สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ

(STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN)

T119426

โดย

นาย นริศ เตชาทวีวรรณ
นาย นิติ บุญคุ้มครอง
นางสาว สุพรรษา ทับสกุล
นางสาว สุรัสวดี พงษ์เผือก

เลขหมู่.....
ประเบียน 119426
วัน,เดือน,ปี - 7 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2553

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ
(STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN)

โดย

นาย นริศ เตชาทวีวรรณ
นาย นิติ บุญคุ้มครอง
นางสาว สุพรรษา ทับสกุล
นางสาว สุรัสวดี พงษ์เผือก

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. ชาย ชมภูอินไหว
รศ. ศุลี บรรจงจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระ

ผู้จัดทำ

1. นาย นริศ เตชาทวีวรรณ
2. นาย นิติ บุญคุ้มครอง
3. นางสาว สุพรรษา ทับสกุล
4. นางสาว สุรัสวดี พงษ์เผือก

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาย ชมภูอินไหว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุลี บรรจงจิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้งานจริงจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ

นาย นริศ เตชาทวีวรรณ
นาย นิติ บุญคุ้มครอง
นางสาว สุพรรษา ทับสกุล
นางสาว สุรัสวดี พงษ์เผือก
ผศ.ดร. ชาย ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบระบบพลังงานทดแทนแบบระบบติดตั้งอิสระ (Stand-alone) ที่ได้จากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำไปประยุกต์ใช้กับโหลดไฟฟ้าชนิดไฟถนน แบตเตอรี่รถกอล์ฟ รถโฟคลิฟต์ และโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย ซึ่งสามารถนำพลังงานที่ผลิตจากแหล่งผลิตไฟฟ้าที่กล่าวมาข้างต้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สุด โดยการจัดทำโปรแกรมสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้ากล่าวคือ เลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมขนาดเล็ก(Wind-Generator) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) รวมถึงเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ตามความต้องการของผู้ใช้งานทั้งนี้อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ติดตั้งพลังงานทดแทน และช่วงเวลาการใช้งานของโหลด ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาและศึกษาการใช้ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN

Naris Techataweewan
Niti Boonkumkong
Supansa Tubsakul
Surasawadee Pongpueak
Asst. Prof. Dr. Chai Chompooinwai Supervisor
Asso.Prof Suree Bunjongjit Supervisor
2010

ABSTRACT

This paper presents a design of a renewable energy system by Stand-alone installer system from wind power and solar energy. The study of electricity from wind power and solar energy with applied load type electric street lights, batteries golf cart, car elevators and home appliances. This energy can be produced from power generation sources mentioned above to provide the most benefit by making application for designing electrical system that is choose the small size of the wind power generator, Solar Modules as well as selected equipment used in the production of electricity demand by the user which depending on where to install and usage time. This article is a study guide in the development and implementation of electricity from wind power and solar energy to.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประสบความสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความกรุณาที่ ผศ.ดร.ชาย ชมภูอินไหว และ รศ.ศุลี บรรจงจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมบ่มนิสัย ให้ความรู้ความเข้าใจในบทเรียนวิชาต่างๆ ตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาในชั้นอนุบาลจนถึงปัจจุบัน เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนจากคณาจารย์ทุกท่าน นำมาประกอบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ ทุกท่านในห้อง ESIRC ที่ให้คำแนะนำปรึกษา และขอขอบคุณ พี่พจนา แก้วปัญญา นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์รุ่น 45 ที่เป็นที่ปรึกษาด้านการออกแบบโปรแกรม ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และนอกภาควิชาที่ให้กำลังใจในการทำงานจนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องของคณะผู้จัดทำทุกท่าน ผู้ที่มอบชีวิต การศึกษา และอนาคตที่ดี ตลอดจนให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ รวมทั้งมอบกำลังใจในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กับคณะผู้จัดทำตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... I

ABSTRACT..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญภาพ..... IX

สารบัญตาราง..... XI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 2

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน..... 2

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน..... 2

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน..... 3

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 ระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System)..... 5

2.2 ทฤษฎีพลังงานลมและกังหันลมผลิตไฟฟ้า..... 6

2.2.1 ทฤษฎีพลังงานลม..... 6

2.2.1.1 ประวัติการพัฒนาพลังงานลม..... 6

2.2.1.2 ข้อดีและข้อเสียของพลังงานลม..... 7

2.2.2 กังหันลมผลิตไฟฟ้า..... 8

2.2.2.1 ชนิดของกังหันลม..... 8

2.2.2.1.1 กังหันลมแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbines ; HAWTs)..... 8

2.2.2.1.2 กังหันลมแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbines ; VAWTx)..... 9

2.2.2.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าและหลักการทำงาน..... 10

2.2.2.3 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า..... 11

2.2.2.4 ผลกระทบของการใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้า..... 13

2.2.2.4.1 ด้านพื้นที่..... 13

2.2.2.4.2 ด้านทัศนวิสัย..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2.2.4.3 ด้านเสียง.....14
2.2.2.4.4 ด้านของนก.....14
2.2.2.4.5 ด้านของคลื่นสนามแม่เหล็ก.....14
2.2.2.4.6 ด้านความยั่งยืน.....15
2.3 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์และเซลล์แสงอาทิตย์.....15
2.3.1 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์.....15
2.3.2 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell).....16
2.3.2.1 ชนิดเซลล์แสงอาทิตย์.....16
2.3.2.2 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์และหลักการทำงาน โดยทั่วไป.....17
2.3.2.3 ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์.....18
2.3.2.4 การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่าง ๆ.....19
2.4 ชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ.....20
2.4.1 การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ.....21
2.5 ชุดแบตเตอรี่.....21
2.5.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน.....22
2.5.2 การต่อชุดแบตเตอรี่.....22
2.5.3 การใช้งานแบตเตอรี่ใหม่.....23
2.5.4 ความปลอดภัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่.....24
2.6 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า.....24
2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า.....25
2.6.2 ชนิดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า.....25
2.6.2.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดใช้งานแยกอิสระ (Stand-Alone Inverter).....25
2.6.2.1.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Square Wave.....25
2.6.2.1.2 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Modified Sine Wave.....26
2.6.2.1.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Pure Sine Wave.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม.....28

3.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System).....28

3.1.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโดยทั่วไป.....28

3.1.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง.....29

3.2 ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง.....31

3.2.1 การเลือกขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....31

3.2.2 การเลือกขนาดของแผงโซล่าเซลล์ (Solar cell).....33

3.2.3 การเลือกขนาดชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ (Rectified and charge controller).....35

3.2.4 การเลือกขนาดชุดแบตเตอรี่ (Battery Bank).....36

3.2.5 การเลือกขนาดอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter).....37

3.3 การออกแบบวงจรการติดตั้งของโหลดประเภทต่างๆ (Configuration).....37

3.3.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย.....37

3.3.1.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานลม.....38

3.3.1.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....38

3.3.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนน.....38

3.3.2.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานลม.....39

3.3.2.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....39

3.3.3 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์....40

3.3.3.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยใช้พลังงานลม.....40

3.4 การออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN).....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.4.1 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์.....42
3.4.2 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม).....43
3.4.3 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์).....45
3.4.4 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม).....47
3.4.5 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์).....49
บทที่ 4 ผลการจำลองผ่านโปรแกรม.....52
4.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัย.....52
4.1.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell).....52
4.1.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....54
4.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนน.....56
4.2.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell).....56
4.2.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์.....57
4.3.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....57
4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....59
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....60
5.1 บทสรุป.....60
5.2 ข้อเสนอแนะ.....60
บรรณานุกรม.....61
ภาคผนวก.....62
ประวัติผู้เขียน.....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงระบบแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System)..... 5
2.2 แสดงการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ..... 7
2.3 แสดงลักษณะของกังหันลมแกนนอนแบบต่าง ๆ..... 8
2.4 แสดงลักษณะของกังหันลมแกนตั้งแบบต่าง ๆ..... 9
2.5 แสดงส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า..... 10
2.6 แสดงขนาดและกำลังของกังหันลมผลิตไฟฟ้า (หน่วยความสูง: ฟุต)..... 13
2.7 แสดงชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์..... 16
2.8 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์..... 18
2.9 แสดงภาพแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด แบบ Deep Cycle 21
2.10 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรม..... 22
2.11 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบขนาน 23
2.12 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรมผสมกับแบบขนาน 23
2.13 แสดงเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 24
2.14 แสดงรูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมาจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า..... 25
2.15 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิด Modified Sine Wave ขนาด 1000 วัตต์..... 26
2.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิด Pure Sine Wave..... 27
3.1 แสดงระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระของกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยทั่วไป..... 28
3.2 แสดงระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระของโซล่าเซลล์โดยทั่วไป..... 29
3.3 แสดงการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง..... 30
3.4 แสดงแผนที่ความเร็วของประเทศไทย 31
3.5 แสดงขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า 33
3.6 แผนที่แสงอาทิตย์แสดงค่า PSH ทุกส่วนของโลก..... 34
3.7 แสดงขนาดของแผงโซล่าเซลล์..... 35
3.8 แสดงชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ..... 35
3.9 แสดงการเลือกขนาดชุดแบตเตอรี่และการต่อแบตเตอรี่ 37
3.10 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย โดยใช้พลังงานลม..... 38
3.11 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์..... 38
3.12 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานลม..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.13 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์....39
3.14 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือ
รถโฟคลิฟต์โดยใช้พลังงานลม.....40
3.15 แสดงการออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทน
สำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ.....41
3.16 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์.....42
3.17 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม).....43
3.18 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์).....45

3.19 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย
(แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม)..... 47
3.20 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้า
แบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย
(แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์).....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินโครงงาน.....3

2.1 แสดงขนาดของกังหันลม.....11

2.2 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ.....19

4.1 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell).....53

4.2 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....55

4.3 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทโซล่าเซลล์ (Solar Cell).....56

4.4 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....57

4.5 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator).....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการประกอบกิจกรรมเกี่ยวกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งจะเห็นได้ว่าความต้องการพลังงานภายในประเทศมีค่าที่สูงมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในโลกปัจจุบันนี้กำลังประสบปัญหาทางด้านพลังงาน โดยพลังงานที่นำมาใช้ในปัจจุบันนั้น ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้แล้วหมดไป ต้องใช้เวลาเป็นล้านๆ ปีในการที่จะสร้างพลังงานขึ้นมาใหม่ รวมทั้งพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก เกิดภาวะโลกร้อน และเมื่อราคาของพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันอย่างน้ำมันดิบมีการปรับตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มนุษย์เราจึงแสวงหาพลังงานจากแหล่งอื่น จึงทำให้ปัจจุบันเกิดแนวคิดในการนำพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เข้ามาทดแทน โดยพลังงานหมุนเวียนนี้เป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป เป็นพลังงานสะอาด สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น

จากพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติที่เป็นแบบใช้แล้วไม่หมดไปที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น ในกรณีที่ศึกษานี้คณะผู้จัดทำได้เลือกพลังงานมาสองชนิดได้แก่ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ จากพลังงานทั้งสองคณะผู้จัดทำได้ตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานที่มีอยู่ และให้ความสำคัญของพลังงาน โดยการนำพลังงานที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยการนำพลังงานดังกล่าวมาแปลงจากพลังงานธรรมชาติให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านการคำนวณโปรแกรมที่เราออกแบบมาเพื่อคำนวณเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมขนาดเล็ก (Small Wind Generator) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Modules) รวมถึงการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ เช่น แบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์ เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณทางไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดทางไฟฟ้า ทั้งนี้โหลดทางไฟฟ้าที่คณะผู้จัดทำเลือกมาเป็นกรณีศึกษาอันได้แก่ อุปกรณ์ประเภทโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โหลดประเภทไฟถนน และโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การใช้งานของพลังงานทดแทนอันได้แก่ พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อทำการออกแบบ Configuration การติดตั้งระบบพลังงานทดแทนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพและครอบคลุมการใช้งานให้มากที่สุด
3. เพื่อทำการออกแบบ Software เพื่อคำนวณความต้องการอุปกรณ์ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับการทำงานของพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์และมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแรงลมและสภาพแสงแดดของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

1. ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบ Stand Alone System ที่ใช้กับโหลดประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โหลดประเภทไฟถนน และโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟ โดยใช้แหล่งจ่ายที่มีต้นกำเนิดจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์
2. ออกแบบโปรแกรมช่วยในการคำนวณการใช้ไฟฟ้าและเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ตามความต้องการของผู้ใช้งานในอาคารบ้านเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ เช่น อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ เป็นต้น
3. ข้อกำหนดในการใช้งานโปรแกรมช่วยในการคำนวณการใช้ไฟฟ้าและเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงอุปกรณ์ต่อพวงที่เกี่ยวข้องกับระบบ ดังเช่น อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ ผู้ใช้งานโปรแกรมมีความจำเป็นที่จะต้องกรอกข้อมูลเพื่อเป็นปัจจัยในการทำงานของโปรแกรม
4. โปรแกรมช่วยในการคำนวณนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในระบบที่เป็นระบบแบบ Stand Alone System ที่ใช้กับโหลดประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โหลดประเภทไฟถนน และโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟ

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กและรวบรวมข้อมูลทางด้านที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลมรวมถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลม
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กระแสไฟฟ้าและรวบรวมข้อมูลทางด้านที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์รวมถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาข้อมูล อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดจนการกำหนดขอบเขตในการศึกษาโดยกำหนดระบบที่พิจารณาให้เป็นแบบ Stand Alone System
4. วิเคราะห์ข้อมูลและศึกษาระบบ Stand Alone System โดยแยกพิจารณาโหลดที่ทำการศึกษาออกเป็น 3 ระบบได้แก่ โหลดประเภทอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โหลดประเภทไฟถนน และโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟ
5. รวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และพิจารณาเพื่อออกแบบระบบโดยการวางแผนผังของระบบให้เหมาะสมและมีความสอดคล้องกับข้อมูล
6. จากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วเราจะทำการออกแบบการติดตั้งเพื่อที่จะคำนวณหาขนาดอุปกรณ์
7. ทำการออกแบบโปรแกรมการคำนวณการใช้ไฟฟ้าเพื่อเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการออกแบบโปรแกรมผ่านการใช้โปรแกรม Visual Basic
8. ทดสอบการใช้งานและปรับปรุงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น ตลอดจนทำการสรุปผลการใช้งานของโปรแกรมการคำนวณการใช้ไฟฟ้าเพื่อเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินงานโครงงาน	เดือน							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์								
2. ออกแบบระบบพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำไปติดตั้ง ได้จริง								
4. วิเคราะห์ระบบ stand-alone ที่ใช้พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินงาน	เดือน							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
5.ศึกษาการออกแบบระบบ Stand-Alone แบบวิธีทั่วไปที่ใช้ในปัจจุบันของพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์								
6. วิเคราะห์ระบบ Stand-Alone แบบวิธีทั่วไปกับแบบที่ผู้จัดทำ ศึกษาไว้								
7. ศึกษาและจัดทำ Software ออกแบบระบบการทำงานของพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์								
8. สรุปผลงานวิจัย เสนอโครงงาน								

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

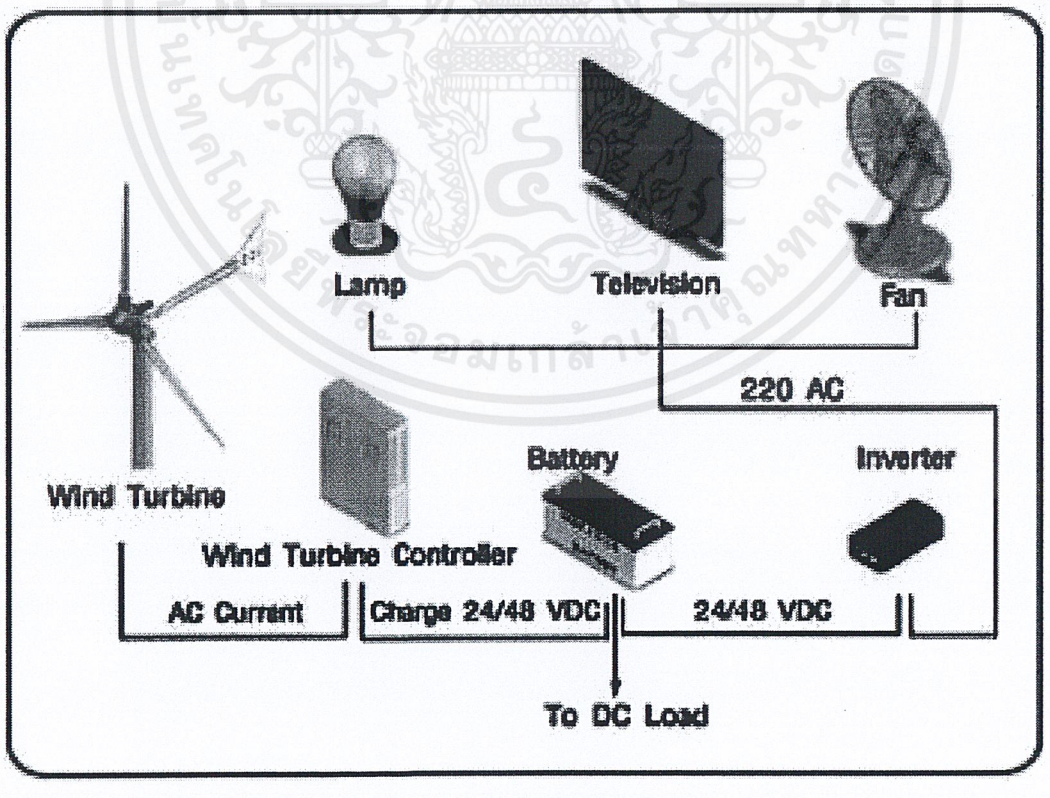
1. ทำให้ทางคณะผู้จัดทำได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานและประโยชน์ที่ได้รับจากพลังงานทดแทนที่มาจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์
2. ทำให้ได้ทางคณะผู้จัดทำได้รับความรู้จากการศึกษาระบบ Stand Alone System
3. คณะผู้จัดทำรู้จักการรวบรวมข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถออกแบบ Configuration การติดตั้งระบบพลังงานทดแทนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
5. สามารถออกแบบโปรแกรมเพื่อคำนวณความต้องการอุปกรณ์ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับการทำงานของพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์และมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแรงลมและสภาพแสงแดดของประเทศไทย
6. โปรแกรมที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงสำหรับผู้ที่ต้องการจะติดตั้งระบบพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System)

ระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระเหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานในที่พักอาศัย ย่านชุมชนหรือพื้นที่ที่ห่างไกลจากสายส่งหลัก เช่น บนเกาะหรือชนบทห่างไกลที่ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึงและไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าไปสู่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน โดยในระบบการติดตั้งแบบแยกตัวอิสระนั้นจะต้องใช้ชุดเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับเป็นที่เก็บพลังงาน (Battery Bank) ซึ่งอาจเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าแรงดันตั้งแต่ 12-360 โวลต์ แล้วเก็บพลังงานที่ได้เข้าชุดแบตเตอรี่ โดยจะต้องทำงานที่สัมพันธ์กันกับระบบความคุมการทำงานของกังหันลม (Wind Turbine Controller) อย่างเหมาะสม เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามความต้องการที่ความเร็วลมต่างออกไป นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานของกังหันลมยังมีระบบป้องกันตัวเอง (Self Protection) ซึ่งอาจจะมีการทำงานคู่กันระหว่างระบบทางกลและระบบทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ความเร็วลมของกังหันลมมากเกินไปกว่าที่ออกแบบไว้



รูปที่ 2.1 แสดงระบบแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System) [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ไฟฟ้าในระบบการใช้งานแบบแยกตัวอิสระนี้อาจใช้ได้ทั้งในระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยหากต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบกระแสสลับก็ต้องมีตัวแปลงไฟฟ้า (Inverter) จากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC/AC) โดยอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ในแต่ละรุ่นจะทำงานแตกต่างกันออกไปตามความสามารถและภาระทางไฟฟ้าที่นำไปใช้งาน ดังนั้นหากต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องมีการคำนวณภาระทางไฟฟ้าที่จะใช้งานเพื่อการคัดเลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีความเหมาะสมต่อไป

2.2 ทฤษฎีพลังงานลมและกังหันลมผลิตไฟฟ้า

2.2.1 ทฤษฎีพลังงานลม

ลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติทั่วโลก ลมที่มักจะได้ยินชื่ออยู่บ่อยๆ ก็คือ ลมมรสุม ซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดู คือ ฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางในทางตรงกันข้ามในฤดูหนาว นอกจากนี้ลมยังอาจเกิดขึ้นจากอิทธิพลของภูมิประเทศและความเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเรียกลมชนิดนี้ว่าลมประจำถิ่น ซึ่งลมประจำถิ่นยังสามารถแบ่งออกเป็น ลมบกและลมทะเล ลมภูเขาและลมหุบเขา นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีลมประจำถิ่นที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ ลมตะเภา และลมว่าว ซึ่งพลังงานลม คือ พลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกันกังหันลมก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ ซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลาย

2.2.1.1 ประวัติการพัฒนาพลังงานลม

มนุษย์เราได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานลมตั้งแต่ยุคประวัติศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการบันทึกของชนเผ่าอียิปต์ที่ได้ใช้พลังงานลมในการล่องเรือในแม่น้ำไนล์ ชาวเปอร์เซียได้ใช้กังหันลมในการบดธัญพืช รวมไปถึงการใช้กังหันลมขนาดใหญ่ในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ใช้ในการสูบน้ำออก เนื่องจากแผ่นดินที่มีระดับต่ำกว่าระดับน้ำทะเล ชาวอินเดียแดงในอดีตที่ใช้พลังงานในการบดข้าสาลี รวมไปถึงการสูบน้ำสำหรับใช้ในการเกษตร เป็นต้น สำหรับประเทศไทย การใช้พลังงาลมนั้นมีขนาดเล็กกว่าและไม่แพร่หลาย โดยส่วนใหญ่เป็นการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรม เช่น กังหันลมที่ทำจากเสื่อรำแพน หรือผ้าใบที่ใช้ในการสูบน้ำเข้านาเกลือในเขต จ.สมุทรสงคราม จ.สมุทรสาคร รวมไปถึงการใช้กังหันลมที่ทำจากไม้ในการสูบน้ำในนาข้าว เป็นต้น จากตัวอย่างดังกล่าวจะพบว่า มนุษย์เราได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมมานานแล้วจนถึงยุคที่มีการใช้ประโยชน์จากน้ำมัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้พลังงานลมถูกลดบทบาทและลดความสำคัญลง

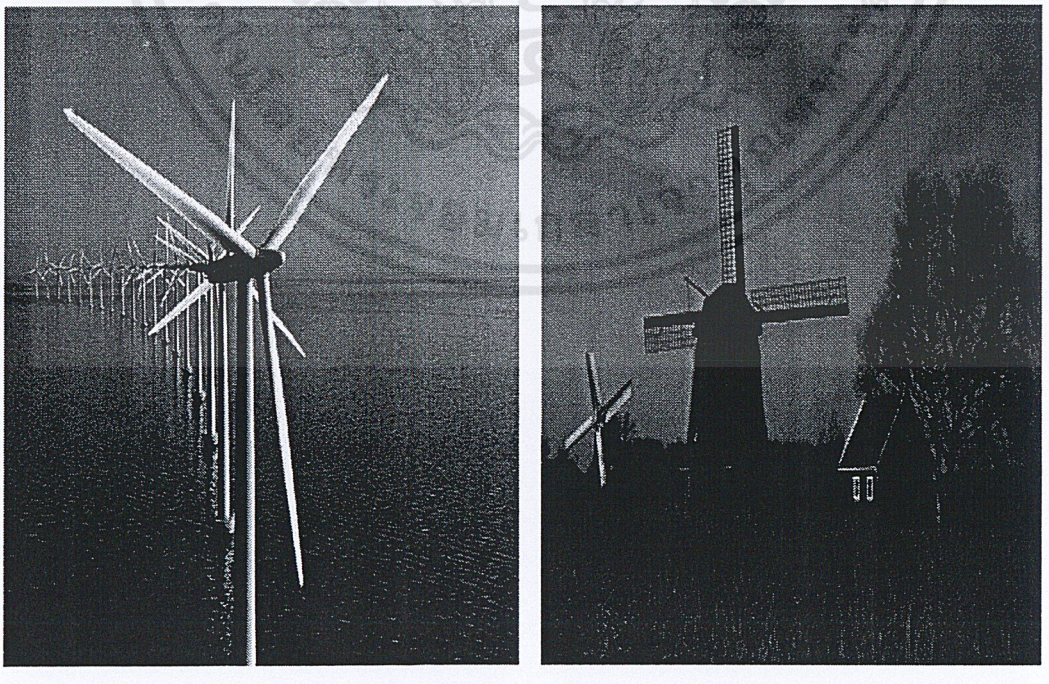
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกระทั่งใน พ.ศ.2513 โลกได้ประสบกับปัญหาราคาน้ำมันเนื่องจากการผลิตที่ไม่พอเพียง และในปัจจุบัน ปัญหาเรื่องราคาน้ำมันดิบที่มีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นมากกว่า 100 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรลในปี พ.ศ.2559 ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยในโลกปัจจุบันจึงให้ความสำคัญต่อการใช้พลังงานหมุนเวียนที่ได้จากสิ่งอื่นมากขึ้น เพื่อเป็นทางออกสำหรับปัญหาราคาน้ำมันดิบที่มีราคาสูง พลังงานลมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่หลายๆ ประเทศให้ความสนใจ

2.2.1.2 ข้อดีและข้อเสียของพลังงานลม

จากวิกฤติราคาน้ำมันในปัจจุบันและปัญหาจากสภาวะเรือนกระจกที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เนื่องจากการใช้พลังงานของโลกที่มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้น้ำมันปิโตรเลียม รวมไปถึงปริมาณน้ำมันสำรองที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง พลังงานลมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานหมุนเวียน โดยมีข้อดีดังต่อไปนี้

- พลังงานลมไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องวัตถุดิบ เนื่องจากลมเกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แต่ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกังหันลมเพื่อเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้านั้นยังสูงอยู่ ประกอบกับค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ
- การเปลี่ยนจากพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดปัญหาก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ดังนั้นพลังงานลมจึงเป็นพลังงานสะอาด
- การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปล่อยออกมาจากกังหันลมมีปริมาณเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณทั้งหมดที่เกิดจากถ่านหิน และ 2 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่เกิดจากก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 2.2 แสดงการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ [10]

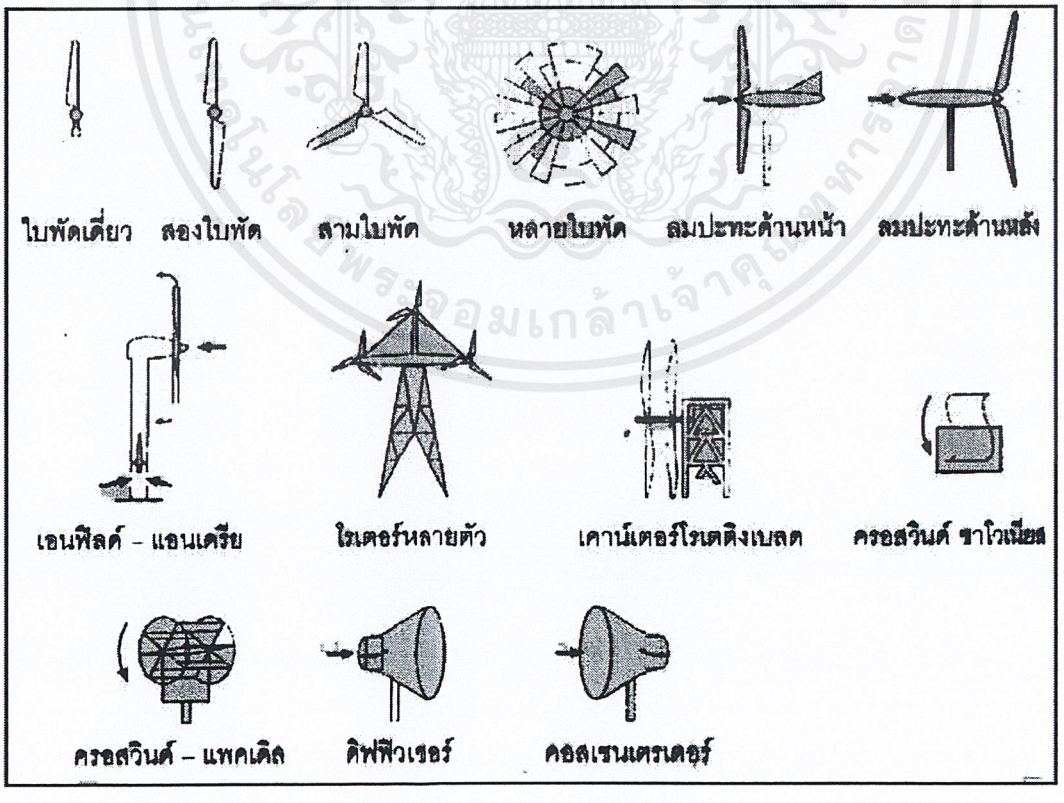
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กังหันลมผลิตไฟฟ้า

เครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การบดสีเมล็ดพืช การสูบน้ำ หรือในปัจจุบันใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่ชนชาวอียิปต์โบราณและมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด

2.2.2.1 ชนิดของกังหันลม กังหันลมแบบต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ตั้งแต่สมัยโบราณ มีรูปแบบต่างๆ มากมาย การจำแนกชนิดของกังหันลมตามลักษณะการวางตัวของแกนหมุนแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ กังหันลมแกนนอนและกังหันลมแกนตั้ง

2.2.2.1.1 กังหันลมแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbines; HAWTs) คือ กังหันลมที่มีแกนหมุนอยู่ในแนวขนานกับทิศทางลม แรงที่กระทำบนใบพัดเกิดจากแรงยก กังหันลมแกนนอนจะมีจำนวนใบพัดตั้งแต่ 1 ใบถึง 50 ใบ มีทั้งแบบที่ใบกังหันวางอยู่เหนือลม (up draft) และใต้ลม (down draft) บางชนิดมีหางเสือเพื่อควบคุมทิศทางและความเร็วรอบของกังหันลมให้หมุนด้วยความเร็วคงที่ กังหันลมแกนนอนมีการออกแบบรูปร่างและใบกังหันแตกต่างกันออกไปเพื่อให้กังหันลมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเหมาะสมกับในแต่ละพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 2.3



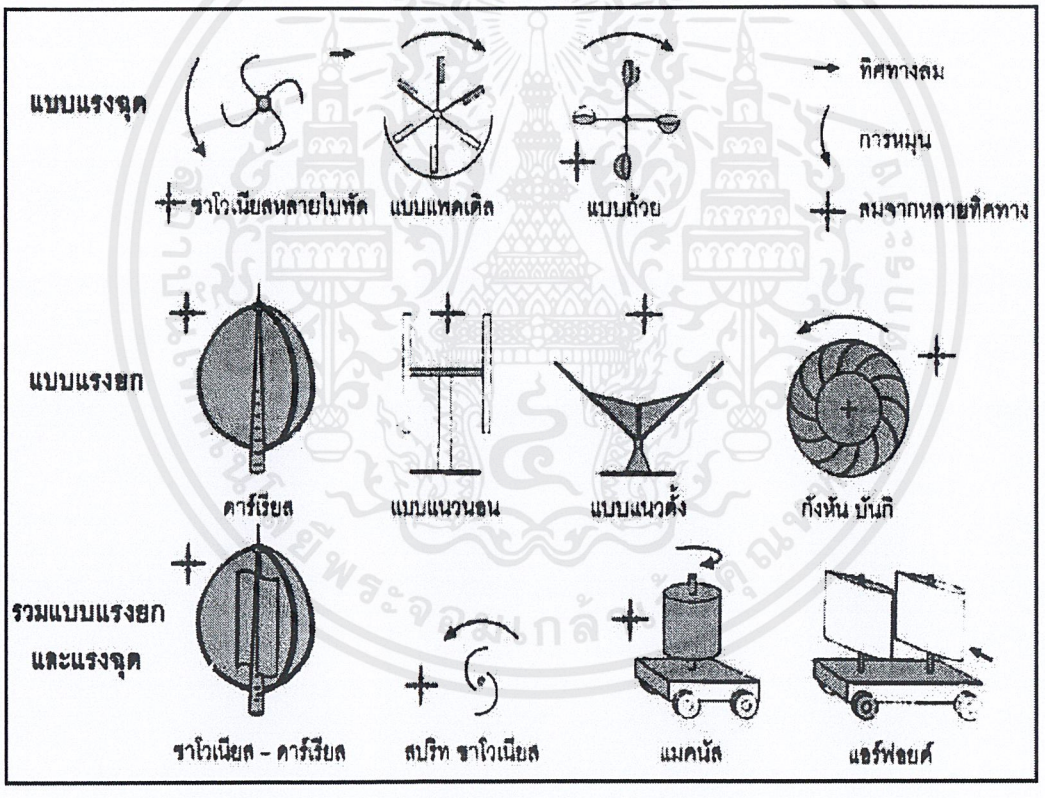
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของกังหันลมแกนนอนแบบต่างๆ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1.2 กังหันลมแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbines; VAWTx) คือ กังหันลมที่มีแกนหมุนอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางลม กังหันลมแบบนี้สามารถรับลมได้ในทุกทิศทุกทางโดยไม่ต้องปรับมุมของแกนหมุน เมื่อทิศทางของลมเปลี่ยน กังหันลมแกนตั้งนี้ได้พัฒนาโดยวิศวกรชาวฝรั่งเศส ชื่อ จอร์ส แดร์เรียส (George Darrieus) ในปี ค.ศ.1925 กังหันลมแบบนี้มีความสะดวกในการติดตั้งมากกว่ากังหันลมแบบแกนนอนเพราะอุปกรณ์รวมต่างๆ ที่ติดตั้ง เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปั๊มน้ำวางอยู่บนพื้น กังหันลมแกนตั้งแบบต่างๆ กังหันลมแบบแกนตั้งสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

ก) กังหันลมที่ขับด้วยแรงฉุด กังหันลมแบบนี้จะให้แรงบิดสูงและมีความเร็วรอบต่ำ เช่น แบบซาโวเนียสและแบบรูปถ้วย ที่รู้จักกันมาก คือ แบบซาโวเนียส

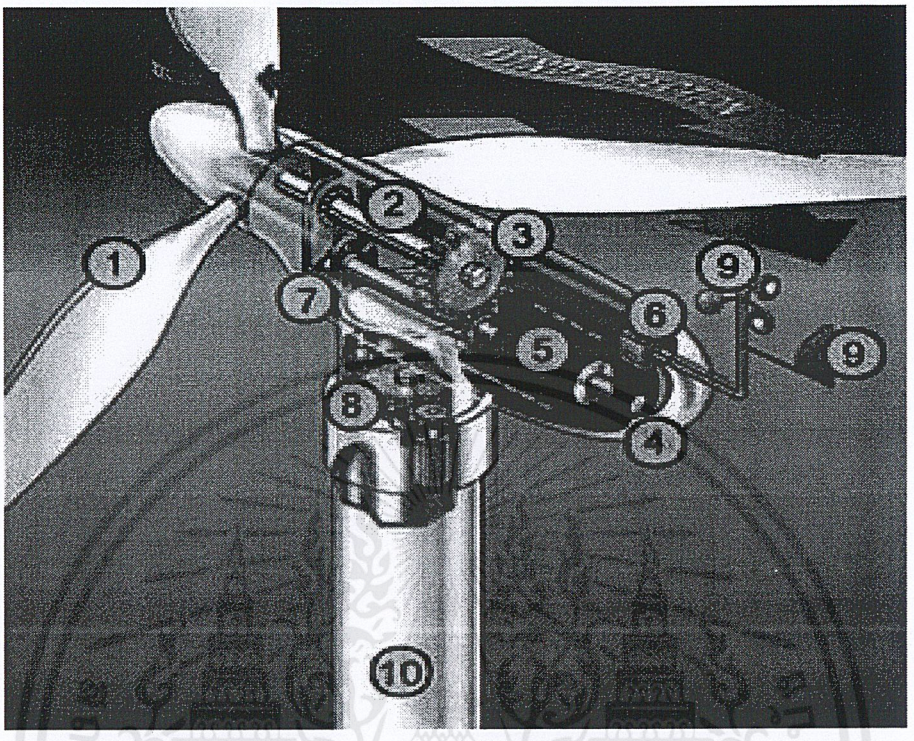
ข) กังหันลมที่ขับด้วยแรงยก กังหันลมแบบนี้มีความเร็วรอบสูง เช่น แบบแดร์เรียส และแบบไจโร ที่รู้จักกันมาก คือ แบบแดร์เรียส



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของกังหันลมแกนตั้งแบบต่างๆ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้าและหลักการทำงาน



รูปที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า [12]

ส่วนประกอบของกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะประกอบด้วยดังนี้ (ตามรูปที่ 2.5)

1. ใบพัด เป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล ซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุนและส่งแรงจากแกนหมุนไปยังเพลาแกนหมุน
2. เพลาแกนหมุน ซึ่งรับแรงจากแกนหมุนใบพัด และส่งผ่านระบบกำลัง เพื่อหมุนและปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. ห้องส่งกำลัง ซึ่งเป็นระบบปรับเปลี่ยนและควบคุมความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. ห้องเครื่อง ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสำคัญต่อกังหันลม ใช้บรรจุระบบต่างๆ ของกังหันลม เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบรก และระบบควบคุม
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
6. ระบบควบคุมไฟฟ้า ซึ่งใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ระบบเบรค เป็นระบบกลไกเพื่อใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหัน เมื่อได้รับความเร็วลมเกินความสามารถของกังหันที่จะรับได้ และในระหว่างการซ่อมบำรุงรักษา

8. แกนคอหมุนรับทิศทางลม เป็นตัวควบคุมการหมุนห้องเครื่อง เพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยระบบอิเล็กทรอนิคส์ ที่เชื่อมต่อให้มีความสัมพันธ์ กับหางเสือรับทิศทางลมที่อยู่ด้านบนของเครื่อง

9. เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม ซึ่งเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นตัวชี้ขนาดของความเร็วและทิศทางของลม เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะได้ควบคุมกลไกอื่นๆ ได้ถูกต้อง

10. เสา ซึ่งตั้งอยู่ที่พื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอย่างถูกวิธีตามหลักวิศวกรรม และเป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นตัวเครื่องที่อยู่ข้างบน

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

2.2.2.3 ขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสามารถในการผลิตไฟฟ้าได้ตามความต้องการใช้งาน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า (Capacity) เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด (Rotor Diameter) และพื้นที่กวาดของใบพัด (Swept Area) ของกังหันลมผลิตไฟฟ้ารุ่นนั้นๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของกังหันลม

ขนาดของกังหันลม	ขนาดกำลังผลิต(kW)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (m)	พื้นที่กวาด (m^2)
ขนาดจิ๋ว (Micro Wind Turbine)	< 1.5	< 3	< 7
ขนาดเล็ก (Small Wind Turbine)	1.5-2.0	3-10	7-80
ขนาดกลาง (Medium Wind Turbine)	20-200	10-25	80 – 500
ขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine)	200-1,500	25-70	500-3,850
ขนาดใหญ่มาก (Very Large Wind Turbine)	> 1,500	> 70	> 3,850

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กังหันลมขนาดจิ๋ว (Micro Wind Turbine) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าน้อยกว่า 1.5 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลเพื่อจัดเก็บกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ และมีภาระทางไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น การใช้กับเครื่องมือสื่อสาร หรือแสงสว่างในบางเวลา

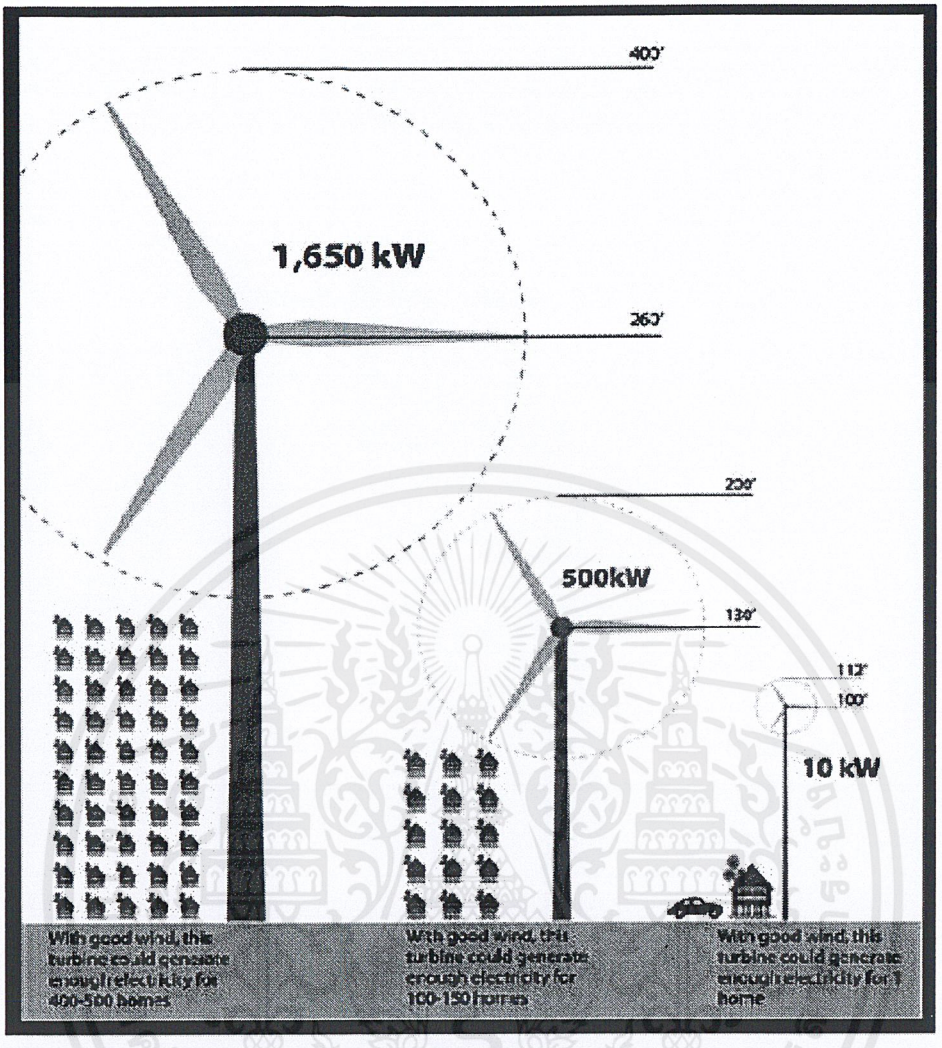
- กังหันลมขนาดเล็ก (Small Wind Turbine) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.5-20 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลเพื่อจัดเก็บกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ และมีภาระทางไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น ใช้ตามครัวเรือนหรือสำนักงานขนาดเล็กที่อยู่ห่างไกล

- กังหันลมขนาดกลาง (Medium Wind Turbine) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 20-200 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าในระบบผสมผสานกับการผลิตไฟฟ้าชนิดอื่น เช่น ระบบผสมผสานดีเซล-เซลล์แสงอาทิตย์-กังหันลม เพื่อใช้ในระบบ Minigrid ตามชุมชนห่างไกล

- กังหันลมขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine) มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 200-1,500 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าแบบทุ่งกังหันลมบนฝั่ง เพื่อเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่ง (Grid Connection)

- กังหันลมขนาดใหญ่มาก (Very Large Wind Turbine) มีขนาดกำลังผลิตมากกว่า 1,500 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับติดตั้งผลิตไฟฟ้าแบบทุ่งกังหันลมบนฝั่งและนอกชายฝั่ง เพื่อเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้ากับระบบสายส่ง (Grid Connection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงขนาดและกำลังของกังหันลมผลิตไฟฟ้า (หน่วยความสูง: ฟุต) [10]

2.2.2.4 ผลกระทบของการใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้า ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้ากันอยู่ในหลายประเทศ ซึ่งได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามกังหันลมยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผลกระทบข้างเคียงอื่นๆ ดังต่อไปนี้

2.2.2.4.1 ด้านพื้นที่ กังหันลมจะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันห้าถึงสิบเท่าของความสูงกังหัน เพื่อที่กระแสลมจะได้ลดความปั่นป่วนหลังจากที่ผ่านกังหันลมตัวอื่นมา อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ติดตั้งจริงของกังหันลมจะใช้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นส่วนของเสาและฐานรากและเส้นทางสำหรับการเข้าไปติดตั้งและดูแลรักษา กังหันลมขนาดใหญ่ซึ่งมีความสูงของเสากังหันมาก จะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกล ตัวอย่างเช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดระดับเมกกะวัตต์ ต้องการระยะห่างระหว่างกันถึง 0.5 - 1 กิโลเมตร ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่าการติดตั้งกังหันลมจะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่างๆ อาทิเช่น พื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรม หรือแม้แต่พื้นที่ป่าธรรมชาติ ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินได้อย่างปกติ

2.2.2.4.2 ด้านทัศนวิสัย สำหรับผลกระทบทางด้านสายตาหรือการมองเห็นของระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ยังไม่ได้มีการประเมินผลออกมาอย่างชัดเจน กังหันลมขนาดใหญ่จะมีความสูงมากกว่า 50 เมตรขึ้นไป ทำให้สามารถมองเห็นได้จากระยะไกล กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ตามทุ่งหญ้า สร้างความสวยงาม สร้างจินตนาการและความคิดต่างๆ ให้กับผู้พบเห็น กังหันลมสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หลักการทางอากาศพลศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อเทคโนโลยีการบินหรืออากาศยานได้

2.2.2.4.3 ด้านเสียง เสียงของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศ จากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน จากความปั่นป่วนของลมบริเวณใบกังหันลม และจากตัวเครื่องจักรกลภายในตัวกังหันลมโดยเฉพาะส่วนของเกียร์ เสียงดังของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกังหันลม ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตกังหันลมจึงพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดผลกระทบจากเสียงของกังหันลมในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ระดับของเสียงในบริเวณอาคารบ้านเรือน หรือที่พักอาศัยที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์อยู่ที่ไม่เกิน 40 เดซิเบล ที่ระยะห่างไม่เกิน 250 เมตร ดังนั้นการติดตั้งกังหันลมหากต้องการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะห่างจากเขตที่พักอาศัยของมนุษย์ให้มากขึ้น

2.2.2.4.4 ด้านของนก มีผลการศึกษาจากหลายแห่งที่ขัดแย้งกันสำหรับสาเหตุการตายของนกจากการบินชนกังหันลมที่กำลังหมุนอยู่ แต่หากพิจารณาแล้วความถี่ของเหตุการณ์ดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงหรือน้อยกว่าการที่นกบินชนรถหน้าต่างของอาคาร หรือสายไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นอยู่เสมอๆ ยกเว้นในบางกรณีจำนวนการตายของนกในพื้นที่ติดตั้งกังหันลมอาจสูงอันเนื่องมาจาก มีฝูงนกที่อพยพย้ายถิ่นฐานในบางฤดูกาลผ่านพื้นที่ดังกล่าวในเวลากลางคืน หรือพื้นที่นั้นเป็นแหล่งหาอาหารของนกนักล่าบางชนิดนอกจากนี้แล้วจากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญบางคนพบว่าในบริเวณพื้นที่ติดตั้งกังหันลมกลับมีอัตราการผสมพันธุ์ของเกสรดอกไม้ที่สูงมาก เนื่องจากการปั่นป่วนของกระแสลมในบริเวณนั้น

2.2.2.4.5 ด้านของคลื่นสนามแม่เหล็ก สัญญาณโทรทัศน์ คลื่นวิทยุ และเรดาร์ สามารถถูกรบกวนได้จากการหมุนของกังหันลม ซึ่งสร้างคลื่นรบกวนสัญญาณเหล่านั้น สัญญาณเรดาร์ซึ่งมีความสำคัญทางด้านการทหารพบว่ายังไม่มีรายงานของการถูกรบกวนจากกังหันลมอย่างชัดเจน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในปัจจุบันพบว่ากังหันลมได้รับการยอมรับจากทางการทหาร และมีพื้นที่ทางการทหารหลายแห่ง โดยเฉพาะสนามบินที่มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งก็ไม่พบว่ามีความผิดปกติใดๆ กับระบบเรดาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4.6 ด้านความยั่งยืน ปัจจุบันกระแสของความยั่งยืน (sustainable) และเทคโนโลยีที่ปลอดมลพิษ (zero-emission technology) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือแม้แต่นักการเมือง การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และนิวเคลียร์ ดังนั้นเทคโนโลยีกังหนลมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

2.3 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์และเซลล์แสงอาทิตย์

2.3.1 ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์หรือดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของธรรมชาติ โดยความเป็นจริงแล้วแหล่งพลังงานทุกชนิดที่กล่าวไปแล้วยกเว้นชนิดเดียวก็คือ พลังงานจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงล้วนแต่เกี่ยวกันไม่โดยตรงก็โดยทางอ้อมกับพลังงานดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น พลังงานดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดจากกระบวนการนิวเคลียร์แบบที่เรียกกันว่า นิวเคลียร์ฟิวชั่น กระบวนการเกิดพลังงานบนดวงอาทิตย์เป็นผลจากการรวมตัวของอะตอมไฮโดรเจนเป็นอะตอมฮีเลี่ยม แล้วมีมวลส่วนหนึ่งของอะตอมไฮโดรเจนหายไป มวลส่วนที่หายไปนี้เองที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกส่งออกไปรอบดวงอาทิตย์ แล้วก็มีส่วนหนึ่งส่วนน้อยเท่านั้นที่เดินทางมาถึงโลก

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ผิวดวงอาทิตย์ พื้นที่ 1 ตารางหลา มีค่าถึงประมาณ 65,000 แรงม้า แต่ที่ผิวโลกบนพื้นที่ 1 ตารางหลา เท่ากันนั้นมีพลังงานแสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเพียงประมาณ 1 ใน 3 ของแรงม้า หรือ 1 กิโลวัตต์เท่านั้น แต่ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกที่ดูมีค่าเพียงน้อยนิดนี้ เมื่อคิดเป็นปริมาณของพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงที่เรามีอยู่แล้ว และความจำเป็นของมนุษย์เราในการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่างๆ แล้วไม่น้อยเลย เพราะพลังงานแสงอาทิตย์ที่มาถึงโลกในช่วงเวลา 1 เดือน นั้นคิดเป็นปริมาณพลังงานก็เท่ากับถ่านหินถึง 18 คูณ 10^{12} ตันหรือแปดล้านล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณของถ่านหินที่คาดกันว่ามีเหลืออยู่ในโลกทั้งหมดขณะนี้ ดังนั้น โลกเราถึงแม้จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางถึงประมาณ 93 ล้านไมล์ และดูเสมือนกับจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยความเป็นจริงในแง่ของความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์โลกแล้ว โลกเราก็ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณมหาศาลอยู่ทุกขณะ แต่ในขณะนี้เป็นที่น่าเสียดายว่า โลกเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ได้จริงๆ เพียงน้อยนิด คือประมาณ 1% เท่านั้น อีกประมาณ 99% นั้นสูญหายไปเปล่าอย่างน่าเสียดาย

พลังงานแสงอาทิตย์มีเป็นปริมาณมหาศาลไม่รู้จักหมดสิ้น ตราบเท่าที่ดวงอาทิตย์ยังฉายแสงอยู่ซึ่งคาดกันว่า ก็อย่างน้อยอีกประมาณหนึ่งพันล้านปีทีเดียว พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีอันตรายในตัวมัน ไม่เป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม ไม่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ และที่สำคัญที่สุดก็คือ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีอยู่โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

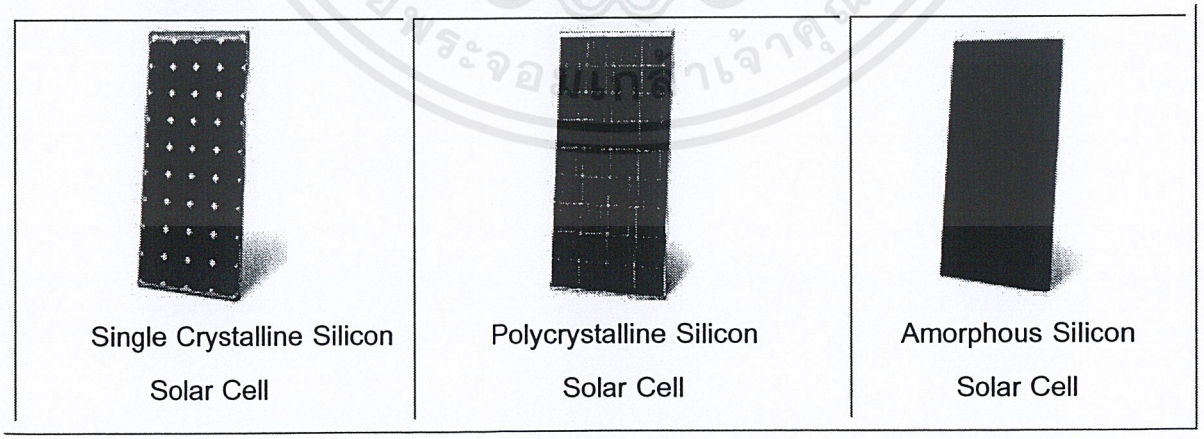
ทั่วๆ ไปที่เราไม่ต้องไปซื้อไปหาดังเช่นพลังงานชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่อยู่ในเขตร้อนดังเช่น ประเทศไทยที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ก็เสมือนกับมีแหล่งพลังงานมหาศาลที่ได้มาเปล่าๆ โดยไม่ต้องซื้อ โดยทั่วๆ ไป การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะสำคัญคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนและการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.2 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อปี ค.ศ. 1959

ดังนั้น สรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.3.2.1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิด คือ



รูปที่ 2.7 แสดงชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก
2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10%
3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

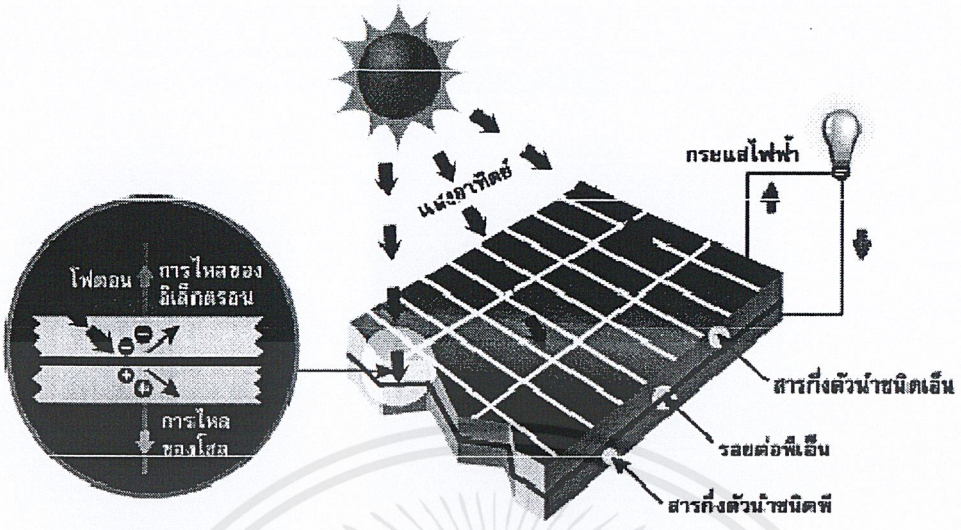
2.3.2.2 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์และหลักการทำงานโดยทั่วไป

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

119426

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ [11]

2.3.2.3 ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

- เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystal) หรือ Monocrystalline มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. นำซิลิคอนที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 1400 °C แล้วดึงผลึกออกจากของเหลว โดยลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ
2. นำผลึกซิลิคอนที่เป็นแว่น มาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิประมาณ 900-1000 °C แล้วนำไปทำชั้นด้านการสะท้อนแสงด้วยเตาออกซิเดชั่นที่มีอุณหภูมิสูง
3. ทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยแสงอาทิตย์เทียม และวัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้า

- เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม (Polycrystalline) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. นำซิลิคอนที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อซิลิคอนแข็งตัว จะได้เป็นแท่งซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว

- เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. ทำการแยกสลายก๊าซไซเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในครอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐานหรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในครอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มม.)
2. ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์
3. การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

- เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึก ใช้เครื่องมือ คือ เตาปลูกชั้นผลึกจากสถานะของเหลว (LPE; Liquid Phase Epitaxy)
2. ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึกที่เป็นรอยต่อเอ็นพี ใช้เครื่องมือ คือ เครื่องปลูกชั้นผลึกด้วยลำโมเลกุล (MBE; Molecular Beam Epitaxy)

2.3.2.4 การประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ การนำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานจากธรรมชาติมาทดแทนพลังงานรูปแบบอื่นๆ

ตารางที่ 2.2 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ

ประเภทงานด้านต่าง ๆ	การประยุกต์ใช้งาน
บ้านพักอาศัย	ระบบแสงสว่างภายในบ้าน, ระบบแสงสว่างนอกบ้าน (ไฟสนาม, ไฟโรงจอดรถ และโคมไฟรั้วบ้าน ฯลฯ), อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ , ระบบเปิด-ปิดประตูบ้าน, ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบระบายอากาศ, เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ
ระบบสูบน้ำ	อุปโภค, สาธารณูปโภค, ฟาร์มเลี้ยงสัตว์, เพาะปลูก, ทำสวน-ไร่, เหมืองแร่ และชลประทาน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทงานด้านต่าง ๆ	การประยุกต์ใช้งาน
ระบบแสงสว่าง	โคมไฟป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายประกาศ, สถานที่จอดรถ, แสงสว่างภายนอกอาคาร และไฟถนนสาธารณะ ฯลฯ
ระบบประจุแบตเตอรี่	ไฟสำรองไว้ใช้ยามฉุกเฉิน, ศูนย์ประจุแบตเตอรี่ประจำหมู่บ้านในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้, แหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้ในครัวเรือน และระบบแสงสว่างในพื้นที่ห่างไกล ฯลฯ
ทำการเกษตร	ระบบสูบน้ำ, พัดลมอบผลผลิตทางการเกษตร และเครื่องนวดข้าว ฯลฯ
เลี้ยงสัตว์	ระบบสูบน้ำ, ระบบเติมออกซิเจนในบ่อน้ำ (บ่อกุ้งและบ่อปลา) และแสงไฟดักจับแมลง ฯลฯ
อนามัย	ตู้เย็น/กล่องทำความเย็นเพื่อเก็บยาและวัคซีน, อุปกรณ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ สำหรับหน่วยอนามัย, หน่วยแพทย์เคลื่อนที่ และสถานีอนามัย ฯลฯ
คมนาคม	สัญญาณเตือนทางอากาศ, ไฟนำร่องทางขึ้น-ลงเครื่องบิน, ไฟประภาคาร, ไฟนำร่องเดินเรือ, ไฟสัญญาณข้ามถนน, สัญญาณจราจร, โคมไฟถนน และโทรศัพท์ฉุกเฉิน ฯลฯ
สื่อสาร	สถานีทวนสัญญาณไมโครเวฟ, อุปกรณ์โทรคมนาคม, อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา และสถานีตรวจสอบอากาศ ฯลฯ
บันเทิงและพักผ่อนหย่อนใจ	แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับบ้านพักตากอากาศในพื้นที่ห่างไกล, ระบบประจุแบตเตอรี่แบบพกพาติดตัวไปได้ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความบันเทิง ฯลฯ
พื้นที่ห่างไกล	ภูเขา, เกาะ, ป่าลึก และพื้นที่สายส่งการไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ฯลฯ
อวกาศ	ดาวเทียม

2.4 ชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ

โดยปกติแล้วกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเมื่อทำงานหรือมีการหมุนจะจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับระบบหนึ่งเฟส (1 phase, AC) หรือระบบสามเฟสออกมา (3 phase, AC) ซึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้ออกแบบใช้งานกับตัวกังหันลม กระแสไฟฟ้าจากกังหันลมจะถูกส่งต่อไปยังชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ ซึ่งประกอบด้วยวงจรเร็กติไฟเออร์ (Rectifier) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ จากกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ก่อนที่จะถูกส่งต่อไปยังวงจรควบคุมการประจุซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปประจุไฟฟ้ายังชุดแบตเตอรี่ เมื่อชุดแบตเตอรี่นั้นอยู่ในสภาวะที่มีประจุไฟฟ้าอยู่เต็มหรือปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เกินกว่าความต้องการ ชุดควบคุมนี้จะปล่อยกระแสไฟฟ้าไปยังภาระทางไฟฟ้าภายใน เพื่อควบคุมให้ได้ปริมาณไฟฟ้าตามความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

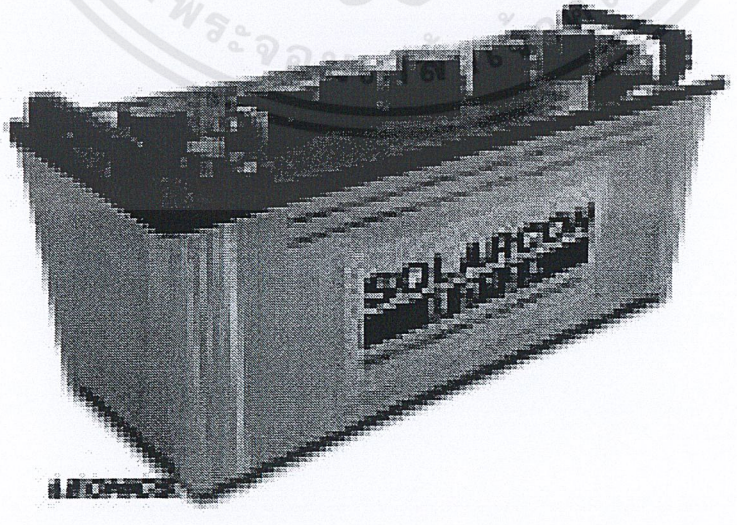
เหมาะสมหรือในทางตรงกันข้าม จะตัดภาระทางไฟฟ้าภายในออกจากชุดแบตเตอรี่ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีประจุอยู่น้อย ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น

2.4.1 การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ

หลักการทำงานของเครื่องควบคุมประจุ คือ มีวงจรสำหรับตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทำงานเป็นสวิตช์ที่สามารถตัดต่อไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เมื่อประจุไฟฟ้าเต็ม เครื่องควบคุมการประจุจะตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่เพื่อกำหนดสถานะของการประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุอยู่เต็มจะทำให้แรงดันจะสูงขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เครื่องควบคุมการประจุตัดการประจุไฟฟ้าเมื่อแรงดันสูงถึง 14.4 โวลต์ และจะประจุไฟฟ้าใหม่อีกครั้งหลังจากแรงดันลดลงเหลือ 13.4 โวลต์

2.5 ชุดแบตเตอรี่

พลังงานลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แม้ว่าบางพื้นที่จะมีลมพัดตลอดทั้งวัน แต่เราไม่สามารถควบคุมความเร็วลมให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอได้ บางช่วงเวลาในแต่ละวันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำทะเลและพื้นที่ใกล้เคียงกันหรือในช่วงเวลาก่อนที่ฝนจะตก หากไม่มีระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรอง เราคงลำบาก หลอดไฟฟ้าและเครื่องรับโทรทัศน์ของเราคงจะติดๆ ดับๆ รบกวนอารมณ์ แถมจะพังก่อนเวลาอันควรเสียอีกด้วย ยกเว้นติดตั้งแบบระบบเชื่อมต่อสายส่ง ซึ่งทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าของทางการฯ ส่วนระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองที่กล่าวถึง คือ ชุดแบตเตอรี่นั่นเอง ซึ่งชุดแบตเตอรี่นี้เองเป็นส่วนประกอบหนึ่งในระบบที่สำคัญของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแบบแยกตัวอิสระ



รูปที่ 2.9 แสดงภาพแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด แบบ Deep Cycle [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานเคมี แบตเตอรี่มีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปและราคาจะถูกกว่าชนิดอื่น คือ แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด (Lead-Acid) แบบ Deep Cycle ซึ่งประกอบด้วยแผ่นคาโถดและแผ่นอาโนดหรือขั้วบวกและขั้วลบวางสลับกันอยู่ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโตรไลต์ที่ทำมาจากสารละลายกรดกำมะถัน แต่ละแผ่นจะวางสลับกันเพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ได้มากในขณะที่ต้องรักษาปริมาตรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

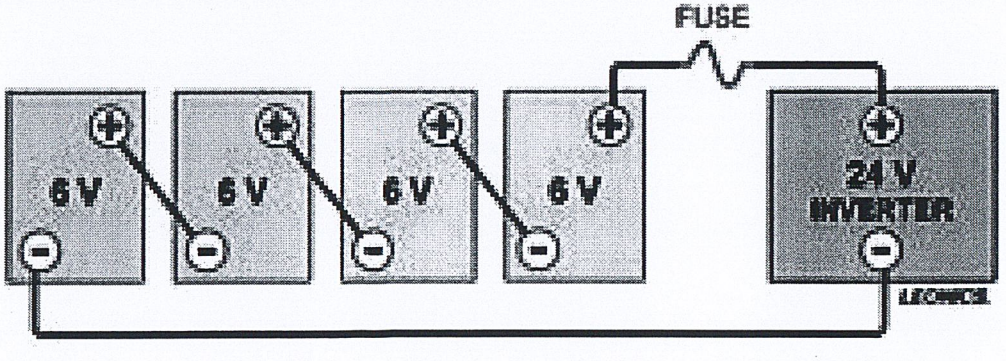
2.5.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน

ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานมีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-Hour; Ah) พลังงานในแบตเตอรี่ 12 V 100 Ah เท่ากับ 12V x 100Ah หรือ 12V x 100A x 3600s จะได้เท่ากับ 4.32 MJ ถ้าแบตเตอรี่ 100 Ah เท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมง หรือแบตเตอรี่จ่ายกระแส 10 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เช่นเดียวกับแบตเตอรี่จ่ายกระแส 5 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งทั้งหมดนี้จ่ายกระแสเท่ากับ 100 Ah ทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่า แบตเตอรี่ที่มีความจุเท่ากันอาจมีความเร็วในการจ่ายกระแสต่างกันได้ ดังนั้น การจะทราบความจุของแบตเตอรี่ต้องทราบถึงอัตราการจ่ายกระแสด้วย มักกำหนดเป็นจำนวนชั่วโมงของการจ่ายกระแสเต็มที่

ดังนั้นการกำหนดขนาดของแบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ในการจัดเก็บพลังงาน, อัตราการจ่ายประจุสูงสุด, อัตราการประจุสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดที่จะนำแบตเตอรี่ไปใช้งาน (อุณหภูมิที่ได้ผลดีที่สุดของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด คือประมาณ 24-27 องศาเซลเซียส)

2.5.2 การต่อชุดแบตเตอรี่

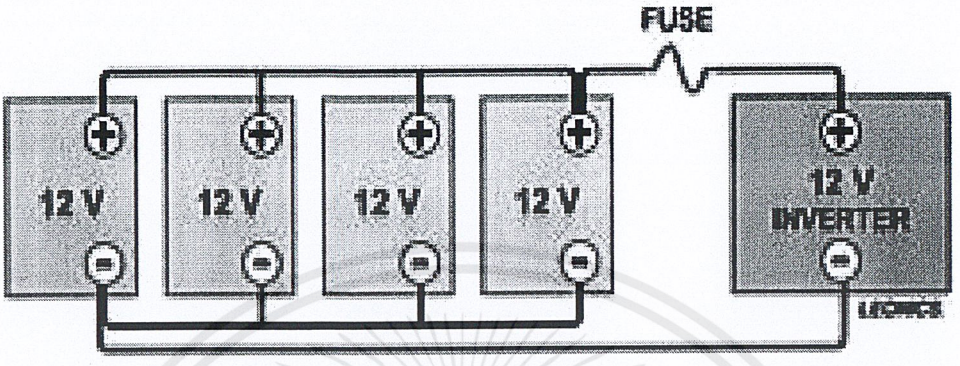
- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรม เป็นการต่อชุดแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มแรงดันของแบตเตอรี่ให้เพียงและเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เรามีแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ ความจุ 100 Ah มี 4 ลูก มาต่ออนุกรมกัน แรงดันจะเพิ่มขึ้นเป็น 6 x 4 = 24 โวลต์ ขณะที่ความจุของแบตเตอรี่ยังคงเท่ากับ 100 Ah เหมือนเดิม



รูปที่ 2.10 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรม [11]

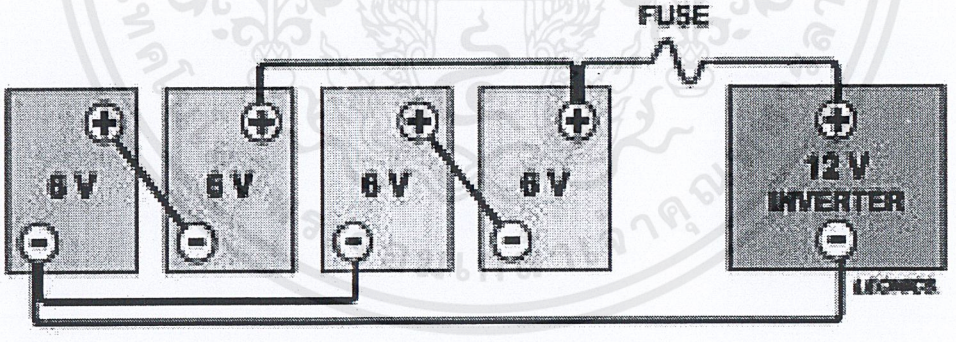
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบขนาน เป็นการต่อชุดแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มความจุของแบตเตอรี่ให้เพียงและเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เรามีแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ความจุ 100 Ah มี 4 ลูก มาต่อขนานกัน ความจุจะเพิ่มขึ้นเป็น 100 x 4 = 400 Ah ขณะที่แรงดันของแบตเตอรี่ยังคงเท่ากับ 12 โวลต์ เหมือนเดิม



รูปที่ 2.11 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบขนาน [11]

- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรมผสมแบบขนาน เป็นการต่อชุดแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มแรงดันและความจุให้เพียงและเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เรามีแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ ความจุ 100 Ah อยู่หลายลูกแต่ต้องการใช้งานที่แรงดัน 12 โวลต์ และความจุรวมของชุดแบตเตอรี่ 200 Ah เราจะนำแบตเตอรี่ 4 ลูก มาต่อกับอนุกรมผสมกับแบบขนาน



รูปที่ 2.12 การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรมผสมกับแบบขนาน [11]

2.5.3 การใช้งานแบตเตอรี่ใหม่

แบตเตอรี่ใหม่ก่อนที่จะนำไปใช้จะต้องมีน้ำกรดอยู่เต็ม ให้ทำการต่อแบตเตอรี่แล้วปล่อยให้ประจุไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าอย่างน้อย 1 วันที่มีลมและแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างน้อย 2 วันที่มีแสงอาทิตย์ ถ้าในแบตเตอรี่ใหม่ไม่มีอิเล็กโตรไลต์ในเซลล์ต่างๆ ให้เติมน้ำกรดสำหรับแบตเตอรี่ลงไปและแบตเตอรี่ที่เติมใหม่นี้ควรนำไปต่อใช้งานกับระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าหรือระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทันที แล้วปล่อยให้ทำการประจุไฟฟ้าอย่างน้อย 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่มีลมหรือ 2 วันที่มีแสงอาทิตย์ก่อนนำไปใช้งานและห้ามต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ เข้ากับแบตเตอรี่ขณะทำการประจุ

2.5.4 ความปลอดภัยเกี่ยวกับแบตเตอรี่

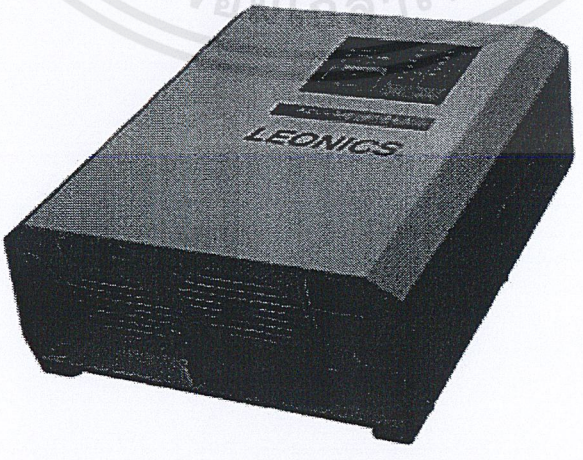
ถ้ามีชิ้นโลหะวางพาดขั้วของแบตเตอรี่ที่กำลังทำการประจุ จะทำให้เกิดประกายไฟและเกิดไฟไหม้ได้ น้ำกรดในแบตเตอรี่สามารถเป็นอันตรายต่อเสื้อผ้าหรือผิวหนังได้ แต่จะไม่เป็นอันตรายมากนักถ้าล้างออกโดยทันที ซึ่งน้ำกรดที่เข้าตานั้นสามารถทำให้ตาอักเสบและบอดได้

เมื่อทำการต่อแบตเตอรี่แล้วอาจเกิดก๊าซ ถ้ามีเปลวไฟใกล้ๆ กับแบตเตอรี่จะเกิดระเบิดขึ้นได้ ดังนั้น ห้ามสูบบุหรี่, จุดไม้ขีดไฟหรือใช้ตะเกียงใกล้ๆ กับแบตเตอรี่โดยเฉพาะขณะที่ทำการตรวจสอบหรือเติมเซลล์ในแบตเตอรี่

2.6 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากชุดคอนโทรลเลอร์และจากชุดแบตเตอรี่ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (220 VAC, 50 Hz) เช่น หลอดไฟ หม้อหุงข้าว ตู้เย็น โทรทัศน์ พัดลม เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ

การใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าช่วยในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยปกติจะเกิดการสูญเสียอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง คือ จะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90-95 ซึ่งหมายความว่า ในการแปลงไฟฟ้าอาจมีการสูญเสียเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 5-10 เท่านั้น ในการนำเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไปใช้งานควรติดตั้งเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในที่ร่มที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ความชื้นไม่เกินร้อยละ 60 มีการระบายอากาศได้ดี



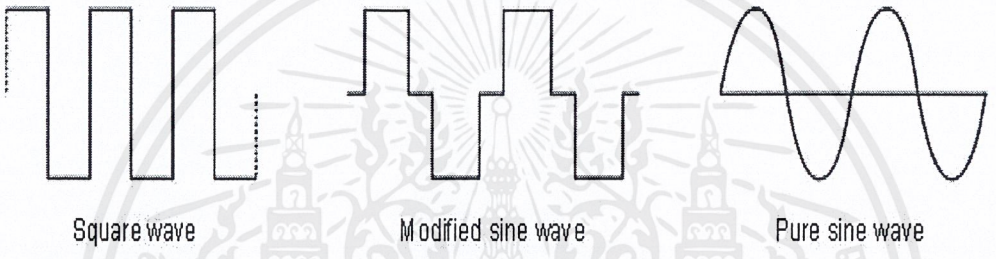
รูปที่ 2.13 แสดงเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะทำการแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแบตเตอรี่หรือกังหันลมผลิตไฟฟ้า แล้วเปลี่ยนรูปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการทำงานของวงจรสวิตช์ชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching Transistor) ด้วยการเปิด-ปิดวงจรกระแสตรงของทรานซิสเตอร์อย่างรวดเร็วรวมกับหม้อแปลงไฟฟ้า จะทำให้สามารถแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วจ่ายออกมาได้

คุณภาพไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบ่งออกได้หลายประเภทตามรูปแบบของรูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมา เช่น Square Wave, Modified Sine Wave และ Pure Sine Wave



รูปที่ 2.14 แสดงรูปคลื่นไฟฟ้าที่แปลงออกมาจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า [11]

2.6.2 ชนิดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

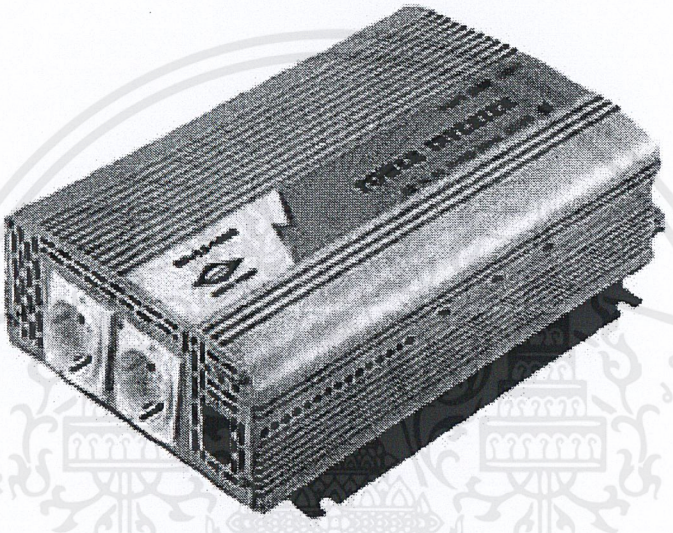
ชนิดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งานได้ 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดใช้งานแยกอิสระ (Stand-Alone Inverter) และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งการไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) ซึ่งในส่วนเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งการไฟฟ้านั้นเราจะไม่กล่าวถึง เนื่องจากไม่ใช่ส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System)

2.6.2.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิดใช้งานแยกอิสระ (Stand-Alone Inverter) ถูกนำไปใช้ในการติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีระบบไฟฟ้าหรือมีปัญหาไฟฟ้าและจะต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า โดยแบ่งตามสัญญาณขาออกได้ดังนี้

2.6.2.1.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Square Wave จะทำการกลับขั้วแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายๆ 100, 120 ครั้งต่อวินาที (1 รอบประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้าบนและล่าง) ทำให้เกิดความเพี้ยนของสัญญาณสูงมาก จึงไม่เหมาะที่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป และถ้าใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทอาจมีเสียงดังรอบกวน เช่น มอเตอร์ เป็นต้น แต่ราคาจะถูกกว่าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภทอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1.2 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Modified Sine Wave สัญญาณขาออกเป็น 4 ระดับแรงดันต่อรอบ การจ่ายสัญญาณขาออกเป็นลักษณะขั้นบันได แม้สัญญาณจะไม่ดีเท่ากับระบบสายส่ง แต่ราคาถูกกว่า ประสิทธิภาพสูง และนำไปใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ามาตรฐานส่วนใหญ่ เช่น ทีวี วิทยุ คอมพิวเตอร์และเตาไมโครเวฟ ฯลฯ จึงทำให้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภทนี้เหมาะสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก แต่อาจไม่เหมาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์บางประเภทที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ฯลฯ



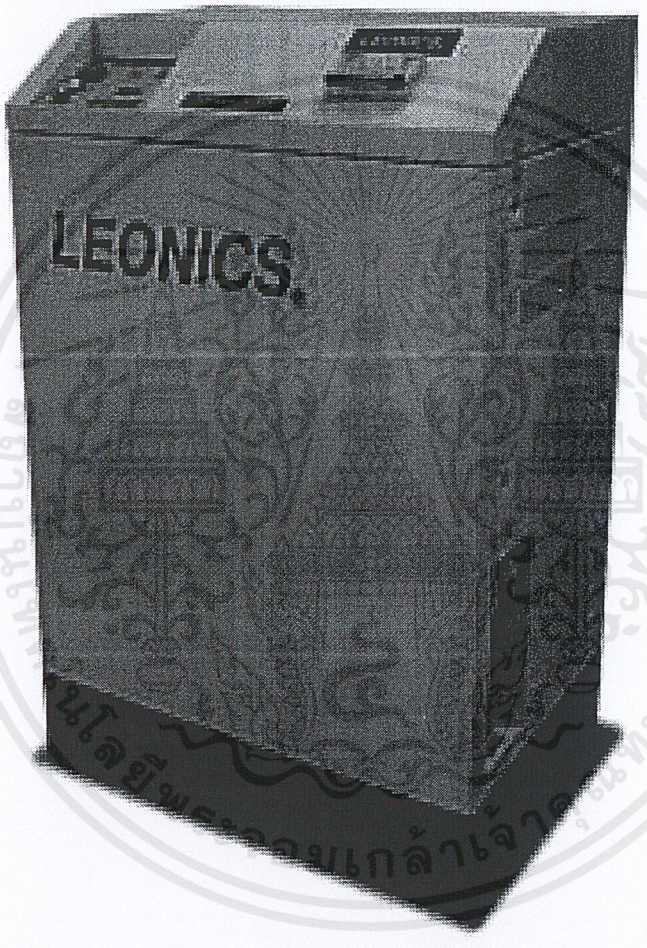
รูปที่ 2.15 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิด Modified Sine Wave ขนาด 1000 วัตต์ [11]

2.6.2.1.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภท Pure Sine Wave เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าประเภทนี้จะให้สัญญาณขาออกที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับรูปคลื่นซายน์ จึงเรียกว่า Pure Sine Wave คุณภาพไฟฟ้าที่ได้ใกล้เคียงกับระบบสายส่งมาก ให้กำลังไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับได้ดีที่สุด จึงทำงานได้ดีกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับต่างๆ เกือบทุกประเภท รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นต้นกำลัง เช่น ปั๊มน้ำ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ และเหมาะในการใช้งานกับระบบจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่จะต่ออยู่กับแบตเตอรี่และอุปกรณ์ไฟฟ้า

การเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจึงควรพิจารณาขนาดแรงดันไฟฟ้าให้ตรงกับขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ เช่น 12 V, 24 V, 48 V, 120 V และ 240 V ฯลฯ จึงควรเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่าขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในเวลาเดียวกัน กรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีความเหนี่ยวนำ เช่น มอเตอร์ ปั๊มน้ำ เครื่องซักผ้าและเตาไมโครเวฟ ฯลฯ จะมีกระแสไฟฟ้ากระชากเมื่อเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินเครื่อง ดังนั้นต้องพิจารณาขนาดกระแสไฟฟ้ากระชากสูงสุดด้วย หากจะพิจารณาในเชิงประสิทธิภาพแล้ว ในทางปฏิบัติควรใช้งานที่กำลังไฟฟ้า 60-80 เปอร์เซ็นต์ของขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากตัวของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าก็ต้องใช้กำลังไฟฟ้าบางส่วนในการทำงานจึงทำให้ถ้าเลือกใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่เกินไปเมื่อเทียบกับภาระการทำงานจริง ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะต่ำ



รูปที่ 2.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าชนิด Pure Sine Wave [11]

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เราได้รู้จักและทราบประโยชน์คร่าวๆ ของระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ ทฤษฎีพลังงานลม ทฤษฎีพลังงานแสงอาทิตย์ กังหันลมผลิตไฟฟ้า โซล่าเซลล์ และส่วนประกอบต่างๆ ในระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

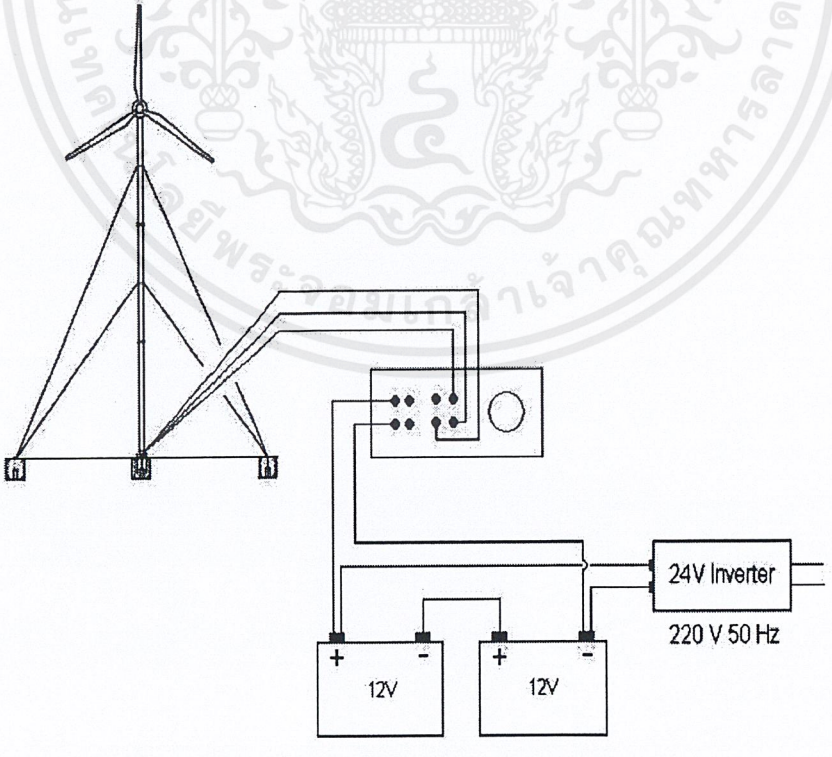
3.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System)

3.1.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโดยทั่วไป

สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System) โดยทั่วไป เราจะทำการออกแบบระบบแบบขั้นต่ำ (Mininmum requirement) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ ส่วน ได้แก่

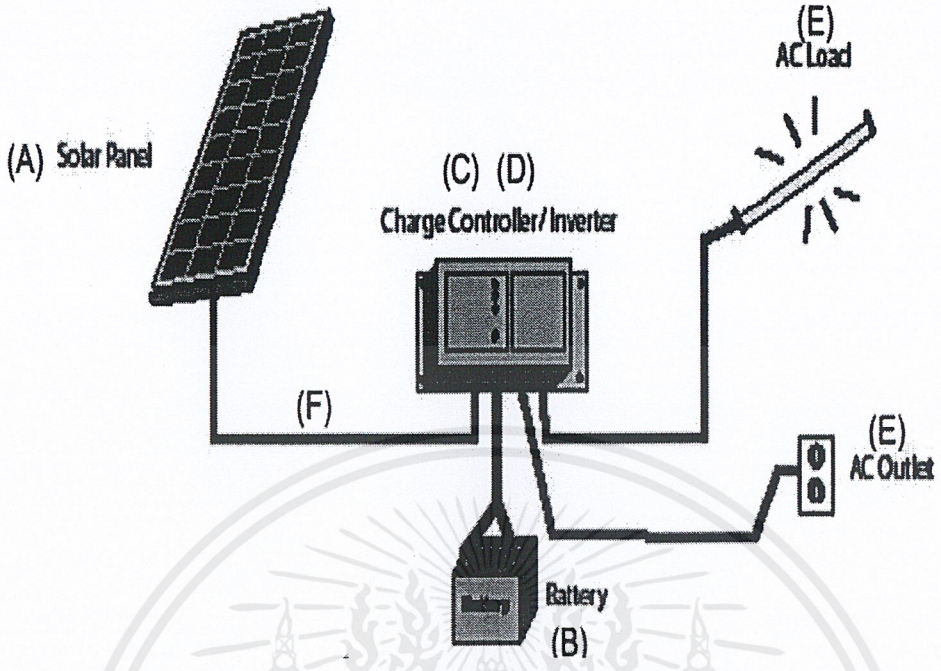
- กังหันลมผลิตไฟฟ้าหรือโซล่าเซลล์ (Wind generator or Solar cell)
- ชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ (Rectified and Charge controller)
- ชุดแบตเตอรี่ (Battery Bank)
- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

โดยสามารถแสดงระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone System) ที่ออกแบบทั่วไป ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระของกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยทั่วไป [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

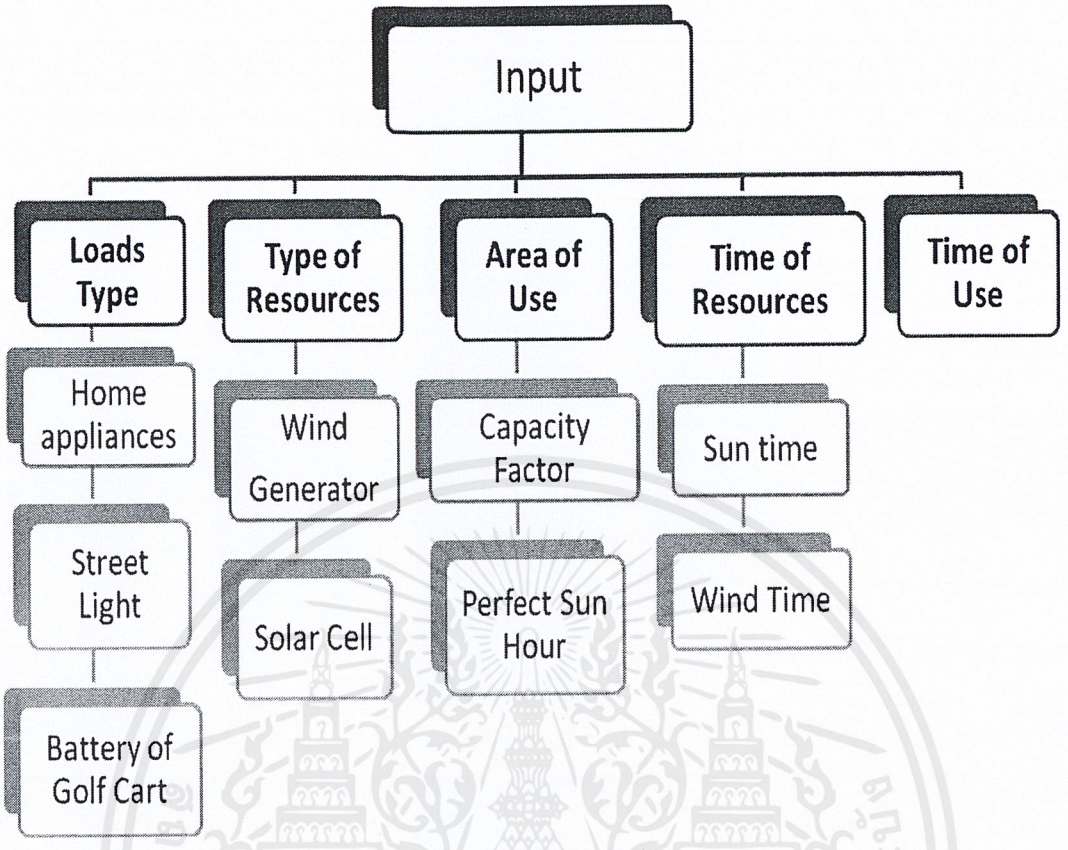


รูปที่ 3.2 แสดงระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระของโซล่าเซลล์โดยทั่วไป [2]

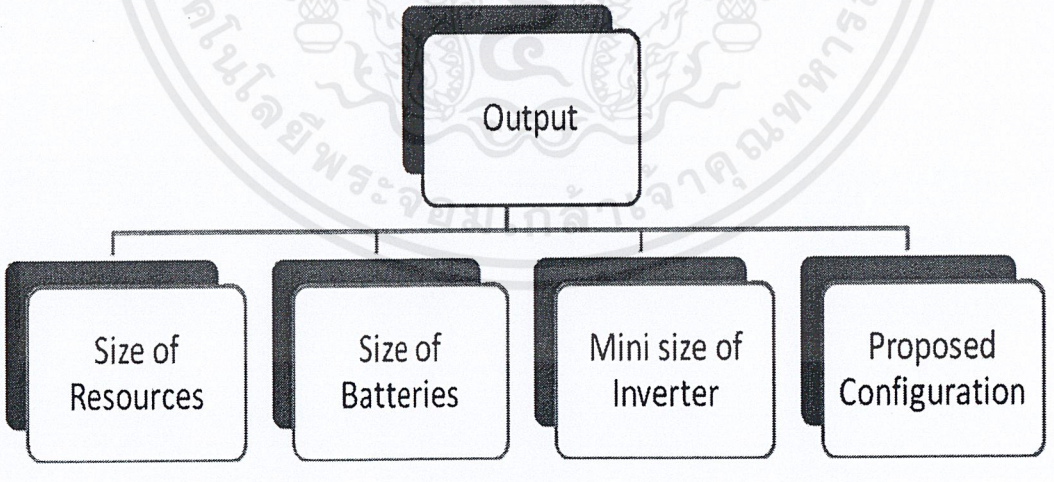
3.1.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง

การออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง เราจะทำการออกแบบโดยใช้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า 2 ประเภท คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม (Wind Generator) และโซล่าเซลล์ (Solar cell) ซึ่งการที่จะนำแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งสองนี้ไปติดตั้งต้องคำนึงถึงสถานที่ในการติดตั้ง (Area of use) ภาระโหลดที่ใช้งาน (Load) เวลาที่ใช้งาน (Time of use) ในส่วนของภาระโหลดที่ใช้งานนั้นเราสามารถใช้งานได้กับโหลดประเภทบ้านเรือน โหลดไฟถนน และโหลดแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟร์คลิฟต์ ซึ่งการออกแบบทุกส่วนนั้นเป็นการออกแบบโดยคำนึงถึงการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการออกแบบนี้จะได้ส่วนประกอบต่างๆ ในระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง คือ ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมหรือขนาดของโซล่าเซลล์ ขนาดของแบตเตอรี่ ขนาดของอินเวอร์เตอร์ และรูปการติดตั้งระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระของแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริงสามารถออกแบบเป็นภาพแสดงการรับค่า (Input) และการแสดงค่าต่างๆ (Output) ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) แสดงการรับค่า (Input) ของระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง



(2) การแสดงค่า (Output) ของระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง

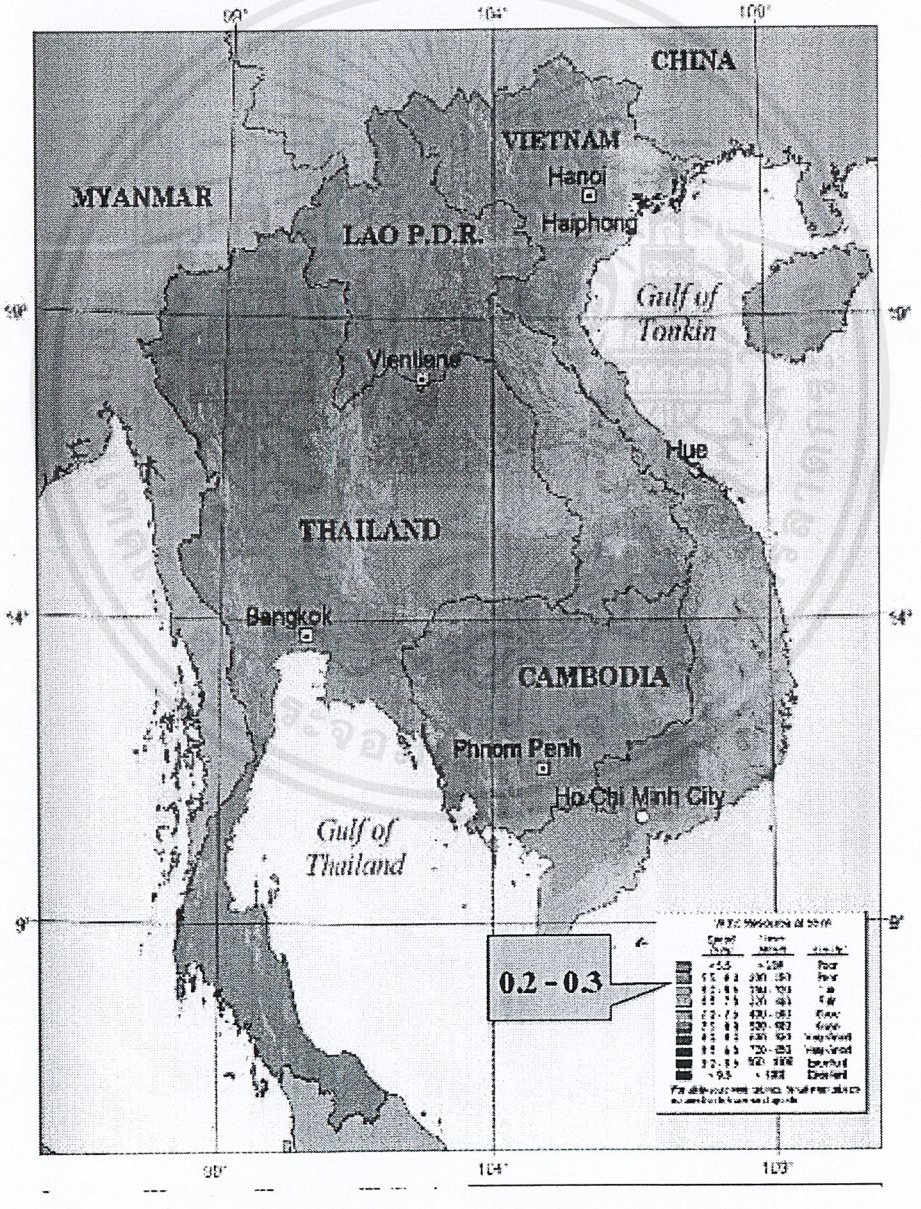
รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริง

3.2.1 การเลือกขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

การผลิตไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ปริมาณที่มีลมพัดเฉลี่ยต่อวันและความสม่ำเสมอของกระแสลม และเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของลมนั้นทำให้ขั้นตอนการติดตั้งนั้นต้องคำนึงถึงค่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์เป็นสำคัญ ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการผลิตกำลังงานไฟฟ้าของกังหันลมโดยการหาค่า คาปาซิตี้ แฟกเตอร์ นี้จะเอาข้อมูลความเร็วลม และค่าการผลิตกำลังไฟฟ้าของกังหันลมที่ความเร็วลมต่างๆมาร่วมพิจารณา ซึ่งจากตำราหรือเอกสารบทความวิจัยต่างๆ พอจะสรุปได้ว่าค่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์ จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.2-0.3



รูปที่ 3.4 แสดงแผนที่ความเร็วของประเทศไทย [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใช้กับโหลดชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยและไฟถนนสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Size of Wind Generator} = \frac{\text{Sum of Power x Hours per day}}{\text{Capacity Factor x 24 x 0.9 x 0.97}} \quad (3.1)$$

หมายเหตุ : Sum of Power (ปริมาณของวัตต์อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน) มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
Hours per day (จำนวนชั่วโมงใช้งานใน 1 วัน) มีหน่วยเป็นชั่วโมง (hr)
ประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 90%
คิดการสูญเสียที่สายไฟ 3%

การคำนวณขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใช้กับโหลดชนิดแบตเตอรี่รถกอล์ฟคำนวณได้จากสมการ

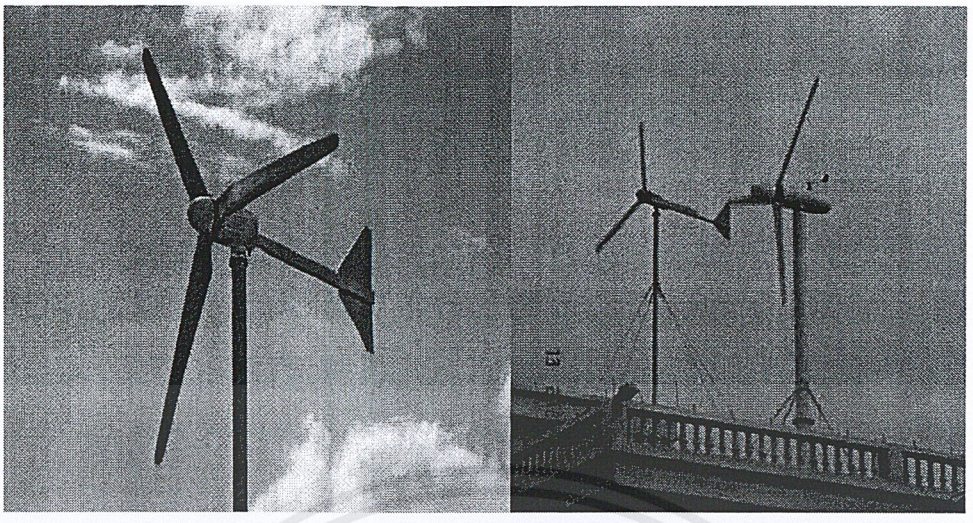
$$\text{Size of Wind Generator} = \frac{\text{Voltage of cart battery x Current x Hours per day}}{\text{Capacity Factor x Charging Time x 0.9 x 0.97}} \quad (3.2)$$

หมายเหตุ : Voltage of cart battery (แรงดันแบตเตอรี่รถกอล์ฟ) มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
Current (ปริมาณกระแส) มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)
Hours per day (จำนวนชั่วโมงใช้งานใน 1 วัน) มีหน่วยเป็นชั่วโมง (hr)
Charging Time (ชั่วโมงที่ทำการชาร์จแบตเตอรี่) มีหน่วยเป็นชั่วโมง (hr)
ประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 90%
คิดการสูญเสียที่สายไฟ 3%

การเลือกขนาดกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีผู้นิยมส่วนใหญ่ใช้มากที่สุด มีให้เลือกตั้งแต่ 100W, 150W, 200W, 300W, 500W,1000W, 2000W, 5kW, 10kW, 20kW ซึ่งการใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้าต้องเลือกขนาดที่มีขนาดมากกว่าโหลดที่ใช้งานในปัจจุบัน ถ้าขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีขนาดน้อยกว่าขนาดของโหลดที่ใช้งานจะทำให้กังหันลมผลิตไฟฟ้านั้นมีกำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของโหลดที่ใช้งาน ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ได้

ดังนั้นการเลือกขนาดกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระควรคำนึงถึงสถานที่ในการติดตั้ง เมื่อสถานที่ในการติดตั้งมีกำลังลมที่มากพอจะทำให้การผลิตไฟฟ้าจะต่อเนื่องและไม่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนอีกอย่างหนึ่งที่ควรคำนึงคือโหลดที่ใช้งาน เราควรเลือกขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดมากกว่าขนาดของโหลดที่ใช้งานเพื่อทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้ตามกำลังงานของตัวอุปกรณ์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) (2) (3)

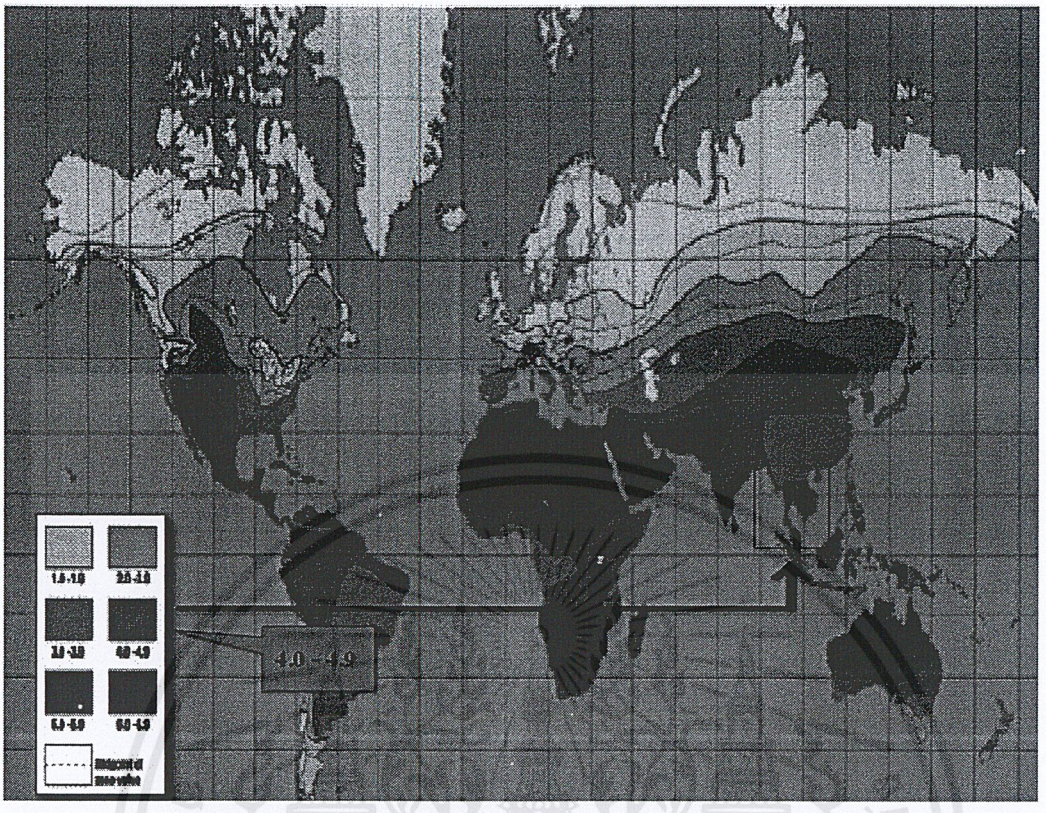
รูปที่ 3.5 แสดงขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า (1) ขนาด 1 กิโลวัตต์ (2) ขนาด 300 วัตต์ (3) ขนาด 3 กิโลวัตต์ [8]

3.2.2 การเลือกขนาดของแผงโซล่าเซลล์ (Solar cell)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าโซล่าเซลล์ เราต้องรู้ปริมาณแสงอาทิตย์ในพื้นที่ซึ่งระบบไฟฟ้าโซล่าเซลล์จะสามารถรับแสงและผลิตไฟฟ้าได้ สำหรับพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกนั้นค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงอาทิตย์ได้มีการสำรวจแล้วโดยค่าเฉลี่ยปริมาณของแสงอาทิตย์จะอยู่ในหน่วยชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด (Peak Sun Hour, PSH) ชั่วโมงแสงอาทิตย์สูงสุด (PSH) เท่ากับ 1 แสดงถึงชั่วโมงหนึ่งชั่วโมงที่มีค่าแสงแดดดีมากและไม่มีเมฆ ดังนั้นถ้าในพื้นที่มีค่า PSH เท่ากับ 4 จะหมายความว่า โดยเฉลี่ยแล้ว พื้นที่นั้นจะมีจำนวนชั่วโมงที่แดดดีมาก 4 ชั่วโมงต่อวัน โดยแสงแดดดีมากหรือแสงอาทิตย์สูงสุดจะนิยามโดยเท่ากับการที่แสงแดดที่มีความเข้มแสง 1,000 วัตต์/ตารางเมตรสม่ำเสมอตลอด 1 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตาม แสงอาทิตย์ในแต่ละวันจะมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งจะให้ค่า PSH ที่ต่างๆ กันด้วย ดังนั้นถ้าเราต้องการทราบค่า PSH เฉลี่ยของพื้นที่หนึ่ง เราจำเป็นต้องทำการคำนวณตามที่แสดงข้างบนในทุกๆ วันตลอดหนึ่งปีและคำนวณค่าเฉลี่ยออกมา ตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ป่าอเมซอนของประเทศเอกาดอร์ มีค่า PSH เท่ากับ 3 แม้ว่าบางวันจะมีค่า PSH เท่ากับ 5 และบางวันมีค่า PSH เพียง 1 แต่เมื่อเฉลี่ยทั้งปีแล้วจะได้ค่า PSH เท่ากับ 3 แต่ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลและคำนวณดังกล่าว เพราะว่านักวิทยาศาสตร์ได้ทำการเก็บข้อมูลเหล่านี้แล้วหลายปีที่ผ่านมา และได้สร้างแผนที่แสงอาทิตย์ แม้ว่าแผนที่แสงอาทิตย์จะถูกสร้างขึ้นสำหรับฤดูกาลหนึ่งๆ ไม่ตรงกับฤดูกาลจริงปริมาณแสงแดดจะไม่เท่ากัน และค่าเฉลี่ยที่ได้จะหยาบเกินไปสำหรับการออกแบบระบบจริง แต่แผนที่นี้ก็ให้ภาพคร่าวที่ดีเกี่ยวกับค่า PSH ของทั่วทั้งโลก ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วค่า PSH ในประเทศไทยจะมีค่าประมาณ 4.5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนที่แสงอาทิตย์แสดงค่า PSH ทุกส่วนของโลก [2]

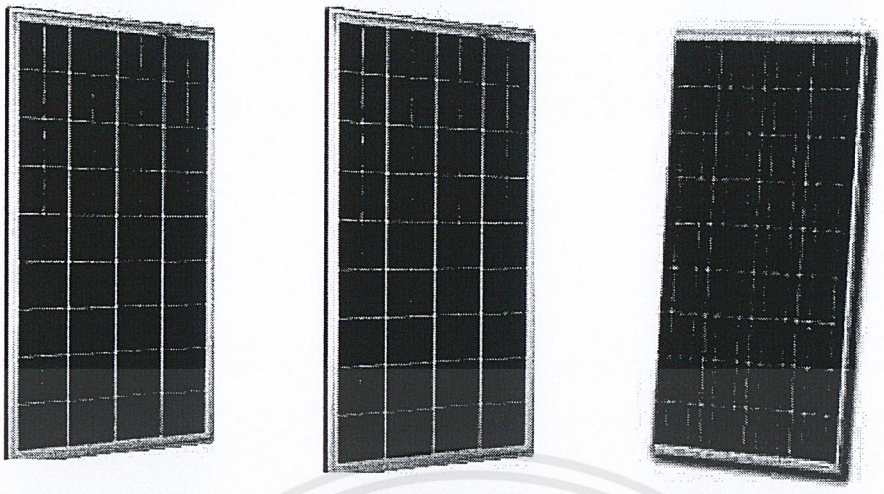
การผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อแสงแดดที่ตกลงบนพื้นผิวต้องดีเพียงพอ (ต้องมีความเข้มแสง 1000 วัตต์/ตารางเมตร) และแสงแดดต้องตกลงมาตั้งฉากกับแผงโซล่าเซลล์ แต่ในความเป็นจริงแสงแดดไม่ได้มีความเข้มเท่ากันตลอดทั้งวัน เราจึงสามารถแก้ไขปัญหานี้โดยใช้ค่า Peak Sun Light (PSH) ซึ่งเป็นชั่วโมงที่มีแสงแดดใช้งานได้จริงในหนึ่งวัน (โดยประเทศไทยกำหนดให้มีค่า PSH เท่ากับ 4.5) แผงโซล่าเซลล์เกิดการสูญเสียเนื่องจากอุณหภูมิบนแผง ดังนั้นจึงกำหนดให้แผง โซล่าเซลล์มีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 90%

การคำนวณขนาดของแผงโซล่าเซลล์คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Size of Solar Cell} = \frac{\text{Sum of Power x Hours per day}}{\text{PSH x 0.9 x 0.97}} \qquad (3.3)$$

หมายเหตุ : Sum of Power (ปริมาณของวัตต์อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน) มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
Hours per day (จำนวนชั่วโมงใช้งานใน 1 วัน) มีหน่วยเป็นชั่วโมง (hr)
ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์อยู่ที่ 90%
การการสูญเสียที่สายไฟ 3%

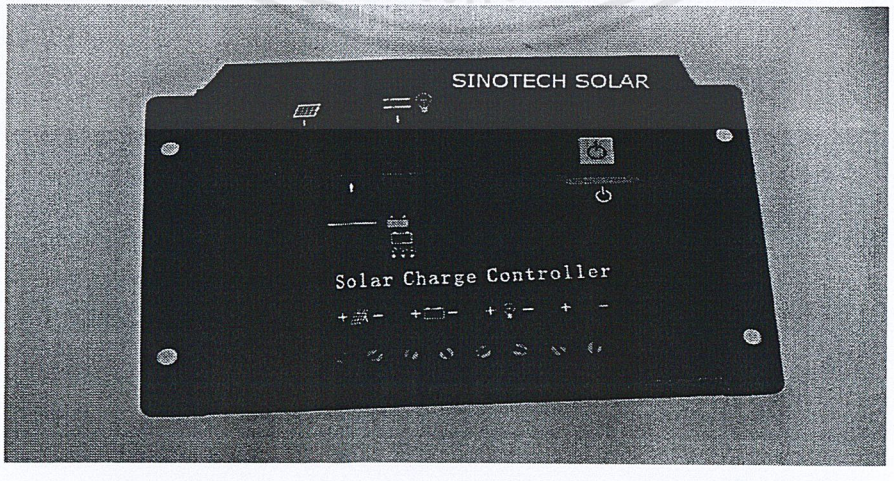
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) (2) (3)

รูปที่ 3.7 แสดงขนาดของแผงโซล่าเซลล์ (1) ขนาด 30 วัตต์ (2) ขนาด 50 วัตต์ (3) ขนาด 120 วัตต์ [11]

3.2.3 การเลือกขนาดชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ (Rectified and charge controller) จะทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแหล่งจ่ายลงในแบตเตอรี่ ซึ่งการประจุนี้จะต้องไม่ให้มีการประจุมากเกินไป ซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยาวนานขึ้นได้ หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการประจุคือ มีวงจรสำหรับตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทำงานเป็นสวิตซ์ที่สามารถตัดต่อไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เมื่อประจุไฟฟ้าเต็มเครื่องควบคุมการประจุจะตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่เพื่อกำหนดสถานะของการประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุอยู่เต็มจะทำให้แรงดันจะสูงขึ้นด้วย ดังนั้นขนาดของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ควรมีขนาดเกินกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 3.8 แสดงชุดปรับปรุงกระแสไฟฟ้าและควบคุมการประจุ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การเลือกขนาดชุดแบตเตอรี่ (Battery Bank)

แบตเตอรี่จะทำหน้าที่เก็บสำรองไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม (Wind Generator) หรือเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ผ่านเครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) โดยความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานมีหน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-Hour, Ah) การกำหนดขนาดชุดแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับเวลาที่ต้องการสำรองไฟฟ้าไว้ใช้งานซึ่งสามารถคำนวณหาขนาดชุดแบตเตอรี่ได้

การคำนวณขนาดของแผงโซล่าเซลล์คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Size of Battery} = \frac{\text{Power of use}}{\text{Voltage of battery} \times 0.85 \times 0.5} \qquad (3.4)$$

หมายเหตุ : Power of use (พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งาน) มีหน่วยเป็นวัตต์-ชั่วโมง (Wh)
Voltage of battery (แรงดันไฟฟ้า) มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่อยู่ที่ 85%

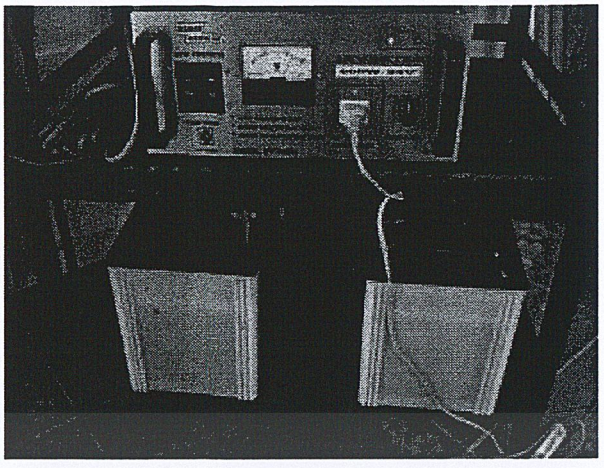
* เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ดังนั้นแบตเตอรี่จะต้องจ่ายพลังงานไม่เกิน 50% ของความจุ ซึ่งเราควรเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดเป็นสองเท่าของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

การต่อชุดแบตเตอรี่เพื่อเก็บสำรองไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลมผลิตไฟฟ้าจะมีการต่อ 3 แบบ ดังนี้

- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรม เพื่อให้เพิ่มแรงดันให้เพียงพอและเหมาะสมกับการใช้งาน
- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบขนาน เป็นการต่อชุดแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มความจุของชุดแบตเตอรี่ให้เพียงพอต่อการใช้งาน
- การต่อชุดแบตเตอรี่แบบอนุกรมผสมกับแบบขนาน เป็นการต่อเพื่อเพิ่มแรงดันและความจุของชุดแบตเตอรี่ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

ดังนั้นถ้าหากเราต้องการที่จะสำรองไฟฟ้าไว้ใช้ภายในระบบ โดยมีระยะเวลาที่สามารถสำรองไฟฟ้า (Back-up time) เพื่อไว้ใช้สำรองไฟไว้ใช้งานได้นานมากขึ้นกว่าเดิมจากที่ได้ทำการออกแบบไว้นั้น จะได้ว่าขนาดของความจุของแบตเตอรี่นั้น จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ต้องการสำรองไฟฟ้าไว้ใช้งานภายในระบบ ซึ่งการที่ค่าความจุของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นนั้นจะส่งผลทำให้ราคาของชุดแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยราคาของชุดแบตเตอรี่นั้นจะเพิ่มตามระยะเวลาที่ใช้สำรองไฟฟ้าไว้ใช้งานภายในระบบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงการเลือกขนาดชุดแบตเตอรี่และการต่อแบตเตอรี่ [11]

3.2.5 การเลือกขนาดอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า มีวงจรเป็นแบบสวิตชิ่งที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยแหล่งกำเนิดของไฟฟ้ากระแสตรงอาจมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง แผงโซล่าเซลล์ หรือแบตเตอรี่ ก็ได้

ดังนั้นการเลือกขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจึงควรพิจารณาขนาดแรงดันไฟฟ้าให้ตรงกับขนาดแบตเตอรี่ที่ใช้ และควรเลือกเครื่องแปลงกระแสฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า (Watt) มากกว่าขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในเวลาเดียวกัน กรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีความเหนี่ยวนำ เช่น มอเตอร์จะมีกระแสไฟฟ้ากระชากเมื่อเริ่มเดินเครื่อง ดังนั้นต้องพิจารณาขนาดกระแสไฟฟ้ากระชาก (Surge) สูงสุดด้วย ในทางปฏิบัติควรใช้งานที่กำลังไฟฟ้า 60-80% ของขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

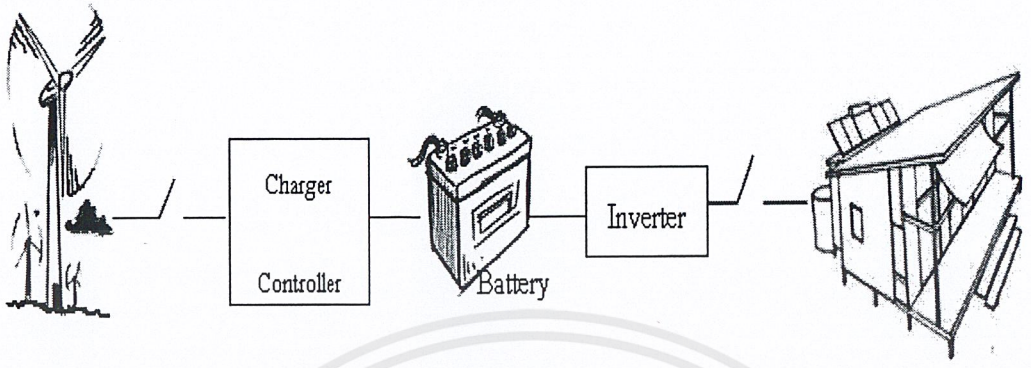
3.3 การออกแบบวงจรการติดตั้งของโหลดประเภทต่าง ๆ (Configuration)

การออกแบบวงจรการติดตั้งของโหลดต่างๆ คือ โหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย โหลดประเภทไฟฟ้าถนน และโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์ ซึ่งเป็นการออกแบบรูปแบบการติดตั้ง (Proposed Configuration) ที่ใช้ได้จริงกับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระทั้งกับการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้าและโซล่าเซลล์ ซึ่งออกแบบได้ดังนี้

3.3.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย เป็นการนำระบบไปใช้งานได้จริงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้ เช่น บนเกาะ, พื้นที่ห่างไกลความเจริญ ซึ่งอาจเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าใช้ได้ทั้งจากพลังงานลมหรือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ

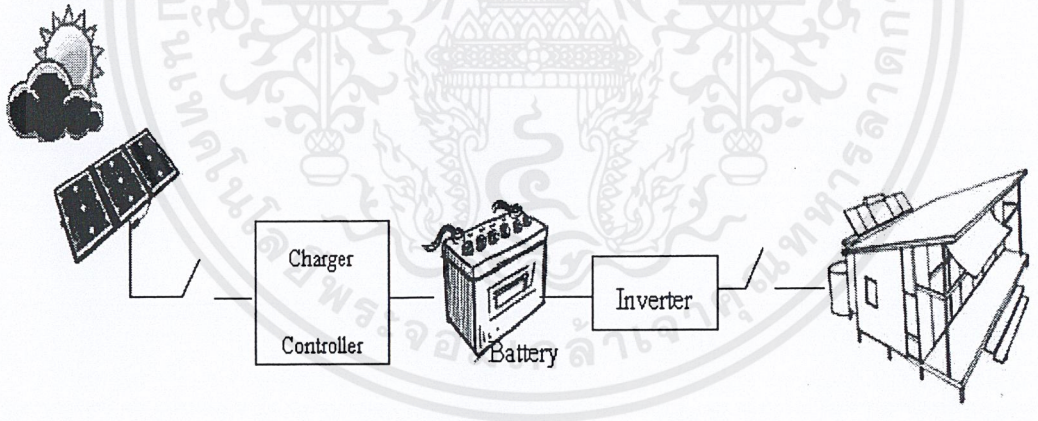
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานลม



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานลม

3.3.1.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

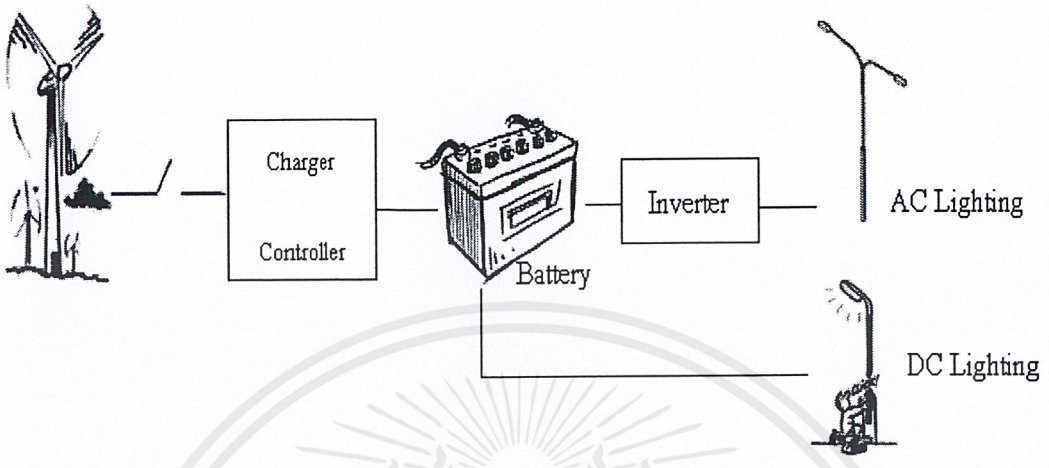


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

3.3.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนน นำระบบไปประยุกต์ใช้กับโหลดประเภทไฟถนนแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand-Alone) ซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้งานและการดูแลรักษา อีกทั้งยังเป็นการนำพลังงานที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้งานได้อีกด้วย

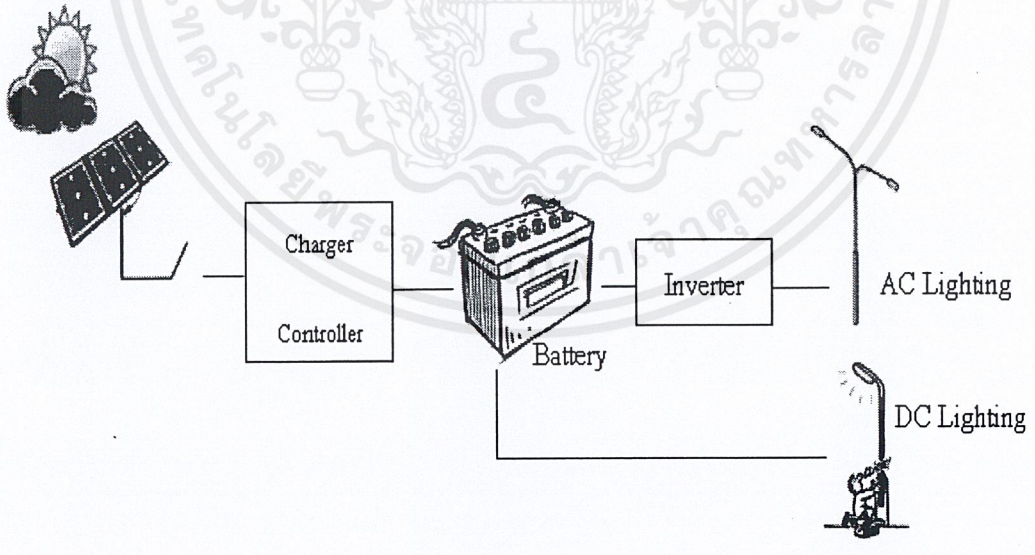
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานลม



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานลม

3.3.2.2 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

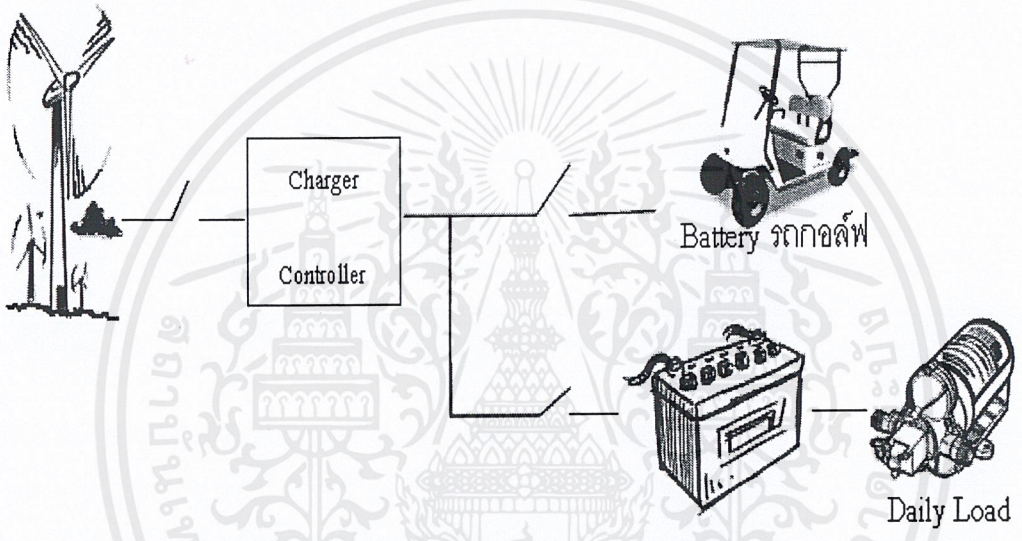


รูปที่ 3.13 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทไฟถนนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์ เนื่องจากการใช้งานรถกอล์ฟจะใช้งานในช่วงเวลากลางวันจากนั้นจะทำการชาร์จแบตเตอรี่ในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าพลังงานลมที่มีอยู่ในธรรมชาตินั้นสามารถที่จะนำมาชาร์จแบตเตอรี่รถกอล์ฟได้ ซึ่งระบบนี้สามารถทำให้ลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้ใช้งานได้

3.3.2.1 วงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยใช้พลังงานลม



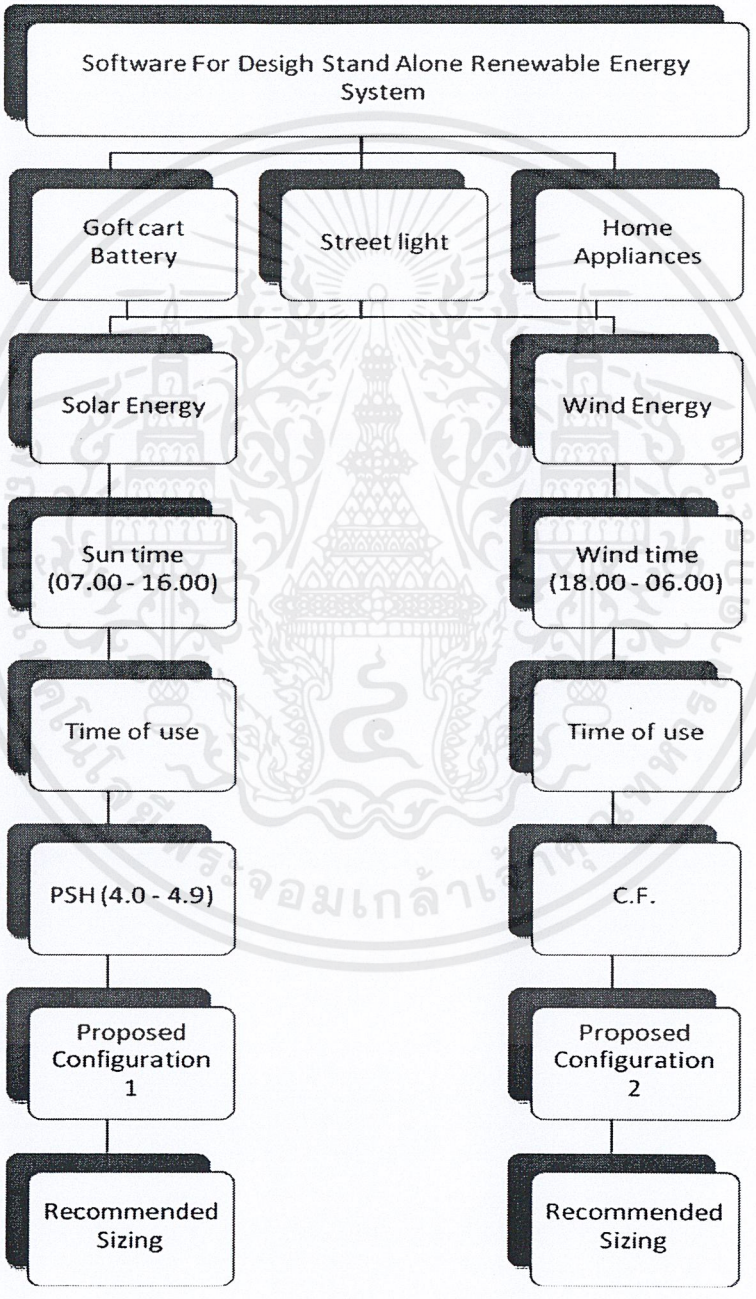
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรการติดตั้งที่ใช้งานกับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยใช้พลังงานลม

3.4 การออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN)

การออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระมีการพัฒนาและออกแบบโดยใช้ส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริงมาช่วยในการออกแบบโปรแกรม ซึ่งการออกแบบโปรแกรมนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมออกมาอีกทีหนึ่ง โดยโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 นี้เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่กำลังเป็นที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยเป็นโปรแกรมที่ได้เปลี่ยนรูปแบบการเขียนโปรแกรมใหม่ โดยมีชุดคำสั่งมาสนับสนุนการทำงาน มีเครื่องมือต่างๆ ที่เรียกกันว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรล (Controls) ไว้สำหรับช่วยในการออกแบบโปรแกรม โดยเน้นการออกแบบหน้าจอแบบกราฟฟิกหรือที่เรียกว่า Graphic User Interface (GUI) ทำให้การจัดรูปแบบหน้าจอเป็นไปได้ง่ายและในการเขียนโปรแกรมนั้นจะเขียนแบบ Event - Driven Programming คือ โปรแกรมจะทำงานก็ต่อเมื่อเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น ตัวอย่างของเหตุการณ์ ได้แก่ ผู้ใช้เลื่อนเมาส์ ผู้ใช้กดปุ่มบนคีย์บอร์ด ผู้ใช้กดปุ่มเมาส์ เป็นต้น ซึ่งแสดงการออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ ดังนี้

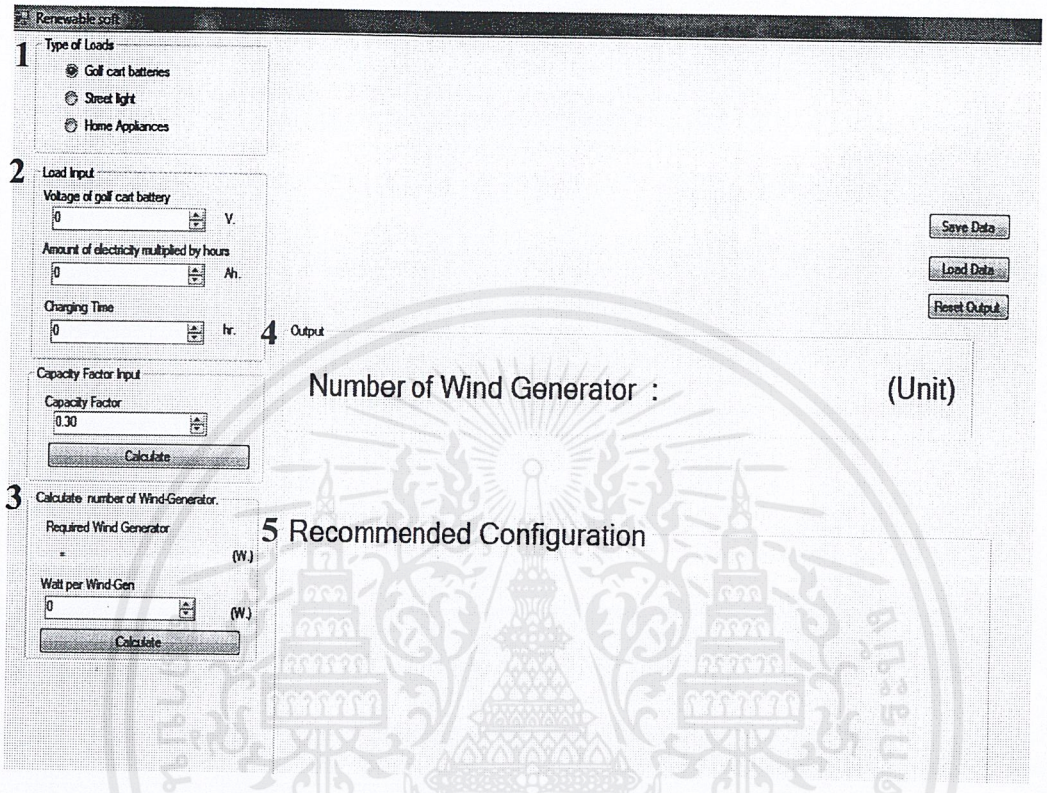


รูปที่ 3.15 แสดงการออกแบบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทน สำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อทำเป็นโปรแกรมออกมาจะมีรูปแบบต่างๆ ดังนี้

3.4.1 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์



รูปที่ 3.16 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์

ส่วนประกอบของโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์ ประกอบด้วย

1. Type of loads (ชนิดของโหลด) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
   - 1.1 Golf cart Batteries (แบตเตอรี่รถกอล์ฟ) => เราเลือก
   - 1.2 Street light (ไฟถนน)
   - 1.3 Home Appliances (อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย)
2. Load Input
   - 2.1 Voltage of golf cart battery คือ ค่าแรงดันของชุดแบตเตอรี่ที่ใช้งาน
   - 2.2 Amount of electricity multiplied by hours คือ ความจุของแบตเตอรี่ มีหน่วยเป็นแอมป์-ชั่วโมง
   - 2.3 Charging Time คือ จำนวนชั่วโมงที่ทำการชาร์จชุดแบตเตอรี่
   - 2.4 Capacity Factor (C.F.) คือ ค่าที่เป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการผลิตกำลังงานไฟฟ้าของกังหันลมซึ่งอาจมีค่าแตกต่างกันในแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ ซึ่งจากตำราหรือเอกสารบทความวิจัยต่าง ๆพอจะสรุปได้ว่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.2 - 0.3

3. Calculate number of Wind-Generator

3.1 Required Wind-Generator คือ จำนวนของกังหันลมผลิตไฟฟ้าทั้งหมดที่ระบบต้องการใช้

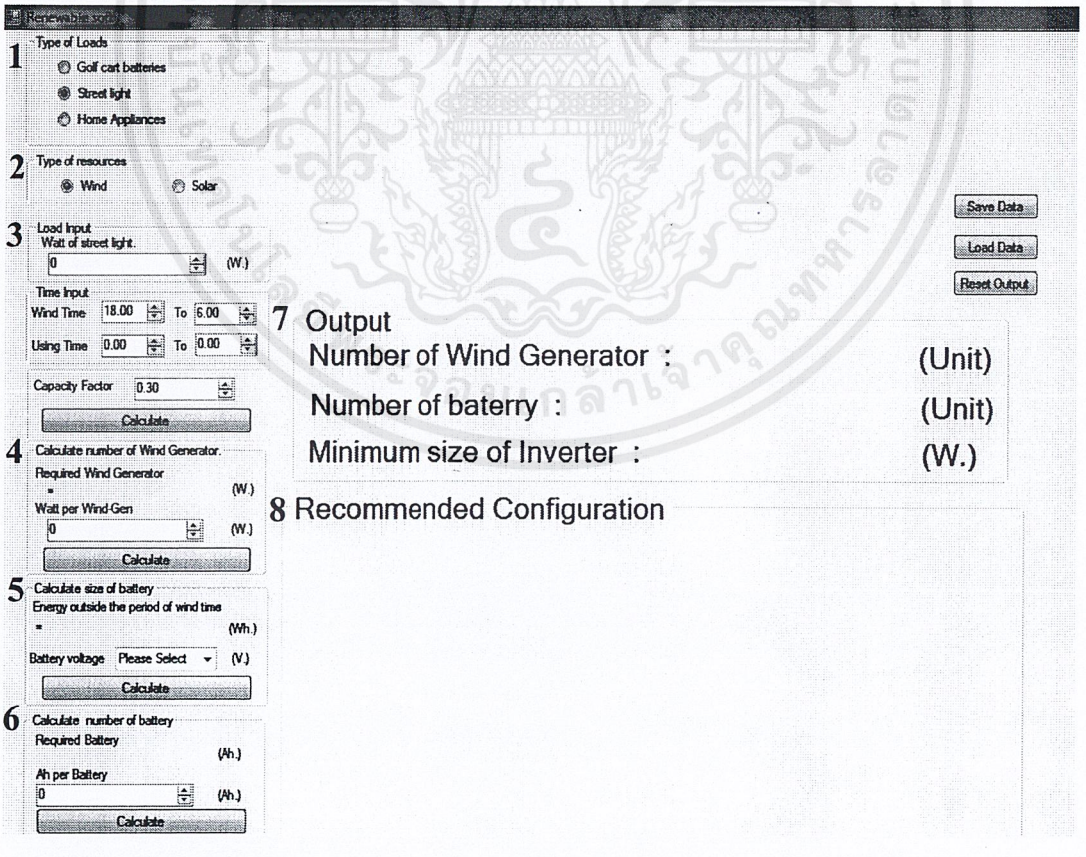
3.2 Watt per wind generator จำนวนวัตต์ของ wind generator ที่เลือกใช้งานต่อ wind generator 1 ตัว

4. Output

4.1 Number of wind generator จำนวน wind generator ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

5. Recommended configuration คือ รูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

3.4.2 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม)



รูปที่ 3.17 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม) ประกอบด้วย

1. Type of loads (ชนิดของโหลด) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
   1.1 Golf cart Batteries (แบตเตอรี่รถกอล์ฟ)
   1.2 Street light (ไฟถนน) => เราเลือก
   1.3 Home Appliances (อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย)
2. Type of resource (ชนิดของแหล่งพลังงาน) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
   2.1 Wind energy (พลังงานลม) => เราเลือก
   2.2 Solar energy (พลังงานแสงอาทิตย์)
3. Load Input
   3.1 Watt of Street light คือ ขนาดกำลังไฟฟ้าของโคมไฟถนน
   3.2 Wind Time (ช่วงเวลาของลม) ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแต่ละฤดูกาล และแต่ละพื้นที่ที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยช่วงเวลาที่ลมมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลากลางคืน
   3.3 Using Time คือ ช่วงเวลาที่ใช้งานโหลดประเภทไฟถนน
   3.4 Capacity Factor (C.F.) คือ ค่าที่เป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการผลิตกำลังงานไฟฟ้าของกังหันลมซึ่งอาจมีค่าแตกต่างกันในแต่ละสถานที่ ซึ่งจากตำราหรือเอกสารบทความวิจัยต่างๆพอจะสรุปได้ว่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.2 - 0.3
4. Calculate number of Wind Generator
   4.1 Required Wind Generator ขนาดของกำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ ซึ่งจะเป็นผลรวมจากค่าพลังงานไฟฟ้าของข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยอัตโนมัติ
   4.2 Watt per Wind-Gen จำนวนวัตต์ของ wind generator ที่เลือกใช้งานต่อ wind generator 1 ตัว
5. Calculate size of battery
   5.1 Energy outside the period of wind time พลังงานไฟฟ้าที่อยู่นอกเหนือช่วงเวลาที่พลังงานลมมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจ่ายให้กับระบบได้
   5.2 Battery voltage คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
6. Calculate number of battery
   6.1 Required battery จำนวนของแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ระบบต้องการใช้
   6.2 Ah Per Battery ขนาด Amp-hour ของแบตเตอรี่ 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Output

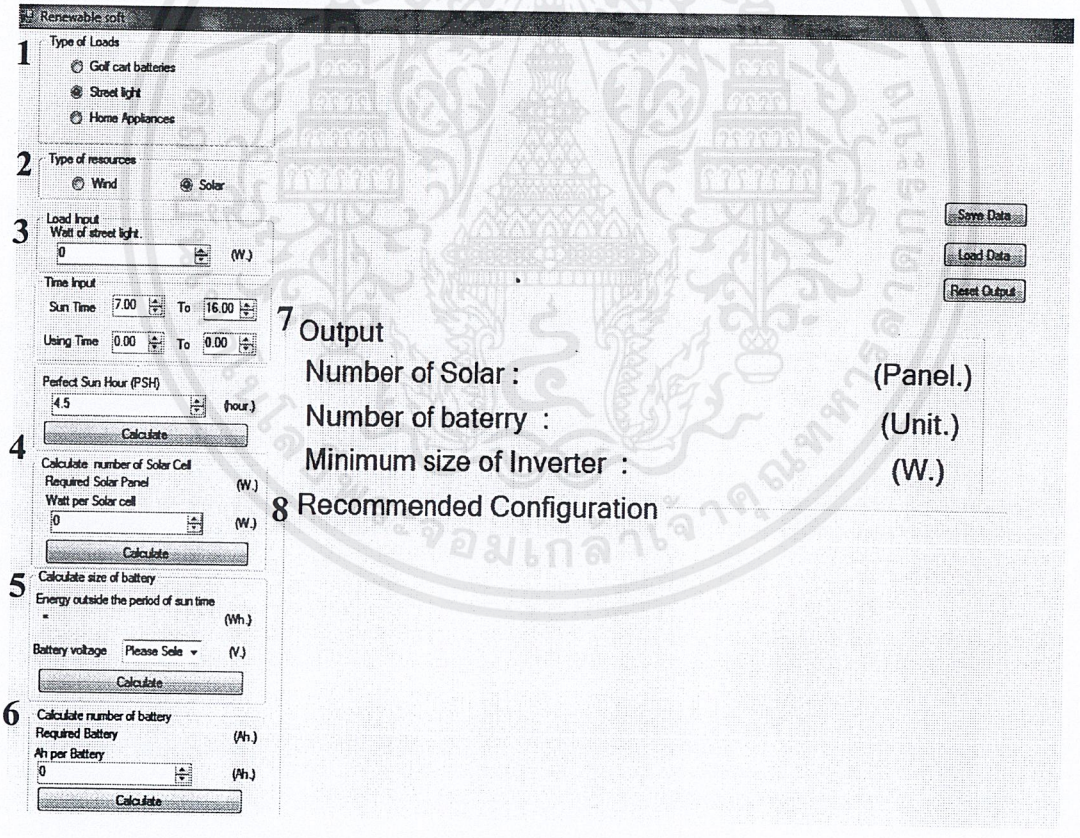
   7.1 Number of wind generator จำนวน wind generator ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

   7.2 Number of battery จำนวนของแบตเตอรี่ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับเก็บสะสมพลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

   7.3 Minimum size of inverter ขนาดต่ำสุดของอินเวอร์เตอร์ที่ระบบต้องการ

8. Recommended configuration คือ รูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่างๆ ที่ผู้จัดทำแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

3.4.3 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์)



รูปที่ 3.18 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดไฟถนน (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์) ประกอบด้วย

1. Type of loads (ชนิดของโหลด) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
   1.1 Golf cart Batteries (แบตเตอรี่รถกอล์ฟ)
   1.2 Street light (ไฟถนน) => เราเลือก
   1.3 Home Appliances (อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย)
2. Type of resource (ชนิดของแหล่งพลังงาน) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
   2.1 Wind energy (พลังงานลม)
   2.2 Solar energy (พลังงานแสงอาทิตย์) => เราเลือก
3. Load Input
   3.1 Watt of Street light คือ จำนวนกำลังไฟฟ้าของโหลดประเภทไฟถนน
   3.2 Sun Time (ช่วงเวลาของแสงอาทิตย์) ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแต่ละฤดูกาล สถานที่ และตามที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 7.00 - 16.00 น.
   3.3 Using Time คือ ช่วงเวลาการใช้งานโหลดประเภทไฟถนน
   3.4 Perfect Sun Hour (PSH) คือ เป็นชั่วโมงที่มีแสงแดดใช้งานได้จริงในหนึ่งวัน (โดยประเทศไทยกำหนดให้มีค่า PSH เท่ากับ 4.5)
4. Calculate number of Solar Cell
   4.1 Required Solar Panel ขนาดของกำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ ซึ่งจะเป็นผลรวมจากค่าพลังงานไฟฟ้าของข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยอัตโนมัติ
   4.2 Watt per Solar Cell จำนวนวัตต์ของ Solar Cell ที่เลือกใช้งานต่อ Solar Cell 1 ตัว
5. Calculate size of battery
   5.1 Energy outside the period of sun time พลังงานไฟฟ้าที่อยู่นอกเหนือช่วงเวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจ่ายให้กับระบบได้
   5.2 Battery voltage คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
6. Calculate number of battery
   6.1 Required battery จำนวนของแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ระบบต้องการใช้
   6.2 Ah Per Battery ขนาด Amp-hour ของแบตเตอรี่ 1 ตัว
7. Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

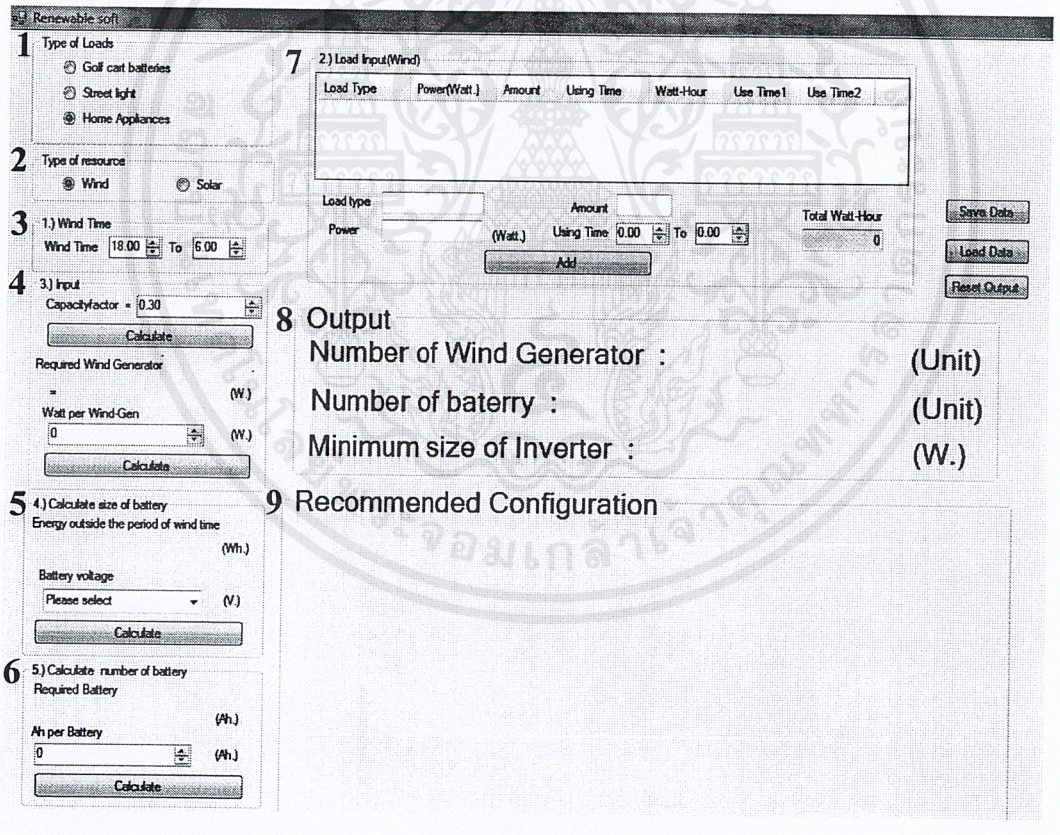
7.1 Number of Solar จำนวน Solar Panel ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

7.2 Number of battery จำนวนของแบตเตอรี่ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับเก็บสะสมพลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

7.3 Minimum size of inverter ขนาดต่ำสุดของอินเวอร์เตอร์ที่ระบบต้องการ

8. Recommended configuration คือ รูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่างๆ ที่ผู้จัดทำแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

3.4.4 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม)



รูปที่ 3.19 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานลม) ประกอบด้วย

1. Type of loads (ชนิดของโหลด) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
   1.1 Golf cart Batteries (แบตเตอรี่รถกอล์ฟ)
   1.2 Street light (ไฟถนน)
   1.3 Home Appliances (อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย) => เราเลือก
2. Type of resource (ชนิดของแหล่งพลังงาน) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
   2.1 Wind energy (พลังงานลม) => เราเลือก
   2.2 Solar energy (พลังงานแสงอาทิตย์)
3. Wind Time (ช่วงเวลาของลม) ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแต่ละฤดูกาลและสถานที่ที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยช่วงเวลาที่ลมมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 - 06.00 น.
4. Input
   4.1 Capacity Factor (CF) คือ ค่าที่เป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการผลิตกำลังงานไฟฟ้าของกังหันลมซึ่งอาจมีค่าแตกต่างกันในแต่ละสถานที่ ซึ่งจากตำราหรือเอกสารบทความวิจัยต่างๆพอจะสรุปได้ว่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.2 - 0.3
   4.2 Required Wind Generator ขนาดของกำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ ซึ่งจะเป็นผลรวมจากค่าพลังงานไฟฟ้าของข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยอัตโนมัติ
   4.3 Watt per Wind-Gen จำนวนวัตต์ของ wind generator ที่เลือกใช้งานต่อ wind generator 1 ตัว
5. Calculate size of battery
   5.1 Energy outside the period of wind time พลังงานไฟฟ้าที่อยู่นอกเหนือช่วงเวลาที่พลังงานลมมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจ่ายให้กับระบบได้
   5.2 Battery voltage คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
6. Calculate number of battery
   6.1 Required battery จำนวนของแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ระบบต้องการใช้
   6.2 Ah. Per Battery ขนาด Amp-hour ของแบตเตอรี่ 1 ตัว
7. Load input ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการว่ามีกำลังไฟฟ้าขนาดเท่าใด จำนวนกี่ตัว เวลาที่ต้องการใช้งาน
8. Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

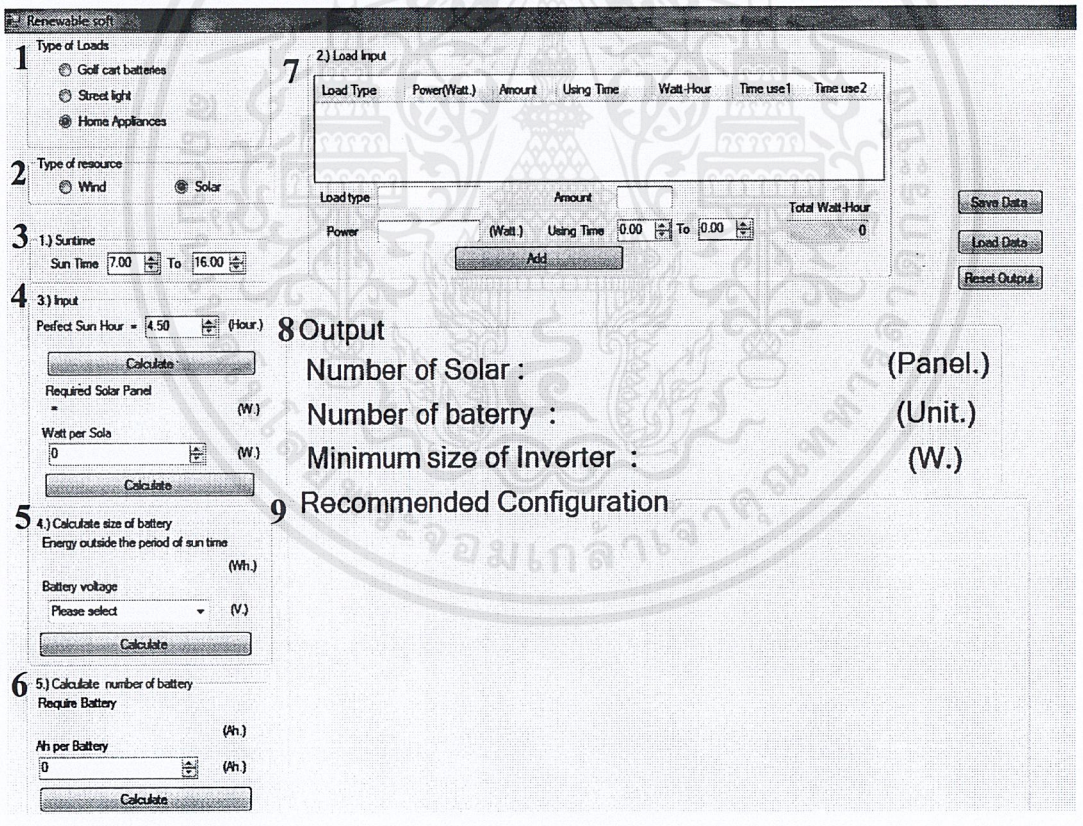
8.1 Number of wind generator จำนวน wind generator ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

8.2 Number of battery จำนวนของแบตเตอรี่ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับเก็บสะสมพลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

8.3 Minimum size of inverter ขนาดต่ำสุดของอินเวอร์เตอร์ที่ระบบต้องการ

9. Recommended configuration คือ รูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

3.4.5 โปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์)



รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระโหลดประเภทบ้านพักอาศัย (แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์) ประกอบด้วย

1. Type of loads (ชนิดของโหลด) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
   1.1 Golf cart Batteries (แบตเตอรี่รถกอล์ฟ)
   1.2 Street light (ไฟถนน)
   1.3 Home Appliances (อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย) => เราเลือก
2. Type of resource (ชนิดของแหล่งพลังงาน) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
   2.1 Wind energy (พลังงานลม)
   2.2 Solar energy (พลังงานแสงอาทิตย์) => เราเลือก
3. Sun Time (ช่วงเวลาของแสงอาทิตย์) ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแต่ละฤดูกาล และสถานที่ที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 7.00 - 16.00 น.
4. Input
   4.1 Perfect Sun Hour (PSH) คือ เป็นชั่วโมงที่มีแสงแดดใช้งานได้จริงในหนึ่งวัน (โดยประเทศไทยกำหนดให้มีค่า PSH เท่ากับ 4.5)
   4.2 Required Solar Panel ขนาดของกำลังไฟฟ้าที่โหลดต้องการ ซึ่งจะเป็นผลรวมจากค่าพลังงานไฟฟ้าของข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยอัตโนมัติ
   4.3 Watt per Solar จำนวนวัตต์ของ Solar Cell ที่เลือกใช้งานต่อ Solar Cell 1 ตัว
5. Calculate size of battery
   5.1 Energy outside the period of sun time พลังงานไฟฟ้าที่อยู่นอกเหนือช่วงเวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจ่ายให้กับระบบได้
   5.2 Battery voltage คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
6. Calculate number of battery
   6.1 Required battery จำนวนของแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ระบบต้องการใช้
   6.2 Ah. Per Battery ขนาด Amp-hour ของแบตเตอรี่ 1 ตัว
7. Load input ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการว่ามีกำลังไฟฟ้าขนาดเท่าใด จำนวนกี่ตัว เวลาที่ต้องการใช้งาน
8. Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1 Number of Solar จำนวน Solar Panel ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

8.2 Number of battery จำนวนของแบตเตอรี่ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับเก็บสะสมพลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าดังกล่าว

8.3 Minimum size of inverter ขนาดต่ำสุดของอินเวอร์เตอร์ที่ระบบต้องการ

9. Recommended configuration คือ รูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่างๆ ที่ผู้จัดทำแนะนำให้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

จากการออกแบบระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่นำไปติดตั้งได้จริงจะเป็นกล่าวถึงการนำพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (Stand Alone System) เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่ใช้งานได้จริง โดยสามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย โหลดไฟถนน โหลดแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์ ซึ่งเป็นโหลดที่สามารถพบเห็นได้ทั่วๆ ไปและมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการใช้งานโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระจึงมีความจำเป็นในการเลือกขนาดของกังหันลมผลิตไฟฟ้าหรือโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ต่อในระบบ โดยจะนำโปรแกรมนี้มาจำลองในการคำนวณโหลดประเภทต่างๆ ในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการจำลองผ่านโปรแกรม

4.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัย

เป็นการจำลองผลจากโปรแกรมโดยใช้กับประเภทของโหลดเป็นโหลดประเภทบ้านพักอาศัย ซึ่งการเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะมี 2 ประเภท คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator) และแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์

กำหนดให้มีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยเป็นดังนี้

1. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 2 ดวง
2. โทรทัศน์สีขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง
3. หม้อหุงข้าวขนาด 450 วัตต์ จำนวน 1 ใบ
4. พัดลม 50 วัตต์ จำนวน 2 ตัว

4.1.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

กำหนดให้ช่วงเวลาที่มีแสงแดด คือ 07.00 - 16.00 น. และขนาดแผงโซล่าเซลล์เท่ากับ 50 วัตต์/หน่วย แรงดันแบตเตอรี่เท่ากับ 24 โวลต์ (V) , 125 แอมป์-ชั่วโมง (AH)

โดยจะได้ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นดังตารางที่ 4.1

โดยที่ : <u>กรณีที่ 1</u> โหลดทุกชนิดใช้ในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด

<u>กรณีที่ 2</u> มีโหลดที่ใช้ทั้งช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดและโหลดที่ใช้ในช่วงเวลาที่มีแสงแดด

<u>กรณีที่ 3</u> โหลดทุกชนิดใช้งานในช่วงเวลาที่มีแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตางรางที่ 4.1 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน	ช่วงเวลาใช้งาน	Output					
			จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (หน่วย)				จำนวนแบตเตอรี่ (หน่วย)	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (วัตต์)
			PSH = 4.0	PSH =4.5	PSH =5.0	PSH =5.5		
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	19.00 – 24.00 18.00 – 22.00 18.00 – 19.00 21.00 – 6.00	15	13	12	11	2	903
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	19.00 – 24.00 12.00 – 16.00 12.00 – 13.00 21.00 – 6.00	14	12	11	10	1	903
3	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	11.00 – 16.00 12.00 – 16.00 12.00 – 13.00 7.00 – 16.00	13	11	10	9	0	903

4.1.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

กำหนดให้ช่วงเวลาที่มีคุณภาพลมดีคือ 18.00 - 06.00 น. ขนาดกังหันลมเท่ากับ 50 วัตต์ / หน่วย แรงดันแบตเตอรี่เท่ากับ 24 โวลต์ (V) ,125 แอมป์-ชั่วโมง (AH)

โดยจะได้ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator) เป็นดังตารางที่ 4.2

โดยที่ : กรณีที่ 1 โหลดทุกชนิดใช้ในช่วงเวลาที่คุณภาพลมดี

กรณีที่ 2 มีโหลดที่ใช้ทั้งช่วงเวลาที่มีคุณภาพลมดี และ โหลดที่ใช้ในช่วงเวลามีคุณภาพลมไม่ดี

กรณีที่ 3 โหลดทุกชนิดใช้งานในช่วงเวลาที่มีคุณภาพลมไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทบ้านพักอาศัยโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน	ช่วงเวลาใช้งาน	Output					
			จำนวนกังหังลมผลิตไฟฟ้า (หน่วย)				จำนวนแบตเตอรี่ (หน่วย)	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (วัตต์)
			C.F. = 0.25	C.F. = 0.30	C.F. = 0.35	C.F. = 0.40		
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	19.00 – 24.00 18.00 – 22.00 18.00 – 19.00 21.00 – 6.00	9	7	6	6	0	903
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	19.00 – 24.00 12.00 – 16.00 12.00 – 13.00 21.00 – 6.00	10	8	7	6	2	903
3	หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์สี หม้อหุงข้าว พัดลม 2 ตัว	11.00 – 16.00 12.00 – 16.00 12.00 – 13.00 7.00 – 16.00	10	8	7	6	2	903

4.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนน

4.2.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

กำหนดให้ช่วงเวลาที่มีแสงแดด คือ 07.00 - 16.00 น. โคมไฟถนนมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 200 วัตต์, ขนาดแผงโซลาเซลล์ขนาด 100 วัตต์ และกำหนดให้แรงดันแบตเตอรี่เท่ากับ 24 โวลต์ (V) , 125 แอมป์-ชั่วโมง (AH)

โดยจะได้ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทโซล่าเซลล์ (Solar Cell) เป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

ช่วงเวลาการใช้งาน	Output					
	จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (หน่วย)				จำนวนแบตเตอรี่ (หน่วย)	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (หน่วย)
	PSH = 4.0	PSH = 4.5	PSH = 5.0	PSH = 5.5		
18.00 – 06.00 น.	9	8	7	6	2	250

4.2.2 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

กำหนดให้ช่วงเวลาที่มีคุณภาพลมดี คือ 18.00 - 06.00 น. โคมไฟถนนมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 200 วัตต์ ,ขนาดกังหันลมมีขนาด 100 วัตต์ และกำหนดให้แรงดันแบตเตอรี่เท่ากับ 24 โวลต์ (V) , 125 แอมป์-ชั่วโมง (AH)

โดยจะได้ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator) เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทไฟถนนโดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

ช่วงเวลาการใช้งาน	Output					
	จำนวนกังหังลมผลิตไฟฟ้า (หน่วย)				จำนวนแบตเตอรี่ (หน่วย)	ขนาดอินเวอร์เตอร์ (หน่วย)
	C.F. = 0.25	C.F. = 0.30	C.F. = 0.35	C.F. = 0.40		
18.00 – 06.00 น.	5	4	4	3	0	250
17.30 – 05.30 น.	5	4	4	3	1	250

4.3 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์

4.3.1 ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทแบตเตอรี่รถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

โดยใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภท Wind-Generator ขนาด 100 วัตต์ กำหนดให้ช่วงเวลาที่มีคุณภาพลมดี คือ 18.00 - 06.00 น.

โดยจะได้ผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator) เป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมสำหรับโหลดประเภทรถกอล์ฟหรือรถโฟคลิฟต์โดยที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Generator)

ลำดับที่	แรงดันแบตเตอรี่รถกอล์ฟ (Volt)	Capacity (AH)	ช่วงเวลาการชาร์จ	Output			
				จำนวนกังหังลมผลิตไฟฟ้า (หน่วย)			
				C.F. = 0.25	C.F. = 0.30	C.F. = 0.35	C.F. = 0.40
1.	6	225	20.00 – 06.00	7	6	5	4
2.	6	225	18.00 – 06.00	6	5	4	4
3.	8	150	20.00 – 06.00	6	5	4	4
4.	8	150	18.00 – 06.00	5	4	4	3
5.	12	160	20.00 – 06.00	9	8	7	6
6.	12	160	18.00 – 06.00	8	7	6	5

4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองผ่านโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระพบว่า โปรแกรมสามารถแยกความแตกต่างของสถานที่ที่ต้องการติดตั้งระบบพลังงานทดแทนนั้นๆ และช่วงเวลาการใช้งานโหลดได้ดังตัวอย่างในผลการทดลองพบว่า

ในแง่ของความแตกต่างของสถานที่นั้น กล่าวคือถ้าติดตั้งระบบพลังงานทดแทนในแต่ละสถานที่ย่อมมีคุณภาพของปริมาณลม และปริมาณแสงแดดที่แตกต่างกันด้วยซึ่งจะส่งผลให้ค่า Perfect Sun Hour และค่าคาปาซิตี้ แฟกเตอร์ ของแสงแดดและลมเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน ซึ่งจะส่งผลให้ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งพลังงานทดแทนนั้นมีจำนวนแตกต่างกันไปด้วย

ในแง่ของช่วงเวลาการใช้งานโหลด กล่าวคือถ้าใช้งานโหลดในช่วงเวลาที่แสงแดดหรือลมมีคุณภาพดีนั้น จะส่งผลให้จำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งพลังงานทดแทนมีจำนวนลดน้อยลงไปด้วย เช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้า, โซล่าเซลล์ และแบตเตอรี่

ซึ่งการที่เราสามารถวิเคราะห์ถึงสถานที่และช่วงเวลาใช้งานโหลดนั้นจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งลงได้ พร้อมทั้งยังนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเลือกแหล่งจ่ายให้มีความเหมาะสมกับโหลดที่เลือกใช้งานตามเวลาและสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การดำเนินงานศึกษาและการสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN) สำหรับใช้กับโหลดสามชนิดอันได้แก่ โหลดไฟฟ้าชนิดไฟถนน โหลดแบตเตอรี่รถกอล์ฟ รถโฟคลิฟต์ และโหลดประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย ได้มีการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ทำให้ได้ข้อสรุปถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างโปรแกรมโดยจะเห็นได้ว่าโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระที่ได้จัดทำขึ้นมีความสามารถในการจำแนกถึงประเภทการใช้งานของโหลดต่างๆ รวมถึงช่วงเวลาการใช้งานของโหลด และโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระนี้ยังสามารถวิเคราะห์ถึงความแตกต่างกันของพื้นที่ ที่มีการใช้งานโหลดเพื่อให้ผลลัพธ์ที่มีความสอดคล้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณผ่านโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระจะออกมาในลักษณะของจำนวนกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Number of Wind-Generator) หรือจำนวนแผงโซล่าเซลล์ (Number of Solar Panel) สำหรับติดตั้งเพื่อจ่ายให้กับระบบไฟฟ้า,จำนวนของแบตเตอรี่ (Number of batteries) ที่โปรแกรมคำนวณออกมาสำหรับเก็บสะสมพลังงาน, ขนาดที่ต่ำที่สุดของอินเวอร์เตอร์ (Minimum size of Inverter) ที่ระบบต้องการและรูปแบบของการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทต่างๆ (Recommended configuration) เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งในระบบจริง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้งานโปรแกรมช่วยออกแบบระบบพลังงานทดแทนสำหรับระบบไฟฟ้าแบบแยกตัวอิสระ (STAND-ALONE RENEWABLE ENERGY SYSTEM SOFTWARE DESIGN) ควรทำการศึกษาลำดับขั้นตอนการใช้งานให้ถูกต้องเพื่อลดปัญหาความผิดพลาดเนื่องจากการใช้งานโปรแกรม

2. ในการกำหนดช่วงเวลาที่แสงแดดมีคุณภาพและช่วงเวลาที่ลมมีคุณภาพควรทำการศึกษาลักษณะพื้นที่ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับค่าที่นำมาป้อนในโปรแกรมทั้งนี้เพื่อความถูกต้องของค่า output ที่ได้จากโปรแกรม

3. ในการเลือกใช้แหล่งจ่ายควรเลือกให้เหมาะสมโดยการพิจารณาถึงช่วงเวลาและพื้นที่การใช้งานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วรนุช แจ้งสว่าง, พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy), กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

[2] กรีน เอ็มเพาเวอร์เมนต์และพลังไท , คู่มือฝึกสอนระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ , 2543

[3] ไกรพัฒน์ จีนขจร, พลังงานหมุนเวียน, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2551, หน้า 121-136.

[4] Nipon Ketjoy and Achitpon Sasitharanuwat, Wind Energy Technology, Naresuan University Journal 2004, P.57-73

[5] Olimpo Anaya-Lara, Wind Energy Generation Modelling and Control, A John Wiley and sons, Ltd., Publication

[6] Vaughn Nelson, Wind Energy Renewable Energy and The Environment , CRC Press, Page 1-11.

[7] Godfrey Boyle, Renewable Energy Power For A Sustainable Future, Oxford University Press, Page 66-100 and Page 244-288.

[8] Available : URL : http://www.windgen.net

[9] Available : URL : http://www.prapai.net

[10] Available : URL : http://www.eng.chula.ac.th/newsletter/index.php?q=node/16

[11] Available : URL : http://www.leonics.com/htm/th/aboutpower

[12] Available : URL : http://www.oknation.net/blog/kintaro/2009/09/15/entry-1

[13] Available : URL : http://sacredlight.co.th/wind_project2.php

[14] Available : URL : http://www.kkw.ac.th/kkwweb/visuall/lesson1/object1.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรม Visual Basic 2005 Express Edition

โปรแกรม Visual Basic 2005 Express Edition หรือเรียกโดยย่อว่า Visual Basic Express หรือ VB Express เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมใช้งานบทวินโดวส์ โดยใช้ภาษา Visual Basic กับระบบปฏิบัติการ Windows ของบริษัทไมโครซอฟท์

Visual Basic พัฒนามาจากภาษา Basic (ย่อมากจาก Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มใช้คอมพิวเตอร์ เพราะใช้คำในภาษาอังกฤษที่เข้าใจง่าย และเมื่อเป็น Visual Basic ซึ่งใช้ลักษณะของ การมองเห็นได้ (Visual) ที่เป็นการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยกราฟิก หรือรูปภาพ (Graphical User Interface -GUI) จึงทำให้การพัฒนาโปรแกรมใช้งานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ถึงแม้จะใช้งานง่าย แต่ก็มีความสามารถสูง เหมาะสำหรับการพัฒนาโปรแกรมใช้งานได้หลายด้าน เช่น งานคำนวณทั่วไป งานด้านฐานข้อมูล เกม ฯลฯ

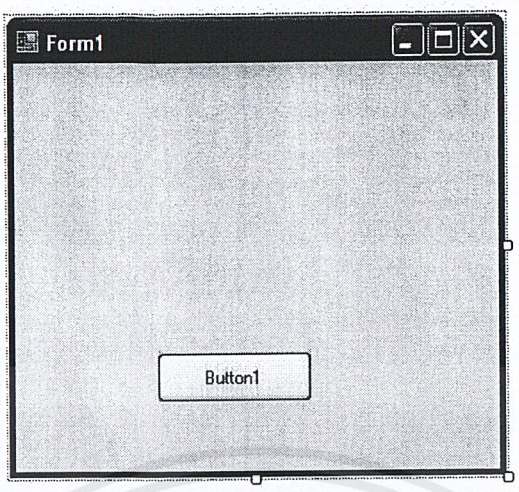
บริษัทไมโครซอฟท์ ได้เปิดตัวโปรแกรม Visual Studio 2005 ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2005 ซึ่งมี Visual Basic รุ่นใหม่ล่าสุด ใช้ชื่อว่า Microsoft Visual Basic 2005 หรือ Visual Basic 8.0 โดยปรับปรุงจาก Visual Basic 6.0 และ Visual Basic.NET เดิมที่ใช้กันอยู่ เพิ่มขีดความสามารถหลายอย่าง เพื่อให้การพัฒนาโปรแกรมใช้งาน ทำได้สะดวก และรวดเร็วขึ้น และได้ออก Visual Basic 2005 Express Edition ซึ่งใช้ง่าย เรียนรู้ง่าย ทำโปรแกรมได้เร็วและสนุกกว่า เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมใช้งานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความสามารถทุกอย่างของ Visual Basic 2005

ก.1 ลักษณะการสร้างโปรแกรมใช้งานด้วย Visual Basic Express Edition 2005

การสร้างโปรแกรมใช้งานด้วย Visual Basic Express Edition 2005 เป็นการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) โดยสร้างโครงงาน (Project) ซึ่งประกอบด้วย ฟอร์ม (Form) สำหรับจัดวางวัตถุ (Object) ชนิดต่างๆ ซึ่งเรียกว่า ตัวควบคุม (Control) ที่เป็นแบบรูป (Graphic) เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมมองเห็นง่ายและสามารถเลือกกระทำกับตัวควบคุมตัวใดตัวหนึ่งได้

การเขียนคำสั่งหรือโปรแกรม (Code) เก็บไว้ที่ตัวควบคุมแต่ละตัวเพื่อให้ตัวควบคุมทำงานตามลักษณะการกระทำหรือเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้นกับตัวควบคุมนั้น เช่น ตัวควบคุมแบบปุ่ม (Button) ดังรูป

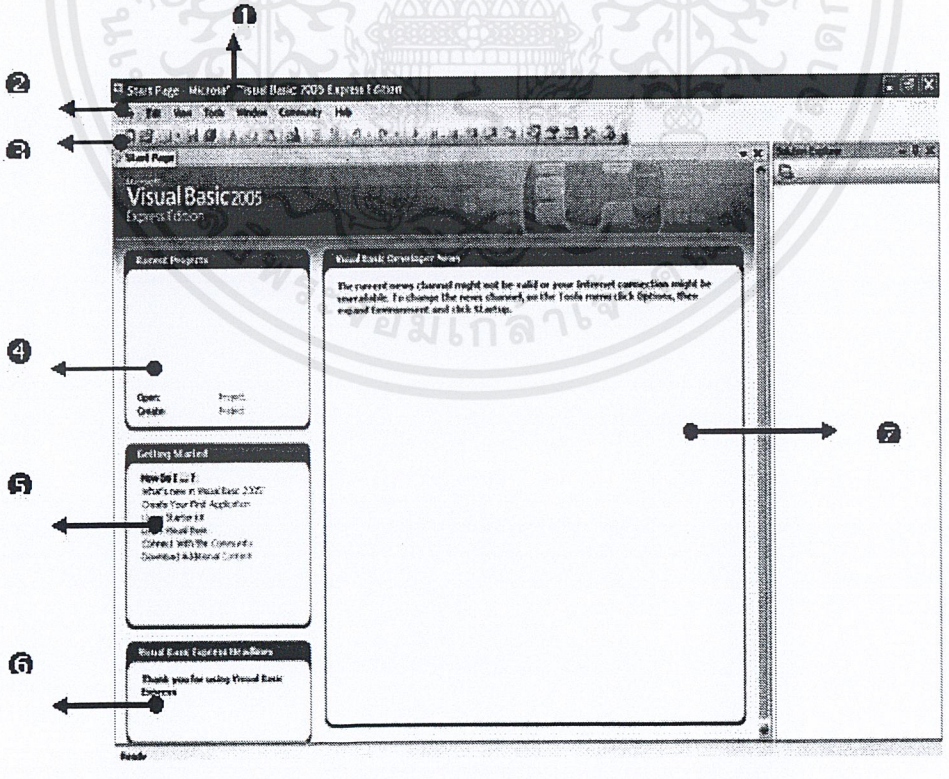
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ก.1 แสดงการเขียนคำสั่งตัวควบคุมแบบปุ่ม (Button) [14]

ก.2 ส่วนประกอบของหน้าเริ่มต้นของโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 Express Edition

เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะได้หน้าเริ่มต้น (Start Page) ของโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 Express Edition ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ ก.2 แสดงส่วนประกอบโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Title Bar เป็นแถบแสดงชื่อโปรแกรมและชื่อไฟล์งานปัจจุบัน

2. Menu Bar เป็นส่วนที่บรรจุคำสั่งสำหรับใช้งาน เช่น File Edit ฯลฯ

3. Toolbars ปุ่มแทนคำสั่ง หรือ ไอคอนสำหรับใช้งานคำสั่งที่เรียกใช้บ่อยๆ

4. Recent Projects เป็นหน้าต่างที่แสดงถึงโครงงาน (Project) ที่เพิ่งใช้งาน (ถ้ามี) และมีรายการให้เลือกเกี่ยวกับโครงงาน คือ

- Open Project.... สำหรับเปิดโครงงานที่ทำไว้
- Create Project.... สำหรับสร้างโครงงานใหม่

5. Getting Started เป็นหน้าต่างที่เหมาะสำหรับผู้เริ่มทำโปรแกรม มีรายการให้เลือก ดังนี้

- How do I... ? สำหรับค้นหาคำตอบต่างๆ จากคำถามว่าจะทำอย่างไรในโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2005 Express Edition
- What's New in Visual Basic 2005? สำหรับดูว่าใน Visual Basic มีอะไรใหม่บ้าง เหมาะสำหรับผู้ที่เคยใช้ Visual Basic 6.0 มาก่อน
- Create Your First Application เป็นการบอกขั้นตอนการสร้างโปรแกรมใช้งานครั้งแรกสำหรับผู้ที่ยังไม่เคยทำโปรแกรมด้วย Visual Basic
- Use a Starter Kit สำหรับมือใหม่ที่ต้องการทำโปรแกรมใช้งาน อย่างรวดเร็ว โดยใช้รูปแบบโปรแกรมตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว
- Learn Visual Basic สำหรับศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic ตั้งแต่พื้นฐาน มีรายละเอียดของคำสั่งพร้อมตัวอย่างการใช้งาน
- Connect With the Community เป็นการต่อเข้าเว็บ Microsoft Visual Basic Developer Center ที่มีเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม
- Download Additional Content เป็นการเข้าเว็บสำหรับดาวน์โหลดเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำโปรแกรม

6. Visual Basic Express Headlines เป็นการเข้าเว็บเพื่อดูการเสนอแนะ (Suggestion) หรือแจ้งข้อผิดพลาด (Bug) เกี่ยวกับโปรแกรม

7. Visual Basic Developer News เป็นการเข้าเว็บเพื่อแสดงข่าวสารต่างๆ เกี่ยวกับโปรแกรม ผู้ทำโปรแกรมสามารถเลือกอ่านดูได้ ถ้าคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ไม่ได้ต่ออินเทอร์เน็ตไว้ หรือต่อไม่ได้ จะทำให้หน้าต่างแสดงข่าวไม่สามารถแสดงข่าวสารต่าง ๆ ได้ แต่ไม่มีผลต่อการทำโปรแกรมแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

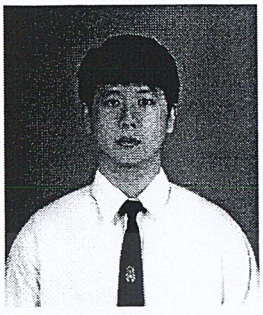
ก.3 บทสรุป

โปรแกรม Visual Basic 2005 Express Edition เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างหรือพัฒนาโปรแกรม ใช้งานบนวินโดวส์โดยใช้ภาษา Visual Basic รุ่นล่าสุด

การสร้างโปรแกรมใช้งานด้วย Visual Basic 2005 Express Edition ใช้ลักษณะของการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยกราฟิกหรือรูปภาพ (Graphical User Interface -GUI) โดยใช้ฟอร์ม (Form) สำหรับจัดวางตัวควบคุมต่างๆ (Control) และเขียนคำสั่งหรือโปรแกรม (Code) เก็บไว้ที่ตัวควบคุมแต่ละตัว เพื่อให้ทำงานตามลักษณะการกระทำหรือเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้นกับตัวควบคุมนั้น โดยหน้าเริ่มต้น (Start Page) ของ Visual Basic 2005 Express Edition ทำให้ผู้ทำโปรแกรมสามารถทำโปรแกรมได้สะดวกหรือศึกษาเพิ่มเติมได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นายนริศ เตชาทวีวรรณ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง รุ่น 46
เกิดวันที่ 5 ก.ค. 2532
ที่อยู่ 272 ซอยเอกชัย 46 ถนนเอกชัย เขตบางบอน
กรุงเทพฯ 10150
เบอร์โทรศัพท์ 086-0779979
E-mail : ball_lfc2005@hotmail.com

นายนิติ บุญคุ้มครอง สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง รุ่น 46
เกิดวันที่ 16 มีนาคม 2532
ที่อยู่ 56 ถนนศรีปราชญ์ ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมืองลพบุรี
จังหวัดลพบุรี 15000
เบอร์โทรศัพท์ 081-3811870
E-mail : loso_niti@hotmail.com

นางสาวสุพรรษา ทับสกุล สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง รุ่น 46
เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม 2531
ที่อยู่ 45 หมู่ 5 ตำบลโคกสลุด อำเภอท่าวุ้ง
จังหวัดลพบุรี 15150
เบอร์โทรศัพท์ 085-8090166
E-mail : supansa_857@hotmail.com

นางสาวสุรัสวดี พงษ์เผือก สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง รุ่น 46
เกิดวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2532
ที่อยู่ 41/1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่ายาง อำเภอท่ายาง
จังหวัดเพชรบุรี 76130
เบอร์โทรศัพท์ 083-5446744
E-mail : suratsawadee_p@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้