บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทำสวนผัก

2.1.1 สวนผัก

ภาพประกอบที่ 2.1 สวนผัก

(ที่มา: https://pixabay.com/th/photos/4755777/)

ในปัจจุบันมีจำนวนครัวเรือนในประเทศไทย 20,523,470 ครัวเรือน [1] มีจำนวนครัวเรือนที่ทำสวนผักจำนวน 11,979,004 ครัวเรือน [2] คิดเป็น 58 เปอร์เซ็นต์ และยังมีแนวโน้มในการทำสวนผักขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผู้คนเริ่มให้ความสนใจในการทำสวนผักไว้รับประทานตลอดทั้งปี ซึ่งการทำสวนผักนั้น สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์ของผู้ปลูก ได้เป็น 6 ประเภทดังนี้

(1) สวนผักหลังบ้าน

สวนผักขนาดเล็กที่ปลูกไว้บริเวณบ้าน เพื่อใช้รับประทานในครอบครัว การทำสวนผักนอก จากจะได้ผักที่สะอาดปลอดภัยจากสารพิษไว้บริโภคแล้ว ยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับเป็นงานอดิเรก ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ นอกจากนั้นอาจจะมีเหลือแจกจ่ายเพื่อนบ้าน หรือขายเป็นรายได้พิเศษได้ด้วย [3]

(2) สวนผักเพื่อส่งตลาดท้องที่

สวนผักขนาดกลางที่ใช้พื้นที่ประมาณ 1-3 ไร่เพื่อจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นนั้นๆ ตัวอย่างผักที่ปลูกบริเวณชานเมืองก็นำมาขายในเมืองแต่บ้างโอกาสผักที่ปลูกเหล่านี้อาจจะนำไปขายในตลาดไกลๆก็ได้ [3]

(3) สวนผักการค้าขนาดใหญ่

สวนผักเพื่อจำนายเป็นจำนวนมาก และส่งจำนายไปตลาดที่ไกล ๆ [3] การทำสวนผักประเภทนี้ส่วนมากจะมุ่งเน้นปลูกพืชเฉพาะอย่าง ผักที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่จะถูกส่งผ่านตลาดกลางก่อน จากนั้น ผักก็จะถูกส่งไปจำหน่ายตามจังหวัดอีกทอดหนึ่ง [4]

(4) สวนผักเพื่อโรงงาน

สวนผักที่ผลิตผักเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร สวนผักประเภทนี้ มักทำอยู่บริเวณที่อยู่ใกล้กับที่ตั้งโรงงาน เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการขนส่ง และสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมที่จะเข้าไปแนะนำเกี่ยวกับวิธีการผลิต ชนิด ปริมาณและคุณภาพของผักมักจะมีการทำสัญญาระหว่างผู้ผลิตและโรงงาน[3]

(5) สวนผักนอกฤดู

สวนผักที่ปลูกพืชซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในช่วงนั้น [3] โดยเน้นปลูกในโรงเรือนกระจก หรือพลาสติก เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่างในการปลูกให้เหมาะสม การปลูกผักด้วยวิธีควบคุมสภาพแวดล้อมนี้ต้องลงทุนสูง และต้องใช้วิธีการพิเศษในการปลูกพืชให้ได้ตามที่ต้องการ [4]

(6) สวนผักเก็บเมล็ดพันธุ์

สวนผักที่ปลูกผักเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ขาย การปลูกผักประเภทนี้ ใช้เวลานาน ลงทุนสูง ต้องดูแลรักษาและเสี่ยงมากกว่าการปลูกเพื่อขายสดผักบ้างชนิดนอกจากจะต้องทำลายการพักตัวด้วยอากาศเย็นเป็นเวลานานแล้ว ยังต้องป้องกันการงอกในระหว่างการเก็บรักษา และยังมีปัญหาอื่น ๆ ติดตามมาอีก [4]

2.1.2 หลักการปลูกพืชผัก

การผลิตพืชผักให้ได้คุณภาพดีและมีผลผลิตสูงนอกจากพิจารณาถึงสถานที่ปลูกสภาพดินการเตรียมดิน ใส่ปุ๋ย ให้แสงและน้ำที่เพียงพอแล้ว การพิจารณาถึงวิธีการปลูก ช่วงฤดูกาลปลูก และอายุเก็บเกี่ยวก็นับว่ามีส่วนสำคัญในการผลิตพืชผักให้ได้รับผลสำเร็จทั้งนี้เพราะพืชผักแต่ละชนิดการปลูกและการดูแลไม่เหมือนกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เพื่อให้สามารถจัดการระบบการปลูกได้อย่างแม่นยำและเกิดประสิทธิภาพสูง สุด โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตที่สำคัญดังนี้

(1) ดิน

ซึ่งเป็นแหล่งให้รากพืชได้ยึดเกาะ แหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและทำให้พืชสามารถตั้งลำต้นอยู่ได้ ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้องเป็นดินที่อุ้มน้ำได้ดี ร่วนซุย มีสารอินทรีย์วัตถุมาก ดินที่เหมาะกับการปลูกพืช ได้แก่ [5]

- ดินฮิวมัส เป็นดินที่มีซากพืชซากสัตว์ที่ตายน้ำซึมผ่านได้ค่อยข้างดี พืชชอบดินประเภทนี้

- ดินอุดม เป็นดินที่อุ้มน้ำได้ดี พอเหมาะที่จะทำให้พืชเจริญงอกงามดี
- ดินร่วน มีน้ำหนักเบาเนื่องจากมีอินทรียวัตถุผสมอยู่มาก อากาศในดินถ่ายเทได้สะดวก
- ดินเหนียว เป็นดินที่มีเม็ดละเอียดที่อุ้มน้ำได้ดีกว่าชนิดอื่น อากาศถ่ายเทในดินไม่ดี
- ดินทราย มีเนื้อหยาบร่วนเนื่องจากมีทรายผสมอยู่เป็นส่วนใหญ่ น้ำซึมผ่านไปได้ง่าย [5]

(2) น้ำ

น้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก น้ำช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดินเพื่อให้รากดูดอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชได้ และยังช่วยให้ดินชุ่มชื้น [5] น้ำที่ใช้ต้องมีความเหมาะสม สะอาดและค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5-6.5 หากน้ำที่ใช้มีความเป็นกรดหรือด่างมากเกินไป พืชจะไม่สามารถใช้ธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตได้ ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำที่แตกต่างกัน โดยการใช้น้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช คำนวณได้จากปริมาณน้ำที่พืชต้องใช้จริงรวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูกโดยกระบวนการคายน้ำของพืช และการระเหยน้ำจากดิน [6]

(3) ธาตุอาหารหรือปุ๋ย

เป็นสิ่งที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตดียิ่งขึ้น ธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งมีอยู่ 16 ธาตุ แบ่ง 3 ธาตุ ที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน(C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก 13 ธาตุนั้น พืชต้องดูดดึงขึ้นมาจากดิน แต่ธาตุที่พืชต้องการมากและในดินมักมีไม่เพียงพอ คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ธาตุอาหารเหล่านี้จะต้องอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้และต้องมีปริมาณที่ เหมาะสม แต่ถ้ามีไม่เพียงพอต้องทำการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชในรูปแบบของปุ๋ย [5]

(4) อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีส่วนช่วยในการงอกและเจริญเติบโตของพืช หากอุณหภูมิสูงเกิดไป จะส่งผลให้พืชบ้างชนิดเครียด และสร้างสารที่มีรสชาติขม ส่งผลให้ผักที่เราปลูกมีรสชาติขม ดังนั้นการนำพืชมาปลูกควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล ในแต่ละท้องถิ่น [5]

- ฤดูร้อน พืชที่ควรปลูก ผักชี ต้นหอม ผักบุ้งจีน แตงกวา ผักกาดหัว ถั่วฝักยาว
- ฤดูฝน พืชที่ควรปลูก คะน้า กุยช่าย บวบเหลี่ยม ผักบุ้งจีน พริกขี้หนู พริกชี้ฟ้า
- ฤดูหนาว พืชที่ควรปลูก หอมแบ่ง กุยช่าย กระเทียม ขึ้นฉ่าย กะหล่ำปลี

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

- ตลอดทั้งปี พืชที่ควรปลูก กวางตุ้ง ผักกาดหอม ตั้งโอ๋ ผักชี หอมแบ่ง ถั่วฝักยาว มะระ บวบ ฟัก [7]

(5) แสงสว่างหรือแสงแดด

พืชต้องการแสงแดดมาใช้ในการสร้างอาหาร ถ้าขาดแสงแดดพืชจะแคระแกร็นใบจะมีสีเหลืองหรือขาวซีดและตายในที่สุด พืชแต่ละชนิดต้องการแสงไม่เท่ากันพืชบางชนิดต้องการแสงแดดจัด แต่พืชบางชนิดก็ต้องการแสงรำไร [5] อิทธิพลของแสงที่มีต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม

- ใช้ในการปรุงอาหารของพืช ให้พลังงานสำหรับสังเคราะห์สารประกอบ carbon
- ช่วยกระตุ้นการออกดอกของพืช
- มีอิทธิพลต่อขบวนการ physiological เช่น การงอกของเมล็ด การออกดอก dormancy และการเคลื่อนไหวของพืช
- ทำให้พืชและผลผลิตของพืชแก่
- ใช้ในการคายน้ำของพืช
- ทำให้พืชแข็งแรงและเจริญเติบโต
- ช่วยให้อินทรียวัตถุเน่าเปื่อยผุพังเร็วขึ้น ทำให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ [8]

2.1.3 วิธีการปลูกผักสวนครัว

(1) การเตรียมดิน

การเตรียมดินปลูกผัก ควรต้องมีดินที่ละเอียด เพราะจะช่วยให้ ดินมีการระบายน้ำที่ดี และ มีการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศทำให้ผักเจริญเติบโตได้ดี [9] การปลูกพืชในแปลงผักให้ยกแปลงสูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร เนื่องจากพืชผักส่วนมากมีระบบรากที่ต้องการซอนไซในดินที่ร่วนซุย พรวนแปลงทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อตากแดด และฆ่าเชื้อโรค [10] หลังจากนั้นก็รดน้ำให้ชุ่ม แล้วย่อยดินให้แตกร่วน เป็นก้อนเล็กๆ ใส่ปุ๋ยคอกลงไปหว่านกระจายทั่ว ๆ [11] สำหรับการปลูกพืชลงในกระถางดินที่ใช้ปลูกผักในกระถางหรือภาชนะอื่นๆก็ให้ทำเช่นเดียวกันเพื่อให้เก็บความชื้นไว้ได้ สม่ำเสมอรอบ ๆ บริเวณรากของพืช ถ้ามีการระบายน้ำเร็วเกินไปจะเก็บความชื้นไว้ไม่พอ หรือดินที่มีการระบายน้ำไม่ดีและภาชนะที่ใส่ดินมีช่องระบายแค่ช่องเดียวอาจเก็บความชื้นไว้มากเกินไป รากของพืชอาจจะเน่าได้ [12] การเตรียมดินสำหรับปลูกผักในกระถาง ดินร่วน 1 ส่วน ทราย 1 ส่วน ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก 1 ส่วน ขุยมะพร้าว 1 ส่วน จากนั้นนำดินที่ผสมเสร็จแล้วไปบรรจุในกระถางที่เตรียมปลูกผัก สำหรับการบรรจุดินไม่ควรให้เต็มกระถาง หรือเสมอขอบ ควรเติมหลังจากปลูกผักไปแล้ว จึงจะเพิ่มดินให้อยู่ในระดับที่ต้องการ [13]

(2) การเตรียมเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ผักที่ใช้ควรมีลักษณะเป็นเมล็ดพันธุ์ใหม่ อายุเมล็ดพันธุ์ไม่ถึง 1 ปี ทำความ

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

สะอาดเมล็ดพันธุ์ รวมถึงคัดแยกเมล็ดพันธุ์ที่ไม่สมบูรณ์ออกด้วยวิธีนำไปแช่น้ำ และนำเมล็ดที่ลอยน้ำออก เมล็ดพันธุ์ส่วนมาก ก่อนปลูกจะทำการแช่น้ำทิ้งไว้ จะช่วยลดปริมาณเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ และยังกระตุ้นการงอกของเมล็ดอีกด้วย ซึ่งระยะเวลาในการแช่จะแตกต่างกันในแต่ละชนิดผัก หากเมล็ดพันธุ์ที่มีเปลือกหนาแข็ง อาจใช้เวลาแช่นาน 2-3 วัน เมล็ดพันธุ์ผักส่วนมากเป็นเมล็ดที่มีเปลือกค่อนข้างบาง ส่วนใหญ่ใช้เวลาแช่ประมาณ 12 ชั่วโมง ถึง 1 วัน ก็พร้อมที่จะทำการปลูกได้แล้ว [10]

(3) การปลูก

สามารถปลูกได้หลายวิธีตามความเหมาะสมของแต่ละชนิดพืช ได้แก่

- การหว่านเมล็ด เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ซึ่งจะหว่านเมล็ดหลังการแช่น้ำแล้วหรือหว่านเมล็ดแห้งได้ทันที ผักที่นิยมการหว่านเมล็ดมักเป็นพืชที่มีลำต้นขนาดเล็ก ขนาดทรงพุ่มน้อย ได้แก่ ผักชี ผักบุ้ง เป็นต้น
- การปลูกด้วยต้นกล้า เป็นวิธีการปลูกด้วยต้นกล้าผักที่เตรียมได้จากแปลงเพาะกล้า วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้มากที่สุดสำหรับการปลูกผัก โดยมักใช้กับพืชที่มีลำต้นใหญ่ ผักที่นิยมปลูกด้วยวิธีนี้ ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาว คะน้า มะเขือ พริก เป็นต้น
- การหยอดเมล็ด เป็นวิธีปลูกที่ใช้สำหรับพืชผักที่ต้องการระยะห่างระหว่างต้นมาก โดยทำหลุมลึกประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร และนำเมล็ดหยอดลงตรงกลางหลุมประมาณ 2 – 3 เมล็ด เช่น ข้าวโพด แตงโม ฟักทอง ฟักมะระ เป็นต้น
- ฝังในแปลงปลูก เป็นวิธีปลูกที่ใช้กับพืชผักบางชนิดที่มีการแยกหน่อ โดยฝังลงหลุมหรือแปลงปลูกได้ทันที เช่น ผักหอม กระเทียม ตะไคร้ ขิง ข่า กระชาย เป็นต้น [10]

(4) การดูแลรักษา

ในระยะแรกของการปลูกช่วง 1 อาทิตย์แรก จำเป็นต้องมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น จนต้นกล้าตั้งตัวได้ การใส่ปุ๋ยควรใส่ในระยะหลังปลูก 1-2 อาทิตย์ หรือระยะที่ต้นกล้าตั้งต้นได้แล้วจนถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือน การป้องกันแมลงศัตรูพืชโดยธรรมชาติ ควรปลูกผักกาดหอม ผักชีใบแหลม หรือตะไคร้หอมปนกับผักอื่นๆ ใช้ใบตะไคร้หอมมาคลุมแปลงผักจะป้องกันแมลงได้ด้วย[10]

2.1.4 ผักที่นิยมในการปลูก

(1) ผักสลัด

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 2.2 ผักสลัด

(ที่มา: https://pixabay.com/th/photos/3249037/)

เป็นผักที่คนไทยนิยมรับประทานกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นผักที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นช่วยในการขับถ่าย ทำให้นอนหลับง่ายขึ้น ล้างสารพิษในร่างกาย มีสรรพคุณในการต้านมะเร็งและมีสารที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ แถมยังสามารถนำมาตกแต่งบนจานอาหารเพื่อความสวยงามได้อีกด้วย [14]

ลักษณะทั่วไป ผักสลัด เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และยุโรป เป็นพืช ฤดูเดียว มีลำต้นอวบสั้น ช่วงข้อถี่ ใบจะเจริญจากข้อเป็นกลุ่ม อาจห่อหัวหรือไม่ห่อหัว ลักษณะรูปร่างและสีแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ บางพันธุ์อาจมีใบหนาแข็ง บางพันธุ์ใบอ่อน นิ่ม มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม สีน้ำตาลปนแดง สีแดง และสีน้ำตาล เป็นต้น [14]

(2) ผักกาดขาว

ภาพประกอบที่ 2.3 ผักกาดขาว

(ที่มา: http://www.payuseedsshop.com/product/276)

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

ผักกาดขาวเป็นผักที่มีเส้นใยสูงมาก โดยเส้นใยที่ว่านี้เป็นเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะพองตัวเมื่อมีน้ำ จึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้เป็นอย่างดี ซึ่งการอุ้มน้ำได้ดีนี้จะช่วยเพิ่มปริมาณของกากอาหาร ช่วยกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้กากอาหารอ่อนนุ่ม ขับถ่ายสะดวก และยังช่วยแก้อาการท้องผูกอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความหนืด ทำให้ไม่ถูกย่อยได้ง่ายจึงช่วยป้องกันและกำจัดสารอนุมูลอิสระในร่างกาย [15]

(3) พริกขี้หนู

ภาพประกอบที่ 2.4 พริกขี้หนู

(ที่มา: https://pixabay.com/th/photos/1783761/)

พริกขี้หนู (Hot chili) ถือเป็นพริกที่นิยมนำมารับประทานหรือนำมาใช้ประโยชน์มากในบรรดาพริกทั้งหลาย เนื่องด้วยเป็นพริกที่มีรสเผ็ดจัด สีแดงสดสวยงามเหมาะสำหรับการปรุงอาหารหรือนำมาแปรรูปเป็นพริกป่นสำหรับการประกอบอาหาร สรรพคุณพริกขี้หนู สารสกัดจากพริกถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของยาหลายชนิด ผลให้รสเผ็ดร้อนช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิตช่วยให้เจริญอาหาร [16]

(4) ผักคะน้า

ภาพประกอบที่ 2.5 ผักคะน้า

(ที่มา: https://pixabay.com/th/photos/381948/)

ผักคะน้าเป็นผักที่สามารถเพาะปลูกได้ตลอดปี (แต่ช่วงเวลาเพาะปลูกที่ดีที่สุดจะในช่วงเดือนตุลาคม - เมษายน) มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสั้น สำหรับบ้านเราสายพันธุ์ที่นิยมปลูกจะมีอยู่ด้วยกัน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ใบกลม พันธุ์ใบแหลม พันธุ์ยอดหรือก้าน เป็นต้น เมื่อหาซื้อมาแล้วควรเก็บใส่ไว้ในกล่องหรือถุงพลาสติก มัดหรือปิดให้แน่นแล้วนำไปแช่ไว้ในช่องเก็บผักของตู้เย็น ซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยรักษาวิตามินในผักให้คงอยู่ได้มากที่สุด [17]

(5) ต้นหอม

ภาพประกอบที่ 2.6 ต้นหอม

(ที่มา: https://pixabay.com/th/photos/3443638/)

ต้นหอม ผักกินใบที่นิยมนำมาประกอบอาหารแทบทุกเมนู ปลูกง่าย โตเร็ว ไม่ต้องดูแลยุ่งยาก สามารถปลูกได้ในกระถาง ไม่มีที่หรือสวนก็ปลูกได้ ต้นหอมเป็นผักสวนครัวที่อยู่คู่กับคนไทยมายาวนาน เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ดูแลไม่ยาก ปลูกไว้ไม่นานก็เก็บได้แล้ว ส่วนประโยชน์ในการทำอาหารนั้นก็สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายเมนู ไม่ว่าจะเป็นข้าวผัด ไข่เจียว หรือจะซอยโรยหน้าซุปหรือไข่ตุ๋น[18]

2.1.5 สรุปข้อมูลการปลูกผักที่นิยมในการปลูก

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการปลูกผัก

ลำดับที่	ชื่อผัก	อายุตลอดชีวิตผัก (วัน)	อุณหภูมิในการเจริญเติบโต (องศาเซลเซียส)	ปริมาณการใช้น้ำของผัก (มิลลิเมตร/วัน)	ความชื้นที่เหมาะสม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำตลอดอายุผัก (ลิตร/ม^2)	ปุ๋ย (N-P-K)
1	ผักสลัด	45	20-27	3.2	65 - 75	144	16-16-16
2	ผักกาดขาว	45	18-20	3.2	65 - 85	144	16-16-16
3	พริกขี้หนู	150	20-30	4.3	30 - 50	645	15-15-15
4	ผักคะน้า	55	20-25	3.2	65 - 70	176	16-16-8
5	ต้นหอม	85	20-24	4.5	45 - 65	383	16-10-10

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าอายุของผักแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะและการเจริญเติบโตของผัก ซึ่งผักแต่ละชนิดมีความต้องการไม่เหมือนกัน ปริมาณน้ำตลอดอายุผักสามารคำนวณ ได้จากสูตร ปริมาณน้ำของผัก (มม./วัน) x จำนวนวัน x พื้นที่ในการปลูก (ตารางเมตร) โดย ปริมาณการใช้น้ำของผักคิดจาก ปริมาณการคายน้ำ+ปริมาณการระเหยของน้ำ [19] หรือสามารถดูได้จาก คู่มือการปลูกพืชและการใช้น้ำของพืช [20] ผักแต่ละชนิดมีช่วงความชื้นที่เหมาะสมแตกต่างกันไป และผักแต่ละชนิดก็มีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน ทั้ง ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

คุณสมบัติของ NPK

N ไนโตรเจน ช่วยในเรื่อง

- ใบ : สังเคราะห์แสงสร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยให้ใบพืชมีสีเขียว
- ลำต้น : ช่วยทำให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโตอย่างแข็งแรงสมบูรณ์

P ฟอสฟอรัส ช่วยในเรื่อง

- ดอก : เร่งการออกผล สร้างเมล็ด ช่วยการออกดอก ผสมเกสร
- ราก : ดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ดี ช่วยให้รากใหญ่ แข็งแรง กระจายตัวดี

K โพแทสเซียม ช่วยในเรื่อง

- ผล : ผลใหญ่ขึ้น รสชาติหวานขึ้น สีสวยสด เนื้อของผลมีคุณภาพ เพราะจะช่วยสร้างแป้ง น้ำตาล โปรตีน [21]

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์

2.2.1 หลักการ IoT

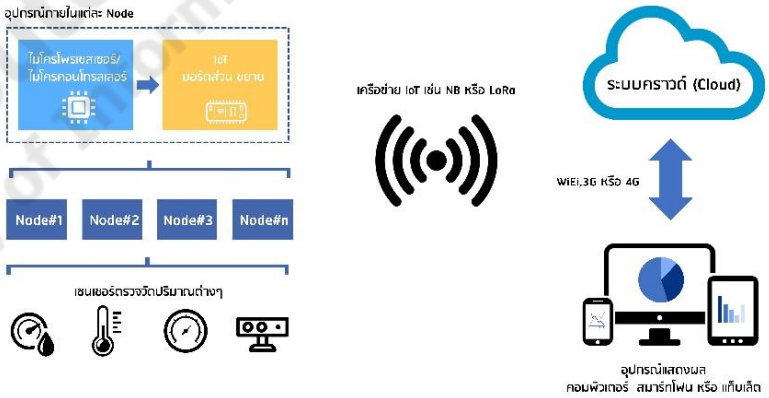
ภาพประกอบที่ 2.7 Internet Of Things

(ที่มา: https://pixabay.com/images/id-782707/)

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

IoT หรือ Internet of Things คือ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง เป็นการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากอุปกรณ์หรือสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม [22] สำหรับอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งนั้นมีคำสำคัญสองคำ คือคำว่า “Internet” ก็คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อและสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ หรือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งได้ ส่วนคำว่า “Thing” หมายถึง สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุหรือสิ่งของ อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่างๆ เข้าด้วยกัน อันเป็นผลให้ระบบต่างๆสามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ ทั้งยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น สามารถควบคุมอุปกรณ์และระบบต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น [23] ผลลัพธ์ที่ได้คือ ช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดโอกาสสูญเสียด้านต่างๆพร้อมได้ข้อมูลที่แม่นยำครบถ้วน ส่งผลให้ผู้ประกอบธุรกิจสามารถพยากรณ์และเก็บข้อมูลเพื่อนำไปต่อยอดหรือแก้ข้อบกพร่องได้อย่างถูกต้อง

Internet of Things อาจถือเป็นแนวคิดใหม่ เป็นผลสืบเนื่องของการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างโครงข่ายเพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานแตกต่างกัน ให้สามารถสื่อสารกันได้โดย IoT จะเปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นและรองรับอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีแตกต่างกันมากกว่าเดิม เช่นระบบเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครโพรเซสเซอร์และบอร์ด IoT ส่วนขยายแบบต่างๆ การเชื่อมโยงระบบเก็บข้อมูลและแสดงผลแบบคลาวด์ (Cloud) [24] ดังรูป ภาพประกอบที่ 2.8



ภาพประกอบที่ 2.8 ภาพรวมการทำงานระบบ IoT

การประยุกต์ใช้ IoT

- ด้านการเกษตรแม่นยำ (Precision Farming) หรือการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm)

- ด้านระบบสาธารณสุขอัจฉริยะ (Smart Health)
- ด้านระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์ (Transportation and logistics system)
- ด้านระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภค (Utility Management) [25]

2.2.2 ภาษาทางคอมพิวเตอร์

ภาษาคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ภาษาเครื่อง ภาษาระดับต่ำ และภาษาระดับสูง ภาษาเครื่องประกอบด้วยตัวเลขที่เป็นรหัสซึ่งใช้แทนคำสั่งต่างๆ ภาษาระดับต่ำมีการใช้ตัวอักษรเป็นรหัส ภาษาระดับสูงเป็นภาษาที่ใช้อักษรภาษาอังกฤษที่แปลง่ายและเข้าใจได้เร็ว [26] การใช้งานคอมพิวเตอร์หรือเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ให้ทำงานตามที่ต้องการจำเป็นต้องมีการกำหนดภาษาสำหรับใช้ติดต่อสั่งงานกับคอมพิวเตอร์ [27]

(1) ภาษา C/C++

ภาษา C พัฒนาครั้งแรกเพื่อใช้ เป็นภาษาสำหรับพัฒนาระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (Unix Operating System) แทนภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) ซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำ ที่สามารถกระทำในระบบฮาร์ดแวร์ได้ด้วยความรวดเร็ว แต่จุดอ่อนของภาษาแอสเซมบลีก็คือ ความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม จึงได้คิดค้นพัฒนาภาษาใหม่นี้ขึ้นมา โดยการรวบรวมเอาจุดเด่นของแต่ละภาษาระดับสูงผนวกเขากับภาษา ระดับต่ำเรียกชื่อวาภาษาซี [28]

ภาษา C++ ถูกพัฒนาขึ้นมาระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 โดย Dr.Bjarne Stroustrup เป็นนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวเดนมาร์ก [29] ภาษา C++ ถูกพัฒนาขึ้นมาจากภาษา C และมีการเพิ่มความสามารถของภาษา C++ ให้สามารถเขียนเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) ได้ [30] ข้อดีของภาษา C++ คือ ภาษา C++ จะมีการทำงานที่ค่อนข้างเร็วมาก เมื่อเทียบกับภาษาอื่น และยังสามารถดำเนินการกับ Hardware ได้ โดยที่โปรแกรมภาษาบางโปรแกรมอาจจะไม่สนับสนุนคุณลักษณะนี้ภาษา C++ มีความเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) และยังเป็น Structure Programming ซึ่งเหมาะที่จะใช้ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น [31]

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 2.9 สัญลักษณ์ภาษา C++

(ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B)

(2) ภาษา Flutter

Flutter คือ SDK (Software Development Kit) สำหรับพัฒนา Application บน Mobile และ เป็นโปรแกรมที่สามารถ Build ได้ทั้ง IOS และ Android ได้ด้วยการเขียนเพียงครั้งเดียว โดยภาษาที่ใช้ในการเขียน Flutter ก็ คือ ภาษา "Dart" ที่ซึ่งพัฒนาโดย Google [32]

SDK (Software Development Kit) คือ ชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันบนระบบ Android OS ซึ่ง google ได้พัฒนามาเพื่อแจกจ่ายให้กับนักพัฒนาและผู้ใช้ทั่วไปที่สนใจได้ใช้งาน

ภาพประกอบที่ 2.10 สัญลักษณ์ภาษา Flutter

(ที่มา: https://medium.com/@hizokaz)

(3) ภาษา PHP

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ไซต์สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่งภาษาพีเอชพีนั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีการตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว [27]

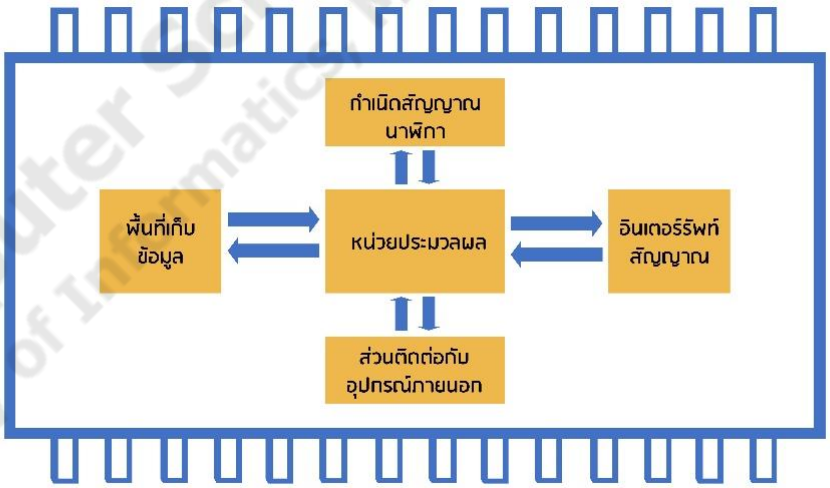
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 2.11 สัญลักษณ์ภาษา PHP

(ที่มา: https://saixiii.com/what-is-php/)

2.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ [33] ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์โดยสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ [33] โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนประมวลผล ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา และส่วนอินเตอร์รัพท์สัญญาณ [34]



ภาพประกอบที่ 2.12 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

- ส่วนหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งต่างๆ
- พื้นที่เก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่ แบบชั่วคราวและแบบกึ่งถาวร สำหรับแบบชั่วคราวจะเป็นการเก็บข้อมูลตัวแปรในการคำนวณโดยข้อมูลประเภทนี้จะสูญหายเมื่อหยุดจ่ายไฟเลี้ยง ส่วนแบบกึ่งถาวรจะเป็นข้อมูลที่

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

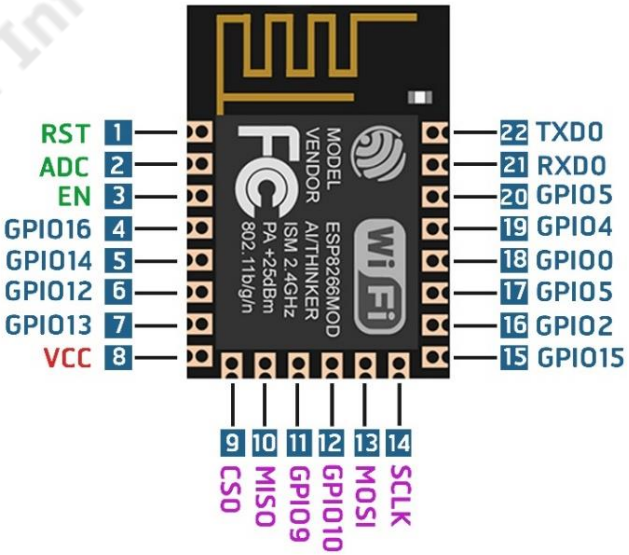
ใช้ในการเก็บโปรแกรมคำสั่งการทำงานซึ่งข้อมูลประเภทนี้ ข้อมูลจะไม่สูญหายแม้ว่าจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยง

- ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจะทำหน้าที่ติดต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ภาย นอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์
- ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำหน้าที่จับจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรล เลอร์หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโคร คอนโทรลเลอร์มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย [34]
- ส่วนอินเตอร์รัพท์สัญญาณ คือการขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรมปกติเมื่อเกิดเหตุการณ์บางอย่างขึ้น ทำให้ซีพียูไปทำงานที่กำหนดไว้เมื่อเกิดอินเตอร์รัพท์ [35]

2.2.4 ESP8266

ESP8266 เป็นชิปโมดูลขนาดเล็ก ได้รับการพัฒนาโดย บริษัท Espressif Systems ในเซี่ยงไฮ้ซึ่งเป็นผู้ผลิต Integrated Circuit (IC) ที่เน้นการพัฒนาชิป สำหรับ Wi-Fi โดยเฉพาะ ชิป ESP8266 ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ได้ แถมยังรายค่าถูก [36]

ชิปโมดูล ESP8266 ที่มีแผ่นเหล็กครอบป้องกัน สัญญาณรบกวน มีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6V กระจายสัญญาณ Wi-Fi ด้วยความถี่ 2.4 GHz รองรับมาตรฐาน 802.11 b/g/n ความถี่ในการประมวลผลคำสั่ง Typical Frequency 80 MHz ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ESP-12e เป็นรุ่นที่อัปเกรดมาจาก ESP-12 โดยเพิ่มขาตรงส่วนท้ายของแผ่นปริ้น 6 ขา [37]



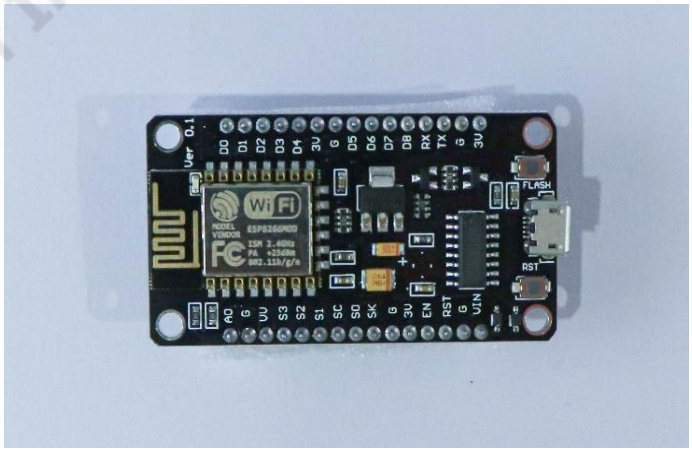
ภาพประกอบที่ 2.13 รายละเอียดขาของ ESP8266 รุ่น ESP-12e

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

หน้าที่ของขาของโมดูล ESP8266

- RST ใช้เพื่อรีเซ็ตชิป ESP8266
- ADC เป็นขาแอนะล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V
- EN ชิป ESP8266 ถูกเปิดใช้งานเมื่อดึง EN สูง เมื่อดึงต่ำชิปจะทำงานที่กำลังไฟน้อยที่สุด
- GPIO เป็นขาดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V [38]
- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
- TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล
- RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล
- SCLK เป็นขาสัญญาณดิจิทัล Clock
- MOSI ขาส่งข้อมูลบิต จาก SPI Master ไปยัง SPI Slave ระบบบัส SPI Master เป็นฝ่ายเริ่มสื่อสารข้อมูล ส่วน SPI Slave จะเป็นฝ่ายคอยตอบสนอง
- MOSO ขาส่งข้อมูลบิต จาก SPI Slave ไปยัง SPI Master
- CS0 เป็นขาส่งสัญญาณของSPI Masterเพื่อใช้ระบุว่าต้องการสื่อสารกับ SPI Slave [39]

NodeMCU คือ บอร์ดคอนโทรลเลอร์ทีมีลักษณะการทำงานตามคำสั่งภาษา C คล้าย Arduino แต่มีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้ เพราะใช้ชิปโมดูล ESP8266 รุ่น ESP-12e สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE ได้เช่นเดียวกันกับบอร์ด Arduino[40]

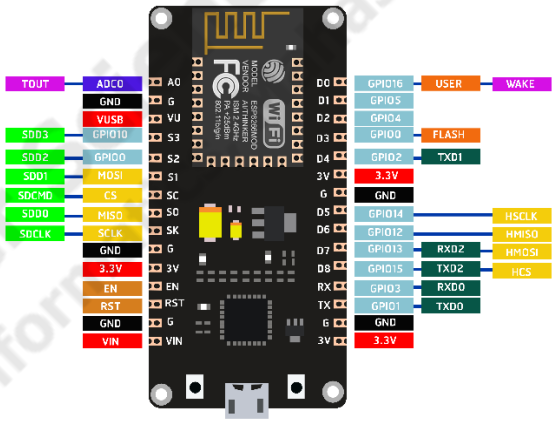


ภาพประกอบที่ 2.14 NodeMCU V3 ESP8266

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ข้อมูลทางเทคนิคของ NodeMCU V3 ESP8266

- ใช้โมดูล ESP8266-12E ที่ภายในมีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต หน่วยความจำแบบแฟลช ความจุ 4 เมกะไบต์และโมดูล Wi-Fi ในตัว
- มีชิป CP2102 สำหรับแปลงสัญญาณพอร์ต USB เป็น UART เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์
- ใช้ไฟเลี้ยงภายนอก +5V มีวงจรควบคุมแรงดันไฟเลี้ยงสำหรับอุปกรณ์ 3.3V กระแส ไฟฟ้าสูงสุด 800mA
- มีขาพอร์ต SPI สำหรับติดต่อกับ SD การ์ด
- มีสวิตช์ RESET และ Flash สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่
- มีอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล (ลอจิก 3.3V) รวม 16 ขา
- มีอินพุตแอนะล็อก 1 ช่อง รับแรงดันไฟตรง 0 ถึง +1V เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอินพุตแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ความละเอียด 10 บิต
- เสียบลงบนบอร์ดเพื่อทำการทดลองได้ทันที หรือนำไปติดตั้งบนแผงวงจรประยุกต์ที่ออก แบบขึ้นเองได้สะดวก [40]



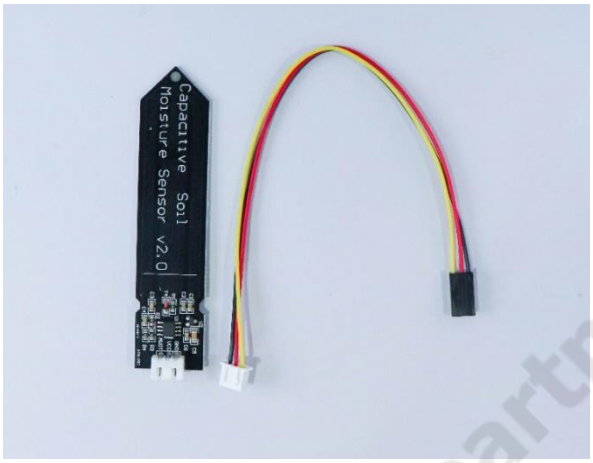
ภาพประกอบที่ 2.15 แสดงตำแหน่งของขาต่างๆ บนบอร์ดของ NodeMCU

2.2.5 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน มีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบ คาปาซิทีฟ (Capacitive) และแบบ รีซิสเตอร์ (Resistor) ข้อแตกต่างกันคือ แบบรีซิสเตอร์ (Resistor) ใช้แผ่นทองแดงไปสัมผัสกับดิน โดย ตรงซึ่งมีข้อเสียคือหัววัดจะไม่ทน เป็นสนิม และชำรุดง่าย ทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้ง่าย ส่วนแบบคาปาซิทีฟ (Capacitive) ใช้หลักการตรวจสอบประจุของวัสดุ ถ้ามีค่าประจุมากแสดงว่าชื้นมาก แผ่นเซนเซอร์จึงไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับดินหรือวัสดุที่ต้องการวัดโดยตรงจึงทนทานและแม่นยำกว่า [41]

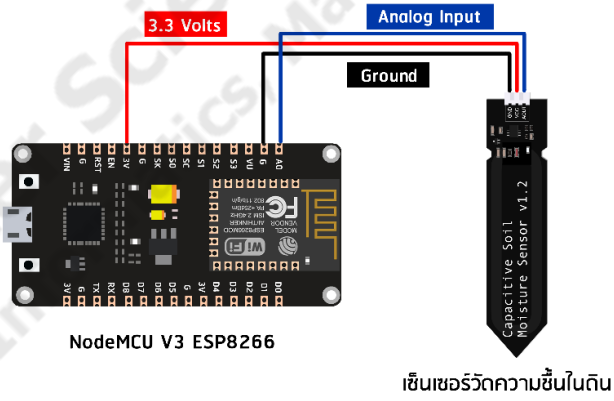
CapacitiveSoilMoistureSensor V2.0 เป็นเซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบรีซิสเตอร์

(Resistor)จึงนิยมมาใช้ในการตรวจวัดปริมาณน้ำหรือความชื้นในดิน โดยใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยง 3.3-5.5V ใช้กระแส 5mA และมีขนาดเล็ก 9.8×2.3 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 15 กรัม [41]



ภาพประกอบที่ 2.16 Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0

วิธีการต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ขา VCC ต่อกับ 3V เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับเซนเซอร์ ขา GND ต่อกับ G เป็นสายกราวด์ และขาAOUT ต่อกับ A0 เพื่อรับข้อมูลที่ส่งมาจากเซนเซอร์เป็นสัญญาณ Analog



ภาพประกอบที่ 2.17 การต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

Soil_moisture

```
const int AirValue = 733;
const int WaterValue = 283;
int soilMoistureValue =0;
int soilmoisturepercent=0;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
}
void loop() {
 soilMoistureValue = analogRead(A0);
 soilmoisturepercent = map(soilMoistureValue,AirValue,WaterValue,0,100);
//
 Serial.print(soilmoisturepercent);
 Serial.println(" %");
 delay(100);

}
```

ภาพประกอบที่ 2.18 โค้ดตัวอย่างเซนเซอร์วัดความชื้น

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม

ตัวแปร AirValue ค่า มากสุด วัดในน้ำโดยตรง

WaterValue ค่า น้อยสุด วัดในอากาศโดยตรง

soilMoistureValue เก็บค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์

soilmoisturepercent เก็บค่าที่เป็นเปอร์เซ็น ระหว่าง 0-100

คำสั่ง begin() ความเร็วในการสื่อสาร

analogRead(A0) อ่านค่าสัญญาณแอนะล็อกของขา A0

map(soilMoistureValue,AirValue,WaterValue,0,100) ฟังก์ชันเปลี่ยนค่าจาก ช่วงหนึ่ง ไปเป็นช่วงหนึ่ง soilMoistureValue =ค่าที่ต้องการ เปลี่ยน ,AirValue = ค่าน้อยสุดของ ค่าเดิม, WaterValue = ค่ามากสุดของค่าเดิม, 0 =ค่าต่ำสุดของค่าใหม่ , 100=ค่ามากสุดของค่าใหม่

print() คำสั่งแสดงผล

delay() วนลูปตามจำนวนที่กำหนด โดย 1000 = 1 วินาที

2.2.6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

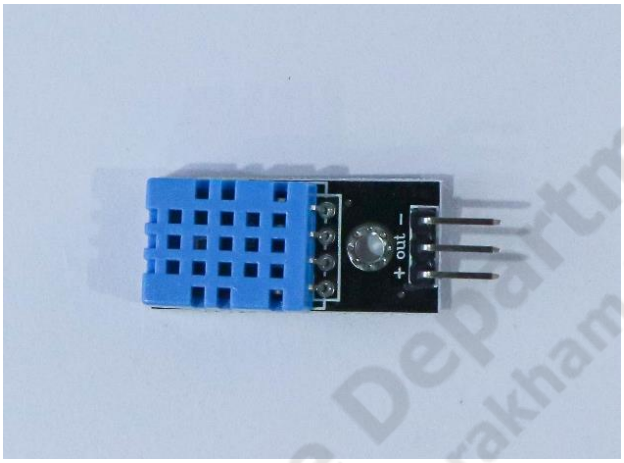
DHT11 เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ ยังสามารถวัดความชื้นได้อีกด้วย สามารถใช้วัดค่าได้เที่ยงตรงกว่า NTC หรือ PTC มาก เพราะให้เอาต์พุตออกมาในรูปของดิจิทัล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ [42]

คุณสมบัติ

- ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 ถึง 5V
- ใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.5mA (ขณะทำการวัดค่า)
- วัดอุณหภูมิ 0-50°C โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±2°C

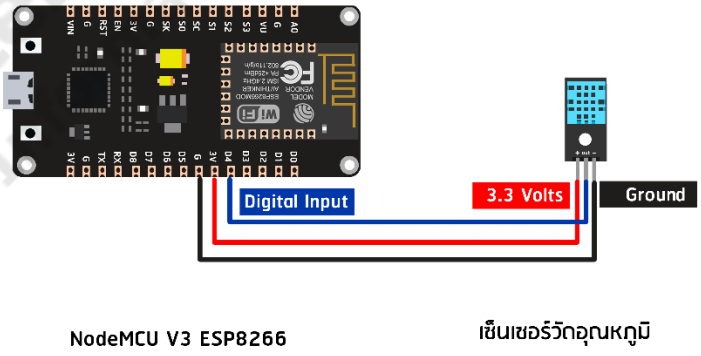
Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

- วัดความชื่นระดับ 20-80% โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน 5%
- ความถี่ในการวัด 1 Hz (อ่านค่าได้วินาทีละครั้ง)
- ขนาด 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- มี 3 ขา แบ่งเป็น 2 ขาซ้าย-ขวา เป็นขั้วบวก-ลบ ส่วน 1 ขาตรงกลางเป็นขาส่งสัญญาณดิจิทัล [42]



ภาพประกอบที่ 2.19 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11

วิธีการต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ขา บวก(+) ต่อกับ 3V เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับเซนเซอร์ ขา ลบ(-) ต่อกับ G เป็นสายกราวด์ และขา out ต่อกับ D4 เพื่อรับข้อมูลที่ส่งมาจากเซนเซอร์เป็นสัญญาณ Digital



ภาพประกอบที่ 2.20 การต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

temperature §

```
#include "DHT.h"
DHT dht;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  dht.setup(D4);
}
void loop()
{
  delay(dht.getMinimumSamplingPeriod());
  float temperature = dht.getTemperature();
  Serial.print(float(dht.getHumidity()),1);
  Serial.print("\t\t");
  Serial.print(temperature,1);
  Serial.print("\t\t");
  Serial.println(dht.toFahrenheit(temperature),1);
  delay(100);
}
```

ภาพประกอบที่ 2.21 โค้ดตัวอย่างเซนเซอร์วัดความชื้น

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม

คำสั่ง #include "DHT.h" เรียกใช้ library ของเซนเซอร์DHT11

begin() ความเร็วในการสื่อสาร

dht.setup(D4) การกำหนดขาในการรับข้อมูลจากเซนเซอร์

getMinimumSamplingPeriod() ค่าช้าสุดในการส่งข้อมูลที่กลับมาจากเซนเซอร์

getTemperature() ค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ เป็นองศาเซลเซียส

getHumidity() ค่าความชื้นสัมพัทธ์จากเซนเซอร์

toFahrenheit() แปลงค่า องศาเซลเซียสเป็นองศาฟาเรนไฮต์

print() คำสั่งแสดงผล

delay() วนลูปตามจำนวนที่กำหนด โดย 1000 = 1 วินาที

2.2.7 เซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน

NPK meter เป็นเซนเซอร์วัดค่าปุ๋ยในดิน ที่สามารถอ่านค่า ความสมบูรณ์ของดินหรือค่า PH ได้ สามารถต่อกับ NodeMCU ESP8266 ได้โดยตรง โดยใช้ ขา Analog ของ NodeMCU ต่อเข้าขั้วบวกของจอ และต่อกราวด์เข้าขั้วลบของจอ ไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง เมื่อนำเซนเซอร์เสียบลงดิน เข็มบนจอจะเบนแปลว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่ ทำให้เข็มเบน เราสามารถใช้ ขา Analog ต่อได้เลย มีสวิตช์เลือกว่าจะอ่านค่า ความสมบูรณ์ของดิน หรือค่า PH [43]

ตารางที่ 2.2 ช่วงการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน

ช่วงข้อมูล	ระดับความสมบูรณ์ของดิน
น้อยกว่า 18	ต่ำ

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

ตารางที่ 2.2 ช่วงการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน (ต่อ)

ช่วงข้อมูล	ระดับความสมบูรณ์ของดิน
18 – 57	สมดุล
มากกว่า 57	สูง

ผลจากการวัดค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility)

- หากเข็มชี้ไปที่ Too Little (ด้านซ้ายของ Ideal) หมายถึง ดินมีปริมาณสารอาหารไม่เพียงพอหรือปริมาณจุลินทรีย์ในการย่อยธาตุอาหารในดินต่ำ
- หากเข็มชี้ไปที่ Ideal (ตรงกลางมิเตอร์) หมายถึง ดินมีปริมาณสารอาหารเพียง พอเหมาะสม
- หากเข็มชี้ไปที่ Too Much (ด้านขวาของ Ideal) หมายถึง ดินมีปริมาณสารอา หารมากเกินไป หรืออาจมีปัญหาดินเค็ม [43]

ภาพประกอบที่ 2.22 เซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน

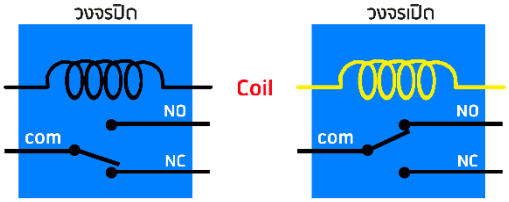
2.2.8 Relay

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้า สัมผัสให้เปลี่ยนสภาวะโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัส คล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ [44]

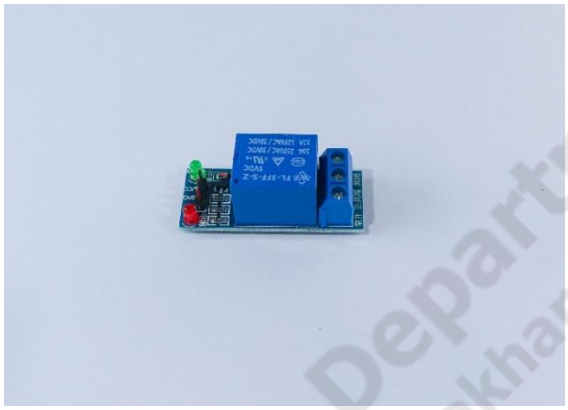
หน้าที่ของรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ทำงานผิดปกติออกจากระบบทันที [44]

สามารถควบคุมโหลดกระแสตรง DC ได้สูงสุดไม่เกิน 30V 10A ใช้กับไฟฟ้า AC ไฟบ้านประเทศไทย 220V ได้ มีหลอดไฟ LED สีแดง และ สีเขียวแสดงผลสถานะการทำงาน

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 2.23 การทำงานของรีเลย์



ภาพประกอบที่ 2.24 Relay

2.2.9 ปั๊มน้ำ

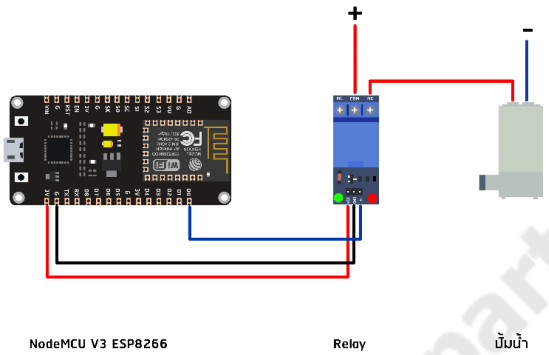
อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำ ปั๊มน้ำแบบใบพัด ทำงานด้วยการหมุนของใบพัด ทำให้เกิดแรงดันจ่ายไปตามท่อน้ำ มีข้อดีคือขนาดเล็ก หลักการทำงานที่เรียบง่าย มีชิ้นส่วนน้อย จ่ายน้ำได้ในปริมาณมาก และสร้างแรงดันน้ำได้มาก หากต้องการแรงดันสูงก็สามารถนำหลายเครื่องมาต่อพ่วงกันเป็นทอด ๆ ได้ ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องสูบน้ำประเภทนี้กันมาก [45]

Mini Pump DC 5V มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูก ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 -6V อัตราการไหลของน้ำ 1.2-1.6ลิตร/ นาที แรงดันปั๊มน้ำได้สูง 40-110 ซม. สามารถต่อหัวมินิสปริงเกอร์ได้ไม่เกิน 2 หัว นิยมมาใช้งานงานแบบจำลองทางการเกษตร

ภาพประกอบที่ 2.25 Mini Pump DC 5V

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

วิธีการต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ รีเลย์ใช้ควบคุมปั๊มน้ำ ขา VCC ต่อกับ 3V เพื่อจ่าย ไฟฟ้าให้กับเซนเซอร์ ขา GND ต่อกับ G เป็นสายกราวด์ และขา IN ต่อกับ D0 เพื่อรับข้อมูลที่ส่งมาจากเซนเซอร์เป็นสัญญาณ Digital ต่อออกจากรีเลย์ เชื่อมจากไฟนอกเข้าขา COM และเชื่อมขา NO ขั้วบวก ต่อเข้าปั๊มน้ำ ขั้วบวก และขาของปั๊มน้ำขั้วลบ ต่อจากไฟนอก [46]



ภาพประกอบที่ 2.26 การต่ออุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 กับ รีเลย์ใช้ควบคุมปั๊มน้ำ

Water_pump §

```
1
2  void setup()
3  {
4  pinMode(D0, OUTPUT);
5  digitalWrite(D0, HIGH);
6  }
7  void loop()
8  {
9  digitalWrite(D0, LOW);
10 delay(1000);
11 digitalWrite(D0, HIGH);
12 delay(1000);
13 }
14
```

ภาพประกอบที่ 2.27 โค้ดตัวอย่างเซนเซอร์ปั๊มน้ำ

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม

คำสั่ง pinMode(D0,OUTPUT) กำหนดขา D0 เป็น Output

digitalWrite() ส่งค่าสัญญาณดิจิทัลโดย HIGH = 1 และ LOW = 0

delay() วนลูปตามจำนวนที่กำหนด โดย 1000 = 1 วินาที

2.2.10 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม

โมดูล TP4056 สามารถชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม โดยรับไฟชาร์จ 5V แปลงเป็น 4.2 V การชาร์จ แบตเตอรี่ลิเธียม โดยตรงที่แรงดันไฟฟ้าสูง มีการจ่ายไฟเข้าแบตเตอรี่ที่ไม่นิ่งหรือไม่คงที่ อาจทำให้แบตเตอรี่ร้อน ทำให้ลดทอนประสิทธิภาพในการเก็บประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และอาจจะทำให้

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

แบตเตอรี่เสื่อมเร็ว [47] ดังนั้นการชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมจะมีโมดูลการชาร์จเข้ามาช่วย เพื่อลดปัญหาไฟฟ้าไม่คงที่หรือไฟไม่นิ่ง จ่ายไฟมากเกินกว่าแบตเตอรี่จะรับไหวคือ 4.2 V ทั้งนี้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม มีการป้องกันการตัดไฟอัตโนมัติถ้าแบตเตอรี่ชาร์จเต็มแล้วจะทำการหยุดการชาร์จทันที [48]

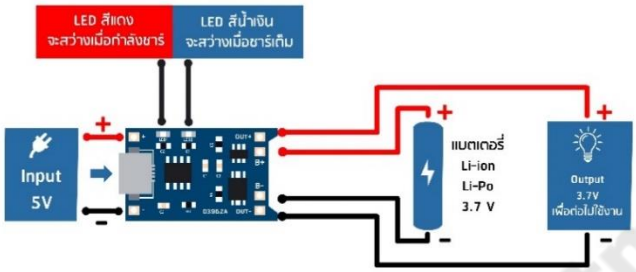
ภาพประกอบที่ 2.28 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม TP4056

แบตเตอรี่ลิเธียม เป็นแบตเตอรี่คุณภาพสูง ชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำได้ ถูกพัฒนาเพื่อให้มีขนาดที่เล็กลงและสามารถให้พลังงานได้มากขึ้น โดยในปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องมีการเก็บประจุไฟมากมาย อาทิ หุ่นยนต์ ใช้เพื่อสำรองไฟ หรือแม้แต่โทรศัพท์ มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank) เกือบทุกรุ่น และทุกยี่ห้อก็ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้เช่นกัน [49] ธาตุลิเทียม (Li) ที่นำมาใช้ผลิตแบตเตอรี่นั้นเป็นโลหะแอลคาไล (Alkali metals) ที่มีน้ำหนักเบาที่สุดในโลก จึงทำให้ตัวแบตเตอรี่มีน้ำหนักเบาตามไปด้วย อายุการใช้งานนาน เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเธียมมีประจุไฟฟ้าที่สูงมาก และเก็บประจุไฟฟ้าได้นาน ตลอดจนให้พลังงานสูงที่คงที่ และชาร์จได้เร็ว อีกทั้งเป็นเซลล์แห้ง แบตเตอรี่ลิเธียมนั้นไม่มีส่วนประกอบที่เป็นอันตรายต่อธรรมชาติ เช่น ของเหลว กรด หรือตะกั่ว จึงสามารถรับประกันเรื่องของความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าแบตเตอรี่แบบอื่น ๆ [50]

ภาพประกอบที่ 2.29 แบตเตอรี่ลิเธียม

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

วิธีการต่อ แบตเตอรี่ลิเธียม เข้าโมดูลชาร์จ แบตเตอรี่ลิเธียมขั้วบวก (+) ต่อเข้า โมดูลที่ B+ แบตเตอรี่ลิเธียมขั้วลบ (-) ต่อเข้า โมดูลที่ B- โมดูสามารถนำไฟออกเพื่อใช้งานได้ที่ ขั้ว OUT+ และ OUT- ส่วนขั้ว + , - ของตัวโมดูลใช้ในการรับไฟชาร์จเข้าได้ที่ 5 V ดังภาพประกอบที่ 2.30

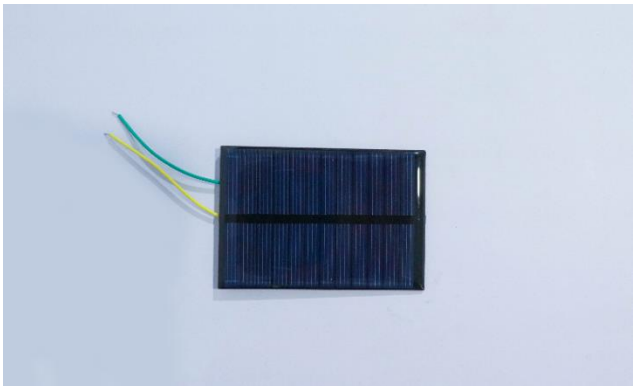


ภาพประกอบที่ 2.30 โครงสร้างโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม TP4056

2.2.11 โซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวันซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลัง งานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน [51]

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6 V ทำจากวัสดุซิลิคอนโพลีคริสตัลไลน์ราคาถูก ใช้ผลิตพลังงานแรงดัน ไฟฟ้า 6V กำลังไฟ 0.6 W



ภาพประกอบที่ 2.31 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6V

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สารกึ่งตัวนำ มี 2 ขั้วคือ P และขั้ว N ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้ายอมให้กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียวกัน และป้องกันกระแสการไหลกลับทิศทางเดิม หากมองหลักการทำงานก็เหมือนกับ วาล์วน้ำทิศทางเดียวไม่ยอมให้น้ำไหลกลับ ซึ่งนับเป็นประโยชน์อย่างมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ [52]

ภาพประกอบที่ 2.32 ไดโอด (Diode)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อีกอย่างที่จะช่วยในงานโซลาร์เซลล์คือ ตัวเก็บประจุ หรือ คาปาซิเตอร์ (capacitor) ที่ทำหน้าที่เก็บพลังงานในรูปสนามไฟฟ้า การนำไปใช้ในงานโซลาร์เซลล์หากช่วงไม่มีแดดโซลาร์เซลล์จะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าที่จะชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมได้หากไฟฟ้าผลิตในการชาร์จไฟลดลงกะทันหันอาจทำให้ไฟกระชากเสียหายได้ ซึ่งตัวเก็บประจุจะเข้ามาช่วยหากโซลาร์เซลล์มีการผลิตไฟฟ้าน้อยลงมันก็จะค่อยๆลดไฟฟ้าในการชาร์จลงเพื่อป้องกันไฟกระชาก

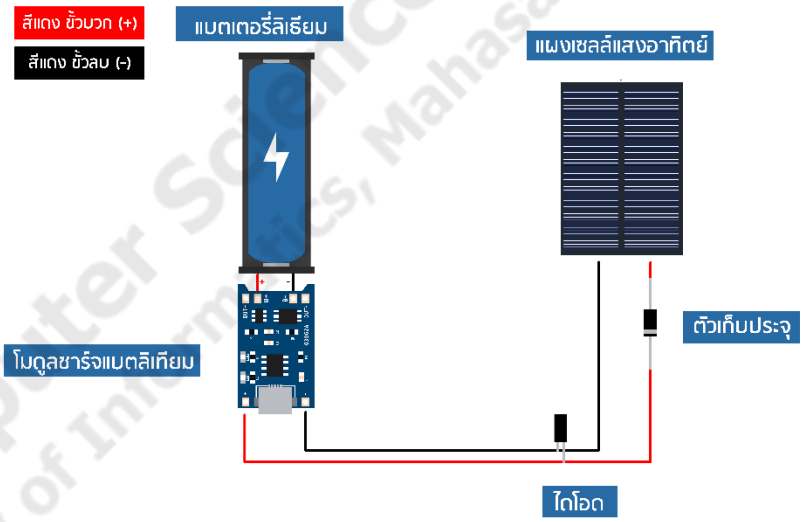
ภาพประกอบที่ 2.33 ตัวเก็บประจุ

สายไฟ 22AWG คำว่า AWG ย่อมาจาก American wire gauge โดยสายไฟนี้มีขนาด 0.65 มิลลิเมตร ใช้ส่งกระแสไฟฟ้า สามารถทนแรงดันสูงสุด 300 V ทนกระแสสูงสุด 7 A ทนอุณหภูมิ 80°C องค์ประกอบสาย ตัวนำทองแดง ชุบตะกัว แบบ Stranded (สายพันเกลียว) ฉนวนทำมาจาก PVC เหมาะกับงาน ใช้สำหรับเชื่อมต่อภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 2.34 สายไฟ 22AWG

การใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม TP4056 โซลาร์เซลล์ 4 แผง ผลิตไฟฟ้าได้ 5 โวลต์ 0.1 แอมป์ 0.5 วัตต์ ต่อ 1 แผง ต่อแบบขนานและอนุกรม ผลิตไฟฟ้าได้ 10 โวลต์ 0.2 แอมป์ 2 วัตต์



ภาพประกอบที่ 2.35 การต่อวงจรแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม

2.2.12 ไอซีขยายขา Analog/Digital 16 channel

IC 74HC4067 เป็นไอซีสำหรับเลือกช่องสัญญาณ ได้ทั้งหมด 16 ช่อง ใช้ในการเลือกว่าจะให้สัญญาณผ่านช่องไหนสามารถนำมาใช้ในการขยายขา input แบบ digital / analog หรือขยายขา output แบบ digital / analog ได้ถึง 16 ช่อง โดยใช้สายสัญญาณ 5 เส้น [53]

คุณสมบัติ

- การทำงาน 2V ถึง 6V

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

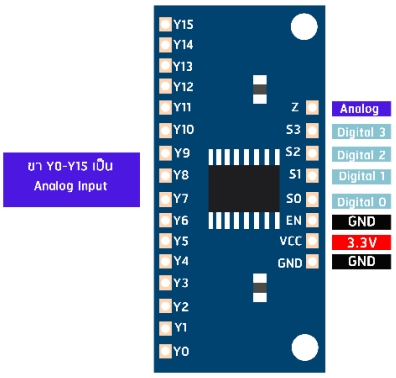
- ความต้านทาน “เปิด”: 70 โอห์มที่ 4.5V
- ช่วงอุณหภูมิในการทำงานกว้าง: -55C ถึง 125C [53]

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบการส่งสัญญาณในการใช้งาน ช่องสัญญาณที่ต้องการ

S0	S1	S2	S3	ช่องสัญญาณ
X	X	X	X	None
0	0	0	0	1
1	0	0	0	2
0	1	0	0	3
1	1	0	0	4
0	0	1	0	5
1	0	1	0	6
0	1	1	0	7
1	1	1	0	8
0	0	0	1	9
1	0	0	1	10
0	1	0	1	11
1	1	0	1	12
0	0	1	1	13
1	0	1	1	14
0	1	1	1	15
1	1	1	1	16

คำอธิบาย ตารางที่ 2.3 ช่อง S0,S1,S2,S3 เป็นช่องในการส่งสัญญาณแบบ Digital เพื่อสั่งใช้งานช่องสัญญาณแบบ Analog ค่าที่ส่งเป็น ตัวเลข 0 กับ 1 เพื่อเลือกใช้งานช่องสัญญาณแบบ Analog ทั้ง 16 ช่อง

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 2.36 รายละเอียด ขาของไอซีขยายขา Analog/Digital 16 channel

ภาพประกอบที่ 2.37 ไอซีขยายขา Analog/Digital 16 channel

2.2.13 DC Boost Conversion Module

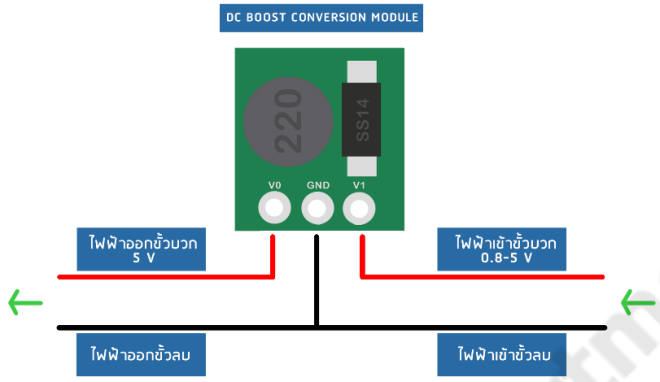
ปัจจุบันเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ก้าวหน้ามากขึ้น เป็นวงจรแบบสำเร็จรูปที่มีขนาดเล็กมาก สามารถเพิ่มแรงดัน Step Up ไฟฟ้ากระแสตรง DC แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 0.8-5V แรงดันไฟขาออก 5V กระแสไฟขาออกสูงสุด: 480 Ma

ภาพประกอบที่ 2.38 DC Boost Conversion Module

ไฟฟ้าขาเข้า 0.8-5V ขั้วบวก ต่อเข้าขา V1 ขั้วลบ ต่อเข้าขา GND ไฟฟ้าขาออก 5V ต่อออกจากตัวโมดูลขั้วบวกที่ขา V0 ขั้วลบที่ขา GND จะได้กระแสไฟฟ้าขาออกสูงสุด 480 mA ขึ้นอยู่กับ

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ไฟฟ้าที่จ่ายเข้าตัวโมดูล

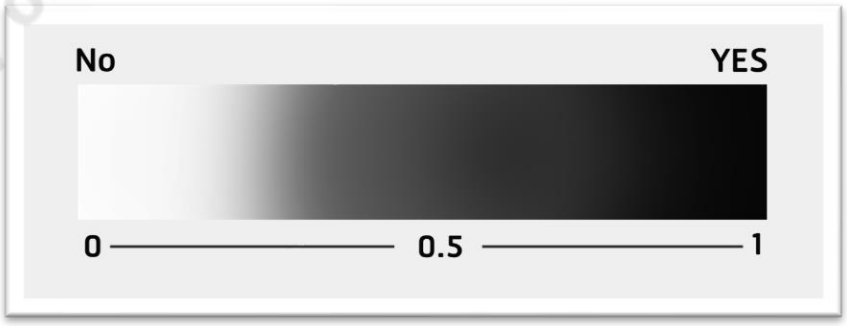


ภาพประกอบที่ 2.39 การต่อโมดูล DC Boost Conversion Module

2.2.14 Fuzzy logic

ตรรกศาสตร์คลุมเครือ หรือ ฟัซซี่ลอจิก (fuzzy logic) พัฒนาจากทฤษฎีเซตวิภัชนัย โดยเป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เหตุผลแบบเด็ดขาดในลักษณะ ถูก/ผิด ใช่/ไม่ใช่ ของ ตรรกศาสตร์แบบฉบับ (classical logic) ตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้นสามารถถือเป็นการประยุกต์ใช้งานเซตวิภัชนัย เพื่อจำลองการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญต่อปัญหาที่ซับซ้อน [55]

ตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้น สามารถระบุค่าความเป็นสมาชิกของเซต ด้วยค่าระหว่าง 0 และ 1 ทำให้เกิดระดับกึ่งกลางในลักษณะของ สีเทา นอกจาก ขาว และ ดำ ดังภาพประกอบที่ 2.40 ซึ่งมีประโยชน์ในการจำลองระดับซึ่งสามารถระบุด้วยคำพูด "เล็กน้อย" "ค่อนข้าง" "มาก" โดยใช้ค่าความเป็นสมาชิกของเซตบางส่วน ตรรกศาสตร์คลุมเครือนี้มีความสัมพันธ์กับ เซตวิภัชนัย และ ทฤษฎีความเป็นไปได้ ซึ่งคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1965 โดยศาสตราจารย์ ลอตฟี ซาเดห์ แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย เบิร์กลีย์ [55]

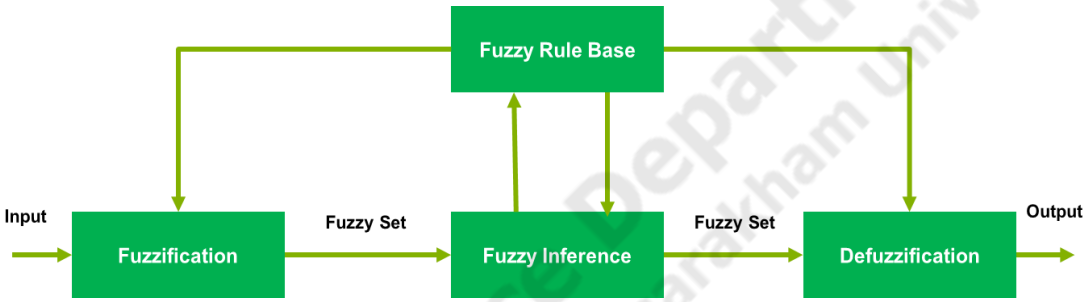


ภาพประกอบที่ 2.40 ระดับกึ่งกลางตรรกศาสตร์คลุมเครือ

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 2.41 Block Diagram Fuzzy Logic Controller

Block Diagram Fuzzy Logic Controller สำหรับการรดน้ำ ประกอบไปด้วย set point เป็นการกำหนด ค่า input ทั้ง 3 ตัวคือ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และความชื้นในอากาศ นำเข้ากระบวนการ Fuzzy logic Controller จะได้ค่า Output ที่เป็นค่า ตัวเลขในการเปิด-ปิดปั๊มน้ำ เพื่อสั่งการรีเลย์ปั๊มน้ำ



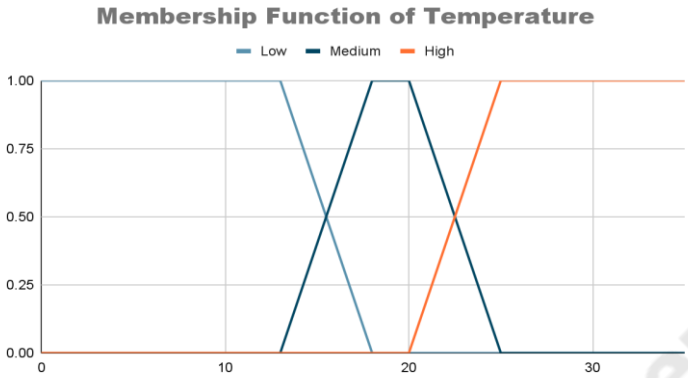
ภาพประกอบที่ 2.42 Architecture of Fuzzy logic Controller

สถาปัตยกรรมของ Fuzzy logic Controller ประกอบไปด้วย

- ค่า Input ที่อยู่ในรูปแบบตัวเลข
- Fuzzification เป็นการแปลง Input ทั่วไปที่เป็นตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบ Fuzzy Set
- Fuzzy Inference เป็นกลไกการอนุมาน ตีความ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผลเพื่อหาคำตอบ
- Fuzzy Rule Base เป็นส่วนจัดเก็บรวบรวมข้อมูล เงื่อนไขกฎการควบคุมของ Fuzzy
- Defuzzification เป็นการแปลงช่วง output ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม จาก Fuzzy set ให้อยู่ในรูปแบบ ตัวเลขการควบคุมระบบ

การประยุกต์ใช้งาน ตรรกศาสตร์คลุมเครือนั้น สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ในโรงเรือน เช่น ปั๊มน้ำ โดยการวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ เพื่อมาปรับวงจรควบคุมปั๊มน้ำให้เหมาะสม

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 2.43 การจำลองช่วงของ ค่าอุณหภูมิในโรงเรือน

จากภาพประกอบที่ 2.43 Low(ต่ำ) Medium(เหมาะสม) and High(สูง) เป็นฟังก์ชันในการส่งค่าระดับอุณหภูมิ ที่แต่ละจุดของอุณหภูมิจะมีค่าความจริง 3 ค่า ซึ่งเป็นค่าของแต่ละฟังก์ชัน ค่าความจริงทั้งสามนี้ สามารถใช้ในการตีความค่าอุณหภูมิใดๆ ว่า "ค่อนข้างสูง", "เหมาะสม", "ค่อนข้างต่ำ"

2.2.15 Wi-Fi

Wi-Fi ย่อมาจาก Wireless fidelity เป็นเทคโนโลยีในการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11 ที่กำหนดโดย Institute of Electrical and Electronics Engineers หรือสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ระดับโลก [56] ซึ่งแบ่งตามเวอร์ชั่น Wi-Fi มีดังนี้

- Wi-Fi 6: 802.11ax
- Wi-Fi 5: 802.11ac
- Wi-Fi 4: 802.11n
- Wi-Fi 3: 802.11g
- Wi-Fi 2: 802.11a
- Wi-Fi 1: 802.11b [57]

2.2.16 NETPIE

ภาพประกอบที่ 2.44 NETPIE

(ที่มา: https://avatars.githubusercontent.com/u/13195148?s=200&v=4)

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

NETPIE คือแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองผู้ใช้งานเชิงพาณิชย์ เช่น ผู้ผลิตอุปกรณ์ IoT อุตสาหกรรม โรงงาน และองค์กรที่พัฒนาสู่ยุค Digital Transformation 4.0 ซึ่งจะช่วยธุรกิจให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมต่อทุกสรรพสิ่ง หรือ Internet of Things (IoT)

โดยแพลตฟอร์มจะช่วยให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถสื่อสารกันได้ เกิดการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์แบบ real-time ทำให้ผู้ใช้งานทราบถึงข้อมูลของอุปกรณ์ ณ เวลานั้นๆ ไม่ว่าผู้ใช้งานจะอยู่ที่ไหนเวลาไหน [58]

คุณสมบัติหลักๆของ NETPIE Platform ประกอบไปด้วย

- การแสดงค่าข้อมูลจากเซนเซอร์หรืออุปกรณ์แบบ Real-time(Monitoring)
- การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ผ่าน Cloud Platform (Controlling)
- การเก็บค่าข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์หรืออุปกรณ์ (Data Storage)
- การแจ้งเตือนความผิดปกติของเซนเซอร์หรืออุปกรณ์จากที่ได้กำหนดไว้ (Notification)
- การแสดงผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Dashboard (Dashboard for monitor & control) [58]

โควต้าฟรีสำหรับ NETPIE โดย ข้อความจะถูกวัดทีละ 4 KB

ตารางที่ 2.4 โควตาฟรีสำหรับ NETPIE

โครงการ	3	โครงการ
อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ	10	อุปกรณ์
ข้อความเรียลไทม์	9,000,000	ข้อความต่อเดือน
การจัดเก็บข้อมูลอนุกรมเวลา	1,000,000	คะแนนต่อเดือน
อ่าน/เขียนเงา	500,000	การดำเนินงานต่อเดือน
เรียก API	800,000	การดำเนินงานต่อเดือน
แผงควบคุม	3	ฟรีบอร์ดต่อโปรเจ็กต์
การเชื่อมต่อฟรีบอร์ด	3	มุมมองพร้อมกัน
ทริกเกอร์และการดำเนินการ	5,000	การดำเนินงานต่อเดือน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

2.2.17 Flutter

ภาพประกอบที่ 2.45 Flutter

(ที่มา: https://www.dailytech.in.th/flutter-dev-trend-2020/)

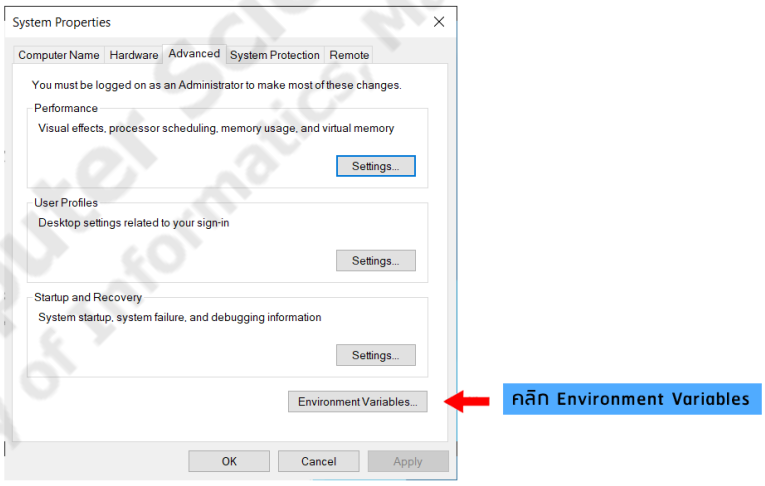
การใช้งาน Flutter มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

(1) ทำการดาวน์โหลด Flutter ได้ทางเว็บไซต์ flutter.dev

(2) หลังจากที่ดาวน์โหลดมาแล้วให้ทำการแตกไฟล์ที่ไดรฟ์ C

(3) เข้าไป Copy Path ที่ C:\flutter\bin

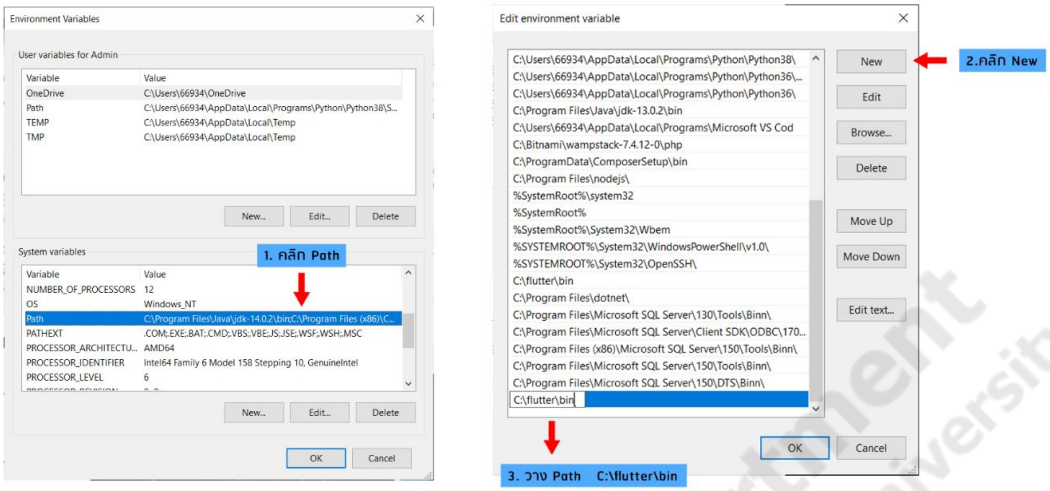
(4) เปิด Settings Properties โดยพิมพ์คำว่า Advance System Settings ในช่องค้นหา จะ ขึ้นดังภาพประกอบที่ 2.46 จากนั้นคลิกที่ Environment Variables



ภาพประกอบที่ 2.46 หน้าต่าง Settings Properties

(5) จากนั้นให้คลิกที่ Path คลิกที่ New วาง Path ที่ Copy มาคือ C:\flutter\bin ตามภาพประกอบที่ 2.47

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

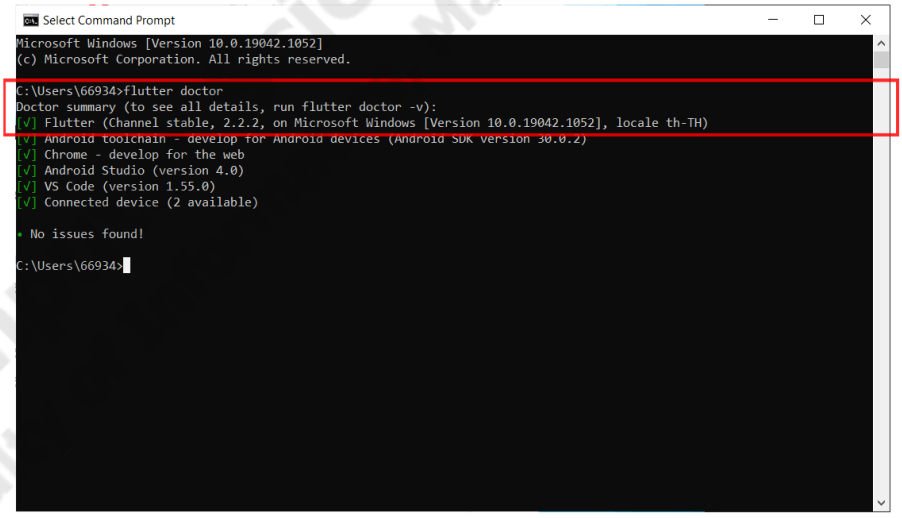


ภาพประกอบที่ 2.47 หน้าต่างการใส่ Path

วิธีเช็คว่า Flutter ใช้งานได้หรือไม่

(1) เปิด Command Prompt โดยพิมพ์คำว่า Command Prompt ในช่องค้นหา

(2) พิมพ์คำสั่ง flutter doctor ใน Command Prompt หาก Command Prompt แสดงผลดังภาพประกอบที่ 2.48



ภาพประกอบที่ 2.48 หน้าต่างคำสั่ง flutter doctor

2.2.18 Android Studio

ภาพประกอบที่ 2.49 Android Studio

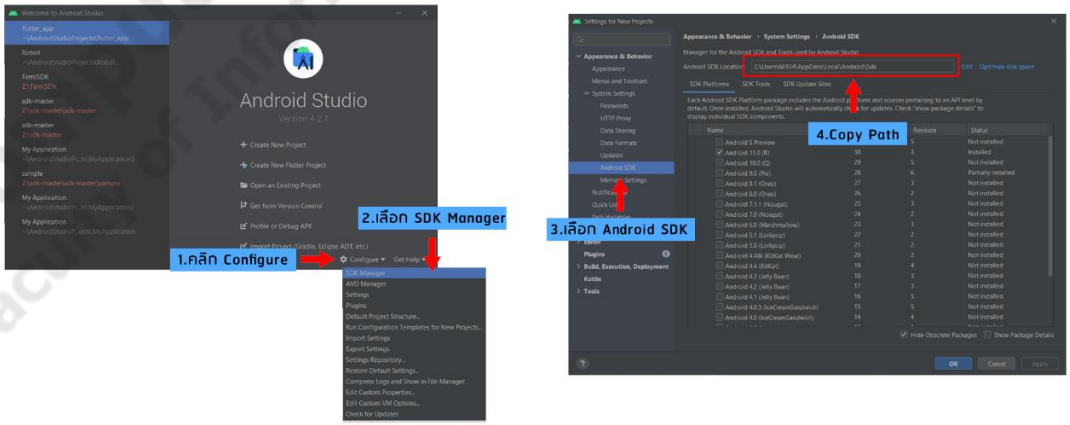
(ที่มา: https://developer.android.com/)

Android Studio เป็น IDE Tools ของทาง Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันที โดนไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ซึ่งยังเป็นปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน [59]

การติดตั้งและใช้งาน Android Studio มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

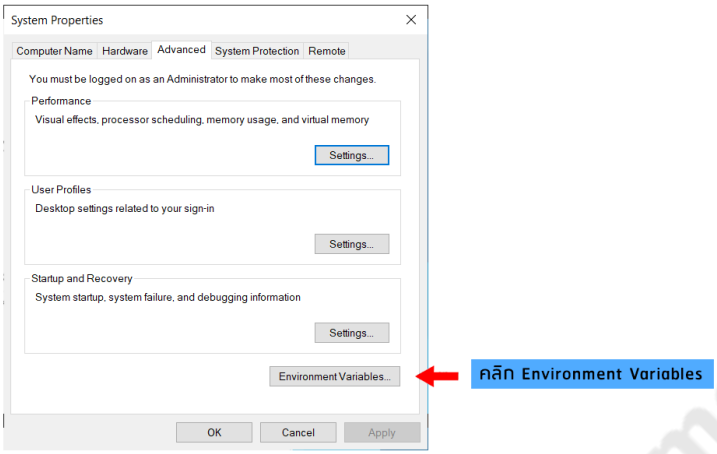
(1) ทำการดาวน์โหลด Android Studio ได้ทางเว็บไซต์ developer.android.com

(2) หลังจากติดตั้งเสร็จสิ้นทำการเช็ค Path ของโฟลเดอร์ SDK กด Copy Path



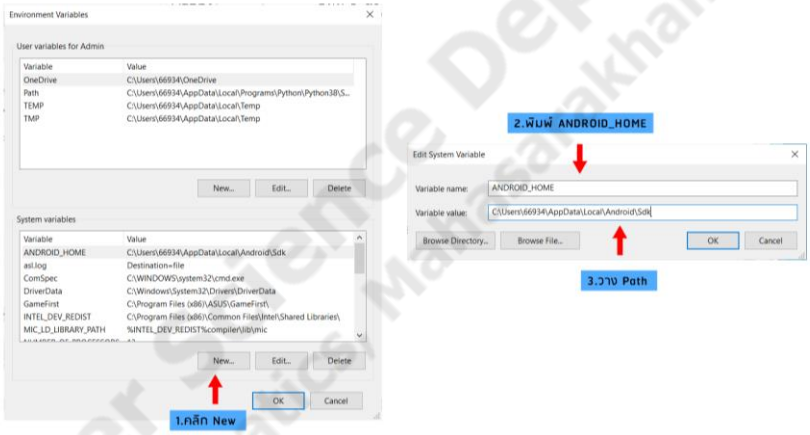
ภาพประกอบที่ 2.50 เช็ค Path ของโฟลเดอร์ SDK

(3) เปิด Settings Properties โดยพิมพ์คำว่า Advance System Settings ในช่องค้นหาจากนั้นคลิกที่ Environment Variables ดังภาพประกอบที่ 2.51



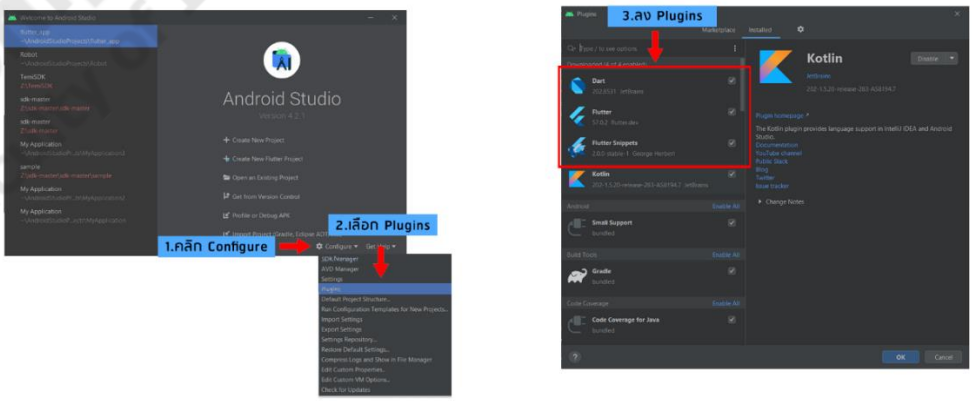
ภาพประกอบที่ 2.51 หน้าต่าง Settings Properties

(4) คลิกที่ New แล้วใส่ข้อมูลดังภาพประกอบที่ 2.52



ภาพประกอบที่ 2.52 หน้าต่างการใส่ Path SDK

(5) ทำการลง Plugins สำหรับ Flutter มีดังนี้ Dart ,Flutter, Flutter Snippets



ภาพประกอบที่ 2.53 Plugins สำหรับ Flutter

Computer Science Department Faculty of Information Technology Mahasarakham University

2.2.19 Arduino IDE

ภาพประกอบที่ 2.54 Arduino IDE

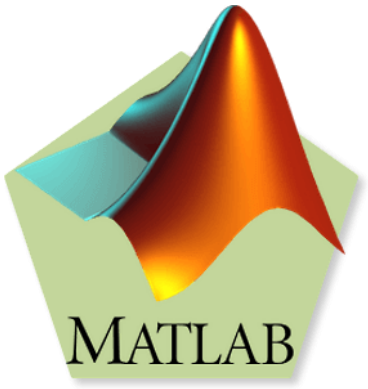
(ที่มา: https://www.arduino.cc/)

Arduino IDE เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งตัวโปรแกรมมีให้ดาวน์โหลดให้ใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและมีเวอร์ชันที่รองรับระบบปฏิบัติการหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็น Windows, Linux, OS [60]

IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็วถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่างๆเร็วมากขึ้น [60]

การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE เพื่อเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้ประโยชน์ได้ 2 แนวทางคือ 1.เพื่อนำไฟล์ภาษาเครื่องที่ได้จากการแปลงไปจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Proteus 2. เพื่อทดลองวงจรจริง (ซึ่งต้องติดตั้งไดร์เวอร์ USB ก่อน)

2.2.20 MATLAB



ภาพประกอบที่ 2.55 MATLAB

(ที่มา: https://ww2.mathworks.cn/en/products/matlab.html)

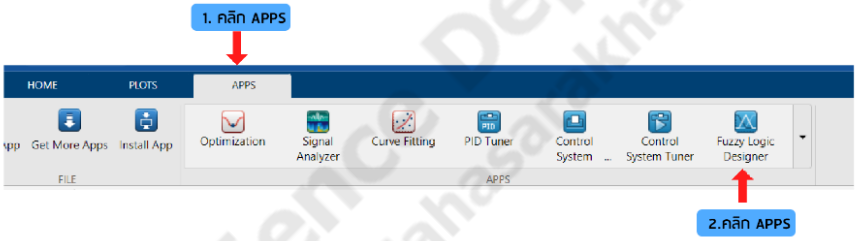
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

MATLAB เป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรม ที่มีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่ การพัฒนาอัลกอริทึม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทำซิมูเลชั่นของระบบ การสร้างระบบควบคุม โดยเฉพาะเรื่อง image processing และ wavelet

แมตแล็บเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในปัจจุบัน ชื่อโปรแกรม MATLAB นั้นย่อมาจาก Matrix Laboratory แมตแล็บได้เริ่มต้น ขึ้นเพื่อต้องการให้เราสามารถแก้ปัญหาตัวแปรที่มีลักษณะเป็นเมทริกซ์ได้ง่ายขึ้น [61] ซึ่งในที่นี้ ได้นำ MATLAB มาใช้ในการออกแบบกฎและจำลองผลของตรรกศาสตร์คลุมเครือ (fuzzy logic) ขั้นตอนการทำ Fuzzy Logic Designer โดยใช้โปรแกรม MATLAB

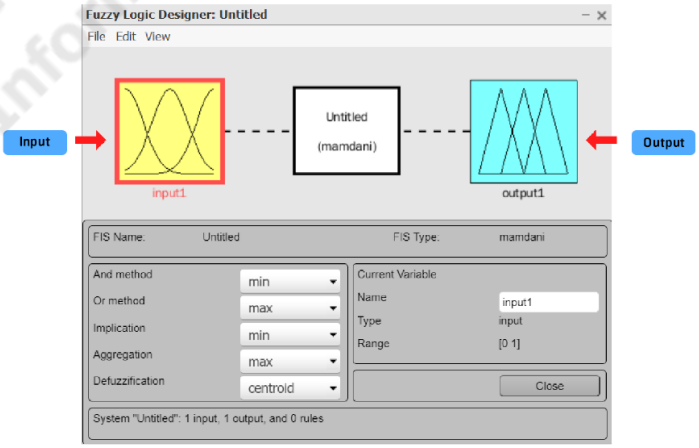
ขั้นตอนการทำ Fuzzy Logic Designer โดยใช้โปรแกรม MATLAB

(1) เมื่อเปิดแอพขึ้นมาจะแสดงหน้าแรกให้กดเลือกแท็ป APPS แล้วเลือก Fuzzy Logic Designer เพื่อทำการออกแบบกฎและจำลองผล Fuzzy Logic



ภาพประกอบที่ 2.56 เลือกเมนูการออกแบบ Fuzzy Logic

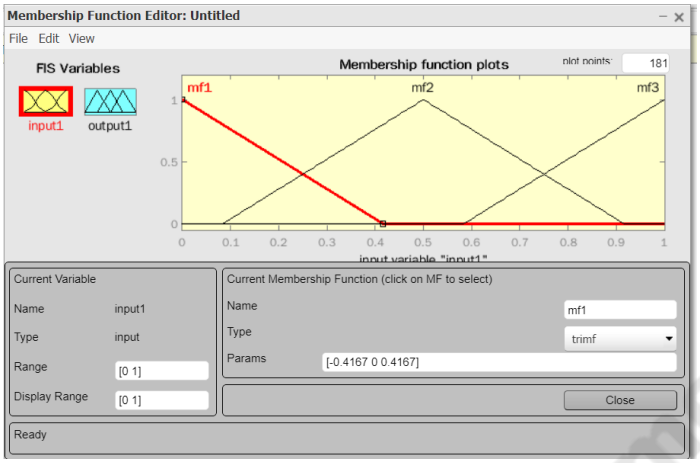
(2) กำหนดค่า input และ output เพื่อนำไปกำหนดค่าช่วงของข้อมูล



ภาพประกอบที่ 2.57 ออกแบบค่า input และ output

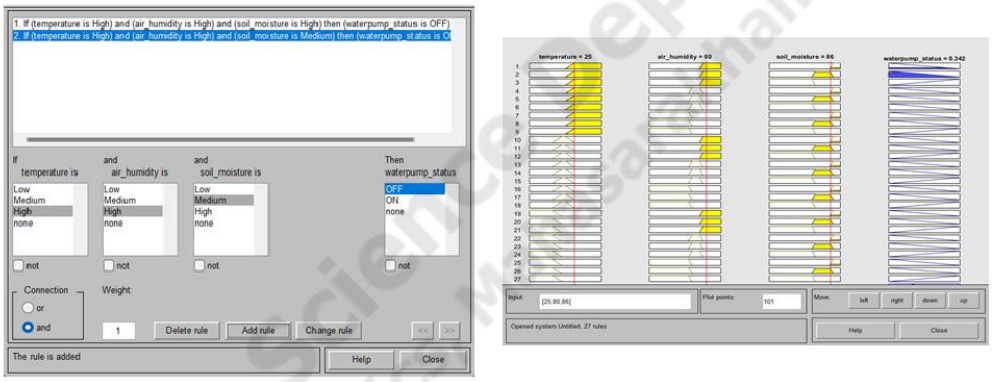
(3) กำหนดช่วงของข้อมูลในแต่ละ input และ output เพื่อที่ใช้ในการประมวลผลหาค่า Fuzzy Logic

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 2.58 กำหนดช่วงข้อมูล

(4) กำหนด Fuzzy Rules โดยกำหนดเงื่อนไขของ input และ output



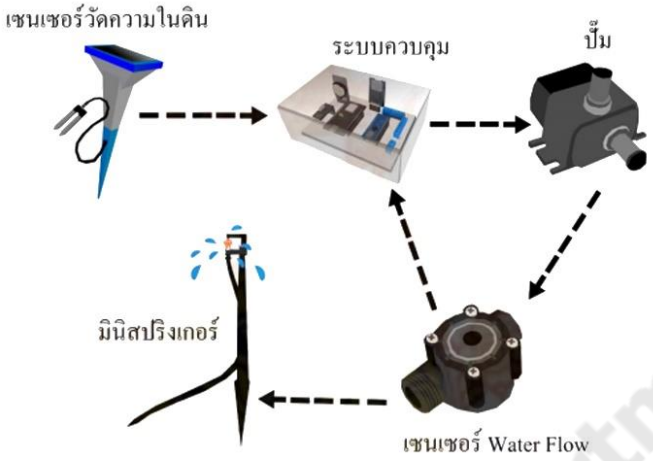
ภาพประกอบที่ 2.59 กำหนด Fuzzy Rules และ แบบจำลอง Fuzzy Logic

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ AUTOMATIC PLANT WATERING SYSTEM

ในปัจจุบันการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้นมีหลายรูปแบบและหลายกระบวนการในการเพาะปลูก แต่ปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกทำการเกษตรนั้น คือการรดน้ำให้กับพืชผักต่าง ๆ เนื่องจากการรดน้ำแบบใช้แรงงานคนรดน้ำกับระบบรดน้ำแบบสปริงเกอร์โดยไม่มีการควบคุม ทำให้การรดน้ำไม่มีความสม่ำเสมอ อาจทำให้น้ำไม่ทั่วพื้นที่และทำให้น้ำเกินความจำเป็นของพืชผัก จึงทำให้น้ำที่เกินสูญเปล่า ผู้จัดทำจึงมีแนวทางในการสร้างต้นแบบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติโดยตัดปัญหาเรื่องการรดน้ำเกินความจำเป็นและความไม่ทั่วถึง [62]

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 2.60 ส่วนประกอบของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

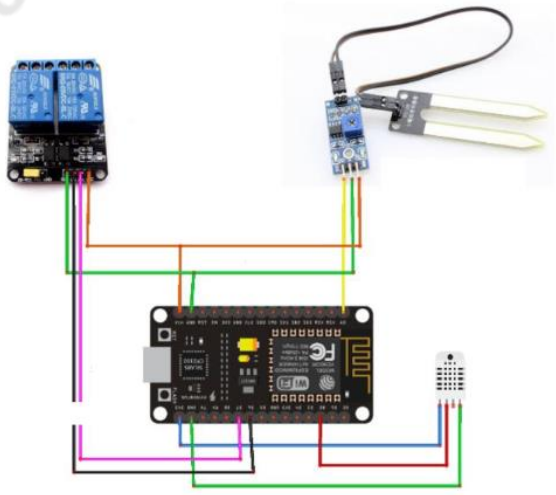
2.3.2 กล่องควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงสำหรับแปลงเกษตรกรรม

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการสร้างกล่องควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงสำหรับแปลงเกษตรกรรม โดยศึกษาระบบควบคุมการตามรอยจุดกำลังสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ เพื่อให้ได้กำลังเอาต์พุตของเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในระดับที่สูงสุด สอดคล้องกับสภาวะความเข้มแสง ณ ขณะนั้น ซึ่งถ้าโหลดต้องการพลังงานน้อยก็สามารถเก็บพลังงานส่วนที่เหลือไว้ที่แบตเตอรี่ได้ เพื่อสำรองไฟไว้ใช้ตอนกลางคืน หรือตอนที่ไม่มีแดด และการมีตัวควบคุมการตามรอยกำลังงานสูงสุดนี้ ยังช่วยให้การชาร์จแบตเตอรี่ ได้เร็วกว่าปกติ ถ้าในเวลานั้นมีแดดค่อนข้างจัด งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตามรอยกำลังงานสูงสุดสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวิธีเทียบสัดส่วนแรงดันขณะเปิดวงจร และได้ดำเนินการสร้างชุดทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าชุดทดสอบวิธีรบกวนและสังเกตสามารถดึงพลังงานประจุลงแบตเตอรี่ได้มากและคุ้มทุนเร็วกว่าชุดชาร์จที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด [63]

ภาพประกอบที่ 2.61 พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับแปลงเกษตรกรรม

2.3.3 การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

เกษตรกรรมในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายด้านโดยเฉพาะในเรื่องของผลผลิต เนื่องจากเกษตรกรขาดข้อมูลเชิงลึก และสภาพอากาศในปัจจุบันมีความแปรปรวนมาก การตรวจสอบสภาพของสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ทำการเพาะปลูกเป็นสิ่งที่จำเป็น ในปัจจุบันเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคม และเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าไปมาก ประกอบมีการใช้งานเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายอย่างแพร่หลาย หากนำเครือข่ายไร้สายมาประยุกต์ใช้งานเพื่อตรวจสอบสภาพของสิ่งแวดล้อม จะทำให้การตรวจสอบสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้น เทคโนโลยี Internet of Thing ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆที่สำคัญทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่อีกมากมาย แนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่า ระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farming system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมในด้านการเกษตร วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ผลิตชุดควบคุมสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ รวมไปถึงความชื้นในดิน เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกสบายประหยัดเวลา ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ด้วยเทคโนโลยี 3G, 4G หรือ Wi-Fi และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านมือถือ Smartphone ผลลัพธ์ที่ได้ ข้อมูลที่ส่งจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเป็นข้อมูลสภาพแวดล้อมเป็นปัจจุบันและข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต และทำนายผลผลิตในอนาคตได้ [64]



ภาพประกอบที่ 2.62 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบระบบการทำงาน

การใช้งานระบบ	ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ AUTOMATIC PLANT WATERING SYSTEM [62]	กล่องควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงสำหรับแปลงเกษตรกรรม [63]	การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [64]	สมาร์ทการ์เด้นระบบรดน้ำอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ใช้พลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์	/	/	x	/
สามารถวัดค่า NPK ในดินได้	x	x	x	/
วัดค่าความชื้นในดินได้	/	x	/	/
วัดค่าอุณหภูมิในอากาศได้	x	x	/	/
เชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi ได้	/	x	/	/
พัฒนาแอปพลิเคชัน	x	x	/	/

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University