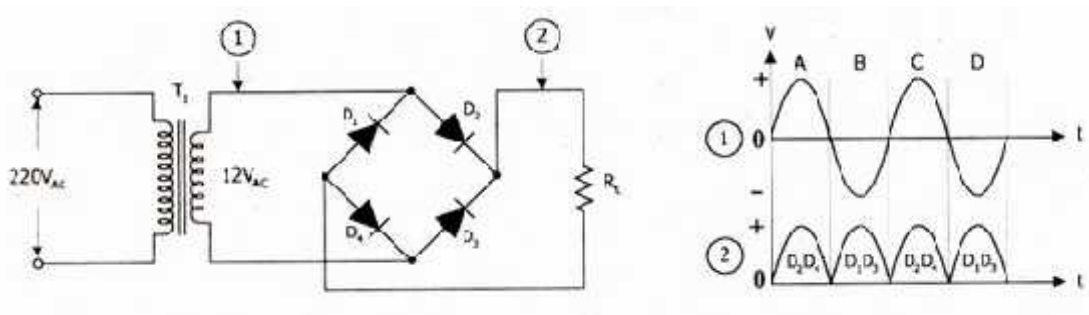
(ข) แรงดันไฟตรงซีกลบออก

ภาพที่ 2.40 การทำงานวงจรเรกติไฟเออร์เบื้องต้น

จากภาพที่ 2.40 (ก) แสดงการเรกติไฟเออร์เบื้องต้น ได้แรงดันไฟตรงซีกบวกออกเอาต์พุต โดยต่อขา A รับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขา K ออกเอาต์พุต ไดโอด D จะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับซีกบวกป้อนให้ขา A ไดโอด D นำกระแส มีกระแส I ไหลผ่านไดโอดไปตกคร่อมโหลด R_L เป็นแรงดันออกเอาต์พุต V_O ซีกบวก

ส่วนภาพที่ 2.40 (ข) แสดงการเรกติไฟเออร์เบื้องต้นได้แรงดันไฟตรงซีกลบออกเอาต์พุต โดยต่อขา K รับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขา A ออกเอาต์พุต ไดโอด D จะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบป้อนให้ขา K ไดโอด D นำกระแสมีกระแส I ไหลผ่านโหลด R_L ไหลผ่านไดโอด D เป็นแรงดันออกเอาต์พุต V_O ซีกลบ

เรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ คือวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นนั่นเอง เพียงแต่การจัดวงจรเรกติไฟเออร์มีความแตกต่างไปจากวงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง วงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ประกอบด้วยหม้อแปลงใช้ชนิดทางขดทุติยภูมิมี 2 ขั้วต่อไม่ต้องมีแทปกกลาง (CT) ใช้ไดโอดในการเรกติไฟเออร์ 4 ตัว การทำงานแต่ละครั้งไดโอดทำงานเป็นชุด 2 ตัว ลักษณะวงจรและแรงดันที่ได้แสดงดังภาพที่ 2.41



(ก) วงจร

(ข) แรงดันจุดต่าง ๆ

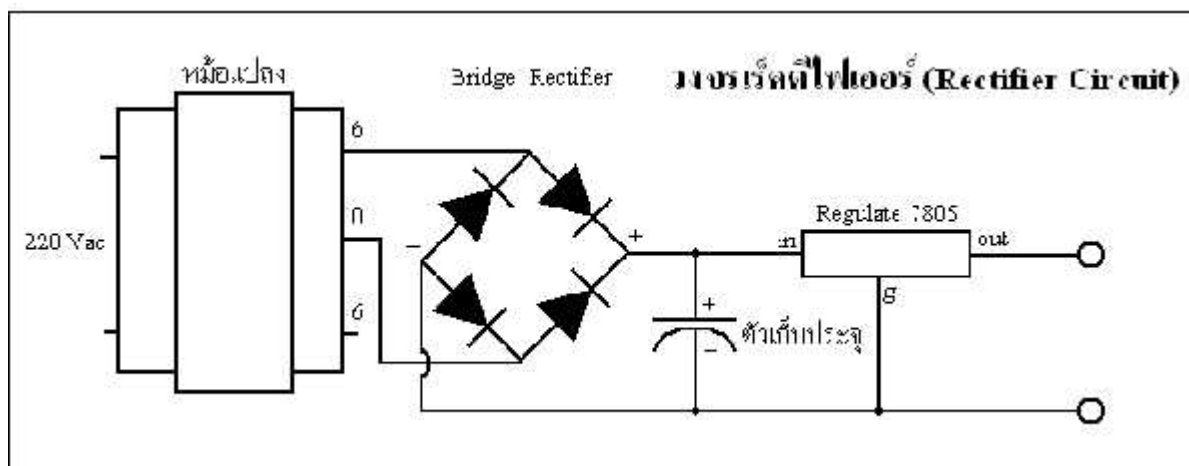
ภาพที่ 2.41 วงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

จากภาพที่ 2.41 แสดงวงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ภาพที่ 2.41 (ก) เป็นวงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ มีไดโอด D1-D4 เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ หม้อแปลง T1 เป็นชนิดธรรมดาไม่มีแทปกลาง (CT) วัดสัญญาณที่จุด 1 และจุด 2 ออกมาได้เหมือนกับเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลางทุกประการ

การทำงานของวงจรตามภาพที่ 2.41 อธิบายได้ดังนี้ ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับชุกตำแหน่ง A ป้อนเข้ามา ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน D2, RL และผ่าน D4 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A ส่วนไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส

เมื่อมีแรงดันไฟสลับชุกตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนเข้ามาไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมีกระแสไหลผ่าน D3, RL และผ่าน D1 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง B ส่วนไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส

เมื่อมีแรงดันไฟสลับชุกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง A ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันไฟสลับชุกตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง B ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

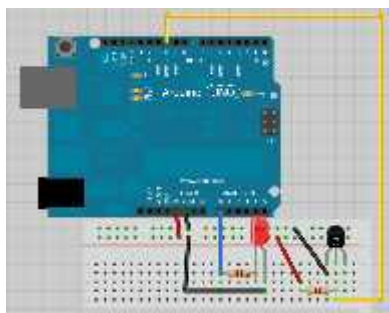


ภาพที่ 2.42 วงจรเรกติไฟเออร์

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ตุ-อิ-โน้ หรือ อาตุยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



รูปที่ 2.43 การต่อวงจรเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด

2.3.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

1. ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2. มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแกร่ง
3. Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน

ราคาไม่แพง

4. Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

2.3.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software

2. หลังจากเขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้ และหมายเลข Com port

2.3.3 เลเอาท์และตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ บนบอร์ด (Model: Arduino UNO R3)

1. **USBPort:** ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. **Reset Button:** เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. **ICSP Port** ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. **I/OPort:Digital I/O** ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. **ICSP Port:** Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. **MCU:** Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้นบนบอร์ด Arduino
7. **I/OPort:** นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. **Power Port:** ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วย ขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, V_{in}
9. **Power Jack:** รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. **MCU** ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.4 Raspberry Pi

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย

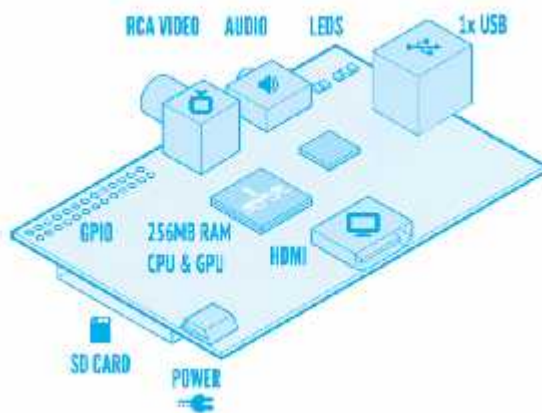
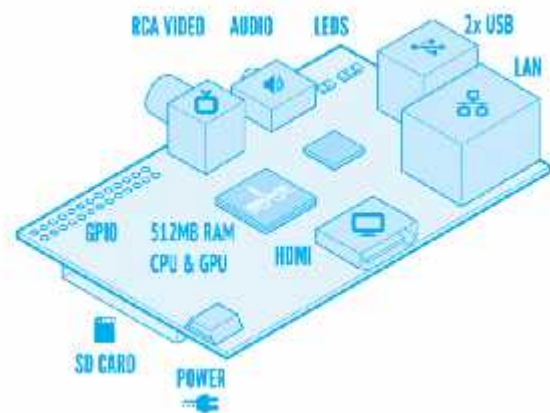
บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย

2.4.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

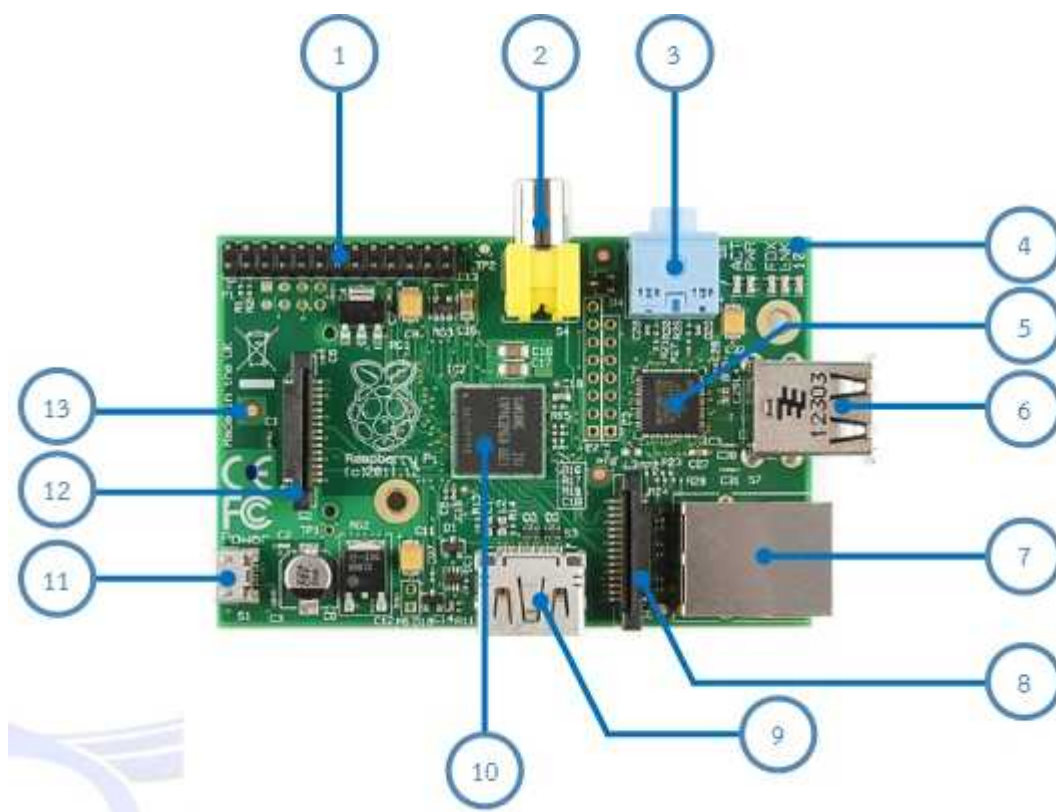
บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน รายละเอียดดังตาราง 2.4

ตารางที่ 2.4 Raspberry Pi โมเดล A และ โมเดล B

	โมเดล A	โมเดล B (Revision 2)
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAM and Single USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder and encoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (Shared with GPU)	512 MB (Shared with GPU)
USB 2.0 Ports	1 (direct from BCM2835)	2 (via the built in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPi designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I ² S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	
Onboard network	None	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripherals Low-level peripherals	8 x GPIO, UART, I ² C Bus, SPI Bus with two chip selects, I ² S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 Volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370 inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	

RASPBERRY PI MODEL A**RASPBERRY PI MODEL B**

รูปที่ 2.46 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi ทั้ง 2 โมเดล



รูปที่ 2.47 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)

1. พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B (Revision 1) ทุก Pin จะเหมือนกัน แต่โมเดล B (Revision 2) จะแตกต่างกัน รายละเอียดดังรูป

Raspberry Pi Model A & B (Revision 1)

3.3V	1	2	5V
I2C0 SDA	3	4	DNC
I2C0 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
DNC	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 21	13	14	DNC
GPIO 22	15	16	GPIO 23
DNC	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	DNC
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
DNC	25	26	SP10 CE1 N

Raspberry Pi Model B (Revision 2)

3.3V	1	2	5V
I2C1 SDA	3	4	5V
I2C1 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND		10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	GROUND
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
GROUND	25	26	SP10 CE1 N

รูปที่ 2.48 ส่วนประกอบของ ขา Raspberry Pi ทั้ง 2 โมเดล

2. พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อ



รูปที่ 2.49 ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อ RCA

3. จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร

4. LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังภาพ



รูปที่ 2.50 จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงและ LED แสดงสถานะของบอร์ด

- ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)
- PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)
- FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)
- LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)
- 100 คือ ไฟสถานะ 10/100Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

5. ชิพควบคุม LAN (LAN Controller)

6. พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

7. พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps

8. พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องถ่ายภาพ แสดงตัวอย่างโมดูลกล้อง



รูปที่ 2.51 Raspberry PI Camera Module

9. พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปด้านล่าง



สาย HDMI



HDMI to VGA

รูปที่ 2.52 พอร์ต HDMI

10. ชิพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz
11. พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi
12. พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น
13. ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

2.4 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology)

ระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN = Wireless Local Area Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีรูปแบบในการสื่อสารแบบไม่ใช้สาย โดยการใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และ คลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบ LAN แบบใช้สาย

ที่สำคัญก็คือ การที่ไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สายที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันโลกของเราเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสาร เทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวัน ความต้องการข้อมูลและการบริการต่างๆ มีความจำเป็นสำหรับนักธุรกิจ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้น มีมากมาย เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เครื่องปาล์ม ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมาก

2.4.2 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย

2.4.2.1 mobility improves productivity & service มีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใดก็ยังสามารถเชื่อมต่อ กับเครือข่ายตลอดเวลา トラバドที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล

2.4.2.2 installation speed and simplicity สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิล และไม่รกรุงรัง

2.4.2.3 installation flexibility สามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย เพราะเพียงแคมี พืช การเชื่อมต่อเข้ากับโน้ตบุ๊ก หรือพีซี ก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที

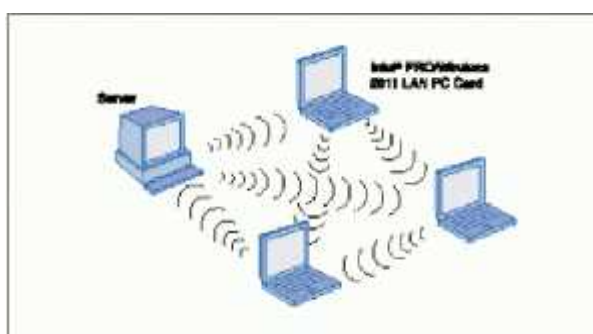
2.4.2.4 reduced cost- of-ownership ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูง เพราะในระยะยาวแล้ว ระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษาและการขยายเครือข่ายก็ลงทุนน้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องด้วยความสะดวกง่ายในการติดตั้ง

2.4.2.5 scalability เครือข่ายไร้สายทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งานโดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด เช่น ระหว่างตึก

ระบบเครือข่ายไร้สาย เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนัก และมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่น่าสนใจที่สุดของเครือข่ายไร้สายก็คือ ความสะดวกสบายที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

2.4.3 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

2.4.3.1 Peer-to-peer (ad hoc mode)

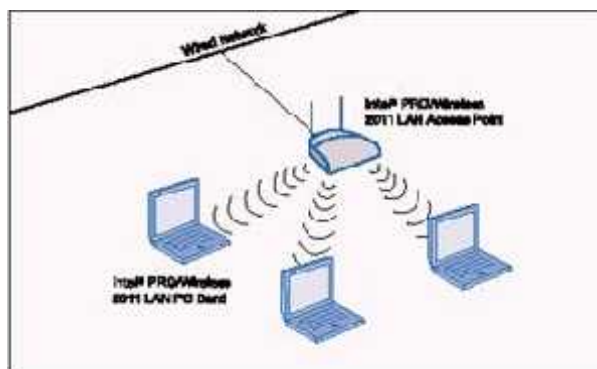


รูปที่ 2.53 ระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer

รูปแบบการเชื่อมต่อระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะ การเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่านั้น เป็นการใช้งาน

ร่วมกันของ wireless adapter cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกัน สามารถทำงานของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้ เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม, หรือการประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่

2.4.3.2 Client/server (Infrastructure mode)



รูปที่ 2.54 ระบบแลนไร้สายแบบ Client / server

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย Access Point (AP) หรือเรียกว่า “Hot spot” ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย(client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็น เครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่าน AP เท่านั้น ซึ่ง AP 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิต, ห้องสมุด หรือในห้องประชุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น

2.4.3.3 Multiple access points and roaming



รูปที่ 2.55 ระบบแลนไร้สายแบบ Multiple access points and roaming

โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Access Point ของเครือข่ายไร้สายจะอยู่ในรัศมีประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000 ฟุต ภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้าง มากๆ เช่นคลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

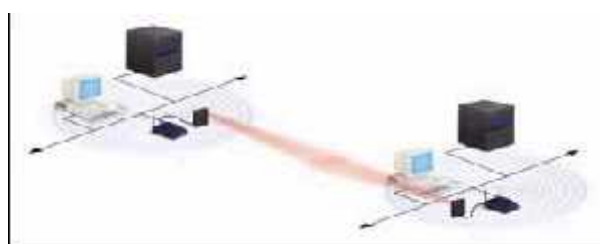
2.4.3.4 Use of an Extension Point



รูปที่ 2.56 ระบบแลนไร้สายแบบ Use of an Extension Point

กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สายมีปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ

2.4.3.5 The Use of Directional Antennas



รูปที่ 2.57 ระบบแลนไร้สายแบบ The Use of Directional Antennas

ระบบแลนไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน

2.4.4 มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย IEEE 802.11

เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2540 โดยสถาบัน IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) ซึ่งมีข้อกำหนดระบุไว้ว่า ผลิตภัณฑ์เครือข่ายไร้สายในส่วนของ PHY Layer นั้นมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยมีสื่อนำสัญญาณ 3 ประเภทให้เลือกใช้งาน อันได้แก่ คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์, 2.5 กิกะเฮิรตซ์และคลื่นอินฟราเรด ส่วนในระดับชั้น MAC Layer นั้นได้กำหนดกลไกของการทำงานแบบ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งนิยมใช้งานบนระบบเครือข่ายแลนใช้สาย โดยมีกลไกในการเข้ารหัสข้อมูลก่อนแพร่กระจายสัญญาณไปบนอากาศ พร้อมกับการตรวจสอบผู้ใช้งานอีกด้วย

2.4.5 มาตรฐาน IEEE 802.11

ในยุคเริ่มแรกนั้นให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งไม่มีการรับรองคุณภาพของการให้บริการที่เรียกว่า QoS (Quality of Service) ซึ่งมีความสำคัญในสภาพแวดล้อมที่มีแอปพลิเคชันหลากหลายประเภทให้ใช้งาน นอกจากนั้นกลไกในเรื่องการรักษาความปลอดภัยที่นำมาใช้ก็ยังมีความซับซ้อนจำนวนมาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงานขึ้นมาหลายชุดด้วยกัน เพื่อทำการพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐานให้มีศักยภาพเพิ่มสูงขึ้น

2.4.6 IEEE 802.11a

เป็นมาตรฐานที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่เมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยใช้เทคโนโลยี OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ไร้สายมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็วสูงสุด 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานโดยทั่วไปในประเทศไทย เนื่องจากสงวนไว้สำหรับกิจการทางด้านดาวเทียม ข้อเสียของผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11a ก็คือมีรัศมีการใช้งานในระยะสั้นและมีราคาแพง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11a จึงได้รับความนิยมน้อย

2.4.7 IEEE 802.11b

เป็นมาตรฐานที่ถูกตีพิมพ์และเผยแพร่ออกมาพร้อมกับมาตรฐาน IEEE 802.11a เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและได้รับความนิยมในการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ร่วมกับเทคโนโลยี DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานในแบบสาธารณะทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้มีชนิด ทั้งผลิตภัณฑ์ที่รองรับเทคโนโลยี Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สายและ

เตาไมโครเวฟ จึงทำให้การใช้งานนั้นมีปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวนของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ข้อดีของมาตรฐาน IEEE 802.11b ก็คือ สนับสนุนการใช้งานเป็นบริเวณกว้างกว่ามาตรฐาน IEEE 802.11a ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11b เป็นที่รู้จักในเครื่องหมายการค้า Wi-Fi ซึ่งกำหนดขึ้นโดย WECA (Wireless Ethernet Compatability Alliance) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้ผ่านการตรวจสอบและรับรองว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11b ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกันกับผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายอื่นๆ ได้

2.4.7 IEEE 802.11g

เป็นมาตรฐานที่นิยมใช้งานกันมากในปัจจุบันและได้เข้ามาทดแทนผลิตภัณฑ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b เนื่องจากสนับสนุนอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูลในระดับ 54 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้เทคโนโลยี OFDM บนคลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และให้รัศมีการทำงานที่มากกว่า IEEE 802.11a พร้อมความสามารถในการใช้งานร่วมกันกับมาตรฐาน IEEE 802.11b ได้ (Backward-Compatible)

2.4.8 IEEE 802.11e

เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานแอปพลิเคชันทางด้านมัลติมีเดียอย่าง VoIP (Voice over IP) เพื่อควบคุมและรับประกันคุณภาพของการใช้งานตามหลักการ QoS (Quality of Service) โดยการปรับปรุง MAC Layer ให้มีคุณสมบัติในการรับรองการใช้งานให้มีประสิทธิภาพ

2.4.9 IEEE 802.11f

มาตรฐานนี้เป็นที่รู้จักกันในนาม IAPP (Inter Access Point Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการจัดการกับผู้ใช้งานที่เคลื่อนที่ข้ามเขตการให้บริการของ Access Point ตัวหนึ่งไปยัง Access Point เพื่อให้บริการในแบบโรมมิ่งสัญญาณระหว่างกัน

2.4.10 IEEE 802.11h

มาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับผลิตภัณฑ์เครือข่ายไร้สายที่ใช้งานย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ให้ทำงานถูกต้องตามข้อกำหนดการใช้ความถี่ของประเทศในทวีปยุโรป

2.4.11 มาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย (Wireless LAN Standards)

ในทำนองเดียวกันกับเทคโนโลยีเครือข่ายอื่น ๆ เทคโนโลยีเครือข่ายแลนไร้สายก็จะต้องมีมาตรฐานที่ชัดเจนเพื่อรองรับ และมาตรฐาน IEEE 802.11 ถือเป็นมาตรฐานของเครือข่ายไร้สายที่กระจายสเปกตรัม (Spread-Spectrum) ด้วยคลื่นวิทยุในการสื่อสารที่หลายย่านความถี่ โดยรากฐานของ

เทคโนโลยี 802.11 จะใช้คลื่นวิทยุในการแพร่สัญญาณบนย่านความถี่ 2.5 GHz ยกเว้นเพียงแต่มาตรฐาน 802.11a เท่านั้น ที่ใช้ย่านความถี่ที่ 5 GHz

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย

IEEE Standard	RF Band	Speed
IEEE 802.11	Infrared (IR) or 2.4 GHz	1 Mbps or 2 Mbps
IEEE 802.11 a	5 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11 b	2.4 GHz	11 Mbps
IEEE 802.11 g	2.4 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11 n	5 GHz	100 Mbps

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิโดยใช้อุปกรณ์ FPGA ควบคุมการทำงาน และแสดงผลด้วย 7-Segment และสามารถส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการพล็อตกราฟได้ โดยใช้ ตัววัดอุณหภูมิจะใช้ ไอซีเบอร์ DS1620 ของบริษัท DALLAS โดยใช้โปรแกรมวัดอุณหภูมิด้วยภาษา VHDL

2.6.2 การพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในโรงเรือนเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดย นายสุธิพันธ์ สุขดีและนายณรงค์ศักดิ์ นิลเขียว ได้พัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในโรงเรือนเกษตรโดยได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำงานร่วมกันกับ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้ได้การควบคุมอุณหภูมิ ที่คงที่และเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เกษตร

2.6.3 เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดไฟในห้องอัตโนมัติสำหรับห้องทำงาน โดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นการใชไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในการโปรแกรมและใช้อุปกรณ์ PIR ในการเป็นตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในห้อง เมื่อไม่มีความเคลื่อนไหวในห้อง ให้ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อพ่วงกับเครื่อง ทำให้ประหยัดพลังงานเมื่อตอนไม่มีคนอยู่ในห้อง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. สำรวจสภาพห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
2. ออกแบบระบบและสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์
3. พัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

3.1 สำรวจสภาพห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

3.1.1 ห้องเรียนภาคทฤษฎี

ห้องเรียนสำหรับการใช้ในงานออกแบบมีลักษณะห้องเรียนแบบเรียนภาคทฤษฎี โดยที่มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเช่น แก้วอิเล็กทรอนิกส์ กระดานไวท์บอร์ด เครื่องฉายสไลด์ พร้อมจอ ตลอดจนหลอดไฟให้แสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 สภาพห้องเรียนภาคทฤษฎี

3.1.2 ห้องเรียนปฏิบัติการ

ห้องเรียนปฏิบัติการ ยะมีเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนที่เพิ่มเข้ามา ซึ่งแล้วแต่พื้นฐานรายวิชาแต่ละรายวิชาและแต่ละห้องปฏิบัติการ และจะอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเช่น โต๊ะฝึกปฏิบัติการ กระดานไวท์บอร์ด เครื่องฉายสื่อพร้อมจอ ตลอดจนหลอดไฟให้แสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ ซึ่งในที่นี้ ผู้วิจัยได้ใช้ห้องสำหรับการวิจัยเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สำหรับเป็นห้องตัวอย่างในการทดลองดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 สภาพห้องเรียนปฏิบัติการ

สำหรับตัวแปรหลักที่ใช้ในการออกแบบสำหรับชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายในห้องเรียนทั้งการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการนี้จะใช้ตัวแปรเกี่ยวกับ แสงสว่าง อุณหภูมิ และ ความเคลื่อนไหว โดยที่เพิ่มการบันทึกภาพนิ่งเมื่อเกิดการเคลื่อนไหวได้ด้วยเพื่ออ้างอิงการเกิดเหตุการณ์

3.2 ออกแบบระบบและสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์

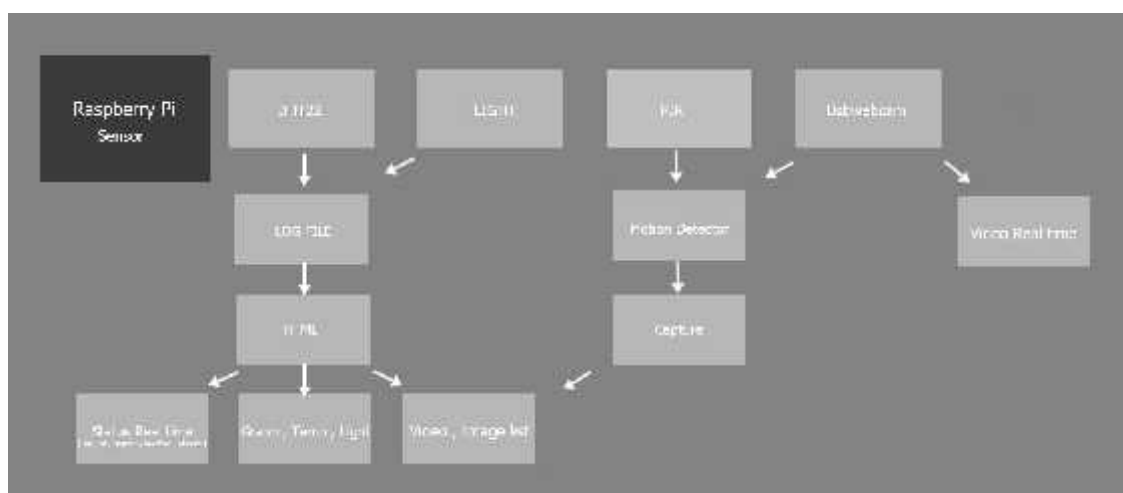
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.2.1. แนวคิดการออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบ เมื่อคิดถึงการทำงานทั้งหมดของระบบแล้ว จะมีส่วนที่สำคัญเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายทั้งแบบที่เป็นระบบเครือข่ายไร้สายและไร้สาย โดยไม่ต้องใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อทำการติดต่อกับระบบเครือข่ายที่อยู่ในคนละระบบกัน จากการทดสอบและสำรวจอุปกรณ์ที่สามารถนำมาจัดทำเป็นชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบ

เครือข่าย ผู้วิจัยได้ใช้ตัวบอร์ด Raspberry Pi สำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และทำการเขียนโปรแกรมตรวจสอบในตัวบอร์ด Raspberry Pi ได้เลย

ชุดตรวจจับอุณหภูมิ และชุดตรวจจับค่าแสงสว่าง ตรวจจับและรับข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ใน Log Files ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ แล้วดึงออกไปแสดงผลด้วยรูปแบบ HTML ทั้งแบบข้อมูลตัวเลขและกราฟ ส่วนตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวก็ตรวจจับความเคลื่อนไหวแล้วทำการบันทึกเวลาที่มีการตรวจจับได้ลง Log Files เช่นกัน พร้อมทั้งทำการบันทึกภาพนิ่งตามเวลาเพื่ออ้างอิงตามเวลาที่มีการตรวจสอบความเคลื่อนไหว เพื่อรอการนำไปแสดงผลด้วยรูปแบบ HTML ด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แนวคิดการออกแบบระบบ

3.2.2. การสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์

3.2.2.1. บอร์ด Raspberry Pi

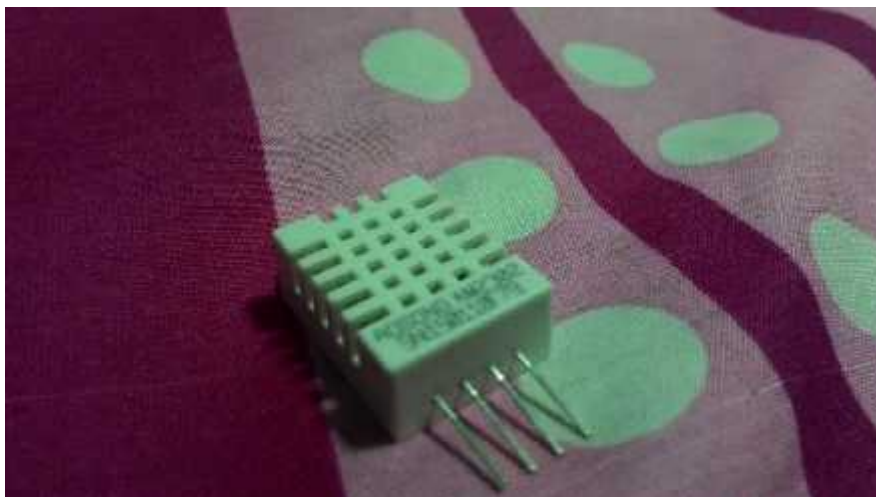
เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีความสามารถในการติดตั้งโปรแกรมระบบปฏิบัติการลงไปได้ รองรับการทำงานด้วยตัวเองผ่านการตั้งค่า และการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยมีพื้นฐานเป็นระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โดยมีความสามารถพื้นฐานในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายภายในตัวเองโดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์และโปรแกรมควบคุมเพิ่มเติม



รูปที่ 3.4 บอร์ด Raspberry Pi

3.2.2.2. ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DHT22

ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DHT22 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับอุณหภูมิ สามารถนำไปใช้งานได้ทันทีกับการเขียนโปรแกรมมากมาย เนื่องจากมี Library ในการเขียนโปรแกรมที่สามารถดึงค่าออกมาเป็นค่าอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสมาใช้ได้เลย จึงเป็นที่นิยมในการใช้งานเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม ควบคุมด้านอุณหภูมิด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.5 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DHT22

3.2.2.3. ตัวตรวจจับค่าแสง

ตัวตรวจจับทางแสงแบบดิจิตอลที่ใช้อุปกรณ์ LDR เพื่อทำการตรวจจับค่าแสงสว่างในสภาพแวดล้อม



รูปที่ 3.6 ตัวตรวจจับค่าแสง

3.2.2.4. ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR

ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวที่สามารถตรวจจับได้ในระยะไกล สำหรับบันทึกเหตุการณ์ที่มีความเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อม และส่งงานไปยังโปรแกรมเพื่อบันทึกภาพนิ่งเพื่ออ้างอิงเหตุการณ์



รูปที่ 3.7 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR

3.2.2.5. กล้องบันทึกภาพ Usb webcam

เป็นกล้องที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB สำหรับการจับภาพนิ่งอ้างอิงตามเหตุการณ์ที่ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวจับความเคลื่อนไหวได้ตามระยะเวลาที่มีเหตุการณ์

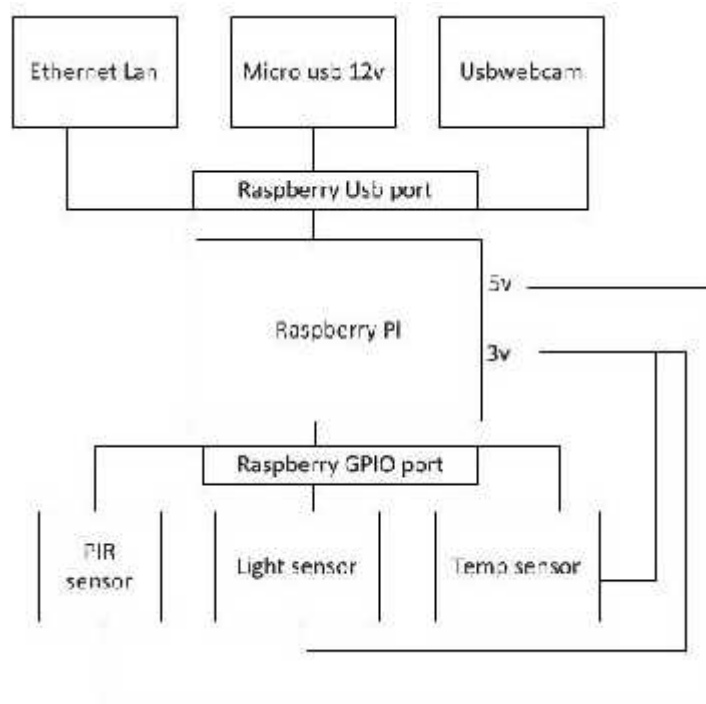


รูปที่ 3.8 กล้องบันทึกภาพ Usb webcam

อุปกรณ์ทั้งหมดในชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายนั้น เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาต่อและทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานที่เป็นลักษณะโมดูล คือเป็นชิ้นส่วนที่สามารถประกอบเข้าด้วยกันได้ ทำงานด้วยกันได้

3.3 พัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

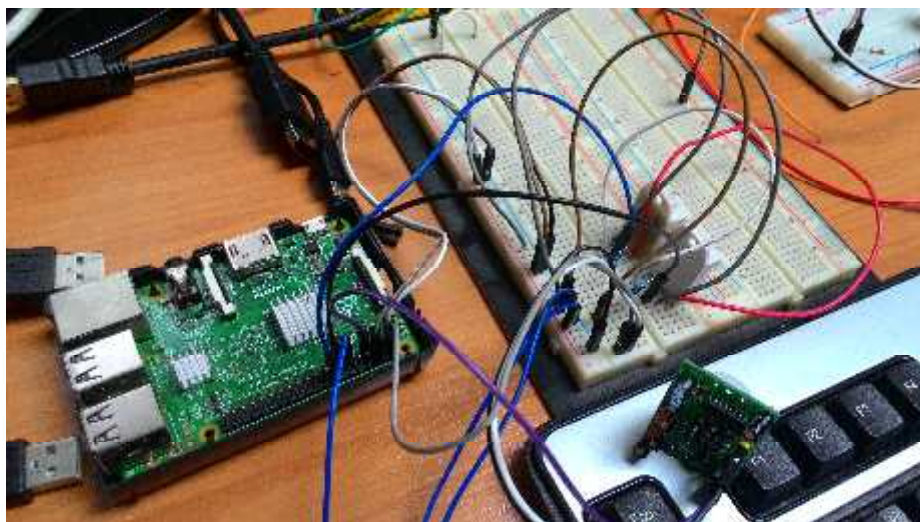
3.3.1 ออกแบบระบบชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย



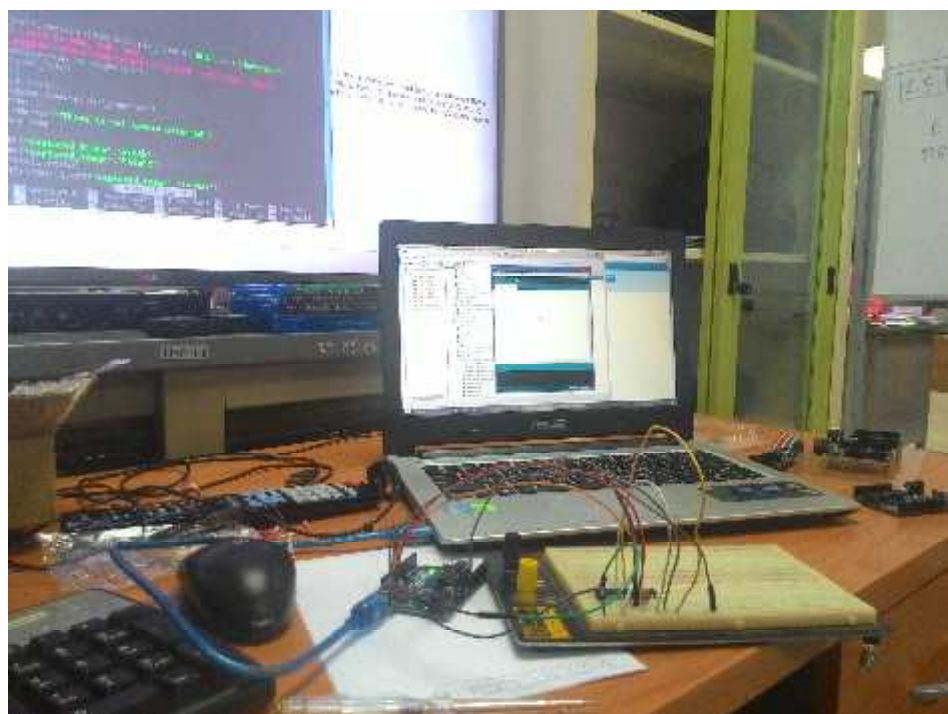
รูปที่ 3.9 ผังการออกแบบการเชื่อมต่อระบบ

3.3.2 สร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย โดยการเชื่อมต่อทดสอบระบบในแผงต่อวงจรเบรตบอร์ด แล้วทำการเขียนโปรแกรมผ่าน Raspberry PI ทั้งในส่วนของวงจรตรวจสอบอุณหภูมิ ตรวจสอบความสว่าง และตรวจจับความเคลื่อนไหว

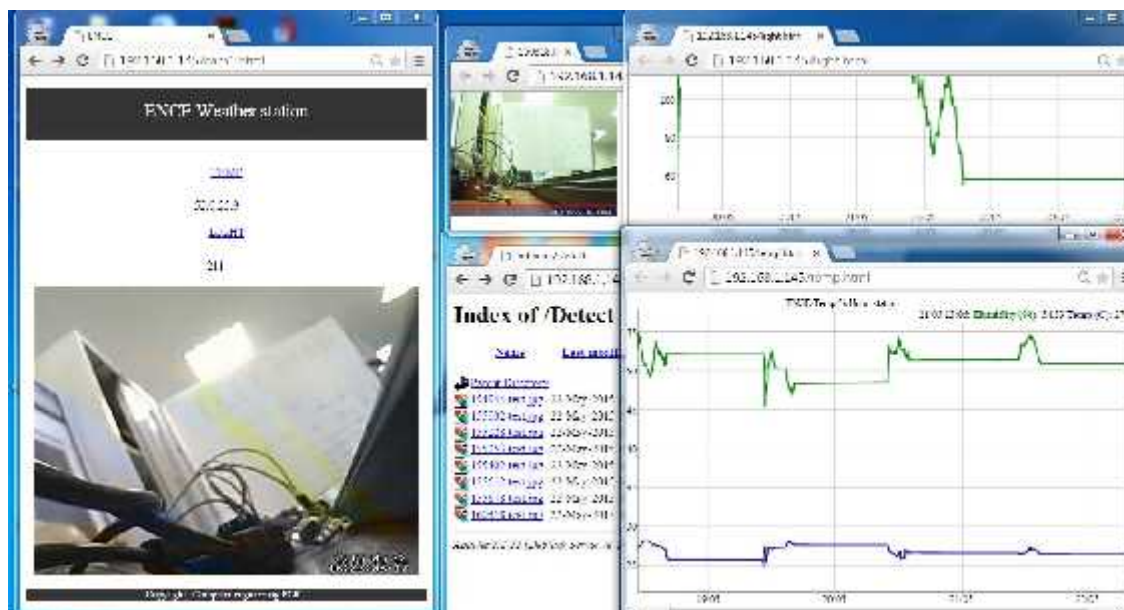


รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อวงจรของตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ



รูปที่ 3.11 การเขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ใน Raspberry PI

การเขียนโปรแกรมใน Raspberry PI นั้นผู้วิจัยใช้ภาษาไพธอนซึ่งมีความยืดหยุ่นที่สามารถเขียนได้ในหลายแพลตฟอร์มของระบบปฏิบัติการ ในที่นี้ Raspberry PI มีระบบปฏิบัติการบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ Linux แล้วเก็บค่าตัวแปรที่ได้จากตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์ลงในฐานข้อมูลที่เป็นไฟล์ข้อมูล เนื่องจากมีความง่ายและเหมาะกับการเขียนโปรแกรมที่มีขนาดเล็ก ไม่เป็นภาระของตัว Raspberry PI ให้ทำงานหนักเกินไป



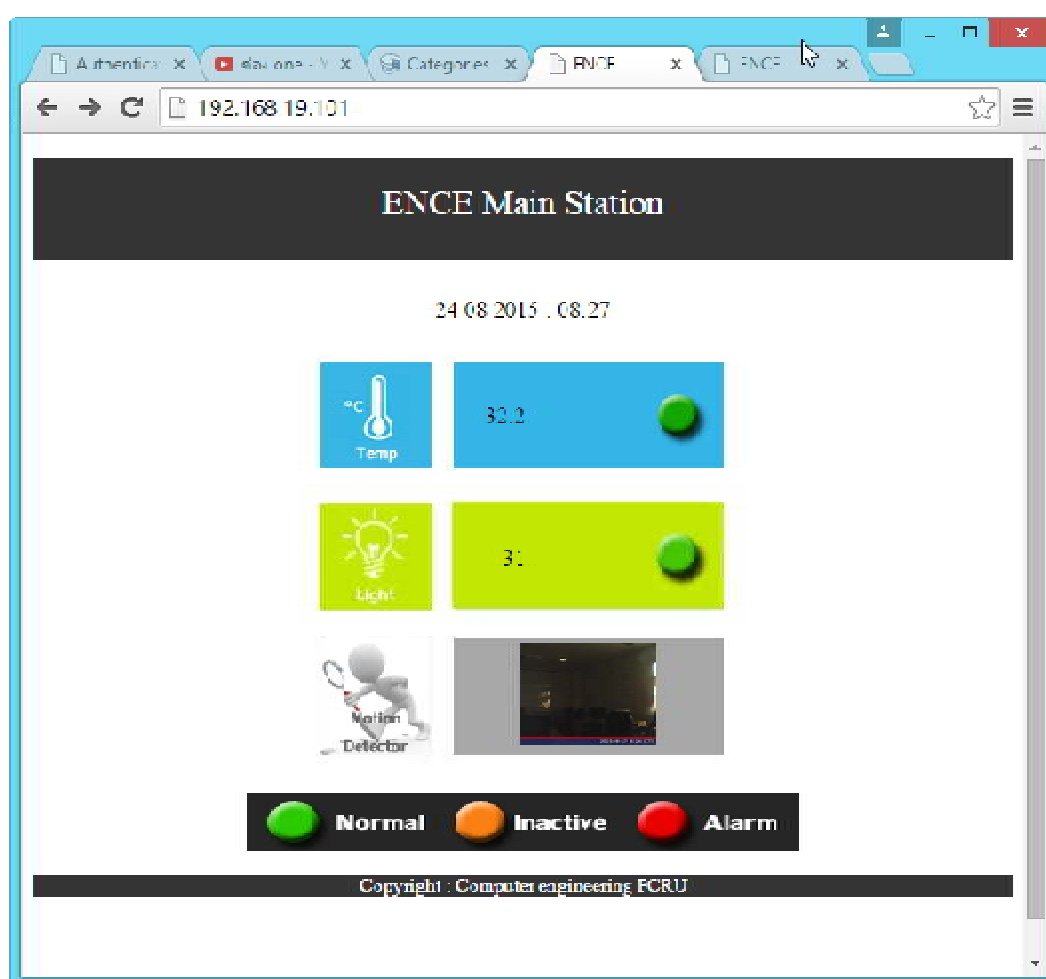
รูปที่ 3.12 การเขียนโปรแกรมและผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

3.3.3 ทดลองการใช้งานชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

เมื่อโปรแกรมทั้งหมดที่ทำการเขียนโปรแกรมผ่านการทดสอบการทำงานที่ถูกต้องแล้วนำไปประกอบลงกล่องต้นแบบเพื่อจะนำไปทดสอบในห้องตัวอย่างที่จะเก็บค่าผลการทดลอง ได้ดังรูปที่ 3.13 และผลการทดลองติดตั้งในห้องตัวอย่าง ได้ผลในเบื้องต้นในรูปที่ 3.14 ซึ่งมีการทดลองและผลการทดลองที่จะกล่าวถึงในบทถัดไป



รูปที่ 3.13 เครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.14 การแสดงผลผ่านหน้าเว็บไซต์ของเครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

ผลการดำเนินงานการวิจัยเรื่องชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองและผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. การทดลองใช้งานในห้องเรียนและผลการทดลอง
2. ผลการทำงานของระบบ

4.1 การทดลองใช้งานในห้องเรียนและผลการทดลอง

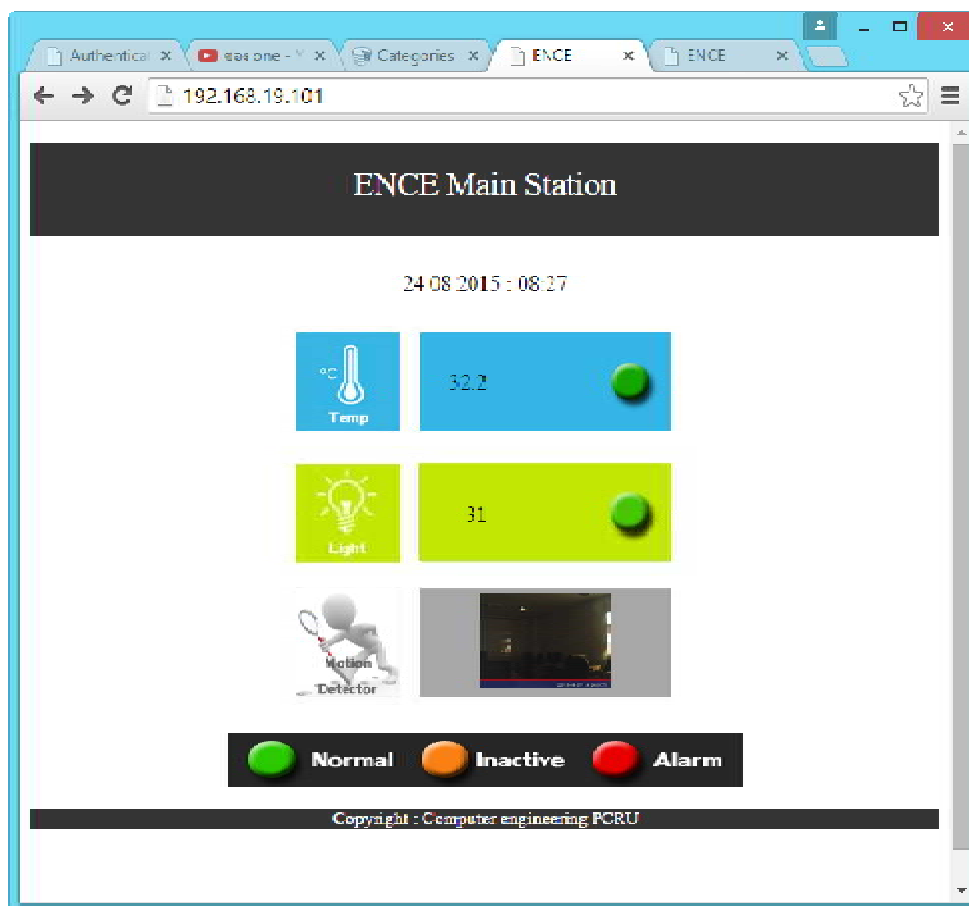
การทดลองโดยการนำไปติดตั้งในห้องเรียนโดยเลือกจุดที่ครอบคลุมการตรวจจับของตัวตรวจจับทั้งหมด โดยติดตั้งไว้ที่ใกล้กับประตูด้านหลังห้อง ซึ่งมีการเดินผ่านเพื่อให้เกิดการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในกรณีมีผู้ใช้งานหรือเดินเข้าออกประตู

สำหรับการเชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่ข้อมูลของตัวตรวจจับต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มของระบบเครือข่ายเป็นกลุ่มเฉพาะ เพื่อใช้ในการทดลองโดยใช้ IP Address ในกลุ่ม 192.168.19.XXX และ Subnet เป็น 255.255.255.0



รูปที่ 4.1 ทดลองหาตำแหน่งวางที่เหมาะสมเพื่อให้ครอบคลุมจุดตรวจจับต่างๆ

ในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนด IP Address ของชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายมีเป็น 192.168.19.101 โดยเมื่อพิมพ์เข้าไปใน Address Bar เพื่อเข้าไปดูข้อมูลจะได้หน้าเว็บเพจดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การแสดงผลหน้าหลักเพจที่ได้จากการทดลอง

จากรูปที่ 4.2 แสดงหน้าหลักของการแสดงผลโดยมีวันที่และเวลาในการแสดงผล ตลอดจนรายการแสดงค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่าอุณหภูมิของห้องพร้อมสถานะ (สีเขียว) ซึ่งเป็นสถานะปกติ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (C)
- ค่าแสงสว่าง พร้อมสถานะ (สีเขียว) ซึ่งเป็นสถานะปกติ จะใช้วิธีการวัดค่าที่ได้ในช่วงค่าแสงในช่วงเวลาปกติเทียบกับค่าแสงในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลเมื่อมีความผิดปกติ เนื่องจากในแต่ละห้องมีความสว่างในช่วงกลางวันและกลางคืนมีความสว่างไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากสภาพแสงรอบวันใกล้เคียง ทำให้ไม่สามารถกำหนดค่าที่มีค่าเท่ากันได้
- ภาพนิ่งของสภาพห้องปัจจุบัน แสดงภาพเป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ Motion Jpeg

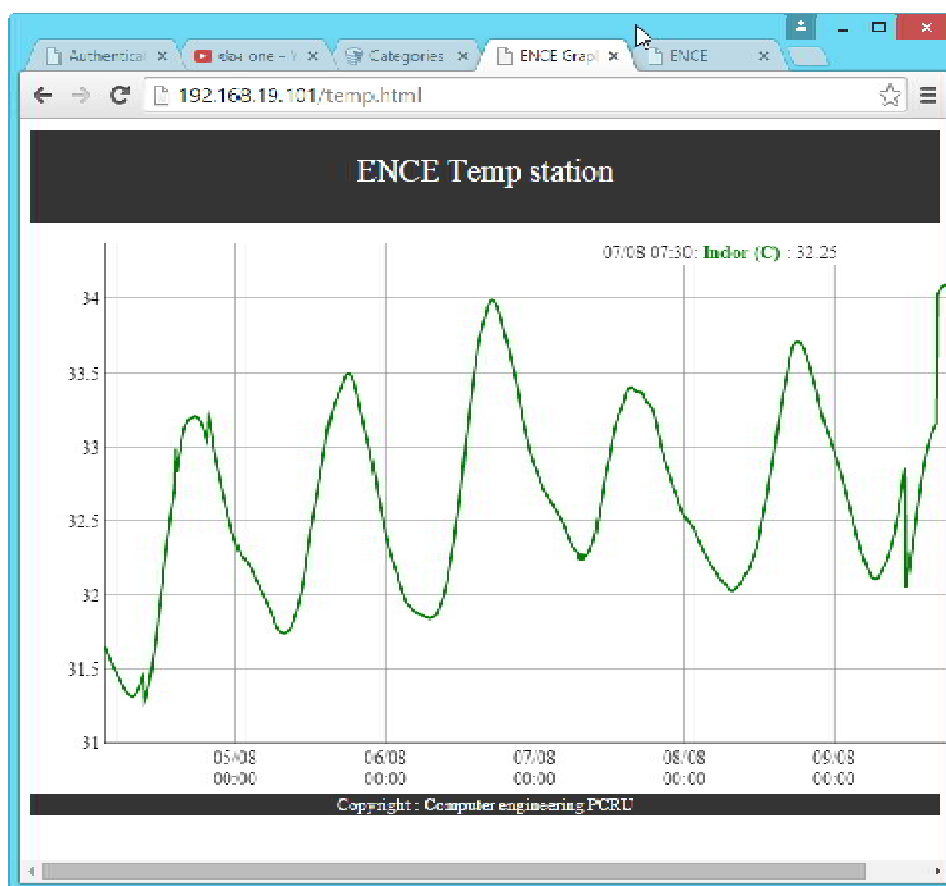
โดยที่สถานะที่กำหนดในการแจ้งสถานะทำการกำหนดไว้ 3 สถานะคือ

1. Normal (สีเขียว) แสดงสถานะถึงสถานะปกติ ทั้งในช่วงเวลาปกติที่มีการใช้งานห้องเรียน หรือในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว ในการทดลอง กำหนดไว้ตั้งแต่ 17.00 น. – 08.00 น.

2. Inactive (สีส้ม) แสดงสถานะถึงสถานะมีความเคลื่อนไหว ซึ่งอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชั่วโมง เช่นตรวจพบความเคลื่อนไหวชั่วคราว หรือ ความสว่างในช่วงเวลารอต่อระหว่างช่วงเวลาที่ไม่มีตรวจการสอบสถานะ ซึ่งยังไม่ถือเป็นการตรวจสอบพบความผิดปกติ ทั้งในช่วงเวลาปกติที่มีการใช้งานห้องเรียนหรือในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว

3. Alarm (สีแดง) แสดงสถานะถึงสถานะที่ผิดปกติ ในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว

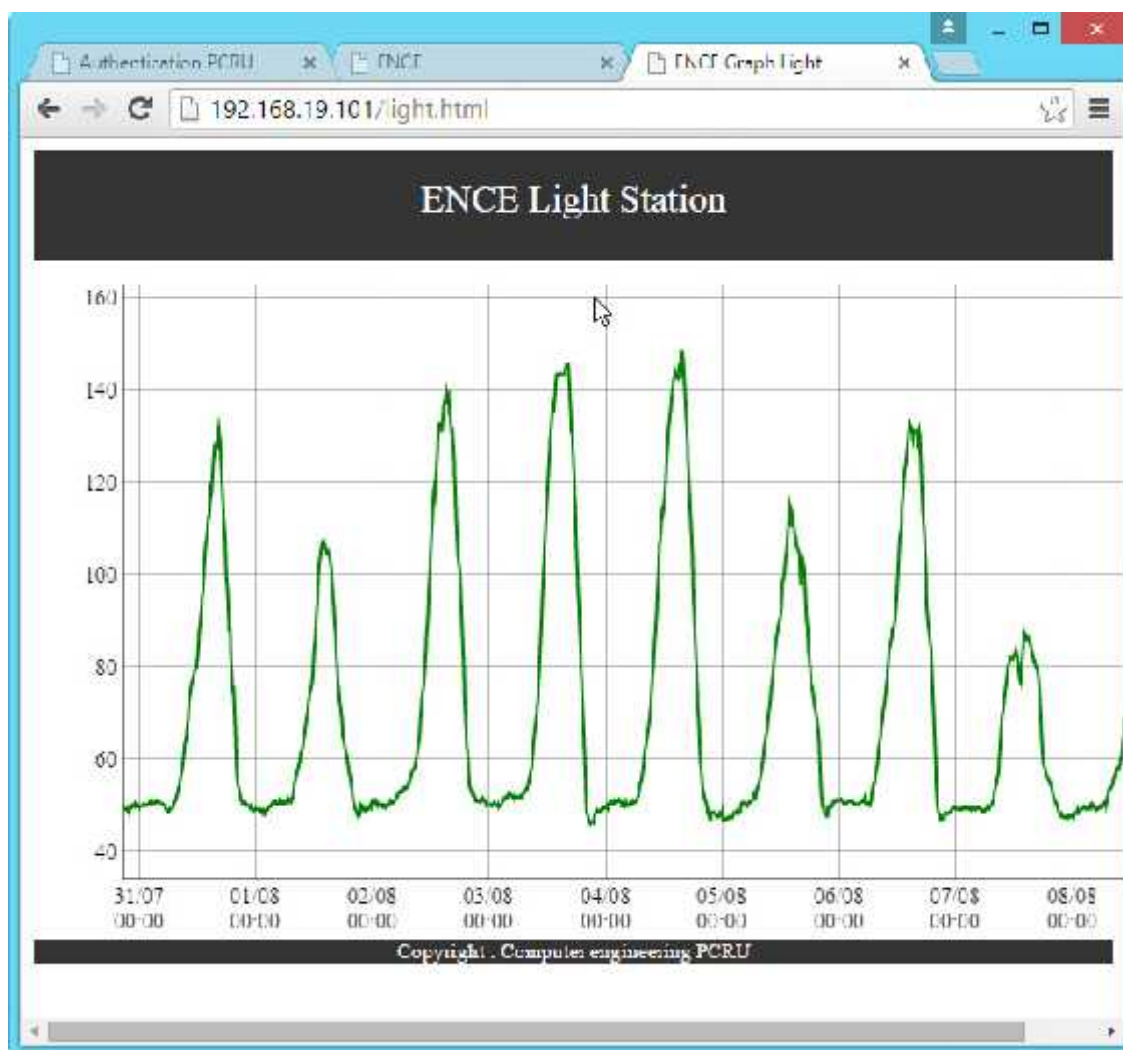
เมื่อคลิกดูรายละเอียดการตรวจจับอุณหภูมิที่เก็บบันทึกไว้ จะมีรายละเอียดแสดงดังรูป 4.3 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเก็บบันทึกไว้ในช่วงเวลาที่มิสถานะปกติ



รูปที่ 4.3 การแสดงผลอุณหภูมิด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้

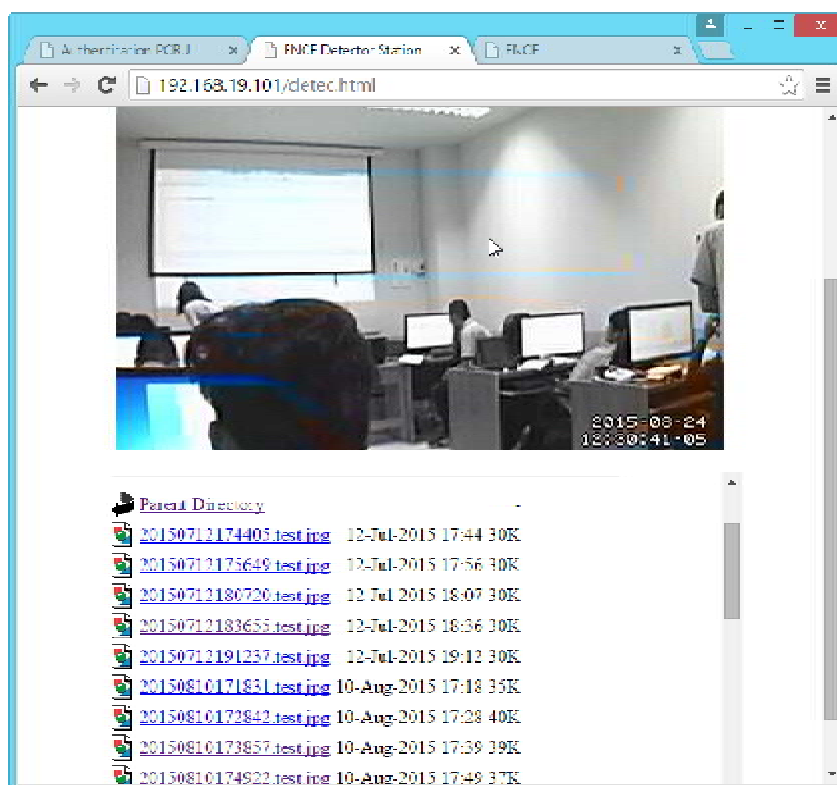
จากกราฟเป็นช่วงวันทดลองที่ 5 สิงหาคม 2558 – 9 สิงหาคม 2558 มีสถานะการบันทึกค่าอุณหภูมิเป็นปกติ

สำหรับการแสดงผลด้วยกราฟเพื่อดูช่วงการตรวจสอบค่าความสว่างที่ได้นั้น เมื่อตรวจสอบในรอบหลายวันจะได้ผลแสดงดังรูป 4.4 โดยที่ช่วงเวลากลางวันจะมีค่าความเข้มของแสงสูงและจะมีความเข้มต่ำในช่วงกลางคืนซึ่งเป็นการตรวจสอบค่าความสว่างที่เป็นปกติ



รูปที่ 4.4 การแสดงผลค่าความสว่างด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้

สำหรับการดูภาพนิ่งเพื่อดูสภาพห้องเรียน จะมีหน้าแสดงผลดังรูปที่ 4.5 ซึ่งสามารถตรวจสอบเบื้องต้นได้ในขณะนั้นว่ามีการใช้ห้องเรียนหรือไม่ แม้ในขณะที่เป็นช่วงเวลามีการใช้ห้องเรียนหรือหลังจากช่วงเวลาเลิกเรียนไปแล้ว (ช่วงที่เข้าสู่การตรวจสอบ)



รูปที่ 4.5 การแสดงผลภาพนิ่งเพื่อดูสภาพห้องเรียน

ในส่วนของการดูภาพสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้อีกคือ ส่วนของการจับภาพนิ่ง (Capture) ที่ ส่วนของตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวจับไว้ได้ในช่วงที่กำหนดให้มีการตรวจสอบ ในกรณีทดลองนั้นคือ ช่วงเวลาตั้งแต่ 17.00 น. เป็นต้นไป หากมีการตรวจพบความเคลื่อนไหวจากกล้องบันทึก ก็จะทำให้การ บันทึกค่า วัน-เวลา และภาพนิ่งเอาไว้ เพื่อสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง ดังแสดงในรูปที่ 4.6

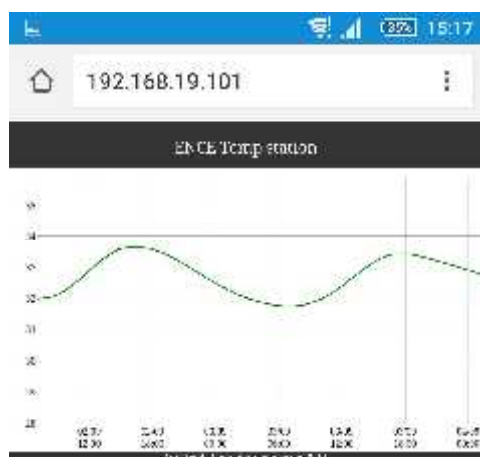


รูปที่ 4.6 การแสดงผลภาพนิ่งที่ตรวจสอบได้ที่ถูกบันทึกไว้

นอกจากการเข้าดูผลการตรวจสอบสถานะด้วยคอมพิวเตอร์แล้ว ยังสามารถตรวจสอบด้วยโทรศัพท์มือถือที่เป็นสมาร์ทโฟนได้ โดยการตั้งค่า IP Address ให้อยู่ในวงเครือข่ายเดียวกันที่ได้กล่าวไปข้างต้น โดยหน้าจอการแสดงผลการตรวจสอบสถานะจะมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.7 การแสดงผลหน้าหลักเพจที่ได้จากการทดลองผ่านสมาร์ทโฟน



รูปที่ 4.8 การแสดงผลอุณหภูมิด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้ผ่านสมาร์ทโฟน

สำหรับการตรวจสอบสถานะห้องเรียน หากพบความผิดปกติ เมื่อมีความผิดปกติในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ในการทดลอง โดยกำหนดไว้ในช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. ที่เป็นเวลาที่ปกติแล้วจะไม่มีใครใช้ห้องเรียน ในกรณีนี้ พบว่ามีแสงสว่างเกินค่าปกติถึง 150 ในช่วงเวลา 02.49 น. (ปกติในเวลากลางวันค่าจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-40 เท่านั้น และ จะค่าจะใกล้เคียงกับ 0 ในช่วงเวลากลางคืน) ก็จะมีสถานะเป็นสีแดง ซึ่งบอกได้ถึงสถานะห้องเรียนที่ผิดปกติ เพื่อที่จะได้ทำการตรวจสอบภาพนิ่ง ว่าสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนนั้นมีสภาพและสถานะเป็นอย่างไร มีผู้ใช้ห้องนอกเวลา หรือมีผู้บุกรุกหรือไม่ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 การแสดงผลการตรวจสอบแล้วพบความผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟน

จากการทดลองระบบ สามารถแสดงผลเพื่อแจ้งเตือนถึงสถานภาพห้องเรียนได้เป็นอย่างดี และสามารถบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในช่วงเวลาที่กำหนดได้ว่ามีความผิดปกติของการเข้าใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาใดบ้าง ผ่านการตรวจจับต่างๆ ได้

4.2 ผลการทำงานของระบบ

ผลการทำงานของระบบ สามารถรายงานสถานะภาพของห้องเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถตรวจสอบความผิดปกติของสถานภาพห้องเรียนที่กำหนดไว้ ที่เป็นช่วงเวลาที่ปกติจะไม่มีการใช้ห้องเรียน ตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะของห้องเรียนได้ผ่านทั้งคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ สมาร์ทโฟน โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกันในรูปแบบไร้สายได้ ซึ่งรูปแบบของการตรวจสอบต่างๆ ดังนี้

1. การตรวจสอบอุณหภูมิแล้วบันทึกค่าลงฐานข้อมูล แล้วแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบย้อนหลังไปในวันต่างๆ ได้ในระดับเวลาเป็นชั่วโมงได้
2. การตรวจสอบค่าความสว่างแล้วบันทึกค่าลงฐานข้อมูล แล้วแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบย้อนหลังไปในวันต่างๆ ได้ในระดับเวลาเป็นชั่วโมงได้
3. การตรวจสอบความเคลื่อนไหวแล้วบันทึกภาพนิ่งค่าลงฐานข้อมูล โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ที่ผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นย้อนหลังได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อสร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1. ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย สามารถรายงานสถานะภาพของห้องเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถตรวจสอบความผิดปกติของสถานภาพห้องเรียนที่กำหนดไว้ ที่เป็นช่วงเวลาที่ปกติจะไม่มีการใช้ห้องเรียน ตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะของห้องเรียนได้ผ่านทั้งคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ สมาร์ทโฟน โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกันในรูปแบบไร้สายได้

5.1.2. การตรวจสอบอุณหภูมิและค่าความสว่าง สามารถทำการบันทึกค่าลงฐานข้อมูล แล้วแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบย้อนหลังไปในวันต่างๆ ได้ในระดับเวลาเป็นชั่วโมงได้

5.1.3. การตรวจสอบความเคลื่อนไหวแล้วบันทึกภาพนิ่งค่าลงฐานข้อมูล โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ที่ผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นย้อนหลังได้

5.1.4. ความจำกัดที่เกิดขึ้นในกรณีที่แต่ละห้องมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเขียนโปรแกรมจึงต้องใช้การอ้างอิงสภาพแวดล้อมก่อนทำการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดเงื่อนไข อาจจะทำได้ยากกำหนดไว้ไม่เหมือนกัน ส่งผลต่อการทำงานที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อความผิดพลาดในการแสดงสถานะได้

5.2 อภิปรายผล

จากผลการดำเนินการสร้างและทดลองการทำงานของชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สาย เพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งจะขอกล่าวถึงในแต่ละส่วนเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้

5.2.1 ด้านการออกแบบชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายโดยใช้ชุดอุปกรณ์หลักคือ Raspberry Pi กับตัวตรวจจับสภาพแวดล้อมต่างๆ สามารถทำงานในการตรวจสอบสถานะในแต่ละด้านได้โดยอ้างอิงจากสภาพแวดล้อมของแต่ละห้อง มีความง่ายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ และการนำอุปกรณ์ไปเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลกับระบบอื่นๆ เพราะในตัว Raspberry Pi เองมีทั้งระบบปฏิบัติการที่สามารถทำงานเองได้ มีส่วนของการเขียนโปรแกรมในตัวเอง มีความสามารถในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายในตัวเอง และมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ในตัวที่สามารถให้บริการแสดงข้อมูลได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่เชื่อมต่อเข้ามา ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อโมดูลอุปกรณ์อื่นๆ เข้ามาอีกหลายตัวซึ่งช่วยประหยัดงบประมาณได้มาก อีกทั้งไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมโมดูลต่างๆ เหล่านี้ ทำให้ลดเวลาและความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโมดูลเหล่านั้นไปได้มากเช่นกัน

แต่ปัญหาของการนำ Raspberry Pi มาใช้งานคือ เมื่อมีการใช้งานไปเป็นเวลานานจะมีการทำงานช้าลงอันเนื่องมาจากต้องทำงานพร้อมกันหลายหน้าที่และมีไฟล์ขยะ (Temporary Files) มากขึ้น เมื่อทำงานติดต่อกันนานหลายวัน อาจเกิดอาการค้างของตัว Raspberry Pi ได้ (Hang) จึงต้องทำการตั้งค่าการทำงานให้เริ่มต้นการทำงานใหม่ในช่วงที่ไม่ได้ทำการตั้งค่าไว้ให้ตรวจสอบสถานะภายในห้องเรียน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความต่อเนื่องในการตรวจสอบและบันทึกผลสภาพแวดล้อมที่ทำการตรวจสอบ

5.2.2 ด้านการใช้งาน สำหรับการติดตั้งและการใช้งานนั้น เนื่องจากห้องเรียนที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีการใช้งานตามรายวิชาแค่บางรายวิชาหรือบางช่วงเวลา มีความเข้มของแสงน้อยในช่วงไม่มีการใช้งาน และ มีการติดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะส่งผลต่อการตรวจสอบได้ง่าย ในการทดลองใช้งานจึงมีการแสดงผลที่ถูกต้องและสามารถตรวจสอบสถานะภายในห้องได้เป็นอย่างดี

ในข้อจำกัดของการตรวจสอบที่พบเห็นได้คือ เมื่อมีการเปิดม่านหรือมีแหล่งแสงสว่างอื่นเข้ามา อาจจะส่งผลต่อการตรวจสอบที่ผิดพลาดไป หรือในบางครั้งการเปิดห้องเพื่อทำความสะอาดของแม่บ้าน โดยไม่ได้เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ นอกจากไฟแสงสว่าง อาจทำให้เกิดความผิดพลาดจากการตรวจสอบได้เช่นกัน ดังนั้นอาจจะพัฒนาเพิ่มเติมได้ในอนาคตโดยการเพิ่มตัวตรวจจับการใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วย เพื่อจะใช้ไปเป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลในอนาคต

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายผู้วิจัยขอเสนอ ดังนี้

5.3.1 การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย นั้น พัฒนาให้เป็นอุปกรณ์เฉพาะทางสำหรับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมโดยเป็นเพียงอุปกรณ์เดียว จะทำให้ลดขนาด ลดพลังงานที่ใช้ ลดความยุ่งยากในการเชื่อมต่อ และ ลดขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมไปได้มาก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถนำไปผลิตเพื่อเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

5.3.2 พัฒนาเพิ่มตัวตรวจจับการใช้พลังงานเข้าไปเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานด้วย เพื่อจะใช้ไปเป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลเป็นสถิติการใช้พลังงาน และเป็นแนวทางในการควบคุมการใช้พลังงานได้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2538.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2542.

ไพบูลย์ นาคมหาชาสินธ์. หลักการและการประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเทอร์เน็ต อิงค์, 2542.

<http://dpm.nida.ac.th> . 2558 . อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยเริ่มต้น (Initiation Device) .

Online : <http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire/item/170->

[อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยเริ่มต้น-initiation-device/](http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire/item/170-)

<http://www.astronlogic.com> . 2558 . การสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิโดยใช้อุปกรณ์ FPGA . Online :

http://www.astronlogic.com/article_frame.html?content/article/Thermometer/Thermometer1.htm

มหาวิทยาลัยขอนแก่น . 2558 . พัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในโรงเรือนเกษตร . Online :

http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/20131021142817.pdf

มหาวิทยาลัยขอนแก่น . 2558 . เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดไฟในห้องอัตโนมัติสำหรับห้องทำงาน .

Online : http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/20140312163805.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

หลักฐานการนำไปใช้ประโยชน์

ภาคผนวก ข.

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมคิด ฤทธิเนติกุล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Somkid Ritnathikul.
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
5 6711 00040 16 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
อาจารย์ประจำพิเศษ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
โทร. 0-5671-7151 โทรสาร. 0-5671-7151 มือถือ. 08-9959-6264
E-mail : cyberkamp@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปี 2542	ปวส.	อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
ปี 2544	ปริญญาตรี	วทบ. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
ปี 2554	ปริญญาโท	วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพใน
การทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
การพัฒนาระบบโทรศัพท์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์โดยใช้ระบบโทรศัพท์ผ่าน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต, สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553
การพัฒนาระบบวีดิโอถ่ายทอดสดเพื่อการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต (วิจัยร่วม) 80%,
สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ , 2554
 - 7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : -