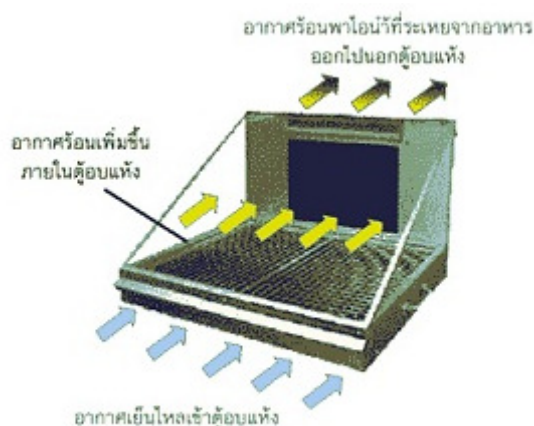


บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ / เหตุผล / ปัญหาที่สำคัญของงานวิจัย

การตากแห้ง เป็นกระบวนการลดน้ำหนักของวัตถุดิบหรือการกำจัดน้ำโดยการลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity) คือ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศ ไปสู่วัตถุดิบที่มีขึ้นอยู่ แล้วรับความชื้นจากวัตถุดิบนั้นไปสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้วัตถุดิบนั้นมีความชื้นลดลงไปเรื่อย ๆ จนทำให้วัตถุดิบนั้นแห้ง โดยการลดและยับยั้ง ป้องกันการเกิดจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้วัตถุดิบนั้นสามารถเก็บไว้ได้นานมากที่สุด เพราะการเกิดโตของจุลินทรีย์หรือสารเคมีที่ตกค้างเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีส่งผลต่อการถนอมอาหาร จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดก็คือการนำไปตากให้แห้ง เพื่อหยุดเอนไซม์และลดปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ เพราะการตากให้แห้งมีต้นทุนต่ำและค่าใช้จ่ายน้อย กรรมวิธีการตากแห้งง่าย ประหยัดมากที่สุด โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์เพราะต้นทุนนั้นถูกกว่า แก๊สหุงต้ม ไฟฟ้าหรือน้ำมัน ซึ่งต้นทุนเหล่านี้ค่อนข้างสูง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกอีกวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับภูมิประเทศและไม่มีความซับซ้อน แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ ฝน ฝุ่นละออง แมลงและเชื้อรา และการตากแห้งแบบลักษณะเดิมทำให้คุณภาพไม่สม่ำเสมอโดยเฉพาะความชื้นและการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในปัจจุบันมีการนิยมใช้กันอยู่มากที่สุด คือการอบแห้งระบบ Passive คือระบบที่เครื่องอบทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และอาศัยกระแสลมที่พัดจากธรรมชาติ ได้แก่ ตู้อบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้ออบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น



ภาพประกอบ 1 การหมุนเวียนของอากาศภายในตู้อบ พลังงานแสงอาทิตย์

(ที่มา: http://www3.egat.co.th/re/egat_business/egat_dryer/dryer_system.htm)

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมานั้น จะอาศัยการรับรังสีจากดวงอาทิตย์แบบ โดยตรง โดยจะเลือกตำแหน่งเป็นพื้นที่กลางแจ้งและจะตั้งอยู่กับที่ แต่ก็ยังรับรังสีจากดวงอาทิตย์ได้ อย่างไม่เต็มดั่งนั้นงานวิจัยงานชิ้นนี้จึงมีแนวคิดเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตู้อบแห้งทั้ง 2 แบบ ว่าแบบใดจะสามารถรับค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ได้มากกว่ากัน โดยมีปัจจัยที่ศึกษาคือ ตู้อบที่สามารถหมุนติดตามดวงอาทิตย์และตู้อบที่ติดตั้งอยู่กับที่ โดยขนาดของตู้อบ 0.45×1.08 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่รับรังสีของดวงอาทิตย์ 0.61 ตารางเมตร โดยการหมุนติดตามดวงอาทิตย์นี้จะ ใช้เซนเซอร์ชนิดแอลดีอาร์ โดยการแปลงความเข้มของแสงให้เป็นค่าความต้านทานและประมวลผล ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เพื่อที่จะให้ตู้อบหมุน ไปยังตำแหน่งที่ตรงกับดวงอาทิตย์ โดยเกณฑ์การศึกษาวิเคราะห์การเปรียบเทียบของตู้อบทั้ง 2 แบบ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตั้งอยู่กับที่ และแบบหมุนติดตามแสงอาทิตย์

1.2.2 ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์การตากแห้งของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตั้งอยู่ กับที่และแบบหมุนติดตามแสงอาทิตย์

1.2.3 เพื่อเพิ่มศักยภาพการพัฒนาการสร้าง การใช้ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้าน พลังงานทดแทนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

- 1.3.1 ออกแบบตู้อบแห้งเพื่อให้สามารถหมนตามแสงอาทิตย์ได้
- 1.3.2 ใช้เซนเซอร์ชนิดแบบ LDR เป็นตัวตรวจวัดค่าความเข้มแสงและควบคุมการทำงานด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.3.3 วัสดุดิบที่ใช้ทดสอบเป็นประเภทพริกสด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาหลักชนิดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดเซนเซอร์แบบ LDR การทำงานของมอเตอร์แบบกระแสตรง 12 V ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.4.2 ออกแบบโครงสร้างของชุดควบคุมการหมนของตู้อบแห้ง
- 1.4.3 ออกแบบระบบตรวจจับแสง
- 1.4.4 ทดสอบการทำงานของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.4.5 เขียนโปรแกรมการควบคุม ติดตั้งอุปกรณ์ และระบบต่างๆให้กับตู้อบ
- 1.4.6 ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมการควบคุมให้สมบูรณ์
- 1.4.7 ทดสอบตู้อบแห้งทั้ง 2 แบบ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน
- 1.4.8 วิเคราะห์ผลที่ได้ทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ
- 1.4.9 จัดทำรูปเล่มรายงานและทำการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2556

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรมในการทำงานวิจัย	ช่วงระยะเวลาไตรมาส / เดือน / ปี			
	1	2	3	4
1. ศึกษาหลักหลักชนิดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดเซ็นเซอร์แบบ LDR การทำงานของมอเตอร์แบบกระแสตรง 12 V ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์				
2. ออกแบบโครงสร้างของชุดควบคุมการหมุนของตู้อบแห้ง				
3. ออกแบบระบบตรวจจับแสง				
4. ทดสอบการทำงานของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์				
5. เขียนโปรแกรมการควบคุม ติดตั้งอุปกรณ์ และระบบต่างๆให้กับตู้อบ				
6. ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมการควบคุมให้สมบูรณ์				
7. ทดสอบตู้อบแห้งทั้ง 2 แบบ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน				
8. วิเคราะห์ผลที่ได้ทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ				
9. จัดทำรูปเล่มรายงานและทำการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว				

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีสมรรถนะที่ดีขึ้นเหมาะสมกับการอบแห้งของอาหารที่ปลอดภัย จากแมลงต่างๆ และฝุ่นละออง

1.7.2 สามารถส่งเสริมให้ใช้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่ออบแห้งอาหารเก็บไว้รับประทานในครัวเรือน มีมาตรฐานและความปลอดภัยในการดำรงชีพให้ดีขึ้น

1.7.3 สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผู้สนใจ ให้เป็นที่รู้จักแพร่หลาย

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตากแห้งเป็นกระบวนการลดน้ำหนักของวัตถุดิบหรือการกำจัดน้ำโดยการลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity) คือ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศ ไปสู่วัตถุดิบที่มีขึ้นอยู่ แล้วรับความชื้นจากวัตถุดิบนั้นไปสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้วัตถุดิบนั้นมีความชื้นลดลงไปเรื่อย ๆ จนทำให้วัตถุดิบนั้นแห้ง โดยการลดและยับยั้ง ป้องกันการเกิดจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้วัตถุดิบนั้นสามารถเก็บไว้ได้นานมากที่สุด เพราะการเกิดโตของจุลินทรีย์หรือสารเคมีที่ตกค้างเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีส่งผลต่อการถนอมอาหาร จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดก็คือการนำไปตากให้แห้ง เพื่อหยุดเอนไซม์และลดปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ เพราะการตากให้แห้งมีต้นทุนต่ำและค่าใช้จ่ายน้อย กรรมวิธีการตากแห้งง่าย ประหยัดมากที่สุด โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์เพราะต้นทุนนั้นถูกกว่า แก๊สหุงต้ม ไฟฟ้าหรือน้ำมัน ซึ่งต้นทุนเหล่านี้ค่อนข้างสูง การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกอีกวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับภูมิประเทศและไม่มีความซับซ้อน แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ ฝน ฝุ่นละออง แมลงและเชื้อรา และการตากแห้งแบบลักษณะเดิมทำให้คุณภาพไม่สม่ำเสมอโดยเฉพาะความชื้นและการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในปัจจุบันมีการนิยมใช้กันอยู่มากที่สุด คือการอบแห้งระบบ Passive คือระบบที่เครื่องอบทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และอาศัยกระแสลมที่พัดจากธรรมชาติ ได้แก่ ตู้อบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้ออบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านมานั้น จะอาศัยการรับรังสีจากดวงอาทิตย์แบบโดยตรง โดยจะเลือกตำแหน่ง ที่กลางแจ้งและจะตั้งอยู่กับที่ แต่ก็ยังรับรังสีจากดวงอาทิตย์ได้อย่างไม่เต็มที่ [1] ได้ศึกษาและพัฒนาระบบอบแห้ง พลังงานรังสีอาทิตย์สำหรับอบแห้งกระจุต โดยใช้พื้นที่รับแสงอาทิตย์ขนาด 8.64 ตารางเมตร เป็นแหล่งความร้อนหลักและใช้น้ำเป็นตัวพาความร้อนไหลตาม

ท่อทองแดงไปแลกเปลี่ยนกับอากาศขึ้นภายในห้องอบแห้งที่มีความจุ 22.5 ลูกบาศก์เมตร จากการทดสอบพบว่าสมรรถนะของระบบอบแห้งกระจุ 22 กิโลกรัม ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 40 – 60 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบ 16 ชั่วโมงต่อเนื่อง สามารถลดความชื้นในการผลิตภัณท์จาก 167.03 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานแห้ง เหลือ 9.56 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานแห้ง [2] การอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์ – ไฟฟ้า โดยการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม โดยใช้ตู้อบชนิดโปร่งแสง แผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ขนาด 4.08 ตารางเมตร ขดลวดนำความร้อนขนาด 800 วัตต์ จำนวน 2 ชุด จุปลาช่อนได้ 50 กิโลกรัม การทดลองอบแห้งปลาทั้ง 2 ชนิดคือปลาช่อนและปลาดุก โดยกำหนดอุณหภูมิ 40, 50, 60 องศาเซลเซียส โดยปลาช่อน ใช้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 5.54 % ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง ส่วนปลาดุกใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการอบแห้ง 2.98 % ใช้ระยะเวลา 8 ชั่วโมง จากการวิจัย ที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเพื่อจะศึกษาและผสมผสานเทคนิคตู้อบแบบเดิม โดยให้ทำงานโดยการหมุนตามดวงอาทิตย์เพื่อให้รับรังสีดวงอาทิตย์ตลอดเวลา ไม่ว่าตำแหน่งดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใดก็ตาม โดยอาศัยการติดตามดวงอาทิตย์ซึ่งใช้เซนเซอร์ชนิดแอลดีอาร์ โดยอาศัยค่าความต้านทานที่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพความนำไฟฟ้าเมื่อมีแสงมาตกกระทบ จะแปลงค่าความต้านทานโดยการนำเซนเซอร์จำนวน 2 ตัว มาทำการเปรียบเทียบกัน ถ้าเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัวได้รับค่าความต้านทานที่เท่ากัน นั้นหมายความว่าได้รับรังสีของดวงอาทิตย์ที่เท่ากันและเซนเซอร์นี้จะส่งค่าที่ได้รับไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลและจากนั้นจะสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง 12 V ทำการหมุนตู้อบไปยังยังตำแหน่งที่ได้รับค่ารังสีที่มากที่สุดและจะหยุดหมุน จนกระทั่งทุก 20 นาทีที่จะทำการเปรียบเทียบค่ารังสีของดวงอาทิตย์และจะปรับตามค่าที่มากที่สุด

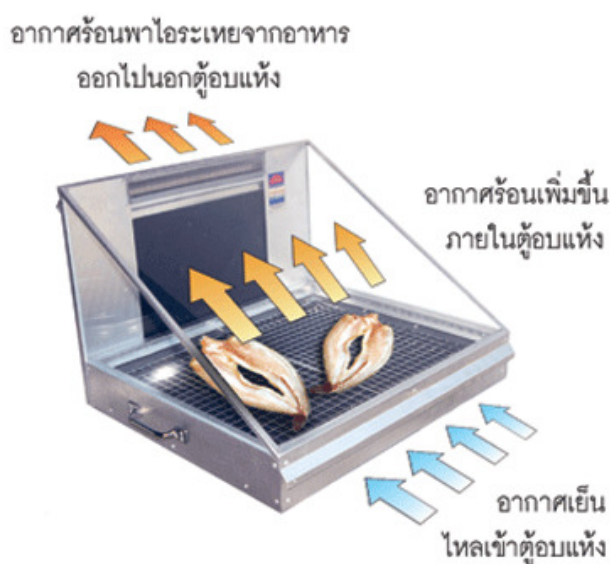
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ทฤษฎีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ดัดแปลงมาจากการทำแห้งด้วยการตากแดดเป็นการถนอมอาหารที่มนุษย์คุ้นเคยมาแต่โบราณ การอบแห้งด้วยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นกระบวนการผสมระหว่างการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับการควบคุมอุณหภูมิและการควบคุมการไหลของกระแสลม การทำเช่นนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณท์ตากแห้งด้วย

แสงอาทิตย์แล้วยังเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำให้แห้งอีกด้วยแบบของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดย จำแนกออกเป็น 3 แบบดังนี้

2.2.1.1 ตู้ออบแบบดูดกลืนโดยตรง (Direct absorption dryer) หรือบางครั้งเรียกว่ากล่องร้อน วัตถุประสงค์ของตู้อบแบบนี้เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการป้องกันการปนเปื้อนของแมลง ฝุ่นละออง หรือป้องกันการรบกวนจากสัตว์ อาหารที่จะทำการอบแห้งจะวางบนถาดในตู้อบที่บุด้วยวัสดุใส ดังนั้นอาหารจะได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงที่ผ่านทะลุแผ่นวัสดุใส ความร้อนจะทำให้เกิดความชื้นระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ ความชื้นภายในตู้อบจะถูกพาออกโดยการหมุนเวียนของอากาศแล้วพาออกทางช่องลมที่อยู่ด้านข้างของตู้อบ ดังภาพประกอบ 1 ตู้อบแห้งแบบนี้ใช้อบแห้งผักและผลไม้ เวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้นลง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นในแง่ของความสะอาด อายุการเก็บและการคงอยู่ของกลิ่นรส



ภาพประกอบ2 ตู้อบแบบดูดกลืนโดยตรง

(ที่มา: http://www3.egat.co.th/re/egat_business/egat_dryer/dryer_system.htm)

2.2.1.2 ตู้ออบแบบการพาหรือแบบทางอ้อม (Convection or indirect dryer) ตู้อบแบบนี้จะมีความซับซ้อนกว่าแบบแรก อาหารจะไม่สัมผัสกับแสงอาทิตย์โดยตรงแต่จะสัมผัสกับลมร้อนส่วนที่ทำให้อากาศร้อนจะเป็นแบบที่ประกอบด้วยสังกะสีแผ่นเรียบหรือลูกฟูก แผ่นสังกะสีจะรับแสงอาทิตย์โดยตรง นอกจากนี้อาจมีวัสดุใสปิดอยู่ข้างหน้าและด้านหลังอาจมีฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน

2.2.1.3 ตู้อบแบบผสม (Combination dryer) ตู้อบแบบนี้ใช้หลักการให้อาหารสัมผัสกับพลังแสงอาทิตย์โดยตรง และได้รับลมร้อนจากส่วนที่ทำให้อากาศร้อน

2.2.2 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

ปัจจุบันพลังงานส่วนใหญ่ได้มาจากเชื้อเพลิงแหล่งธรรมชาติ เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซชีวมวล ฯลฯ พลังงานที่ได้จากแหล่งเหล่านี้ออกมาเป็นพลังงานความร้อน แล้วพลังงานความร้อนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปแบบอื่นๆ เช่น พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการถ่ายเทความร้อน และความสามารถที่จะคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อน จึงมีความสำคัญต่อการนำพลังงานรูปแบบต่างๆ มาใช้เป็นอันมาก การถ่ายเทความร้อนสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภทคือ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนโดยแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

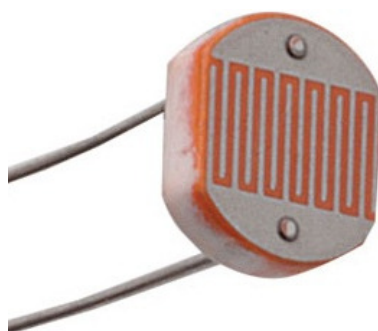
2.2.2.1 การนำความร้อน (conduction) การนำความร้อนเป็นวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำภายในตัวเดียวกัน หรือเป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างตัวกลางที่ติดกันแต่มีอุณหภูมิต่างกันโดยโมเลกุลไม่เคลื่อนที่(อยู่นิ่ง)การนำความร้อนจะเกิดขึ้นได้ดีมากในตัวกลางที่เป็นของแข็ง

2.2.2.2 การพาความร้อน (Convection) การพาความร้อนเป็นวิธีที่ความร้อนเคลื่อนที่ระหว่างผิว ของของแข็งและของไหล ของไหลจะเป็นตัวพาความร้อนมาให้ หรือพาความร้อนจากผิวของของแข็ง กลไกที่ทำให้เกิดการ เคลื่อนที่ของความร้อนโดยการเกิดจากผลรวมของการนำความร้อน การสะสมพลังงานและการเคลื่อนที่ของของไหล การพาความร้อนยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด การพาความร้อนแบบบังคับ และการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยการพาความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยการพาความร้อนแบบบังคับคือการเพิ่มการเคลื่อนที่ของของไหลที่ด้านหน้าวัตถุให้มากขึ้นการถ่ายเทความร้อนก็จะเพิ่มขึ้น ในการเพิ่มการเคลื่อนที่ของไหลอาจทำได้หลายวิธีแล้วแต่ลักษณะงานส่วนการพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural Convection) ความสัมพันธ์การถ่ายเทความร้อนในการพาความร้อนตามธรรมชาติคือการศึกษารายการทดลอง

2.2.2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ในการแผ่รังสี ความร้อนเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ในการแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่โดยอาศัยกลไกของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พิจารณาการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างวัตถุสองชนิดที่มีอุณหภูมิสูงและวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ

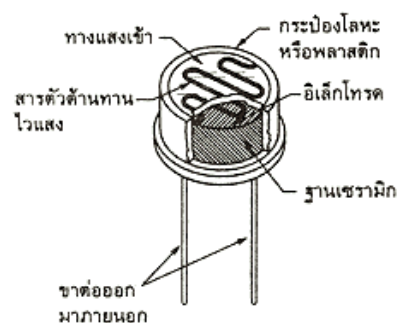
2.2.3 LDR (Light Dependent Resistor)

2.2.3.1 โครงสร้างแอลดีอาร์ คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่าโฟโตริซิสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดักเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ(Semiconductor)ประเภทแคดเมียมซัลไฟด์(Cds : Cadmium Sulfide)หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไข่ออกมา



ภาพประกอบ 3 แสดงตัวอย่าง แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor)

(ที่มา: <http://www.marcovw.nl/Woordenboek/L/lichtsensor/lichtsensor.htm>)



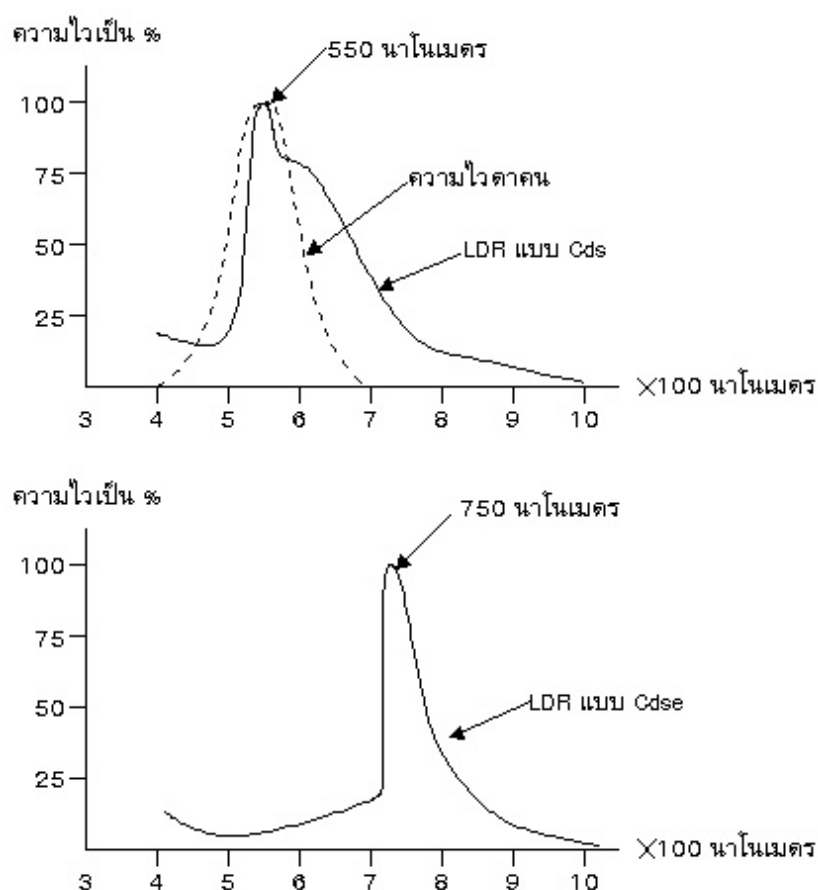
ภาพประกอบ 4 แสดงโครงสร้างของแอลดีอาร์

(ที่มา: http://www.mwit.ac.th/~ponchai/CAI_electronics/image/LDR.HTM)

ลักษณะของมันจะเห็นได้ในภาพประกอบ 3 ส่วนที่ขีดเป็นแนวเล็ก ๆ สีดำนั้น ที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และ แนวสีดำ นั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ซึ่งถ้าจริงจะเห็นว่าออกสีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมา

ภายนอก หรือ เรียกว่าอิเล็กทรอนิกส์ ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิกและอุปกรณ์ สำหรับห่อหุ้มมัน ซึ่งมีได้หลายแบบ

2.2.3.2 คุณสมบัติทางแสง LDR ไวต่อแสงช่วงคลื่น 400-1000 นาโนเมตร ซึ่งครอบคลุมช่วงคลื่นที่ไวต่อตาคน ที่ 400-700 นาโนเมตร นั่นคือ LDR ไวต่อแสงอาทิตย์ และแสงจากหลอดไส้หรือหลอดเรืองแสง และยังไวต่อแสงอินฟราเรดซึ่งตาของมนุษย์นั้นมองไม่เห็นตั้งแต่ช่วงคลื่นตั้งแต่ 700 นาโนเมตรขึ้นไป



ภาพประกอบ 5 แสดงการเปรียบเทียบความไวระหว่าง LDR กับตาของมนุษย์

(ที่มา: <https://sites.google.com/site/believeess20/electronics/taw-tha-n-wi-saeng-ldr>)

2.2.3.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้า อัตราส่วนของค่าความต้านทาน LDR ขณะที่ไม่มีแสงกับในขณะที่มีแสงอาจมีค่าต่างกัน 100, 1,000 หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่นความต้านทานในขณะไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5 MW ขึ้นไป และความต้านทานขณะที่มีแสงจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 10 KW ลงมาทนแรงดันสูงสุดได้มากกว่า 100 V และทนกำลังไฟได้ประมาณ 50 mW

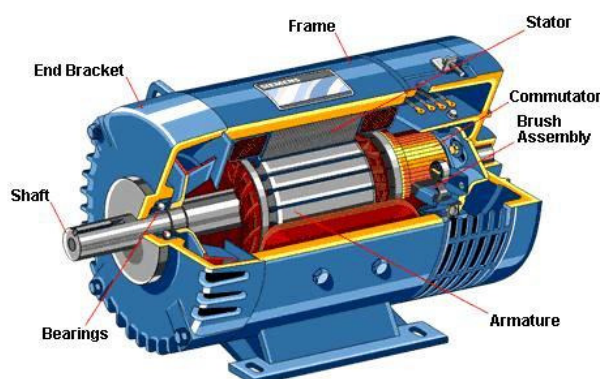
2.2.4 มอเตอร์ (Motor)

2.2.4.1 ความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมและเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมาย และชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์ในแต่ละประเภท เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆโดยความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล

2.2.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติที่เด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานกลึงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าและหุ่นยนต์ เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

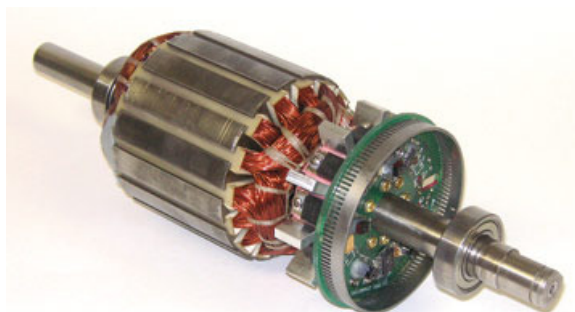


ภาพประกอบ 6 แสดงโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

(ที่มา: <http://www.electrical-knowhow.com/classification-of-electric-motors.html>)

1. สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) ซึ่งเป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้โครงแข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวดตังภาพประกอบที่ 6 และในแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กันด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรมส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งขึ้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) วัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาร์มาเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2. ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์



ภาพประกอบ 7 แสดงโครงสร้างโรเตอร์

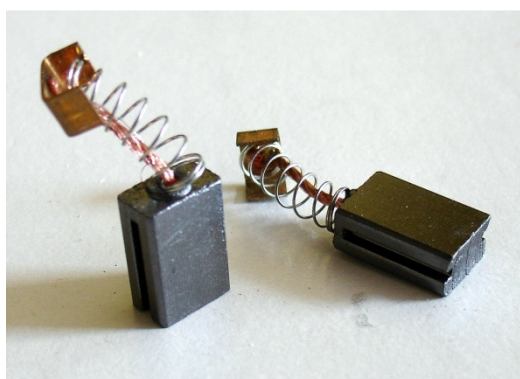
(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือแกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานั้นจะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวหนึ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้ ส่วน แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque) และคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดง ออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิว

เตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับ แกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแส จากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริม กันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)

ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ละจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ การออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ

3. แปรงถ่าน (Brushes) ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมพื้นผ้าใน ของ แปรงถ่านมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซีคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และ ส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวด อาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์ กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกิด แรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้



ภาพประกอบ 8 แปรงถ่าน

(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

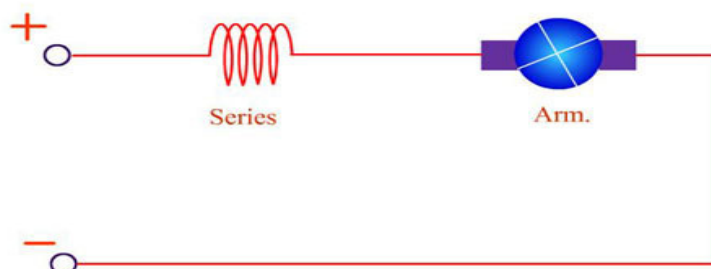
2.2.4.3 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action)

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์จะสร้าง สนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่ตัดเพื่อกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิด

แรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเฟลาและแกนเฟลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอรื้นหมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิง

2.2.4.4 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

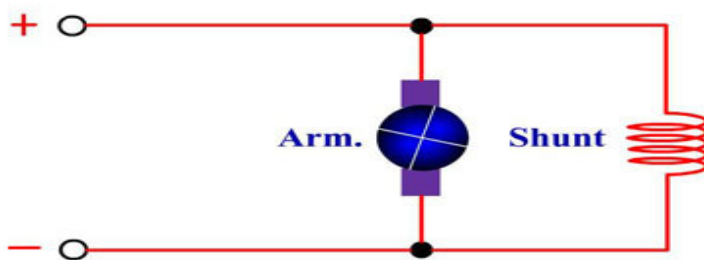
1. มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) คือมอเตอร์ที่ต้องขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่าซีรีย์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้ารถยนต์ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มี โหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลงแต่ขดลวดของมอเตอร์ ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่างเช่นเครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผมมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดี เมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ



ภาพประกอบ 9 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

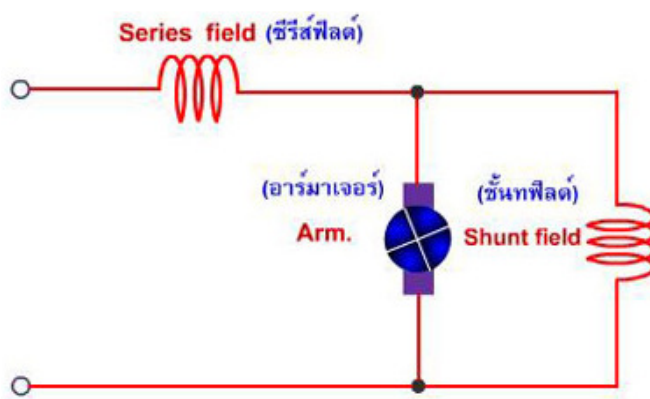
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) หรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาร์มาเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่อแต่ความเร็วคงที่ชันทมอเตอร์ ส่วนมากเหมาะกับการพัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย



ภาพประกอบ 10 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

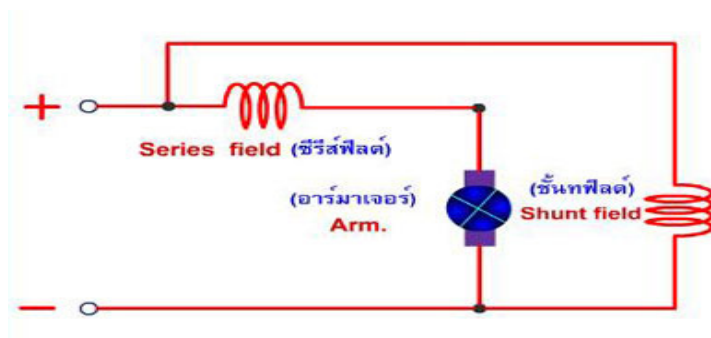
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) หรือเรียกว่า คอมแปวต์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นที่อยู่ 2 วิธี วิธีหนึ่งใช้ต่อขดลวดแบบชั้นขนานกับอาร์มาเจอร์เรียกว่าชอร์ตชันท (Short Shunt Compound Motor) ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชันทคอมแปวต์

(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

วิธีสองคือต่อขดลวด ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาร์มาเจอร์เรียกว่าลองชันทคอมแปวต์มอเตอร์ (Long shunt motor) ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลองชั่นท์เปอร์ดมอเตอร์
(ที่มา: <http://library.automationdirect.com/future-speed-motor-technology-issue>)

2.2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.2.5.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

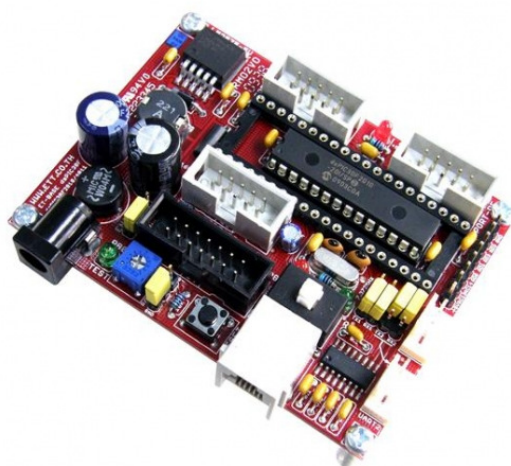
ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวมฟังก์ชันการทำงานต่างๆไว้ภายในตัวของมันเอง โดยมีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ คือ ภายในประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรมหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเองทำให้มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมันง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คือ ไมโคร (Micro) หมายถึง ขนาดเล็กและคำว่าคอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึง ตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถึงเดียวกันความแตกต่างของ Microcontroller กับ Microcomputer คือ Microcontroller นั้นมีความสมบูรณ์ภายในตัวมันเองคือ มีส่วนประกอบต่างๆครบถ้วน ส่วน Microcomputer นั้นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ข้างเคียงที่เชื่อมต่อจากภายนอกเช่น แป้นพิมพ์ เครื่องอ่านเขียนแผ่นบันทึก หน่วยความจำ I/O ฯลฯ

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำ Port อยู่ในชิปเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดียว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น

ไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่างๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำให้การรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ ส่วน Input/output บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้งานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ

$$\text{Microcontroller} = \text{Microprocessor} + \text{Memory} + \text{I/O}$$



ภาพประกอบ 13 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

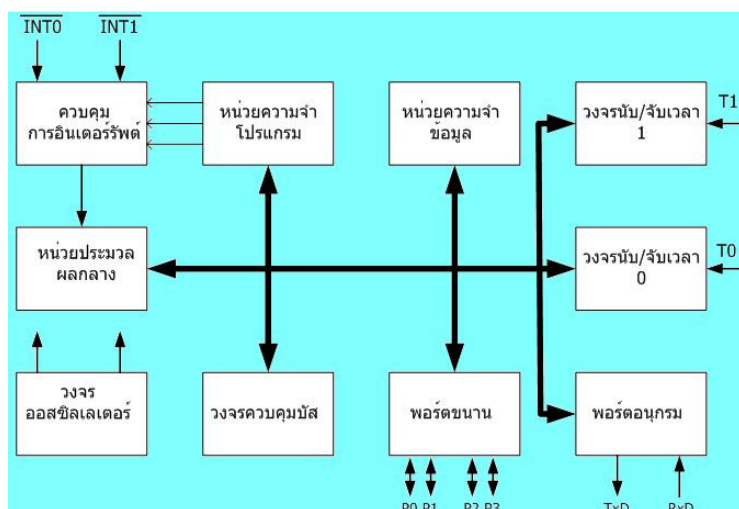
(ที่มา:<http://www.ec.in.th/index.php?route=product/manufacture&manufacturer>)

จากภาพประกอบ 13 ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embed Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ในรถยนต์ เต้าอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่นชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็กกระชับที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโปรเซสเซอร์วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่ายช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูลและ

หลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

2.2.5.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 14 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

(ที่มา: <http://writer.dek-d.com/byulmeng/story/view.php?id=970459X>)

หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงาน หรือประมวลผล ตามชุดคำสั่งเครื่องจากซอฟต์แวร์ คำนี้เริ่มใช้ในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ต้นศตวรรษ 1960 หน่วยประมวลผลเปรียบเสมือนเป็นสมองของคอมพิวเตอร์ในการทำหน้าที่ตัดสินใจหรือคำนวณจากคำสั่งที่ได้รับมา เช่น การเปรียบเทียบการกระทำการทางคณิตศาสตร์ ฯลฯ โดยมีกระบวนการพื้นฐานคือ

- อ่านชุดคำสั่ง (Fetch)
- ตีความชุดคำสั่ง (decode)
- ประมวลผลชุดคำสั่ง (execute)
- อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ (memory)
- เขียนข้อมูล/ส่งผลการประมวลกลับ (write back)

2.2.5.2 หน่วยความจำ (Memory)

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (Ram) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปแต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM: Erasable Electrically Read – Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

2.2.5.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port)

มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) ละพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกถือว่าเป็นส่วนสำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผลเช่น การติดของหลอดไฟ เป็นต้น

2.2.5.4 ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS)

คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียูหน่วยความจำและ พอร์ตเป็นลักษณะของสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูลเพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียู สำหรับในงานทั่วไปขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นถึง 16, 32 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำโดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียูต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อนดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมากเท่าไร ก็จะเป็นการแสดง ขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถคำนวณได้จากจำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำ $= 2^n$ (n คือ จำนวนของเส้นทาง) บัสควบคุมเป็นกลุ่มของสายสัญญาณควบคุมการติดต่อทั้งหมดของซีพียูกับหน่วยความจำและพอร์ตสำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักได้แก่สายสัญญาณเลือก-อ่าน-เขียน หน่วยความจำ สายสัญญาณเลือกอ่านเขียนข้อมูลกับพอร์ต

2.2.5.5 วงจรกำหนดสัญญาณนาฬิกา (Clock)

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับ การกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

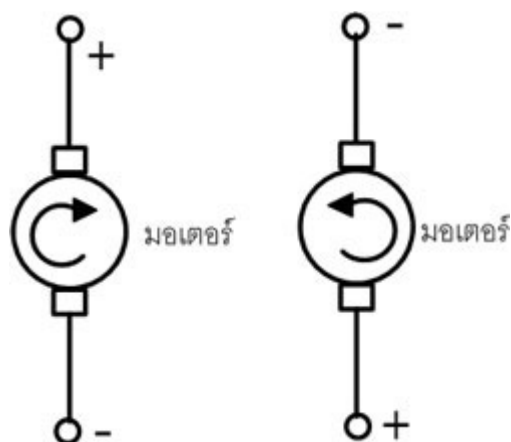
2.2.5.6 คุณสมบัติของ PIC 16F877

- ความถี่สูงที่ทำงานได้คือ 20 MHz (PIC16F877-20, PIC16F877A)
- หน่วยความจำโปรแกรม FLASH Program Memory มีขนาด 8k (14-Bit Words)
- หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 Bytes
- หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 Bytes
- สามารถตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ได้ถึง 14 แหล่ง
- เพาเวอร์อัพไทมเมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start – Up
- Watchdog Timer
- สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
- เลือกโหมดของ สัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0V ถึง 5.5V
- กระแสทั้งซิงค์และซอร์สของพอร์ตคือ 25mA
- Timer/Counter จำนวน 3 ตัว คือ Timer 0 Timer 1 และ Timer 2
- โมดูล Capture / Compare / PWM จำนวน 2 ชุด
- Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนเนล ภายในตัว
- มีโมดูลการสื่อสาร USART
- มีพอร์ต I/O 5 พอร์ตประกอบด้วย A, B, C ,D และ E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากันซึ่งรวมแล้ว จะมี I/O จำนวน 33 บิต

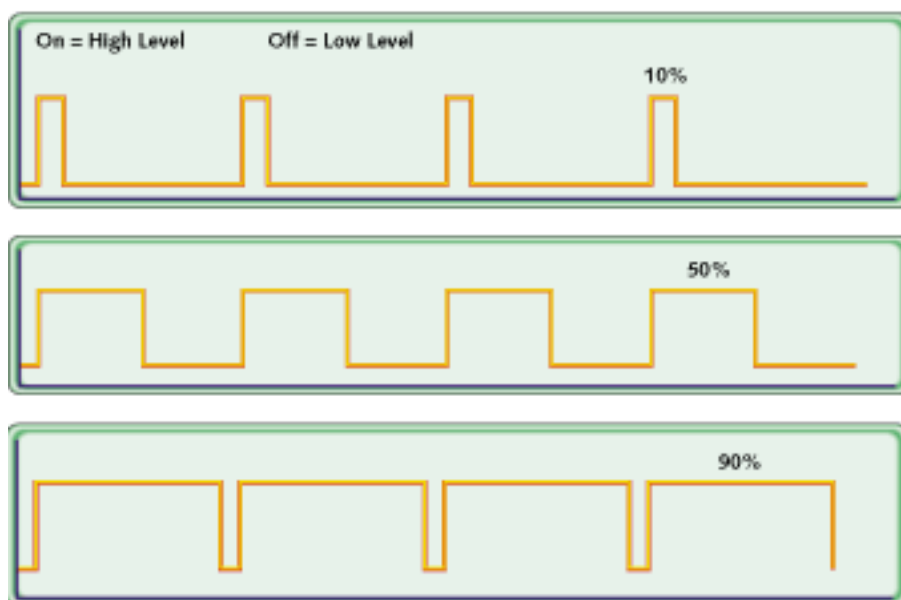
2.2.6 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ หรือกลับขั้วแหล่งจ่าย ดังภาพประกอบ 15 สำหรับการควบคุมความเร็ว นั้น สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ซึ่งการเปลี่ยนแรงดันนั้นสามารถได้หลายวิธี แต่ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นิยมใช้

การควบคุมแบบการปรับเปลี่ยนแรงดันเฉลี่ยซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า PWM (Pulse Width Modulation) ซึ่งแสดงได้ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 15 แสดงทิศทางกระแสของมอเตอร์เพื่อให้เปลี่ยนทิศทางการหมุน
(ที่มา: http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=103)



ภาพประกอบ 16 แสดงสัญญาณ PWM ซึ่งแสดงค่า duty cycles ที่ต่าง ๆ กัน
(ที่มา: <http://nutz55.blogspot.com>)

2.2.6.1 การควบคุมแบบ PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse width modulation (PWM) คือ เทคนิคสำหรับควบคุมวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัลของไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานของสัญญาณ PWM ดังภาพประกอบ 16 แสดงสัญญาณ PWM ที่แตกต่างกัน 3 สัญญาณ

- โดย 10a แสดงสัญญาณ PWM ที่ 10% duty cycle คือ สัญญาณในการอนจะเป็น 10% ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 90% ของคาบสัญญาณ
- โดย 10b แสดงสัญญาณ PWM ที่ 50% duty cycle คือ สัญญาณในการอนจะเป็น 10% ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 50% ของคาบสัญญาณ
- โดย 10c แสดงสัญญาณ PWM ที่ 90% duty cycle คือ สัญญาณในการอนจะเป็น 10% ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 10% ของคาบสัญญาณ

2.2.6.2 บอร์ดขับมอเตอร์มอเตอร์กระแสตรง

คุณสมบัติทั่วไปของบอร์ด OPTO DC MOTOR DRIVER 6-24V/5A



ภาพประกอบ 17 บอร์ดขับมอเตอร์มอเตอร์กระแสตรง รุ่นบอร์ด OPTO-DC MOTOR DRIVER
(ที่มา: <http://www.ett.co.th/product/12A35.html>)

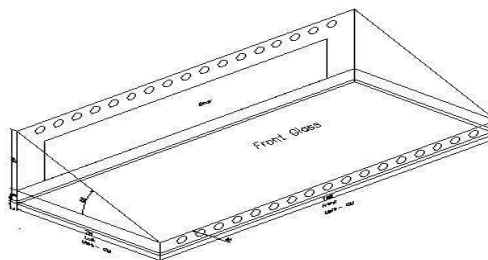
- ใช้ MOSFET ทำหน้าที่เป็นตัว Driver สามารถใช้ขับ DC MOTOR ได้ตั้งแต่ 6V-24V ที่กระแส 5 Amp
- แบ่งแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงออกเป็น 2 ชุดคือแหล่งจ่าย DC 5 V สำหรับ IC แหล่งจ่าย DC
- 6V-24V สำหรับเลี้ยง DC MOTOR โดยตรง
- ใช้ OPTO เป็นตัวแยกกราวด์ระหว่างแหล่งจ่ายทั้ง 2 ชุด เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์บนบอร์ด

- สามารถควบคุมความเร็ว DC MOTOR ด้วยสัญญาณ PWM ได้จากบอร์ดโดยตรง หรือจะเลือกส่งสัญญาณ PWM จากภายนอกบอร์ดเข้ามาควบคุมความเร็วแทนก็ได้
- สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของ DC MOTOR ได้จาก SW.DEFT, SW.RIGH ที่ต่ออยู่บนบอร์ด และมีขั้วสำหรับต่อสวิตช์ภายนอกบอร์ดเข้าควบคุมแทนสวิตช์บนบอร์ดก็ได้
- มีขั้วต่อ 5 PIN สำหรับใช้ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ส่งสัญญาณจากภายนอก มาควบคุมทิศทาง และความเร็วการหมุนของ DC MOTOR ได้โดยตรง
- บอร์ดนี้ออกแบบให้สามารถหยุดการหมุนของ DC MOTOR ได้ 2 แบบ คือ แบบ Fast Stop และแบบ Slow Stop

บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

3.1 การออกแบบชุดหมุนของตู้บพลังงานแสงอาทิตย์

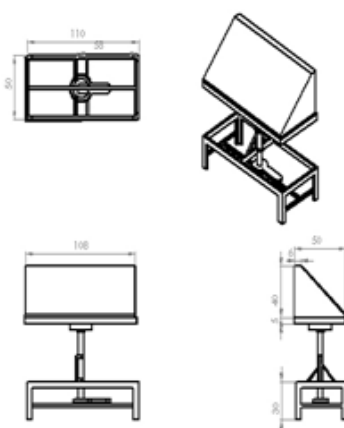


ภาพประกอบ 18 การออกแบบชุดฐานหมุนตู้บพลังงานแสงอาทิตย์

ส่วนฐานของตู้บพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีหน้าที่ 3 อย่าง คือ

1. วางตระแกรงสำหรับตากชิ้นงาน
2. ช่องลมเข้าสำหรับระบายไอน้ำ
3. ป้องกันความร้อนออกนอกตู้ โดยการแผ่รังสีออกทางด้านล่างของตู้เนื่องด้วยตู้บ

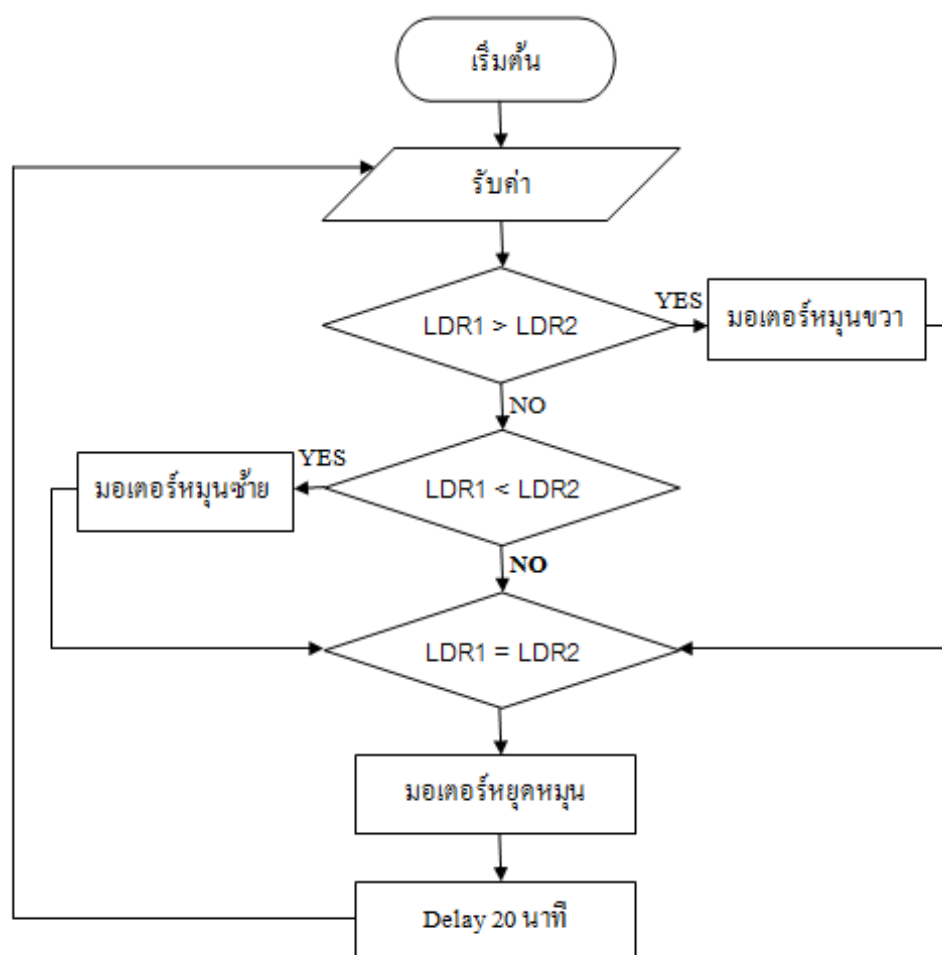
เป็นตู้บสำเร็จรูปจาก ก.พ.พ



ภาพประกอบ 19 การออกแบบโครงสร้างตู้บพลังงานแสงอาทิตย์

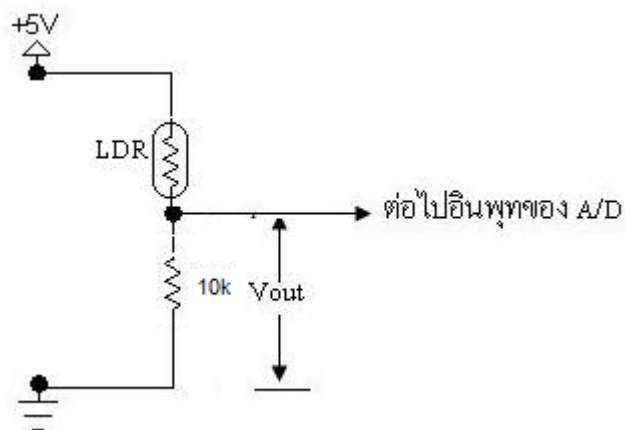
3.2 ฟังก์ชันตอนการทำงานของโปรแกรม

การทำงานเมื่อเริ่มต้นเซนเซอร์ LDR ทั้ง 2 ตัว จะได้รับค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ แล้วจะทำการเปรียบเทียบกันว่า LDR ตัวใดจะได้รับมากกว่ากันแล้วส่งค่าแรงดันไปยังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลโดยค่าที่ได้รับนั้นจะเป็นสัญญาณอะนาล็อกแล้วจะทำการเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล เมื่อทำการเปลี่ยนสัญญาณแล้วจะเช็คเงื่อนไขของคำสั่งว่า LDR ตัวไหนได้รับค่าความเข้มมากกว่า ถ้าตัวที่ได้รับค่าความเข้มที่มากกว่า ระบบจะสั่งงานให้ตู้อบแห้งหมุนไปยังตำแหน่งที่ได้รับค่าความเข้มแสงที่มากที่สุด เมื่อตำแหน่ง LDR ทั้งสองเท่ากันตู้อบจะหยุดหมุนทันทีแล้วทำการรอไปจนกว่าจะครบอีก 20 นาที เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน



ภาพประกอบ 20 ฟังก์ชันการทำงานของคำสั่งโปรแกรมที่ควบคุมการทำงาน

3.3 การคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตของ LDR



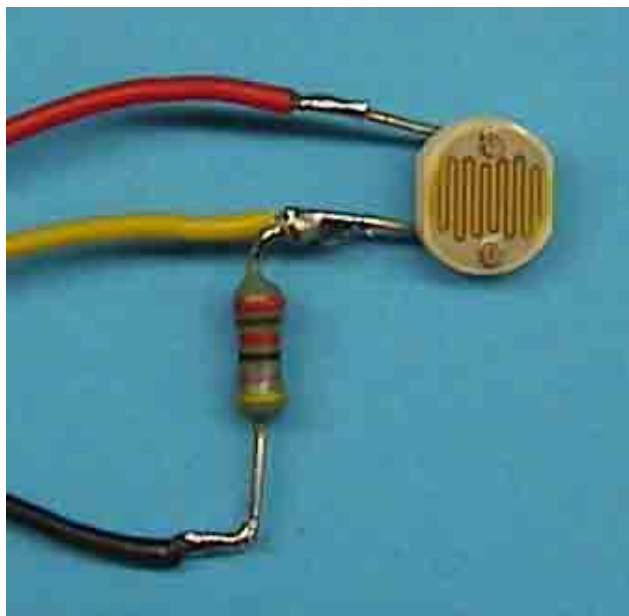
ภาพประกอบ 21 วงจร LDR

จากวงจรภาพประกอบ 21 เป็นชุดเซนเซอร์ LDR ที่ใช้ในการตรวจจับตำแหน่งของแสงอาทิตย์ โดยการวัดค่าความเข้มของแสงจากชุด LDR เช่น สามารถวัดค่าต้านทานออกมาได้ที่ $5.5\text{ k}\Omega$ โดยจ่ายไฟเข้าที่ชุด LDR $V_s = 5\text{ V}$ และค่าความต้านทานของ $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ เราสามารถคำนวณได้ จากสมการ

$$V_o = \frac{V_s \times R_2}{R_{\text{LDR}} + R_2}$$

$$V_o = \frac{5\text{ V} \times 5.5}{5.5 + 10} = 1.77\text{ V}$$

จะได้ค่าแรงดัน $V_o = 1.77\text{ V}$ เข้าชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นสัญญาณ ADC เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป



ภาพประกอบ 22 LDR ที่ใช้ในการตรวจจับแสงอาทิตย์

3.4 ชุดควบคุมมอเตอร์

3.4.1 บอร์ดควบคุมมอเตอร์

สำหรับบอร์ดควบคุมมอเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ เป็นบอร์ด OPTO-DC MOTOR



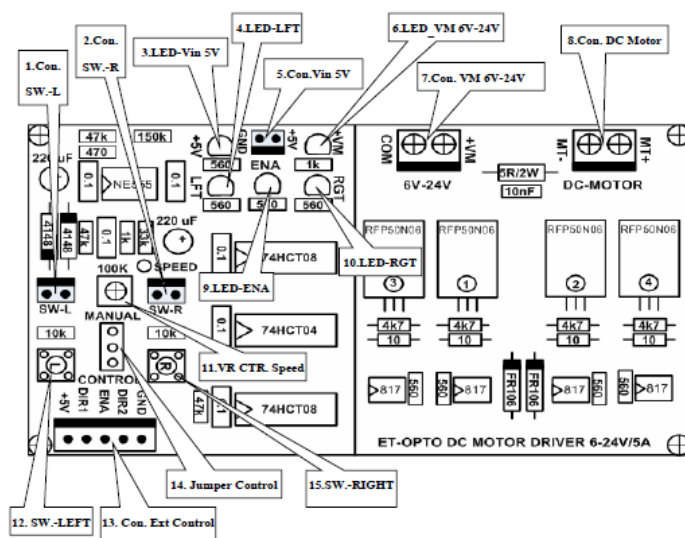
ภาพประกอบ 23 บอร์ด OPTO-DC MOTOR

คุณสมบัติทั่วไปของบอร์ด OPTO DC MOTOR DRIVER 6-24V/5A

- ใช้ MOSFET ทำหน้าที่เป็นตัว Diver สามารถใช้ขับ DC MOTOR ได้ตั้งแต่ 6V-24A ที่กระแส 5 Amp

- แบ่งแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงออกเป็น 2 ชุดคือแหล่งจ่าย DC 5 V สำหรับ IC แหล่งจ่าย DC 6V-24V สำหรับเลี้ยง DC MOTOR โดยตรง
- ใช้ OPTO เป็นตัวแยกกราวด์ระหว่างแหล่งจ่ายทั้ง 2 ชุด เพื่อป้องกันความเสียหายอุปกรณ์บนบอร์ด
- สามารถควบคุมความเร็ว DC MOTOR ด้วยสัญญาณ PWM ได้จากบอร์ดโดยตรง หรือจะเลือกส่งสัญญาณ PWM จากภายนอกบอร์ดเข้ามาควบคุมความเร็วแทนก็ได้
- สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของ DC MOTOR ได้จาก SW.DEFT,SW.RIGHT ที่ต่ออยู่บนบอร์ด และมีขั้วสำหรับต่อสวิตช์ภายนอกบอร์ด เข้าควบคุมแทนสวิตช์บนบอร์ดก็ได้
- มีขั้วต่อ 5 PIN สำหรับใช้ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ส่งสัญญาณจากภายนอก มาควบคุมทิศทาง และความเร็วการหมุนของ DC MOTOR ได้โดยตรง
- บอร์ดนี้ออกแบบให้สามารถหยุดการหมุนของ DC MOTOR ได้ 2 แบบ คือ แบบ Fast Stop และแบบ Slow Stop

3.4.2 ลักษณะของบอร์ด ET-OPTO DC MOTOR DRIVER



ภาพประกอบ 24 แสดงโครงสร้างของบอร์ด OPTP-DC MOTOR DRIVER

รายละเอียดของอุปกรณ์บนบอร์ดเรียงตามหมายเลขดังนี้

หมายเลข 1 Connector SW-L เป็นขั้วต่อสวิตช์ควบคุมทิศทางการหมุนซ้ายของ DC MOTOR ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อสวิตช์ ได้โดยตรงจากภายนอกเข้ามาควบคุมการหมุนของมอเตอร์ เมื่อไม่ต้องการใช้งานสวิตช์ที่จัดไว้ให้บนบอร์ด โดยขั้วต่อนี้จะต่อขนานอยู่กับ SW-LEFT ดูวงจรด้านหลังประกอบ

หมายเลข 2 Connector SW -R เป็นขั้วต่อสวิตช์ควบคุมทิศทางการหมุนขวาของ DC MOTOR ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อสวิตช์ได้โดยตรงจากภายนอกเข้ามาควบคุมการหมุนของมอเตอร์ เมื่อไม่ต้องการใช้งานสวิตช์ที่จัดไว้ให้บนบอร์ด โดยขั้วต่อนี้จะต่อขนานอยู่กับ SW - RIGHT ดูวงจรด้านหลังประกอบ

หมายเลข 3 LED Vin 5V จะเป็น LED แสดงสถานะการทำงานของแหล่งจ่ายไฟตรง +5V ที่ป้อนเข้ามาทางขั้วต่อVin 5V ถ้า LED นี้ติด แสดงว่ามีแรงดันมาเลี้ยงในส่วนของ IC ที่อยู่บนบอร์ดแล้ว

หมายเลข 4 LED LFT จะเป็น LED แสดงทิศทางการหมุนของมอเตอร์ว่ามีทิศการหมุนมาทางด้านซ้าย(ทวนเข็มนาฬิกา)

หมายเลข 5 Connector Vin 5V เป็น Connector สำหรับต่อไฟ +5 V จากภายนอกบอร์ด เข้ามาเลี้ยงในส่วนของ IC

หมายเลข 6 LED VM 6V-24V เป็น LED แสดงสถานะการทำงานของ แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง DC Motor ที่ป้อนเข้ามาทางขั้วต่อ VM 6V-24V

หมายเลข 7 Connector VM 6V-24V เป็นขั้วต่อสำหรับต่อไฟ DC 6V-24V จากภายนอก บอร์ดเข้ามาเลี้ยง DC Motor โดยค่าแรงดันที่ต่อเข้ามานั้นจะขึ้นอยู่กับ ค่าแรงดันใช้งานของ DC Motor ที่ผู้ใช้นำมาทำการต่อ

หมายเลข 8 Connector DC MOTOR เป็นขั้วต่อสำหรับต่อ DC Motor โดยควรต่อ ขั้วบวกของมอเตอร์เข้ากับ MT+ และขั้วลบเข้ากับ MT- หรือจะกลับขั้วกันก็ได้ แต่จะทำให้ LED ที่ใช้

แสดงทิศทางการหมุน แสดงผิดไปจากความเป็นจริง DC Motor ที่นำมาต่อนั้นควรมีขนาดไม่เกิน 24 V/5A เพื่อความปลอดภัยของชุด Driver (Mosfet)

หมายเลข 9 LED ENA เป็น LED ที่ใช้แสดงสถานะการทำงานของขา ENA สำหรับ Enable DC Motor โดยถ้า LED นี้ดับ นั่นคือ DC MOTOR จะไม่สามารถทำงานได้ แต่ถ้า LED นี้ติด แสดงว่า มอเตอร์จะทำงานทันทีเมื่อมีการส่งสัญญาณมาที่ขา DIR1 หรือ DIR2 (ดูรูปที่ ค-2)

หมายเลข 10 LED RGT จะเป็น LED แสดงทิศทางการหมุนของมอเตอร์ว่ามีทิศการหมุนมาทางด้านขวา(ตามเข็ม)

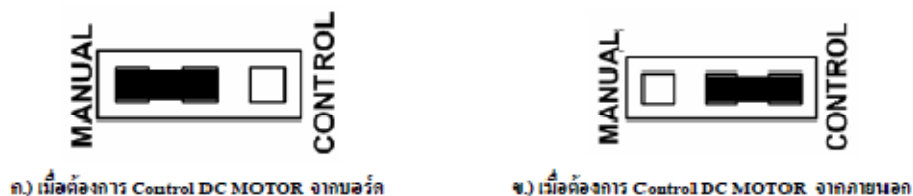
หมายเลข 11 VR Control Speed เป็น VR ปรับค่าสำหรับควบคุมความเร็วของ DC MOTOR ภายในบอร์ด โดยจะมีลักษณะเป็นการปรับค่า PWM เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ เมื่อจะควบคุมความเร็วจะต้อง Set Jumper มาทางด้าน Manual เวลาปรับ VR สังเกตที่ LED ENA จะหรี่ลงเมื่อความเร็วของมอเตอร์ลดลง หรือสว่างขึ้นเมื่อความเร็วมอเตอร์เพิ่มขึ้น

หมายเลข 12 SW. – LEFT เป็นสวิตช์ใช้สำหรับควบคุม ให้มอเตอร์หมุนมาทางด้านซ้าย โดยการกดสวิตช์ Left นี้ค้างไว้ มอเตอร์ก็จะหมุนมาทางด้านซ้าย ถ้าปล่อยมอเตอร์ก็จะ STOP แบบ Fast

หมายเลข 13 Connector External Control เป็นขั้วต่อขนาด 5 PINใช้สำหรับต่อสัญญาณจากภายนอก เช่น ต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มาควบคุมทิศทางและความเร็วของ DC MOTOR โดยตรง ซึ่งจะต้อง Set Jumper มาทางด้าน Control ในการต่อขาออกไปใช้งานให้ดูรายละเอียดที่หัวข้อโหมด Control

หมายเลข 14 Jumper Control เป็น Jumper ใช้สำหรับเลือกการควบคุม DC MOTOR ว่าต้องการเลือกควบคุมจากบนบอร์ดโดยตรงหรือจะเขียน โปรแกรมจากภายนอกเข้ามาควบคุมโดยผ่านทางขั้วต่อ 5 Pin ในหมายเลข 13 ถ้าต้องการควบคุมจากบอร์ดก็ให้ Set Jumper มาทางด้าน Manual ซึ่งจะสามารถควบคุมทิศทางการหมุนได้จาก SW.-LEFT หรือ SW.-RIGHT และควบคุม

ความเร็วได้จากการปรับ VR ถ้าต้องการควบคุมจากภายนอกก็ให้ Set Jumper มาทางด้าน Control ภาพประกอบ 25



ภาพประกอบ 25 แสดงการ Set Jume Manual Control

หมายเลข 15 SW-RIGHT เป็นสวิตช์ใช้สำหรับควบคุมให้มอเตอร์หมุนมาทางด้านขวา โดยการกดสวิตช์ Right นี้ค้างไว้ มอเตอร์ก็จะหมุนมาทางด้านขวา ถ้าปล่อยมอเตอร์ก็จะ STOP แบบ Fast

3.5 มอเตอร์ขับเคลื่อนแบบกระแสดตรง

จากคุณสมบัติของมอเตอร์ปั้มน้ำฝน ZKYR361-SA มอเตอร์มีความเร็ว 100 รอบต่อนาที ขนาดเพลา 10 mm ล็อกแกนเมื่อไม่จ่ายไฟ เป็นมอเตอร์ กระจกไฟฟ้า แกนยาวออกมาจากตัวมอเตอร์ 2 ซม. มี แบบ ซ้าย และ ขวา เหมาะสำหรับทำหุ่นยนต์ขับเคลื่อน รับน้ำหนักได้ 0 - 25Kg-CM,12V



ภาพประกอบ 26 มอเตอร์ปั้มน้ำฝน ZKYR361-SA



ภาพประกอบ 27 โครงสร้างของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

3.6 การหาความชื้นของวัตถุดิบ

การวัดค่าความชื้นของวัตถุดิบที่นำมาทดสอบ (Moisture content) โดยจะนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มี 2 แบบ คือ

1. เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (wet basis)

โดยจะวัดน้ำหนักของวัตถุดิบที่มีความชื้นเป็นหลัก

$$MC(\% \text{ w.b.}) = \frac{w_w}{w_w + w_d} \times 100 \quad (1)$$

2. เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Dry basis)

โดยจะวัดน้ำหนักของวัตถุดิบที่มีความแห้งเป็นหลัก

$$MC(\% \text{ d.b.}) = \frac{w_w}{w_d} \times 100 \quad (2)$$

โดย

w_w คือ น้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ภายในเนื้อวัตถุดิบ

w_d คือ น้ำหนักของเนื้อวัตถุดิบแห้ง

โดยการทดลองใช้ฟริก 1000 g โดยน้ำหนักของวัตถุดิบของฟริกแห้ง $w_d = 230.60 \text{ g}$
โดยจะคำนวณหาเปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

หาเปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

$$MC(\% \text{ w.b.}) = \frac{769.40}{769.40 + 230.60} \times 100 = 76.94 \%$$

หาเปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

$$MC(\% \text{ d.b.}) = \frac{769.40}{230.60} \times 100 = 333.65 \%$$

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

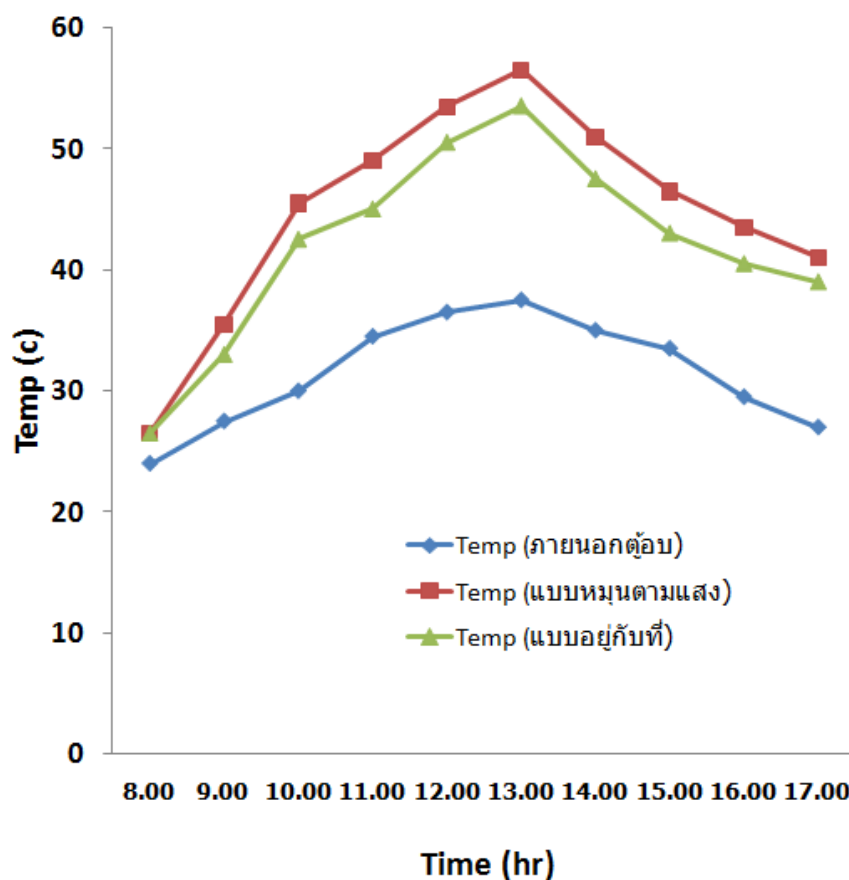
ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลอง ด้วยพริกสด โดยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ คือแบบเคลื่อนที่หมุนติดตามดวงอาทิตย์และตั้งอยู่กับที่ สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

วัตถุดิบที่นำมาทำการทดลองที่จะใช้เป็นพริกสด น้ำหนัก 1000 g โดยเป็นค่าน้ำหนักมวลรวมเริ่มต้น ทั้ง 2 ตู้อบ แล้วนำไปจัดเรียงใส่ตะแกรงแล้วเข้าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ โดยเวลาเริ่มต้นจะอยู่ที่เวลา 8.00 น.จากนั้นทุก ๆ 1 ชั่วโมงจะทำการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบและชั่งน้ำหนักทั้ง 2 ตู้อบแล้วทำการบันทึกข้อมูล

4.2 ผลการทดสอบ

ภาพประกอบ 28 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบทั้ง 2 แบบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกตู้อบ หรืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จากรูปจะพบว่าอุณหภูมิของตู้อบแบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์จะมีค่าใกล้เคียงกันในตอนเริ่มต้นเท่านั้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิของตู้อบแบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์จะสูงกว่าแบบตั้งอยู่กับที่ เนื่องจากตู้อบแบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์นั้นได้รับค่ารังสีความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาว่า



ภาพประกอบ 28 อุณหภูมิภายนอกและภายในของตู้อบทั้ง 2 แบบ

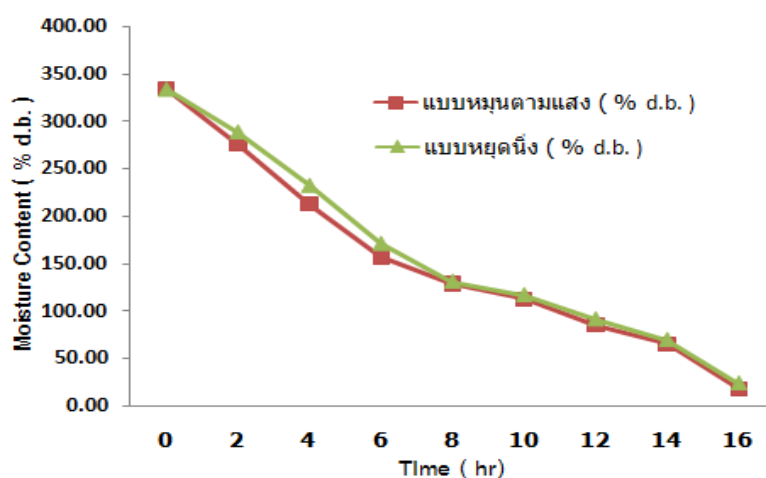
และผลการทดลอง สามารถแสดงไว้ ดังตารางที่ 1 โดยจะแสดงน้ำหนักก่อนอบแห้งและหลังอบแห้ง ๆ ทุก ๆ 2 ชั่วโมง โดยน้ำหนักของพริกแห้งที่ได้จากการนำไปอบเพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงจะได้ค่า 230.60 g แล้วนำค่าข้อมูลมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณความชื้นกับเวลา ทำให้สรุปได้ว่า การอบแห้งด้วยวิธีการหมุนติดตามดวงอาทิตย์จะแสดงค่าปริมาณความชื้นลดลงในช่วงเวลา 6 ชั่วโมงแรกอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับแบบตั้งอยู่กับที่ โดยความชื้นสุดท้ายของตู้อบแบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ 4.64 % (d.b) และตู้อบแบบตั้งอยู่กับที่ 9.77 % (d.b.) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการอบพริกด้วยตู้อบแสงอาทิตย์แบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์

ลำดับที่	Wt(g) (g)	Wd (g)	Ww (g)	MC (%d.b.)	MC (%w.b.)
ก่อนอบ	1000.00	230.60	769.40	333.65	76.94
1	866.45	230.60	635.85	275.74	73.39
2	721.63	230.60	491.03	212.94	68.04
3	591.44	230.60	360.84	156.48	61.01
4	527.85	230.60	297.25	128.90	56.31
5	490.02	230.60	259.42	112.50	52.94
6	427.45	230.60	196.85	85.36	46.05
7	382.33	230.60	151.73	65.80	39.69
8	273.24	230.60	42.63	18.48	15.6
9	241.35	230.6	10.75	4.66	4.45

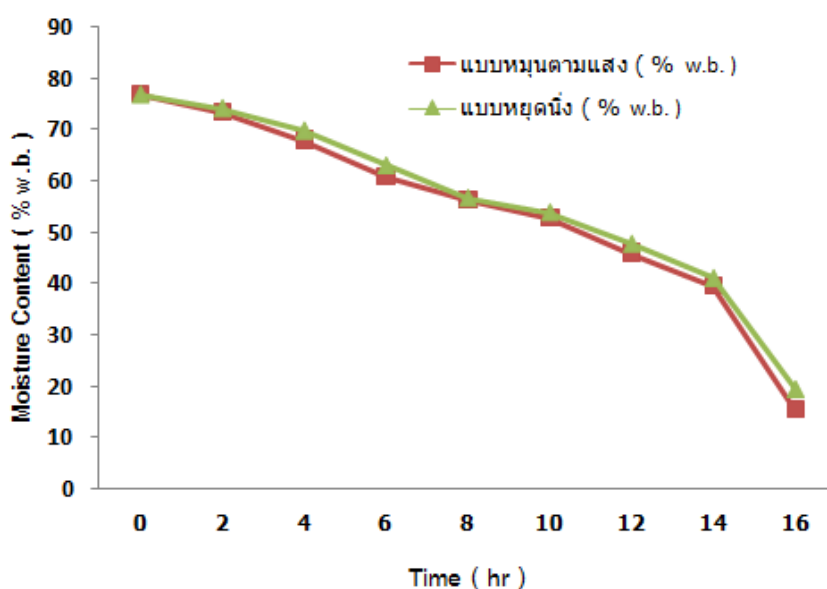
ตารางที่ 2 ผลการทดลองการอบพริกด้วยตู้อบแสงอาทิตย์แบบตั้งอยู่กับที่

ลำดับที่	Wt (g)	Wd (g)	Ww (g)	MC (%d.b.)	MC (%w.b.)
ก่อนอบ	1000.00	230.60	769.40	333.65	76.94
1	896.32	230.60	665.72	288.69	74.27
2	766.48	230.60	535.88	232.39	69.91
3	625.40	230.60	394.80	171.20	63.13
4	533.92	230.60	303.32	131.54	56.81
5	501.18	230.60	270.58	117.34	53.99
6	442.55	230.60	211.95	91.91	47.89
7	392.30	230.60	161.70	70.12	41.22
8	286.75	230.60	56.15	24.35	19.58
9	253.14	230.6	22.54	9.77	8.90



ภาพประกอบ 29 การเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้งกับเวลาของการอบแห้งพริกของตู้อบทั้ง 2 แบบ

จากภาพประกอบ 29 จะเห็นว่าการตู้อบลังงานแสงอาทิตย์แบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์จะมีอัตราการอบแห้งที่ดีกว่าแบบตั้งอยู่กับที่ เนื่องจากในช่วงระยะ 6 ชั่วโมงแรกนั้นปริมาณความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว เพราะเกิดจากการรับค่ารังสีของดวงอาทิตย์ จะเป็นการรับค่าความร้อนแบบโดยตรงและสม่ำเสมอตลอดเวลา จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งนั้นดีกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่



ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียกกับเวลาของการอบแห้งพริกของตู้อบทั้ง 2 แบบ



ภาพประกอบ 31 พริกแห้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์

จากภาพประกอบ 31 เป็นพริกแห้งที่ผ่านการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ เมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง พริกจะแห้งและสีจะไม่ดำมากออกน้ำตาล แดงผสมกัน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบหมุนติดตามดวงอาทิตย์กับแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบตั้งอยู่กับที่ จากการศึกษาจะพบว่าการอบแห้งแบบแรกนั้นจะสามารถรับค่ารังสีความร้อนที่สม่ำเสมอตลอดเวลา ทำให้อุณหภูมิความร้อนภายในตู้อบนั้นจะสูงกว่าแบบตู้อบที่ตั้งอยู่กับที่ เพราะแบบแรกจะสามารถหมุนติดตามตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ตั้งแต่ทิศตะวันออกจนถึงทิศตะวันตก โดยการตรวจจับของเซนเซอร์ชนิดแอลดีอาร์ และพบว่าระยะการอบแห้งนั้น แบบแรกจะใช้เวลาในการอบแห้งที่น้อยกว่าและอัตราการอบแห้งที่ดีกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในการทดลองตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์นั้นในบางครั้งสิ่งแวดล้อม เมฆและฝน ก็เป็นอุปสรรค ส่งผลในอบแห้งไม่ได้ค่าความร้อนของอุณหภูมิตามที่กำหนด เนื่องจากการบดบังดวงอาทิตย์จึงทำให้ค่ารังสีลดลงและอุณหภูมิต่ำลงอีก และการทดลองมีความจำเป็นที่จะต้องเปิดตู้อบทุก 1 ชั่วโมง เพื่อนำพริกมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าบันทึกผลในการทดลอง จึงส่งผลให้เกิดการสูญเสียความร้อนภายในบางส่วนของตู้อบออกสู่ภายนอก