การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

นายกรยุทธ ชูศรีโฉม
ตำแหน่งครู

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๔๐
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

ชื่อเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
ผู้ศึกษา นายกรยุทธ ชูศรีโฉม
ที่ทำงาน โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์
ปีที่ศึกษา 2562-2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ปัญหาการชาร์จโทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะ ไว้คอยบริการอำนวยความสะดวก ให้กับนักเรียน ครู และประชาชนทั่วไปที่เดินทางผ่านมาได้ใช้งาน โดยการนำเอาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวัน เป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์ของการสร้างนวัตกรรม ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเทคโนโลยีเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ จนกระทั่งทำงานได้สำเร็จ จากการทดสอบการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถชาร์จโทรศัพท์มือถือได้จริง ผลการทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นใช้วิธีการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทำการชาร์จมือถือด้วยเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์กับการชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยไฟฟ้าปกติที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป โดยทดลองชาร์จที่ปริมาณแบตเตอรี่มือถือตั้งแต่ 50%-100% โทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการทดลอง 10 เครื่อง พบว่า การชาร์จมือถือด้วยเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.3 นาที การชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยไฟฟ้าปกติที่ใช้กันตามบ้านทั่วไปมีเฉลี่ยเท่ากับ 114.2 นาที การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในระดับ มากที่สุด

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้ เพราะผู้ศึกษาได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ นายสิทธิโชค ทองโคตร ตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียน วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ นางนงเยาว์ สุวรรณทอง ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ นางสาววฤนดา เข็มพิลา ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม ที่ให้คำปรึกษา แนวคิด ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ คณะครูทุกท่านและนักเรียนที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ ช่วยพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณทุกท่านดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ครอบครัว และเพื่อนร่วมงานทุกท่านผู้เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือ เกื้อหนุนในการศึกษาครั้งนี้โดยตลอด

กรยุทธ ชูศรีโฉม

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
สารบัญ		ค
สารบัญตาราง		จ
สารบัญรูป		ฉ
บทที่		
1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.6 นิยามศัพท์	3
2	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**4**
	2.1 พลังงานทดแทนและพลังงานสะอาด	4
	2.2 เซลล์แสงอาทิตย์	6
	2.3 ระบบโซล่าเซลล์	12
	2.4 แบตเตอรี่	16
	2.5 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า	18
	2.6 เรกูเลเตอร์	19
	2.7 วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซล่าเซลล์	33
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	**38**
	3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล	40
	3.2 การออกแบบและการคำนวณเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	3.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์	43
	3.4 การสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	43
	3.5 ขั้นตอนการทดสอบ	48
	3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50
4	**ผลการทดลอง**	**51**
	4.1 ผลการสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	51
	4.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	52
	4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	53
5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**54**
	5.1 สรุปผลการศึกษา	54
	5.2 อภิปรายผล	55
	5.3 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม		**58**
ภาคผนวก		
	ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	60
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	66
	ภาคผนวก ค คู่มือการใช้เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	69
	ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	72
ประวัติผู้ศึกษา		**81**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงผลการชาร์จโทรศัพท์มือถือ	52
4.2	ข้อมูลจำนวนของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	53
4.3	ผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	53

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การทำงานของโซล่าเซลล์	7
2.2	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous	8
2.3	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono Crystalline	9
2.4	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline	10
2.5	เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Super Amorphous	11
2.6	ระบบของโซล่าเซลล์ On Grid System	12
2.7	แผงโซล่าเซลล์ต่อตรงกับโหลด	13
2.8	แผงโซล่าเซลล์ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่และโหลดกระแสตรง	14
2.9	แผงโซล่าเซลล์ที่มีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่	15
2.10	แผงโซล่าเซลล์ต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่โดยที่มีตัวอินเวอร์เตอร์	16
2.11	หลักการทำงานของระบบควบคุมการชาร์จ	19
2.12	แสดงตัวอย่างของวงจร Regualted Power Suply	20
2.13	วงจร MONOLITHIC REGULATOR	22
2.14	วงจรของ MC7800C	23
2.15	วงจรสวิตชิ่งเรกูเลเตอร์แบบพื้นฐาน	24
2.16	Single Pole-Single Throw, SPST	25
2.17	Darlington pair	26
2.18	วงจรที่สร้างแรงดันเอาต์พุตที่เป็นบวกและมีค่ามากกว่า Vin	28
2.19	วงจรที่ให้ค่า Vo เป็นลบ	29
2.20	หลักการของ DC-to-DC Converter	29
2.21	SW1 และ SW2 จะไม่ปิดพร้อมกัน	30
2.22	วงจรที่สร้างสัญญาณที่มีคาบเท่ากัน แต่เฟสต่างกัน 180 องศา	31
2.23	VA มี duty cycle เท่ากับ T1/(T1+T2)	32
2.24	Solar Cell System Design	34

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติงาน	49
3.2	แสดงขั้นตอนของการทำงานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	41
3.3	แสดงการออกแบบโครงสร้างเครื่อง	42
3.4	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง	44
3.5	เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า	45
3.6	แบตเตอรี่ที่ใช้ในการสำรองไฟ	45
3.7	ช่องเสียบ USB ชาร์จโทรศัพท์มือถือ	46
3.8	กล่องสำหรับรวมอุปกรณ์เป็นตัวเครื่อง	46
3.9	นำอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน	47
3.10	ชิ้นงานที่สำเร็จพร้อมใช้งาน	47
5.1	แหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน	55
5.2	การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนงานไฟฟ้า	55
5.3	การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนระบบโซล่าเซลล์	56
5.4	การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนซ่อมโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์	56

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โทรศัพท์มือถือเป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารซึ่งเกือบจะทุกคนมีไว้ติดตัวตลอด เวลาและเมื่อโทรศัพท์มือถือมีใช้งานไปในระยะหนึ่ง แบตเตอรี่ก็จะลดลงและถ้าไม่นำไปชาร์จแบตเตอรี่ก็จะหมดไป บางคนก็มีเครื่องสำรองไฟไว้ชาร์จ บางคนก็ไม่มีเครื่องสำรองไฟไว้ชาร์จต้องไปขอชาร์จแบตเตอรี่กับคนอื่น จากการสังเกตนักเรียนโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ก็ไม่ต่างจากผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือโดยทั่ว ๆ ไป ยิ่งในที่สาธารณะด้วยแล้วการหาที่ชาร์จโทรศัพท์มือถือถือว่าเป็นเรื่องที่ยาก แทบจะไม่ค่อยเห็นจุดที่ให้บริการสำหรับชาร์จโทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะให้บุคคลทั่วไปได้ใช้งานเลย และในปัจจุบันเรื่องของพลังงานก็เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งมีการรณรงค์การลดใช้พลังงานและการเลือกใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โซล่าเซลล์หรือเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ก็เป็นอีกทางเลือกใหม่ของแหล่งพลังงานที่อยู่ในความสนใจและถูกกล่าวถึงมาก สามารถผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้อย่างไม่จำกัดและเป็นพลังงานสะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือโดยทั่วไป และนักเรียนโรงเรียนโคกปรงวิทยาคมที่ประสบปัญหาเรื่องนี้เช่นกัน คือ มีนักเรียนนำโทรศัพท์มือถือมาใช้งานที่โรงเรียน แล้วชาร์จโทรศัพท์มือถือที่โรงเรียน ทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้าของโรงเรียนส่งผลให้ทางโรงเรียนต้องจ่ายค่าไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและค้นหาข้อมูลในด้านต่างๆที่นำมาพัฒนาออกแบบและจัดสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ปัญหาการชาร์จโทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะ ไว้คอยบริการอำนวยความสะดวก ให้กับนักเรียน ครู และประชาชนทั่ว ๆ ไปที่เดินทางผ่านมา ได้ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่ออำนวยความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะ
3. เพื่อทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1. สามารถสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ได้
2. เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถอำนวยความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะได้
3. เครื่องชาร์จโทรศัพท์พลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการชาร์จมือถือเทียบเท่ากับการชาร์จมือถือด้วยไฟฟ้าที่ใช้ปกติตามบ้าน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้จุดชาร์จโทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะ
2. ได้เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสามารถชาร์จมือถือได้
3. ได้แหล่งเรียนรู้ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาประยุกต์ใช้งานให้เห็นเป็นรูปธรรม

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการสร้างเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการชาร์จโทรศัพท์มือถือมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือให้มีการทำงานร่วมกันกับระบบโซล่าเซลล์
2. แผงโซล่าเซลล์ขนาด 20 วัตต์
3. เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า
4. แบตเตอรี่ที่ใช้เก็บพลังงานไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ 5.4 แอมแปร์
5. เรกูเลเตอร์ ควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้เหมาะสมในการชาร์จมือถือ
6. มีช่อง USB ไว้สำหรับเสียบชาร์จมือถือ
7. การดำเนินงานทดลองครั้งนี้ดำเนินการที่โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม ตำบลโคกปรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 แผงโซล่าเซลล์ คือ อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

1.6.2 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงในแบตเตอรี่จนเต็ม และควบคุมไม่ให้ประจุไฟฟ้ามากเกินด้วยการเบี่ยงเบนไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่เมื่อมีการประจุจนเต็ม

1.6.3 แบตเตอรี่ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์เพื่อไว้ใช้ต่อไป โดยผ่านการควบคุมการประจุไฟฟ้าจากเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

1.6.4 เรกูเลเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้คงที่เหมาะสมต่อการชาร์จโทรศัพท์มือถือ

1.6.5 ช่องเสียบ USB คือ ช่องที่มีไว้สำหรับเสียบสายชาร์จโทรศัพท์มือถือ

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทางผู้จัดทำ ได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมทฤษฎีที่จำเป็นต่อการดำเนินการจัดสร้างชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 พลังงานทดแทนและพลังงานสะอาด

2.2 เซลล์แสงอาทิตย์

2.3 ระบบโซล่าเซลล์

2.4 แบตเตอรี่

2.5 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า

2.6 เรกูเลเตอร์

2.7 วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซล่าเซลล์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานทดแทนและพลังงานสะอาด [1]

2.1.1 พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน โดยทั่วไปหมายถึงพลังงานที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติและสามารถมีทดแทนได้อย่างไม่จำกัด (เมื่อเทียบกับพลังงานหลักในปัจจุบัน เช่น น้ำมันหรือถ่านหินซึ่งมีเฉพาะที่ และรวมถึงต้นทุนที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ในการสำรวจและขุดเจาะแหล่งน้ำมันใหม่ๆ) ตัวอย่าง พลังงาน ทดแทนที่สำคัญ เช่น แสงอาทิตย์ ลม คลื่นทะเล กระแสน้ำ ความร้อนจากใต้ผิวโลก หลังงานจาก กระบวกการชีวภาพเช่นบ่อก๊าซชีวภาพ

พลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวะมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะ ขอกล่าวถึงเฉพาะศักยภาพ และสถานภาพการใช้ประโยชน์ของพลังงานทดแทน การศึกษาและ พัฒนาพลังงานทดแทนเป็นการศึกษา ค้นคว้า ทดสอบ พัฒนา และสาธิต ตลอดจนส่งเสริมและ เผยแพร่พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ชีวะมวล และอื่นๆ เพื่อให้มีการผลิต และการ ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม

สำหรับผู้ใช้ในเมือง และชนบท ซึ่งในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาพลังงานทดแทนดังกล่าว ยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย งาน ศึกษา และ

พัฒนาพลังงานทดแทน เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน ซึ่งมีโครงการ ที่เกี่ยวข้องโดยตรงภายใต้แผนงานนี้คือ โครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงาน และมีความเชื่อมโยงกับ แผนงานพัฒนาชนบทในโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ สาหรับหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้า โดยงานศึกษา และพัฒนาพลังงานทดแทนจะเป็นงานประจำที่มี ลักษณะการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ ในเชิงกว้างเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงาน ทดแทน ทั้งในด้านวิชาการเชิงทฤษฎี และอุปกรณ์เครื่องมือทดลอง และการทดสอบ รวมถึงการ ส่งเสริมและเผยแพร่ ซึ่งจะเป็นการสนับสนุน และรองรับความพร้อมในการจัดตั้งโครงการใหม่ๆในโครงการศึกษาวิจัยด้านพลังงานและโครงการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น การติดตามความก้าวหน้าและร่วมมือประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาต้นแบบ ทดสอบ วิเคราะห์ และประเมินความเหมาะสมเบื้องต้น และเป็นงานส่งเสริมการพัฒนาโครงการที่กำลังดำเนินการให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนสนับสนุนให้โครงการที่เสร็จสิ้นแล้วได้นำผลไป ดำเนินการส่งเสริม และเผยแพร่และการใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป

2.1.2 พลังงานสะอาด

พลังงานสะอาด คือ คำที่ใช้อธิบายความคิดที่เกี่ยวกับแหล่งพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปจะ หมายถึงพลังงานที่ไม่มีวันหมดและเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่เป็นมลพิษ พลังงานสะอาดประกอบด้วยกระบวนการที่ใช้พลังจากธรรมชาติ และเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมให้มีมลพิษเพียงเล็กน้อย ได้แก่ พลังงานชีวะมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากพืช พลังงานจากปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น ซึ่งพลังงานเหล่านี้จัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน อนาคตสดใส ใส่ใจพลังงานลม พลังงานลมเกิดขึ้นได้อย่างไร พลังงานลม เกิด จากการที่พื้นที่ต่าง ๆ บนโลกมีความสามารถการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ไม่เท่ากัน บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศจะขยายตัว ทำให้เบากว่า และลอยขึ้นไปข้างบน จากนั้นอากาศใน บริเวณที่เย็นกว่า ซึ่งหนาแน่นกว่า หนักกว่า จะเข้ามาแทนที่ และเกิดเป็นลม ซึ่งด้วยหลักการนี้ เราจึง นำไปประยุกต์ใช้ประดิษฐ์บอลลูน ด้วยการทำให้อากาศข้างในลูกบอลลูนมีความร้อนด้วยไฟจาก ตะเกียงก๊าซ บอลลูนจะลอยสูงขึ้นเมื่อเราจุดไฟให้อากาศร้อน และจะตกลงเมื่อเราปิดตะเกียง

การใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานสะอาด เป็นการแก้ปัญหาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศที่ถูกต้องและยั่งยืนที่สุด พลังงานสะอาดหรือพลังงานหมุนเวียน เป็นพลังงานธรรมชาติ จากแสงอาทิตย์ ลม และชีวะมวล ซึ่งสามารถใช้ได้ไม่มีวันหมด นอกจากนี้เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ช่วยให้ มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้พลังงานความร้อนร่วมซึ่งเปลี่ยนรูปความร้อนที่ เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตให้เป็นพลังงาน ก็ถือว่าเป็นพลังงานสะอาดเช่นกัน โดยพลังงานสะอาด นี้จะช่วยลดการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ประเทศไทยมีช่วงเวลาที่มีแสงเป็นเวลานานในแต่ละวัน อีกทั้งยังมีปริมาณความเข้มของ แสงสูงจึงมีศักยภาพสูงในการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยียังมีราคา ค่อนข้างแพงจึงควรได้รับการสนับสนุนจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีการใช้อย่างแพร่หลายขึ้น พลังงานชีวะมวลก็เป็นอีกแหล่งพลังงานที่เหมาะสมกับประเทศไทย เนื่องจากเรามีวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย มันสำปะหลัง และเศษไม้ เป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาเปลี่ยนให้ เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ในปัจจุบันในประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากชีวะมวลแล้ว แต่ยังไม่สัดส่วน ไม่มากนักเมื่อเทียบกับการผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล จึงควรสนับสนุนให้มีการผลิตเพิ่มขึ้นในพื้นที่ ที่มีวัตถุดิบเพียงพอ ซึ่งนอกจากจะช่วยให้มีการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน แล้วยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรจากการขายวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้อีกด้วย

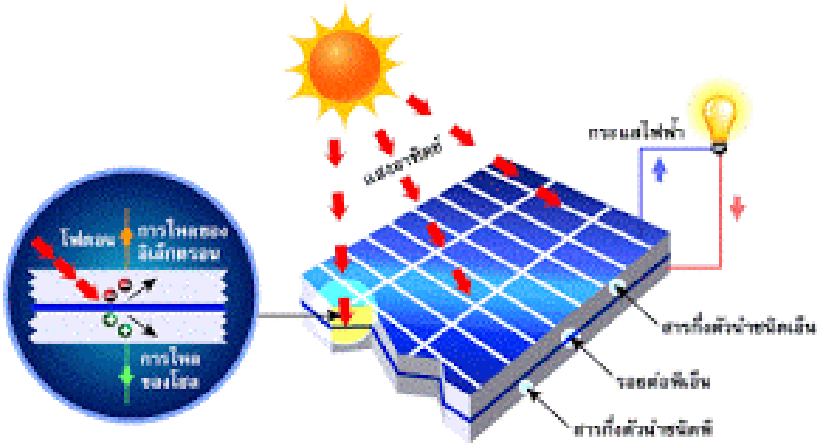
เหตุผลที่ควรเลือกใช้พลังงานสะอาด

1. ช่วยลดการปล่อย CO2 เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. เพื่อสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในทางปฏิบัติ
3. เพื่อเป็นการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและ สังคมน้อยกว่าโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่
4. ช่วยให้คุณภาพอากาศในชุมชนบริเวณโรงไฟฟ้าดีขึ้น
5. ช่วยสร้างงานในภาคพลังงานหมุนเวียนและภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานอย่าง มีประสิทธิภาพ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์พลังงานนี้เป็นต้นกำเนิดของวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและธาตุต่างๆ เช่น คาร์บอน พลังงานแสงอาทิตย์ จัดเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ปราศจากมลพิษ อีกทั้งเกิดใหม่ได้ไม่สิ้นสุด

2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ [2]

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ (หรือแสงจากหลอดแสงสว่าง) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ขณะใช้งาน



รูปที่ 2.1 การทำงานของโซล่าเซลล์
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/what-solar-cell/

ความหมายของโซล่าเซลล์ Solar Cell หรือ PV 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 เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซล่าเซลล์ 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 และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.2.1 ชนิดของแผ่นโซล่าเซลล์ [3]

หนึ่งในอุปกรณ์สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ นั่นคือ แผ่นโซล่าเซลล์ หรือแผงโซล่าเซลล์ หรือ Solar Panelก็ตามแต่ ซึ่งได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแปลง

แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดโดยที่ราคาถูกที่สุดและมีความทนทานและคุณสมบัติอื่นๆ อีกมากมายและในปัจจุบันนั้นมีการผลิตแผ่นโซล่าเซลล์ออกมาหลายประเภทซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.2.1.1 Amorphous หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell หรือ a-Si)” ถือเป็นแผงโซล่าเซลล์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในพื้นที่มีอาจจะมีแสงแดดน้อยมีหมอกปกคลุมหรือมีฝนตกบ่อยเพราะมีความไวในการจับแสงดีมากแต่ราคาค่อนข้างแพงและมีความบอบบางมากไม่สามารถใช้ประยุกต์เข้ากับอุปกรณ์หรือวงจรไฟฟ้าแบบอื่นได้มากนัก

รูปที่ 2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด **Amorphous**

ที่มา http://www.store.asolar.co.th/article/86/ชนิดของแผงโซล่าเซลล์-และการเลือกใช้งาน

2.2.1.2 Crystalline นี่ คือแผ่นโซล่าเซลล์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงและมากที่สุดในบรรดาแผ่นโซล่าเซลล์ชนิดต่างๆสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีในพื้นที่ที่มีแดดจัดราคาไม่แพงมากนักสามารถซื้อหาได้ทั่วไปในท้องตลาด สามารถประยุกต์และต่อพ่วงกับอุปกรณ์ควบคุมและวงจรไฟฟ้าให้หลากหลายมีความทนทานอายุการใช้งานยาวนานแต่ไม่เหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่แดดน้อยหรือฝนตกชุกตลอดทั้งปีเพราะแผ่นโซล่าเซลล์แบบนี้มีไวในการจับแสงได้น้อย แผงโซล่าเซลล์ มี 2 รูปแบบหลักๆ ได้แก่

1. ผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell หรือ c-Si) แผงโซล่าเซลล์ชนิดที่ทำมาจากผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่นเพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุมและมีสีเข้ม แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์นั้นเป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอกอันเนื่องมาจากเกิดจากกระบวนการกวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลางที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอกจากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยมและลบมุมทั้งสี่ออกเพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลงก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกทีจึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono Crystalline
ที่มา http://www.store.asolar.co.th/article/86/ชนิดของแผงโซล่าเซลล์-และการเลือกใช้งาน

2. ผลึกโพลีซิลิคอน (Polycrystalline Silicon Solar Cell หรือ pc-Si) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์เป็นแผงโซล่าเซล**ล์**ชนิดแรกที่ทำมาจากผลึกซิลิคอนโดยทั่วไปเรียกว่าโพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิตสามารถที่จะนำเอาซิลิคอนเหลวมาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลยก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่มีการตัดมุมสีของแผงจะออกน้ำเงินไม่เข้มมาก

รูปที่ 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Polycrystalline
ที่มา http://www.store.asolar.co.th/article/86/ชนิดของแผงโซล่าเซลล์-และการเลือกใช้งาน

2.2.1.3 Super Amorphous นี่คือการประยุกต์เอาข้อดีของทั้งแผ่นโซล่าเซลล์แบบ Amorphous และ Crystalline มารวมกันทำให้ได้แผ่นโซล่าเซลล์ที่เรียกว่ามีความสามารในการรับแสงแดดที่ไวทั้งในที่แดดอ่อนหรือแดดจ้าจะฝนตกหรือมีหมอกมากก็ตามมีความยืดหยุ่นสูงไม่แตกหักง่ายสามารถม้วนหรืองอได้อีกทั้งยังง่ายในการติดตั้งอีกด้วยแต่เสียอยู่อย่างเดียวนั่นคือยังมีราคาแพง

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

รูปที่ 2.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด **Super Amorphous**

ที่มา http://www.store.asolar.co.th/article/86/ชนิดของแผงโซล่าเซลล์-และการเลือกใช้งาน

2.2.2 การเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์

การเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์จึงต้องคำนึงถึง ลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของท้องถิ่นนั้นๆด้วยว่ามีแสงแดดที่มากเพียงพอหรือไม่หากเป็นถิ่นทุรกันดารตามป่าเขาในที่สูงมีหมอกปกคลุมมากมีฝนตกอยู่ตลอดทั้งปีที่มีแสงแดดน้อยก็ควรเลือกแผ่นโซล่าเซลล์ที่มีความไวในการรับแสงน้อยๆได้ดี แม้ว่าหลายๆหน่วยงานรัฐฯหรือเอกชนมีการส่งเสริมและสนับสนุนทั้งเรื่องความรู้ ความเข้าใจของประโยชน์ของการใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์มากเพียงใด แต่การหันมาใช้และติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนของประเทศไทยก็ยังถือว่าน้อยมากเนื่องจากต้นทุนในเรื่องอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าที่ซับซ้อนทำให้ประชาชนทั่วไปยังลังเลในเรื่องนี้อยู่ในอนาคตเราคงหวังว่าการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์และการหันมาใช้พลังงานทดแทนกันมากขึ้นหากรัฐฯมีนโยบายที่สนับสนุนในเรื่องเงินทุนในการติดตั้งอุปกรณ์หรือบริษัทฯผู้ผลิตอุปกรณ์โซล่าเซลล์นั้นมีแนวทางในการลดราคาให้ถูกลงหรือสามารถผ่อนชำระได้ในระยะยาวประชาชนน่าจะหันมาสนใจกันมากขึ้นอย่างแน่นอน

2.3 ระบบของโซล่าเซลล์ [4]

ระบบของโซล่าเซลล์ภายในบ้านที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.1 On Grid System หรือระบบโซล่ารูฟท๊อป Solar Roof Top system

เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ ที่เชื่อมต่อกับระบบการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะใช้อุปกรณ์เพียง แผงโซล่าเซลล์ และอินเวอร์เตอร์ออนกริด (inverter on grid)โดยหลักการแปลงไฟกระแสตรงจาก แผงโซล่าเซลล์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบ การไฟฟ้าเพื่อทำการ ขายไฟฟ้าคืน (กรณีนี้ต้องทำสัญญากับผู้รับซื้อก็คือ การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) หรือ ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าได้

รูปที่ 2.6 ระบบของโซล่าเซลล์ On Grid System
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

ข้อดี สามารถลดค่าไฟฟ้า หรือใช้ไฟฟ้าฟรี (หากใช้แผงโซล่าเซลล์จำนวนมาก) เนื่องจากผลิตไฟฟ้าได้เองในตอนกลางวัน ใช้ไฟฟ้าฟรี ลดค่าไฟฟ้าได้ สำหรับผู้ประกอบการติดตั้งระบบไฟขนาดใหญ่ สามารถขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้าได้ โดยติดต่อการไฟฟ้า จะต้องสมัครทำสัญญาและยื่นเอกสาร ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อเสีย กรณีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ระบบโซลาร์เซลล์ยังจ่ายไฟปกติ แต่กริดไทน์อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน โดยไม่จ่ายไฟเข้าสายส่ง เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดเจ้าหน้าที่การไฟฟ้า ซึ่งกำลังทำการซ่อมระบบสายไฟฟ้า การใช้งานระบบนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว ใช้เพื่อช่วยลดค่าไฟฟ้าได้เป็น

อย่างดี ซึ่งทางผู้ที่ต้องการติดตั้ง ต้องมีพื้นที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน โดยดูจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า ที่เสียค่าไฟฟ้าแต่ละเดือน เพื่อออกแบบกำลังการผลิตระบบไฟฟ้าโซล่าเซลล์ หาขนาดกริดไทอินเวอร์เตอร์ และจำนวนแผงโซลาร์เซลล์

2.3.2 Off Grid System ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบออฟกริด

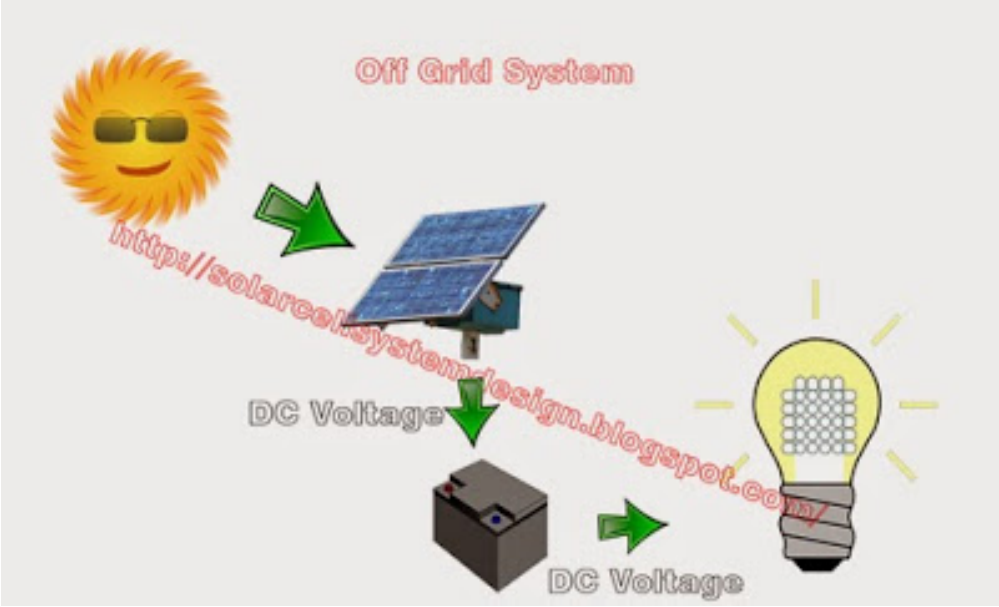
2.3.2.1 ระบบโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อกับแบตเตอรรี่ (Off Solar grid connect system) คือระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ที่ไม่ปฏิสัมพันธ์กับผู้ให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้ารายใหญ่ (ในประเทศไทยคือการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) ระบบออฟกริดนี้จะแยกเดี่ยวออกมาโดยผู้ติดตั้งโซล่าเซลล์จะสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เอง โดยไม่ต้องพึ่งพาการไฟฟ้าซึ่งสามารถแยกหมวดย่อยลงไปได้อีกตามลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่จะใช้งานว่าเป็น ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยต้องเลือกโหลด (เครื่องใช้ไฟฟ้า) ให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ระบบออฟกริดนี้อาจมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษอีกแบบหนึ่งว่าระบบแสตนด์อโลน (Stand Alone System) หรือระบบแยกเดี่ยว ซึ่งมีวิธีการต่อระบบที่หลากหลาย ทั้งต่อโหลดกระแสตรง กับแผงโซล่าเซล่าเซลล์ (ซึ่งผลิตไฟฟ้ากระแสตรง) โดยตรง หรือนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากแผง ไปแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ(โดยอินเวอร์เตอร์)สำหรับไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนซึ่งใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับอยู่แล้วได้ ระบบออฟกริด (Off Grid)ในแบบต่างๆมีดังนี้ใช้กับโหลดกระแสตรง 2.1) แผงโซล่าเซลล์ต่อตรงกับโหลด (เครื่องใช้ไฟฟ้า) ส่วนใหญ่จะใช้กับโหลดกระแสตรงอาทิปั๊มน้ำกระแสตรงแบบปรับความเร็วรอบได้ พบเห็นได้ทั่วไปกับระบบสูบน้ำทั่วไป ที่ผมเห็นว่าคุ้มค่าคือใช้ปั๊มน้ำโดยใช้โซล่าเซลล์ เมื่อแดดออกน้ำก็เติมในถังสูง

รูปที่ 2.7 แผงโซล่าเซลล์ต่อตรงกับโหลด

ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

2.3.2.2 แผงโซล่าเซลล์ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่และโหลดกระแสตรง

ข้อดีของการต่อระบบแบบนี้คือเมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ เราก็ยังสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จ่ายให้กับโหลดได้ แต่สิ่งที่ต้องระวังคือการชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่มากเกินไปเพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็ว นอกจากนี้เวลาที่นำพลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมในแบตเตอรี่ออกมาใช้ต้องระวังอย่าให้แบตเตอรี่คลายประจุมากเกินกว่าที่ สเป็คของแบตเตอรี่ที่ระบุไว้เพราะอาจจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วเช่นกัน ส่วนใหญ่การต่อระบบแบบนี้จะใช้งานกับเรือขนาดเล็กกระท่อมขนาดเล็ก และใช้กับระบบแสงสว่างเท่านั้น



รูปที่ 2.8 แผงโซล่าเซลล์ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่และโหลดกระแสตรง
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

2.3.2.3 แผงโซล่าเซลล์ที่มีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่ (Charge Controller)

ซึ่งจ่ายไฟให้กับโหลดกระแสตรง ข้อดีของการมีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ Charge Controller คือสามารถควบคุมการไหลของประจุไฟเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ได้และจะหยุดการชาร์จเมื่อไฟที่เก็บในแบตเตอรี่มีแรงดันเกินกว่าที่ตั้งค่ากำหนดไว้ จึงทำให้แบตเตอรี่มีอายุที่ยาวนานมากขึ้น การต่อแบบระบบนี้เป็นที่นิยมกันทั่วไป ใช้กับบ้านพักอาศัยที่ห่างไกลผู้ผลิตไฟฟ้า ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เอง รวมทั้งอาจจะไปประยุกต์ใช้กับในพื้นที่ที่ไม่ต้องการลากสายไฟฟ้าไปเพราะมีต้นทุนเรื่องสายไฟฟ้าที่มีราคาสูงได้อีกด้วย

รูปที่ 2.9 แผงโซล่าเซลล์ที่มีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

2.3.2.3 แผงโซล่าเซลล์ต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

แผงโซล่าเซลล์ต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่โดยที่มีตัวอินเวอร์เตอร์แปลงจาก ไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับโหลดที่ใช้กับกระแสสลับได้ โดยไฟกระแส ตรงที่ออกจากแบตเตอรี่ก็ยังสามารถจ่ายให้กับโหลดกระแสตรงได้อีกด้วย ระบบแบบนี้มีข้อดี คือมีความยืดหยุ่นในการหาเครื่องใช้ไฟฟ้ามาใช้งานเพราะโดยทั่วไปแล้วเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ยกตัวอย่างอาจจะใช้พัดลมกับไฟกระแสสลับที่แปลงจากอินเวอร์เตอร์ และใช้ระบบไฟส่องสว่างกับไฟกระแสตรงก็ได้

รูปที่ 2.10 แผงโซล่าเซลล์ต่อกับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่โดยที่มีตัวอินเวอร์เตอร์
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

2.3.3 Hybrid System ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบไฮบริด

ระบบโซล่าเซลล์ไฮบริด (SOLAR HYBRID SYSTEM) คือเอาระบบ ออนกริด (On Grid) และออฟกริด (Off Grid) มารวมกัน ช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟจากแผงโซล่าจะป้อนเข้ามาที่โหลดใช้งานได้เลย ก่อนที่จะเข้าไปชาร์ทในแบตเตอรี่ เมื่อโหลดใช้งานน้อยลง จนกระแสไฟจากแผงโซล่าเหลือก็จะค่อยชาร์ทเข้าเก็บในแบตเตอรี่ วิธีนี้ ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ อีกด้วย ซึ่งถ้าเป็น OFF GRID INVERTER จะต้องเข้ามาที่แบตเตอรี่ก่อน แล้วค่อย แปลงไฟด้วยอินเวอร์เตอร์ ให้เป็นกระแสสลับ

2.4 แบตเตอรี่ [5],[6]

แบตเตอรี่ชนิดนี้มีประจุไฟฟ้าเต็มจากโรงงานผลิต โดยยังไม่มีการเติมน้ำยาจึงมีสภาพแห้ง และเก็บไว้ใช้ได้นาน เมื่อต้องการนำไปใช้งานสามารถเติมน้ำยาแล้วทาการประจุไฟฟ้า การประจุไฟมักจะทำที่ตัวแทนจำหน่ายหรือในสถานประกอบการ

2.4.1 หลักการทำงานของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่จะผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารเคลือบแผ่นตะกั่วและน้ำยาอิเล็กโตรไลน์ เมื่อมีการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีพร้อมทั้งมีการต่อโหลด (Load) ครบวงจรแบตเตอรี่จะทำการคายประจุ หรือทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด เมื่อมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดกามะถันเจือจางกับแผ่นตะกั่ว มีการต่อโหลดเข้ากับแบตเตอรี่จะทำให้แบตเตอรี่มีการคายประจุหรือจ่าย

พลังงานไฟฟ้า และการเกิดปฏิกิริยาเคมีเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ตัวกรดกำมะถันจะค่อยๆ เจือจางลงและกลายเป็นน้ำธรรมดา ซึ่งมีผลทำให้เกิดค่าความถ่วงจำเพาะของกรดกำมะถันลดลง

แบตเตอรี่หลังจากการนำไปให้งานในระยะหนึ่ง พลังงานไฟฟ้าภายในแบตเตอรี่จะลดลงจึงจำเป็นต้องประจุไฟฟ้าใหม่จากแหล่งจ่ายภายนอก ขณะการประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ เกลือกามะถันที่เกาะอยู่กับแผ่นตะกั่ว จะแยกตัวออกและจะละลายปนไปกับน้ำทำให้น้ำกรดมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น แบตเตอรี่เมื่อมีการใส่ประจุเข้าจากแหล่งจ่าย หรือแหล่งกำเนิดพลังงานภายนอก ก็สามารถที่จะทำการจ่ายพลังงานได้ในเวลาพร้อมกัน

2.4.2 แบตเตอรี่แห้งแบ่งออกเป็นประเภทได้ดังนี้

1. แบบคาร์บอน-สังกะสีประกอบด้วยกล่องสังกะสีทรงกระบอกซึ่งเป็นขั้วลบและเป็นที่บรรจุอิเล็กโตรไลท์อิเล็กโทรไลท์ (Electrolyte) เป็นน้ำยาที่ทาปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรดที่จุ่มอยู่อาจเป็นเกลือหรือกรดด่างก็ได้

2. แบบอัลคาไลน์เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้เหมาะสมดีทุกอย่างยกเว้นราคาเพราะให้กระแสไฟฟ้าและทำงานได้ดีที่อุณหภูมิปกติสามารถเก็บไว้ได้นานอยู่ได้นานเฉลี่ยนานกว่าห้าปี

3. แบบซิลเวอร์ออกไซด์ใช้ในงานสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์มีอายุการใช้งานนานกว่าอัลคาร์ไลน์ถึง 3 เท่าถ้าใช้กับไฟฉายจะไม่หรี่เลยจนกว่าเซลล์จะหมดอายุไปโดยสิ้นเชิงแต่ค่าใช้จ่ายก็ต้องสูง

4. แบบเมอร์คิวรี่เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ที่ใช้เซลล์แบบกระดุมแต่ราคาเซลล์แบบเมอร์คิวรี่จะถูกกว่าซิลเวอร์ออกไซด์ครึ่งหนึ่งข้อที่แตกต่างกันคือแรงดันไฟฟ้าโดยเมอร์คิวรี่มีแรงดันไฟฟ้าเซลล์ละ 1.35 ถึง 1.4 โวลต์ วนซิลเวอร์ออกไซด์มีแรงดันไฟฟ้าเซลล์ละ1.5โวลต์

5.ฤแบบนิกเกิลแคดเมียมเซลล์ไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นชนิดที่เมื่อใช้จนกระแสไฟฟ้าหมดแล้วก็ต้องทิ้งไปแต่เซลล์แบบนิกเกิลแคดเมียมสามารถชาร์จไฟเข้าไปใหม่ได้เซลล์หนึ่งๆสามารถชาร์จไฟได้ไม่น้อยกว่า 1,000 ครั้งแบตเตอรี่ชนิดนี้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียง 1.25 โวลต์

2.4.3 ค่าความจุของแบตเตอรี่

ค่าความจุของแบตเตอรี่ คือ อัตราการจ่ายกระแสสูงสุดในชั่วระยะเวลาหนึ่งจนแบตเตอรี่ในชุดนั้นไม่สามารถที่จะจ่ายกระแสต่อไปได้อีก โดยค่าความจุของแบตเตอรี่จะไม่มีหน่วยเป็นแอมแปร์ โดยค่าความจุของแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ขนาดของแผ่นเพลทบวก ความกว้างและความยาวของแผ่นเพลทโดยเฉพาะแผ่นเพลทที่มีความกว้างและความยาวมาก จะทำให้การเก็บประจุและการคายประจุมากขึ้นตามไปด้วย

2. จำนวนของแผ่นเพลทบวก จำนวนของแผ่นเพลทบวกที่นำมาต่อรวมกัน เพื่อจัดกลุ่มของแผ่นเพลทของแบตเตอรี่ หากนำแผ่นเพลทไปเรียงกันให้ได้มากเท่าใด จะมีผลทำให้แบตเตอรี่นั้น ๆ มีอัตราการเก็บประจุและคายประจุสูงเท่าตัว เช่น แผ่นเพลทบวกของแบตเตอรี่ในหนึ่งแผ่นมีอัตราการคาย

ประจุเท่ากับ 40 แอมป์ฮาว หากนำเอาแผ่นเพลทบวกมาเรียงต่อกัน จะทำให้อัตราการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่จะเท่ากับ 7 x 40 = 280 แอมป์ฮาว

3. น้ำหนักของเซลล์ เซลล์ของแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักมาก จะมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าแบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักน้อยทั้ง ๆ ที่พิกัดการให้ปริมาณกระแสมีค่าเท่ากันก็ตาม ทั้งนี้ เพราะความหนาแน่นของแผ่นเพลทไม่ว่าในช่วงเวลาการเข้าประจุ หรือคายประจุ และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นจะส่งผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่นั้นยาวนานมากขึ้น

4. อัตราความจุ อัตราความจุหรือความจุแบตเตอรี่ คือ ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ โดยเทียบอัตราของระยะเวลาที่กำหนดไว้ เช่น แบตเตอรี่ที่มีอัตราความจุ 100 แอมป์ฮาว ภายในเวลา 20 ชั่วโมง จะได้ความสามารถในการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่สูงสุดที่ 5 แอมแปร์เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง และอัตราความจุของแบตเตอรี่จะแปรผัดตามอุณหภูมิ เช่น แบตเตอรี่ที่มีความจุ 100 แอมแปร์ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 0 องศาเซลเซียส จะทำให้เหลือความจุ 90 แอมแปร์ชั่วโมง

2.5 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า [7]

เครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า คืออุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการรับเข้าและรับจ่ายออกกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เมื่อแผงโซล่าเซลล์ได้มีการผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ในระบบโซล่าเซลล์ที่ออกแบบให้มีการต่อพ่วงนั้นกับแบตเตอรี่นั้น ในช่วงที่แสงอาทิตย์ส่องตกกระทบมายังแผงโซล่าเซลล์ อาจจะไม่สม่ำเสมอหรือคงที่ตลอดทั้งวันจึงส่งผลให้แรงดันและกระแสที่ผลิตได้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปตามทิศทางของดวงอาทิตย์ หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จดังกล่าว จะใช้คลื่นไฟฟ้าในช่วงสั้นในการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ โดยเครื่องควบคุมการชาร์จนี้ จะถูกติดตั้งระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่ โดยหากระดับแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่ากำหนด ตัวเครื่องควบคุมจะทำการปลดโหลดออกจากระบบในทันที เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไป และอาจเกิดอันตรายต่อแบตเตอรี่ ดังแสดงตัวอย่างได้ตามรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 หลักการทำงานของระบบควบคุมการชาร์จ

โดยทั่วไป การตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดจะกำหนดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลต์ สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลต์ และเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่สูงขึ้นในระดับปกติ แผงโซล่าเซลล์ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เต็มที่เครื่องควบคุมการชาร์จจะต่อวงจรการทำงานของโหลดใหม่อีกครั้ง

2.6 เรกูเลเตอร์ [8]

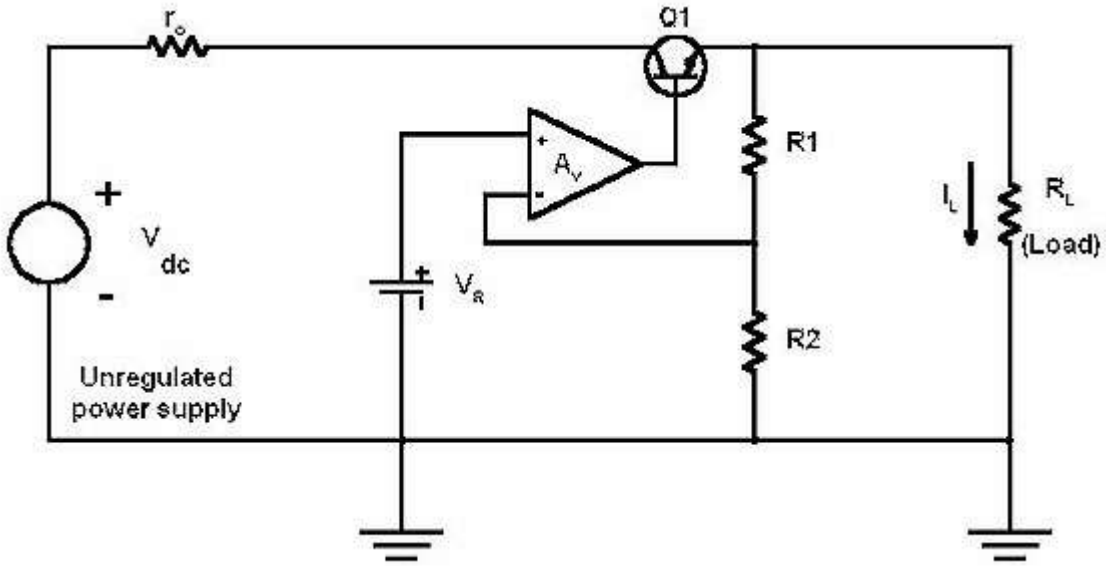
2.6.1 Regulated Power Supplies

Regulated Power supply คือ วงจรอิเล็คทรอนิกส์ที่สร้างแรงดันกระแสตรงคงที่ โดยไม่ขึ้นอยู่กับกระแสที่จ่ายให้กับโหลด, ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ และไม่ขึ้นกับความแปรผันต่างๆในสายส่งกระแสสลับ

เหตุผลที่เราไม่นิยมใช้ Unregulated Power Supply ในหลายๆการประยุกต์คือ

1. ความสามารถในการทำ Regulatation ต่ำ, โดยแรงดันเอาต์พุต จะเปลี่ยนแปลงตามโหลดที่ต่ออยู่
2. แรงดันเอาต์พุตกระแตรงเปลี่ยนแปลงตามแรงดันอินพุตกระแสสลับ
3. แรงดันเอาต์พุตกระแสตรงเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ โดยเฉพาะกับวงจรที่ใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

เราสามารถทำ Regulator อย่างง่ายๆโดยใช้ Zener Diode แต่ว่าวิธีนี้ จะทำให้เกิดข้อจำกัดอยู่ที่กระแส และกำลังของตัว Zener Diode



รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างของวงจร Regualted Power Suply

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

ในรูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างของวงจร Regualted Power Suply ซึ่งเป็นวงจรแบบป้อนกลับ โดยสามารถแก้ไขข้อเสียทั้ง 3 ประการของ Unregulated Power Supply ดังที่กล่าวไว้ข้างบน และข้อจำกัดของ Zener Diode

ทรานซิสเตอร์ Q1 เรียกว่า Pass Transistor หรือ Pass Element ทำหน้าที่เป็น Emitter Follower ให้อัตราขยายประมาณ 1, เพราะฉะนั้นจะได้ Vo' = Vo R1,R2 ทำหน้าที่เป็น Feedback Network โดยป้อน Vo กลับไปให้ออปแอมป์ ด้วยอัตราส่วน b = R2 / (R1+R2) จากการคำนวณเราจะได้

$$Vo' = Av * Vi = Av*(VR - (b*Vo)) = Vo$$

$$Vo = VR*Av / (1+b*Av)$$

ถ้า bAv >> 1 เราจะได้ Vo = VR/b ซึ่งเป็นค่าคงที่สำหรับวงจรหนึ่งๆ โดยเราสามารถปรับค่าของ Vo ได้ด้วยการปรับค่าของ b และมีเงื่อนไขว่า Vo ต้องน้อยกว่า Unregulated Voltage Vdc

2.6.2 Stabilization

เนื่องจากแรงดันเอาต์พุต Vo ขึ้นอยู่กับแรงดันอินพุต Vdc,กระแสโหลด IL และอุณหภูมิ เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาต์พุต จากเครื่องจ่ายไฟ จะมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\Delta V_o = \frac{(\partial V_o * \Delta V_{dc})}{\partial V_{dc}} + \frac{(\partial V_o * \Delta I_1)}{\partial I_1} + \frac{(\partial V_o * \Delta T)}{\partial T}$$

$$\Delta V_o = S_v \Delta V_{dc} + R_o \Delta I_1 + S_t \Delta T$$

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 เป็นดังนี้

INPUT REGULATION FACTOR

$$S_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_c} \text{ เมื่อ } \Delta I_1 = 0 \text{ และ } \Delta T = 0$$

OUTPUT RESISTANCE

$$S_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta I_1} \text{ เมื่อ } \Delta V_{dc} = 0 \text{ และ } \Delta T = 0$$

TEMPERATURE COEFFICIENT

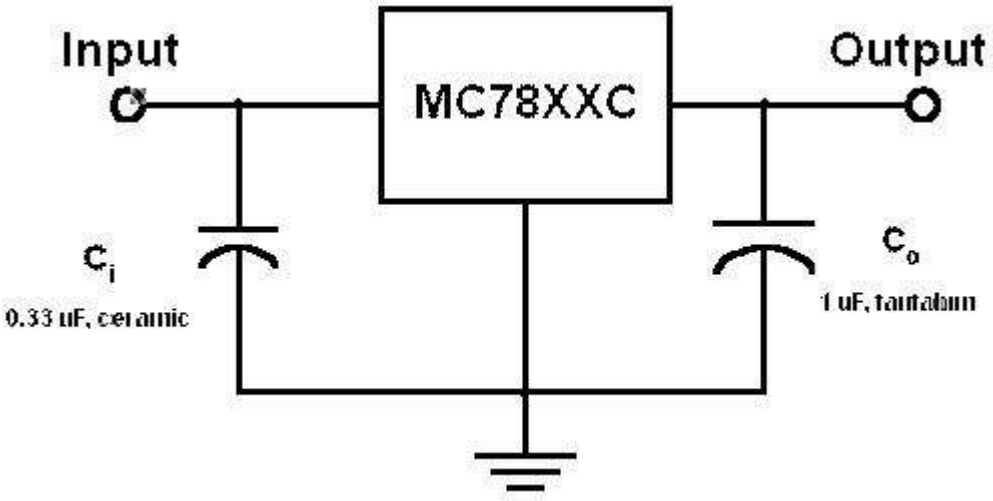
$$S_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta T} \text{ เมื่อ } \Delta V_{dc} = 0 \text{ และ } \Delta I_1 = 0$$

ยิ่งค่าของสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 น้อยเพียงใด ความสามารถในการรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตของเครื่องจ่ายจะไฟมากขึ้นเท่านั้น

2.6.3 Monolithic Regulators

ถ้าเราต้องการต่อวงจรตามรูปที่ 2.12 เราสามารถหาอุปกรณ์ต่างๆตามท้องตลาดได้ดังนี้ โดยอาจใช้ออปแอมป์ 741 หรือ LM301A เป็น DIFFERENTIAL AMPLIFIER และใช้ LM103, LM199 หรือ ZENER DIODE เป็น REFERENCE DIODE แทน BATTERY VR ด้วยเทคโนโลยีของ MICROELECTRONICS เราสามารถที่จะรวมทุกอย่างให้อยู่ใน IC ตัวเดียวได้ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ในราคาที่ต่ำกว่า และยังมีความน่าเชื่อถือกว่าอีกด้วยซึ่งเราเรียกไอซีที่ทำหน้าที่เป็นเรกูเลเตอร์ว่าเรกูเลเตอร์สำเร็จรูป (MONOLITHIC REGULATOR)

ตัวอย่างของ MONOLITHIC REGULATOR ซึ่งอยู่ในรูปของไอซี คือ MOTOROLA MC7800C SERIES ซึ่งมี 3 ขา และให้แรงดันบวกขนาดคงที่ โดยสามารถดูตัวอย่างการใช้งานได้จากรูปที่ 2.13



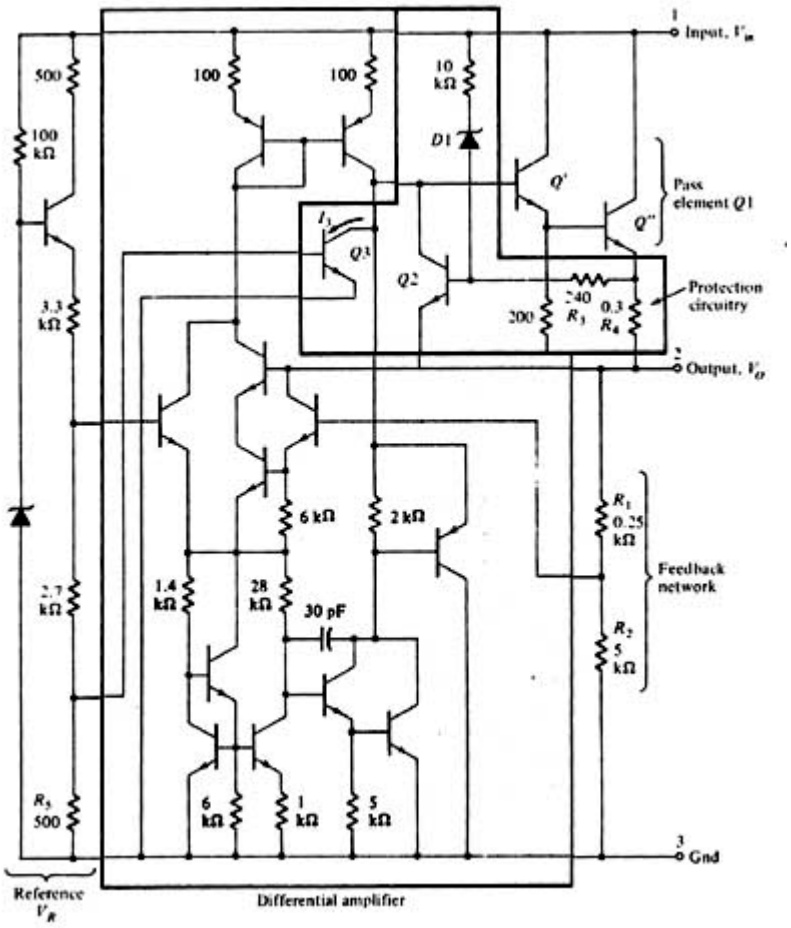
รูปที่ 2.13 วงจร MONOLITHIC REGULATOR

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

ตัวเก็บประจุ Ci ใช้สำหรับกำจัดผลกระทบของการเหนี่ยวนำ (INDUCTIVE EFFECT) ที่มีอยู่ในสายส่ง ส่วนตัวเก็บประจุ Co ใช้ปรับปรุงคุณภาพของ Vo ให้ดีขึ้น (ปรับปรุง TRANSIENT RESPONSE) ในการใช้งานเราไม่ต้องปรับแต่งอะไรเลย โดยแรงดันเอาต์พุตจะถูกตั้งไว้โดยผู้ผลิตตามมาตรฐานของอุตสาหกรรมมีค่าต่างๆ ได้แก่ 5,6,8,12,15,18,24 V เช่น MC7824C ให้แรงดันเอาต์พุตขนาด 24 V เรกูเลเตอร์เหล่านี้สามารถจ่ายกระแสได้ขนาด 1 A และยังมีวงจรป้องกันต่างๆ เช่น SHORT CIRCUIT PROTECTION เอาไว้จำกัดกระแสสูงสุดที่วงจรจะรับ , THERMAL SHUTDOWN , OUTPUT-TRANSISTOR SAFT-OPERATING-AREA PROTECTION

ตัวอย่างของ PARAMETER ของวงจรเหล่านี้ได้แก่

Sv = 3 * 10^-3 Ro = 30 mW St = 1 mV/ ˚C



รูปที่ 2.14 วงจรของ MC7800C

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

ตัวอย่างวงจรของ MC7800C แสดงไว้ในรูปที่ 2.14 กรอบที่แรงเงาในรูปเทียบได้กับแรงดันเปรียบเทียบ VR (REFERENCE VOLTAGE) ในรูปที่ 2.12 ตัวต้านทาน R1 และ R2 ในรูปทำหน้าที่เป็น FEEDBACK NETWORK เหมือนกับในรูปที่ 2.12 และคู่ของ TRANSISTOR Q' และ Q'' เป็น DALINGTON PAIR เปรียบเสมือน PASS ELEMENT Q1 ในรูปที่ 1 วงจรป้องกันจะแสดงอยู่ในเส้นหนัก โดยใช้ R3,R4 และ Q2 ในการจำกัดกระแส (CURRENT LIMITTING) , Q' และ Q'' ใช้ในการทำ SAFE-OPERATING-PROTECTION และ THERMAL OVERLOAD PROTECTION

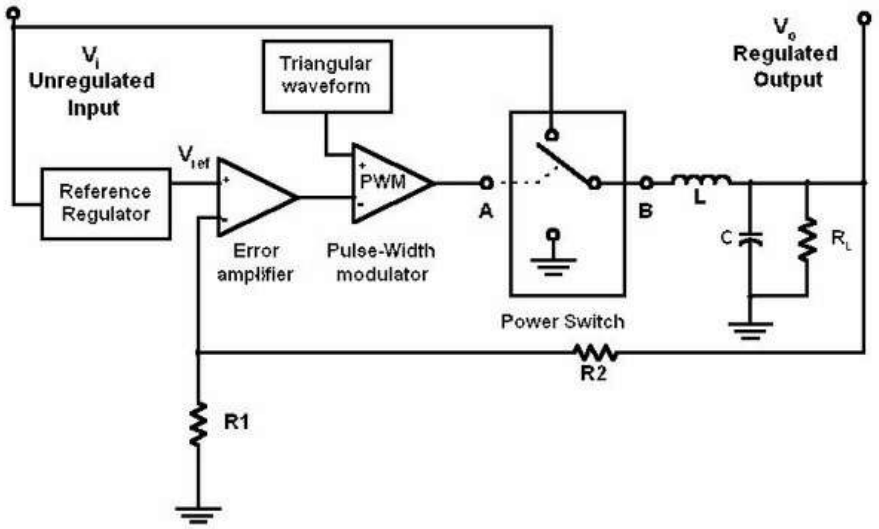
ในท้องตลาด MONOLITHIC REGULATOR นี้มีให้เลือกหลายประเภทตั้งแต่แรงดันคงที่ กับปรับค่าได้, แรงดันบวก หรือแรงดันลบ, กระแสเอาต์พุตที่สูง (> 1 A), แรงดันเอาต์พุตสูง (> 24 V) และมีหนึ่งหรือสองเอาต์พุต (+/-)

2.6.4 Switching Regulators

จากหัวข้อที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเครื่องจ่ายไฟแบบ Pass Regulator มีข้อเสียบางอย่าง เช่น จะต้องใช้ไฟเลี้ยงสำหรับออปแอมป์ (Op-Amp) ต่างหาก ถ้าออปแอมป์นั้นใช้ไฟเลี้ยงที่ต่างกับแรงดันอินพุตมาก, ถ้าแรงดันอินพุตและแรงดันเอาต์พุตต่างกันมาก กำลังที่สูญเสียในวงจรก็จะยิ่งมาก จากข้อเสียต่างๆ เราจึงใช้หลักการใหม่ในการสร้างเครื่องจ่ายไฟ ซึ่งหลักการที่นำมาใช้จะนำมาสร้างเป็นสวิตชิ่งเรกูเลเตอร์ (Switching Regulator)

2.6.4.1 Basic Switching Regulator Topology

วงจรสวิตชิ่งเรกูเลเตอร์แบบพื้นฐานแสดงไว้ในรูปที่ 2.15 โดยที่ Vin คือ แรงดันอินพุต(ยังไม่ผ่านการเรกูเลต), Vo คือ แรงดันเอาต์พุต(ผ่านการเรกูเลตแล้ว), RL เป็นโหลด



รูปที่ 2.15 วงจรสวิตชิ่งเรกูเลเตอร์แบบพื้นฐาน

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

ในวงจรแบ่งได้เป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

Reference regulator ทำหน้าที่สร้าง Vref ซึ่งเป็นแรงดันอ้างอิงและเป็นไฟเลี้ยงให้กับ Error-amplifier และ Pulse-width modulator ซึ่งทั้ง Reference regulator, Error-amplifier, Pulse-width modulator และส่วนที่ทำหน้าที่สร้างแรงดันคลื่นสามเหลี่ยม สามารถผลิตรวมกันไว้ในไอซีตัวเดียวได้ ดังนั้นส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้กำลังต่ำจึงไม่มีผลกระทบกับประสิทธิภาพรวมของระบบ

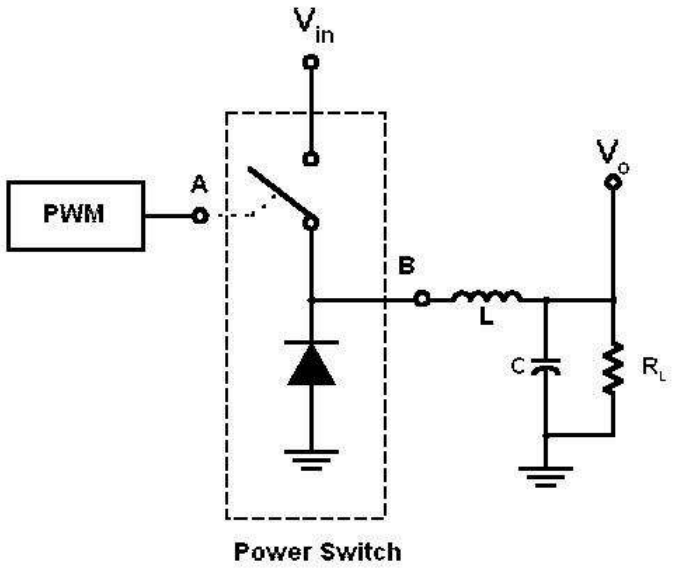
Error-amplifier ทำหน้าที่เปรียบเทียบ Vref กับค่าแรงดันที่ได้จากการป้อน Vo กลับมาผ่าน R1, R2 แล้วขยายความแตกต่างแล้วส่งเป็นเอาต์พุต Vm ให้กับ Pulse-width modulator (PWM)

PWM ทำหน้าที่มอดูเลต Vm กับแรงดันคลื่นสามเหลี่ยมที่มีคาบเท่ากับ T เพื่อสร้างเป็นแรงดัน VA ที่เป็นคลื่นสี่เหลี่ยมมีคาบ T มี duty cycle แปรผันตรงกับ Vm

Power switch เป็นสวิตช์เดี่ยวแบบสองทาง (Single Pole - Double Throw, SPDT) ทำหน้าที่สวิตช์ระหว่าง Vin และกราวด์ การสวิตช์ควบคุมโดย VA ซึ่งเราจะได้ VB เป็นแรงดันคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีคาบ, มี duty cycle เท่ากับ VA และมีแอมพลิจูดเป็น Vin

LC Filter ทำหน้าที่เป็น Low-pass filter โดยกำจัดองค์ประกอบที่มีความถี่สูงใน VB ไม่ให้ผ่านไปที่โหลด ดังนั้นจึงมีเฉพาะกระแสตรงเท่านั้นที่ผ่านไปได้ Vo จึงมีค่าคงที่ และเท่ากับค่าเฉลี่ยของ VB

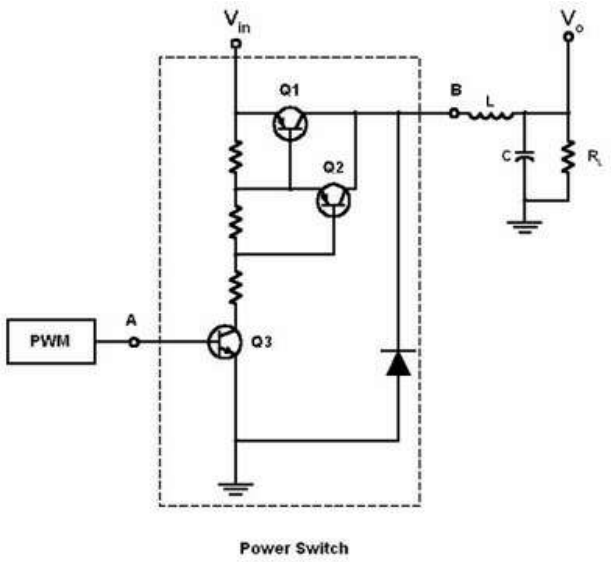
การสร้าง Power switch นี้มีวิธีสร้างได้หลายแบบยกตัวอย่างเช่น



รูปที่ 2.16 Single Pole-Single Throw, SPST

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

วงจรในรูปที่ 2.16 ใช้ไดโอดและสวิตช์เดี่ยวทางเดียว (Single Pole-Single Throw, SPST) ที่ควบคุมโดย PWM เมื่อสวิตช์ปิดไดโอดจะไม่นำกระแส กระแสจึงไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ และได้ VB = Vin เมื่อสวิตช์เปิดกระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะยังคงที่อยู่ ดังนั้นจะมีกระแสไหลจากกราวด์ผ่านไดโอดไปยังตัวเหนี่ยวนำและโหลด ถ้าไม่คิดความต่างศักย์ที่คร่อมไดโอด จะได้ VB=0 เราเรียกไดโอดที่ทำงานในลักษณะนี้ว่า Flyback diode



รูปที่ 2.17 Darlington pair

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

สวิตช์เดี่ยวทางเดียวในรูปที่ 2.16 สามารถแทนได้ด้วยทรานซิสเตอร์ Q1 ในรูปที่ 2.17 สำหรับในกรณีที่โหลดต้องการกระแสมาก เราจะต้องต่อทรานซิสเตอร์เป็นแบบดาร์ลิงตัน (Darlington pair) โดยใช้ Q2 เป็นตัวช่วยในการดึงกระแสเบสของ Q1 ให้มากขึ้น

จากการที่เราใช้ทรานซิสเตอร์แบบ PNP แทนสวิตช์ และเราต้องการให้สวิตช์ปิดเมื่อ VA มีค่าสูงเราจึงต้องใช้ Q3 ที่เป็นชนิด NPN ในการควบคุมสวิตช์ให้เปิดปิดถูกต้อง เมื่อ VA เป็นบวก Q3 จะทำงาน กระแสคอลเลกเตอร์ของ Q3 จะไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวทำให้ Q1 และ Q2 ทำงาน ซึ่งจะได้ VB เกือบเท่ากับ Vin เมื่อ VA เป็นลบหรือศูนย์ Q3 จะไม่ทำงานจึงไม่มีกระแสไปกระตุ้น Q1 และ Q2 ทำให้สวิตช์เปิด Flyback diode ก็จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านให้กับกระแสที่ไหลจากกราวด์ผ่านไปยังตัวเหนี่ยวนำ

การที่ LC Filter จะมีประสิทธิภาพในการกันองค์ประกอบที่มีความถี่สูง ค่าของ reactance ของ C จะต้องน้อยกว่าค่าของ reactance ของ L มากๆ ที่ความถี่มูลฐาน ดังนั้น T/(2PiC) << 2PiL/T หรือ Sqrt(LC) >> T/2Pi

ถ้าเราพิจารณาสมการของ Error-amplifier จะได้ว่า

$$V_{ref} = R1 * Vo/(R1+R2)$$

หรือ $$Vo = Vref * (1 + R1/R2)$$

ซึ่งจะเห็นว่า Vo ไม่ขึ้นกับ Vin และกระแสโหลด แต่จากการที่ Vo เป็นค่าเฉลี่ยของ VB ซึ่ง VB มีค่าสูงสุดเป็น Vin ดังนั้น Vo ที่ได้จะน้อยกว่า Vin เสมอ

ในด้านของประสิทธิภาพวงจรที่สร้างโดยหลักการนี้ถ้าใช้ Power switch ที่มีการสูญเสียต่ำ เช่น ทรานซิสเตอร์ที่มี VCE(sat) ต่ำและมีความเร็วในการสวิตช์สูง และใช้ ตัวเหนี่ยวนำที่มีค่า Q (Quality factor) สูง หรือมีค่าความต้านทานภายในต่ำจะได้ประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

2.6.4.2 Additional Switching Regulator Topologies

จากวงจรในรูปที่ 2.15 แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะน้อยกว่าแรงดันอินพุตและมีค่าเป็นบวกเสมอ เราจึงคิดหาทางแก้ไขข้อจำกัดอันนี้ โดยวงจรในรูปที่ 2.18 เป็นวงจรที่สร้างแรงดันเอาต์พุตที่เป็นบวกและมีค่ามากกว่า Vin

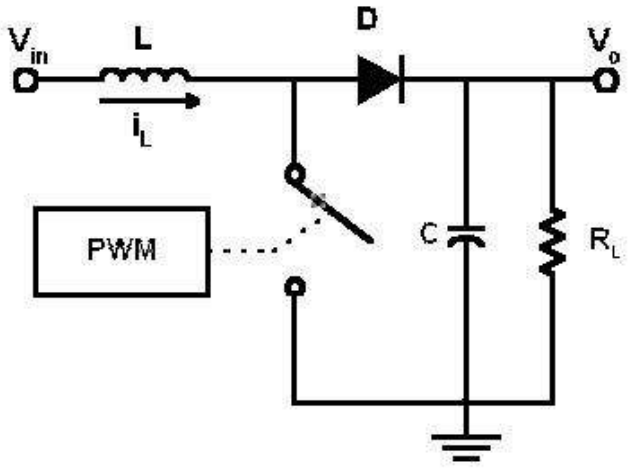
ในช่วงที่สวิตช์ปิด(สมมติว่าปิดเป็นเวลา T1) ไดโอดจะไม่นำกระแส ในช่วงนี้ตัวเก็บประจุจะคายประจุให้กับโหลด โดยเราจะต้องเลือกให้ C*RL >> T1 เพื่อให้ค่า Vo เปลี่ยนแปลงน้อย ในช่วงนี้แรงดันคร่อมตัวเหนี่ยวนำ คือ Vin จะทำให้กระแส iL เพิ่มขึ้นจนถึงช่วงที่สวิตช์เปิดตามสมการ

$$di = Vin * dt/L = Vin * T1/L$$

ในช่วงที่สวิตช์เปิด(สมมติว่าเปิดเป็นเวลา T2) กระแสที่ไหลในตัวเหนี่ยวนำไม่สามารถเปลี่ยนแปลงในทันที ดังนั้นกระแสที่ไหลในขณะสวิตช์เริ่มเปิดยังคงมีค่าคงเดิม มีผลทำให้ไดโอดนำกระแส กระแสจากตัวเหนี่ยวนำจึงไหลไปยังตัวเก็บประจุและโหลด ในช่วงเวลานี้กระแสของตัวเหนี่ยวนำจะลดลงเท่ากับ Vin * T1/L ทำให้แรงดันคร่อมตัวเหนี่ยวนำมีค่าเป็นลบ (Ldi/dt < 0)

$$\text{ดังนั้น } Vo = Vin - Ldi/dt$$
$$= Vin + L * (Vin * T1/L)/T2$$
$$= Vin * (1+T1/T2) > Vin$$

เมื่อวงจรนี้เข้าสู่ภาวะสมดุลย์ ค่าของ Vo จะมีค่ามากกว่า Vin คือมีค่าเท่ากับ Vin * (1+T1/T2) เมื่อสวิตช์ปิดค่าของ Vo จะลดลงเล็กน้อยขึ้นอยู่กับค่าของ C * RL ดังนั้นเราสามารถควบคุมค่าของ Vo โดยควบคุม duty cycle ของ PWM



รูปที่ 2.18 วงจรที่สร้างแรงดันเอาต์พุตที่เป็นบวกและมีค่ามากกว่า Vin
ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

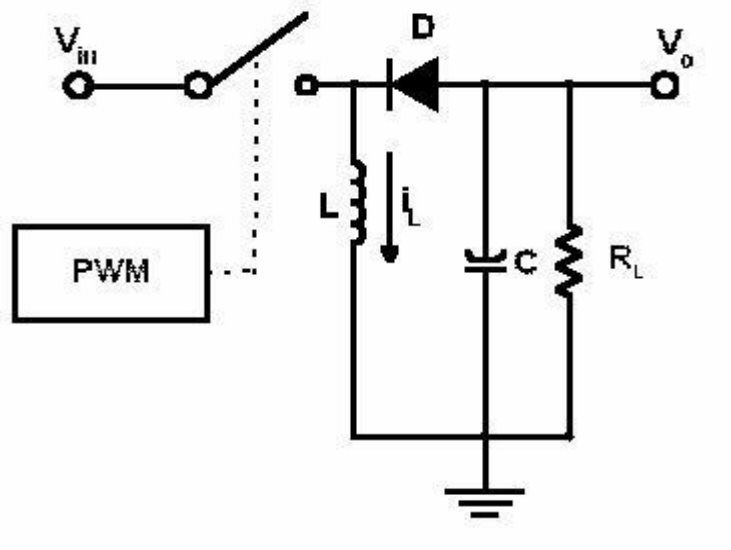
วงจรในรูปที่ 2.19 เป็นวงจรที่ให้ค่า Vo เป็นลบ ซึ่งหลักการของวงจรคล้ายกับหลักการของวงจรในรูปที่ 2.18 คือ

ในช่วงที่สวิตช์ปิดเป็นเวลา T1 ไดโอดจะไม่นำกระแส ตัวเก็บประจุจะคายประจุให้กับโหลดและแรงดันคร่อมตัวเหนี่ยวนำ คือ Vin จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ Vin * T1/L

ในช่วงที่สวิตช์เปิดเป็นเวลา T2 กระแสที่ไหลในตัวเหนี่ยวนำไม่สามารถเปลี่ยนแปลงในทันที ดังนั้นไดโอดจะถูกบังคับให้นำกระแส กระแสของตัวเหนี่ยวนำ จะไหลไปยังตัวเก็บประจุและโหลดทางขั้วที่อยู่ด้านล่าง โดยค่าของกระแสนี้จะลดลงเท่ากับ Vin * T1/L ในช่วงเวลา T2

ดังนั้น Vo = Ldi/dt (ถ้าไม่คิดแรงดันคร่อมไดโอด)
= L * (- Vin * T1/L)/T2
= -Vin * T1/T2

ซึ่งจะเห็นว่าเราสามารถปรับขนาดของ Vo ได้โดยปรับ duty cycle ของการสวิตช์

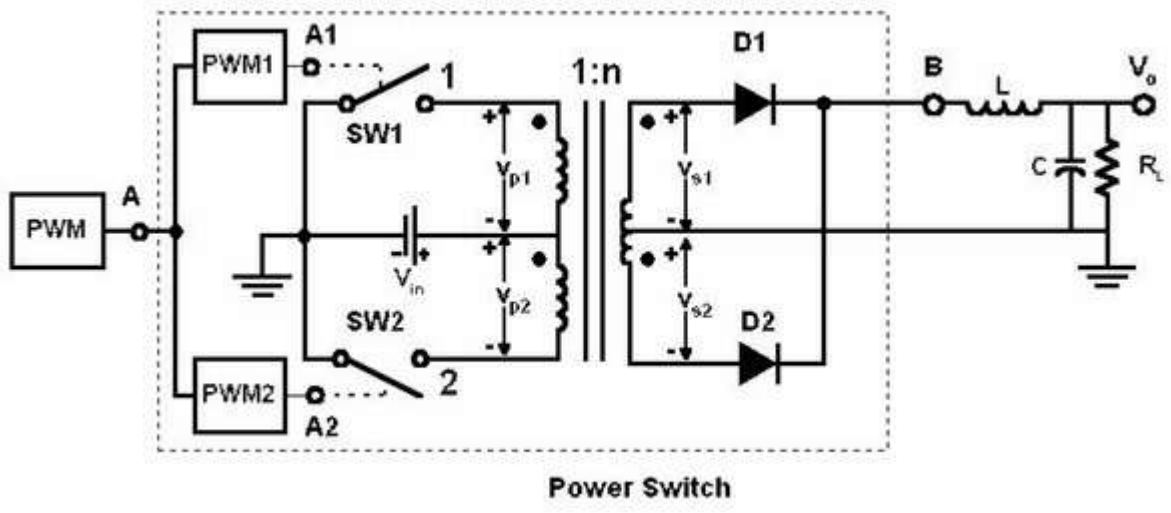


รูปที่ 2.19 วงจรที่ให้ค่า Vo เป็นลบ

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

2.6.5 Transformer-Coupled Push-Pull DC-to-DC Converter

ในการสร้างเครื่องจ่ายไฟฟ้าของหัวข้อนี้จะใช้หลักการของ DC-to-DC Converter ซึ่ง Vo อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า Vin และ Vo อาจจะเป็นบวกหรือลบก็ได้ ดังวงจรที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 หลักการของ DC-to-DC Converter

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

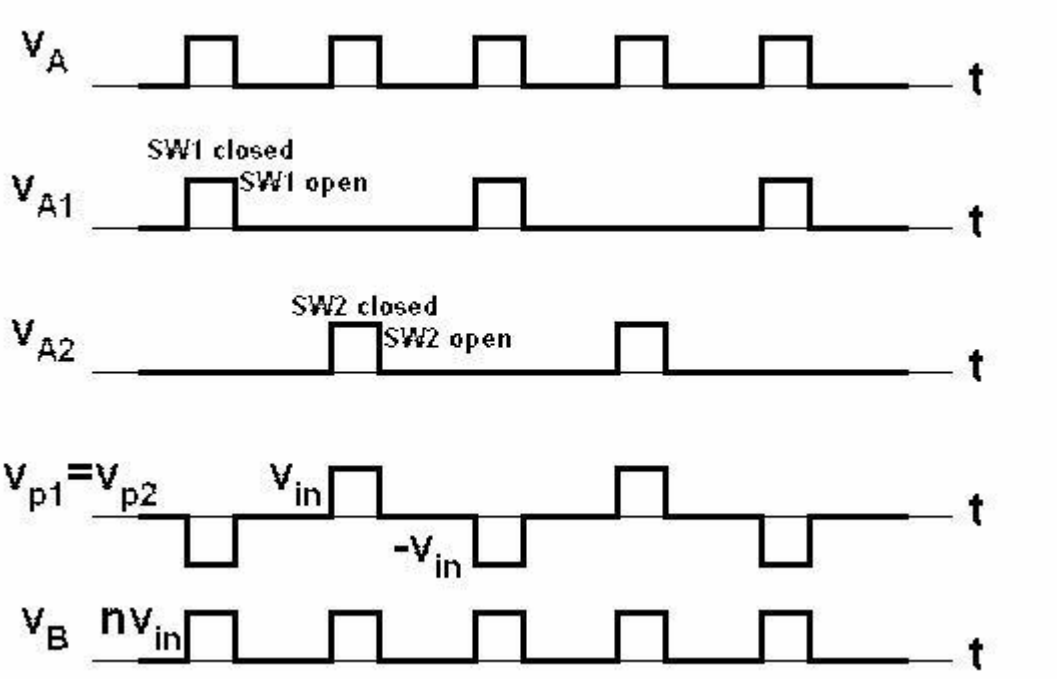
ในวงจรที่เป็นส่วนของพาวเวอร์สวิตช์ มีการใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลางทั้งทางด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ ต่อแบบพุชพุลโดยมี Vin เป็นแหล่งกำเนิดกระแสตรงต่อไว้ที่แท็ปกลาง มี SW1 และ SW2 ควบคุมแรงดันปฐมภูมิ จำนวนรอบของขดลวดในด้านทุติยภูมิมีค่าเป็น n เท่าของจำนวนรอบของขดลวดในด้านปฐมภูมิซึ่งจะทำให้ Vp1 = Vp2, Vs1 = Vs2 และ Vs1 = n *Vp1, Vs2 = n * Vp2 ถ้า n>1 จะได้ Vo > Vin แต่ถ้า n<=1 จะได้ Vo<=Vin

ไดโอด D1 และ D2 ทำหน้าที่เป็น Full wave rectifier เพื่อส่งไปให้ L และ C ซึ่งต่อกันเป็น Low-pass filter ทำหน้าที่กรองให้กระแสตรงเท่านั้นผ่านไปได้ทำให้ Vo มีค่าคงที่และเท่ากับค่าเฉลี่ยของ VB

สวิตช์ SW1 และ SW2 ควบคุมโดยสัญญาณ VA1 และ VA2 ซึ่งได้จากการมอดูเลต VA กับสัญญาณคลื่นสามเหลี่ยมที่คาบเท่ากันแต่เฟสต่างกัน 180 องศา VA1 และ VA2 มีคาบเท่ากับสองเท่าของ VA ดังนั้นสวิตช์ SW1 และ SW2 จะปิดเปิดเป็นระยะเวลาที่เท่ากัน แต่สลับกันคนละรอบของ VA ดังในรูปที่ 2.21 โดย SW1 และ SW2 จะไม่ปิดพร้อมกัน

จากวงจรในรูปที่ 2.20 จะได้ค่าของ Vp1 และ Vp2 (แสดงรูปของสัญญาณไว้ในรูปที่ 2.21) ดังนี้

Vp1 = Vp2 = -Vin ถ้า SW1 ปิด และ SW2 เปิด, +Vin ถ้า SW1 เปิด และ SW2 ปิด, 0 ถ้า SW1 เปิด และ SW2 เปิด



รูปที่ 2.21 SW1 และ SW2 จะไม่ปิดพร้อมกัน

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

Vs1 และ Vs2 จะมีรูปร่างของสัญญาณเหมือนกับ Vp1 และ Vp2 แต่มีแอมพลิจูดเป็น n เท่าและมีค่าเท่ากัน ในช่วงที่ Vs1 มีค่าเป็นบวก ไดโอด D1 จะนำกระแส แต่ไดโอด D2 จะไม่นำกระแส และได้ VB = n * Vin สำหรับในช่วงที่ Vs1 มีค่าเป็นลบ ไดโอด D1 จะไม่นำกระแส แต่ไดโอด D2 จะนำกระแส และได้ VB = n * Vin เหมือนช่วงที่ Vs1 เป็นบวก ในช่วงที่ Vs1=0 และ Vs2=0 ไดโอดทั้งสองตัวจะเสมือนว่าขั้วอาโนดต่อกับกราวด์ ไดโอดทั้งสองตัวจึงทำหน้าที่เป็น Flyback diode ในช่วงนี้ VB=0

จากการที่ L และ C ทำหน้าที่เป็น Low-pass filter เราจึงได้ว่า

Vo = ค่าเฉลี่ยของ VB

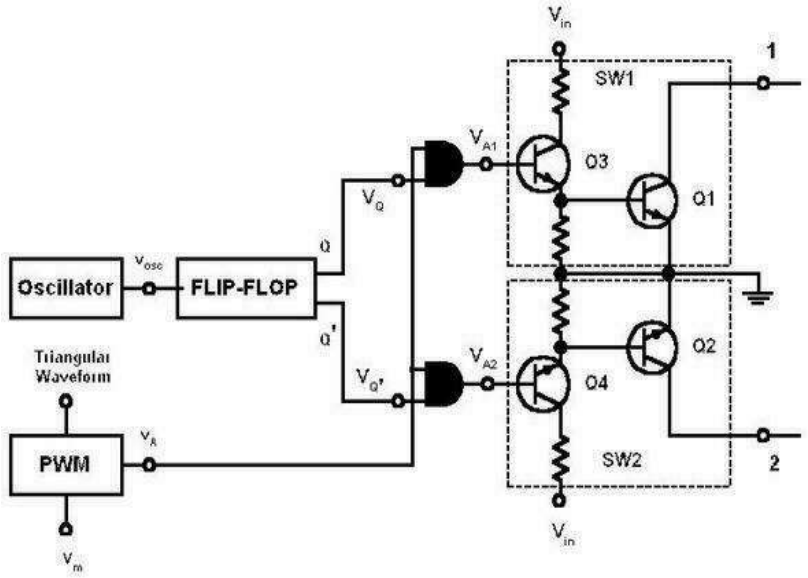
= n * Vin * Duty cycle ของ VA

จะสังเกตว่า ค่าของ Vo อาจจะมีขนาดมากกว่าหรือน้อยกว่า Vin ก็ได้ขึ้นอยู่กับค่าของ n และ Duty cycle ของ VA และถ้าเรากลับขั้วของไดโอดทั้งสองตัวเราก็จะได้ Vo ที่เป็นลบ

ในหัวข้อถัดไปเราจะกล่างถึงการสร้างสัญญาณที่นำมาใช้ควบคุมการสวิตช์ซึ่งจะต้องสร้าง VA1 และ VA2 ที่มี Duty cycle เท่ากัน มีคาบเท่ากัน และต้องมีเฟสต่างกัน 180 องศา

2.6.6 Generating the Switching Waveforms

ในการสร้างสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมสวิตช์ SW1 และ SW2 ในรูปที่ 2.20 จะต้องมีวงจรที่สร้างสัญญาณที่มีคาบเท่ากัน แต่เฟสต่างกัน 180 องศา วิธีการหนึ่งที่ใช้ได้ คือ ใช้วงจรที่มีลักษณะดังในรูปที่ 2.22



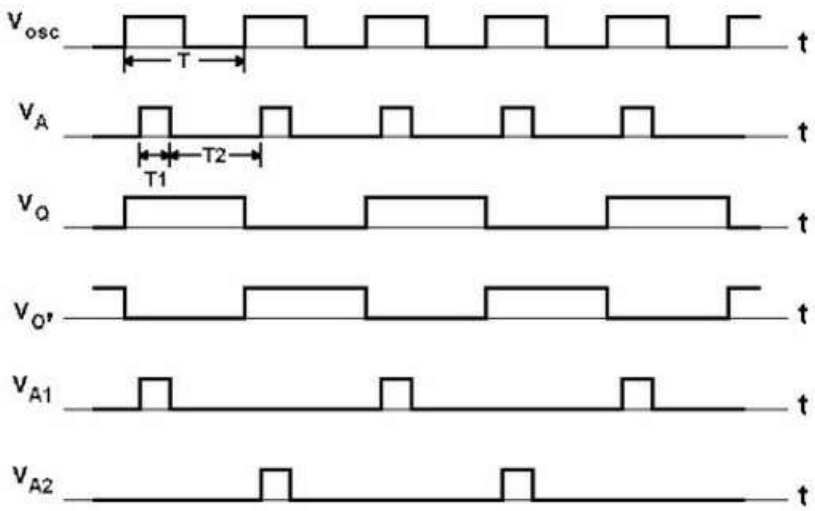
รูปที่ 2.22 วงจรที่สร้างสัญญาณที่มีคาบเท่ากัน แต่เฟสต่างกัน 180 องศา

ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

ในวงจรรูปที่ 2.22 มีออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกา (Vosc) ให้กับฟลิปฟลอป โดยที่สัญญาณนาฬิกานี้จะต้องมีคาบเท่ากับคาบของ VA ดังในรูปที่ 2.23 ฟลิปฟลอปในวงจรทำหน้าที่เป็นวงจรหารสอง ได้เอาต์พุตเป็น VQ และ VQ' ดังในรูปที่ 2.23 ซึ่งจะเห็นว่า VQ และ VQ' มีเฟสต่างกัน 180 องศา มีคาบเท่ากันและเท่ากับสองเท่าของ VA แล้ว ขณะนี้เรามี Vosc, VA, VQ, VQ' ก็ต้องคิดต่อไปว่าจะนำสัญญาณเหล่านี้มาใช้ควบคุม SW1 และ SW2 อย่างไร

จากที่เรารู้ว่า VA1 และ VA2 จะต้องควบคุม duty cycle ได้ เราก็มองหาว่าในบรรดาสัญญาณที่เรามีสัญญาณใดบ้างที่ควบคุม duty cycle ได้ จะเห็นว่าในที่นี้เรามีแต่ VA เท่านั้นที่ควบคุม duty cycle ได้ ซึ่งในรูปที่ 2.23 VA มี duty cycle เท่ากับ T1/(T1+T2) เราจึงนำ VA มาผสมกับ VQ และนำ VA มาผสมกับ VQ' โดยนำมาเป็นอินพุตของ AND gate ดังในรูปที่ 2.22 เราจึงได้ VA1 และ VA2 ดังในรูปที่ 2.23

คราวนี้เราก็มาถึงส่วนของการออกแบบสวิตช์ เราต้องคำนึงว่าเราต้องการเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่สามารถจ่ายกำลังได้มาก ดังนั้นสวิตช์ของเราจึงต้องเป็นลักษณะของพาวเวอร์สวิตช์ โดยใช้พาวเวอร์ทรานซิสเตอร์ในส่วนที่ต่อกับเอาต์พุตของสวิตช์ และใช้ทรานซิสเตอร์ธรรมดามาจ่ายกระแสเบสให้กับพาวเวอร์ทรานซิสเตอร์ โดยต่อกันแบบดาร์ลิงตัน เพื่อเพิ่มอัตราขยาย ในรูปที่ 2.22 Q1 และ Q2 เป็นพาวเวอร์ทรานซิสเตอร์ซึ่งมี Q3 และ Q4 ทำหน้าที่จ่ายกระแสเบสให้ ที่สำคัญทุกส่วนของรูปที่ 2.22 สามารถผลิตเป็นไอซีภายในตัวเดียวได้



รูปที่ 2.23 VA มี duty cycle เท่ากับ T1/(T1+T2)
ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

2.6.7 บทสรุป

ความต้องการใช้เครื่องจ่ายไฟฟ้าที่มีความเที่ยงตรง ราคาถูก มีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพสูง การใช้เรกูเลเตอร์สำเร็จรูปเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัด แต่ในบางครั้งเรกูเลเตอร์สำเร็จรูปก็ไม่สามารถให้สิ่งที่เราต้องการได้ ทำให้ต้องมีการพัฒนาวิธีใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมาใช้สร้างเครื่องจ่ายไฟฟ้า วิธีการหนึ่งที่ได้ผลคุ้มค่าและประหยัดคือใช้หลักการสวิตชิ่ง ซึ่งเครื่องจ่ายไฟฟ้าที่ได้จะมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซนต์ ยิ่งไปกว่านั้นเครื่องจ่ายไฟฟ้าชนิดนี้มียังขนาดเล็กและน้ำหนักเบาอีกด้วย การใช้หม้อแปลงต่อแบบพุชพุลทำให้เราสามารถเลือกแรงดันเอาต์พุตได้หลายแบบ และสามารถจ่ายกำลังได้สูง บางส่วนของวงจรสามารถผลิตเป็นไอซีได้ ทำให้ลดพื้นที่ของเครื่องจ่ายไฟไฟ้าได้บางส่วน จากหัวข้อที่กล่าวมาทั้งหมดผู้อ่านอาจนำไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพื่อไปใช้สร้างเครื่องจ่ายไฟที่เหมาะสมกับการใช้งาน <WBR> ได้ต่อไป

2.7 วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซล่าเซลล์ [9]

กรณีไฟฟ้าเข้าไม่ถึงบ้านหรือบ้านสวนที่อยู่ห่างไกล ครั้นจะขอขยายเขตจากการไฟฟ้า ก็ใช้ทุนทรัพย์จำนวนมหาศาล หลายท่านพยายามหาทางเลือกทดแทนไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้า หนึ่งในนั้น ต้องมีระบบโซล่าเซลล์ อยู่ในใจของท่านแน่นอน ปัญหาอันดับแรกก็คือ ไม่รู้ว่าจะใช้ แผงโซล่าเซลล์ขนาดเท่าไหร่ แบตเตอรี่ขนาดไหน อินเวอร์เตอร์อีก แค่หุงข้าวกินกับดูทีวีสักเครื่องใช้เท่าไหร่ ฯลฯ คำตอบคือไม่มีใครตอบท่านได้หรอกครับ ก่อนอื่นท่านต้องเข้าใจว่าแต่ละคนใช้ไฟไม่เท่ากัน บิลค่าไฟแต่ละบ้านก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นการที่จะตอบว่าเท่าไหร่นั้นตอบไม่ได้หรอกครับถ้าไม่ทราบข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของท่านก่อนการตัดสินใจซื้อ โซล่าเซลล์ สิ่งที่ควรทราบถึงระบบที่เราต้องการเพื่อให้การลงทุนที่คุ่มค่าและเหมาะสม ควรต้องรู้ความต้องการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวันและสถานที่ติดตั้งจึงจะ สามารถคำนวณส่วนประกอบของระบบได้ซึ่งปกติอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดใช้พลังงาน เท่าได(วัตต์ หรือ Watt) และ เราต้องการเปิดใช้งานนานกี่ชั่วโมงต่อวันรวมถึงในกรณีที่แผงโซล่าเซลล์ไม่สามารถรับแสงเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งต้องใช้พลังงานสำรองที่ได้จาก แบตเตอรี่ว่าสามารถใช้ได้นานเท่าใด

2.7.1 ขั้นตอนแรกก่อนการออกแบบและคำนวณ

ระบบพลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ สิ่งแรกที่ควรทำก่อนการขอให้คำนวณ

- เลือกโหลดไฟฟ้าที่เหมาะสม และลดโหลดไฟฟ้าที่จำเป็น
- กำหนดพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในแต่ละวัน
- วางแผนสำรองพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ กรณีไม่มีแดด

ความหมายของหน่วยทางไฟฟ้า ที่จะใช้ในการคำนวณครั้งนี้

1. V (Volt) โวลต์ คือหน่วยที่ใช้เรียกขนาดของแรงดันไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 แบบ

- กระแสสลับ(AC) เช่น ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 220V หมายถึงขนาดของแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์
- กระแสตรง (DC) เช่น ในแบตเตอรี่ต่างๆ 12V , 24V หมายถึงขนาดของแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ และ 24 โวลต์

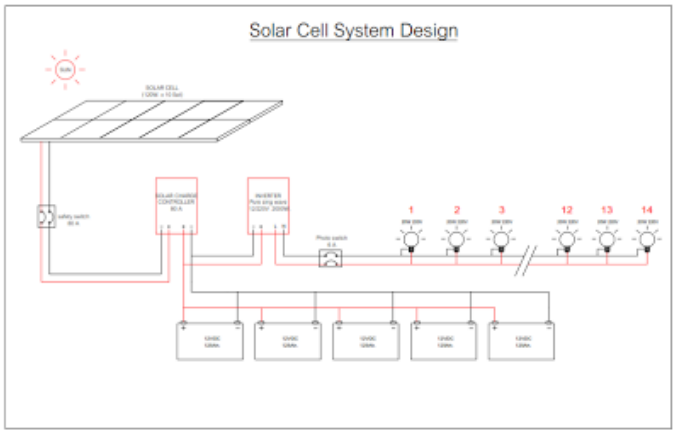
2. Ah (Ampere-Hour) แอมแปร์-ชั่วโมง ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานพลังงานในแบตเตอรี่ 12 V 100 Ah เท่ากับ 12V x 100Ah หรือ 12V x 100A x 3600s จะได้เท่ากับ 4.32 MJ ถ้าแบตเตอรี่ 100 Ahเท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมง หรือแบตเตอรี่จ่าย กระแส 10 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง

3. W (Watt) วัตต์ คือหน่วยที่ใช้เรียกขนาดของกำลังไฟฟ้า เช่น หลอดไฟขนาด 20W หมายถึงหลอดไฟใช้กำลังไฟฟ้า 20 วัตต์

2.7.2 ส่วนประกอบของระบบโซล่าเซลล์

- แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell Panel) ทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง
- แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่ เก็บกระแสไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ผลิตได้ไว้
- เครื่องควบคุม (Solar Charge Controller) ทำหน้าที่ ควบคุมการชาร์จไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ลงแบตเตอรี่และควบคุมการจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ไปเครื่องใช้ไฟฟ้า
- เครื่องแปลงไฟ (Power Inverter) ทำหน้าที่ เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง (ไฟจากแบตเตอรี่ DC)เป็นไฟฟ้ากระสลับ 220 V (ไฟบ้าน AC)

-



รูปที่ 2.24 Solar Cell System Design

ที่มา https://solarcellthailand96.com/design-calculator/easy-formula/

2.7.3 วิธีการคำนวณระบบโซล่าเซลล์

บ้านหลังหนึ่งต้องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้กับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว จำนวน 2 ดวง (18W X 2) เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน, โทรทัศน์สี 21 นิ้ว (120 W) ประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)

ขนาดของแผง = ค่าการใช้พลังงานรวมทั้งหมด / 5 ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น่าจะได้ใน 1 วัน) = {(18 W X 2 ดวง) X 6 ชั่วโมง} + {(120 W) X 3 ชั่วโมง} / 5 ชั่วโมง= 115.2 W

ดังนั้น ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ คือ ขนาด 12V 115.2W แต่คงไม่มีแผงขนาดนี้ ให้ขยับไปใช้ 12V 120W

แบตเตอรี่ (Battery) จะทำหน้าที่เก็บสำรองไฟฟ้า ในเวลาที่แผงโซลาร์ไม่สามรถรับแสงได้ (เวลากลางคืน) แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ควรใช้แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle แต่จะมีราคาสูง ซึ่งเราสามารถเลือกใช้กับแบตเตอรี่ชนิดอื่นแทนได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ หรือแบตเตอรี่แห้ง (Sealed Lead Acid Battery) ได้ ซึ่งจะมีราคาถูกกว่า

สูตรคำนวณขนาดกระแส/ชั่วโมงของแบตเตอรี่สามารถคำนวณได้จาก Ah = ค่าพลังงานรวม / [แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ X 0.6 (% การใช้งานกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่) X 0.85 (ประสิทธิภาพของ Inverter)] = {(18W X 2 ดวง) X 6 ชั่วโมง} + {(120 W) X 3 ชั่วโมง} / [12 โวลต์ X 0.6 X 0.85] = 94.117 Ah

เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า (Charge Controller) จะทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ จะทำให้ยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ ซึ่งต้องมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่ากระแสไฟฟ้า (Amp) ที่ไหลผ่านจากแผงโซลาร์เซลล์สู่แบตเตอรี่ดังนั้น ขนาดของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ควรมีขนาดเกินกระแสไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ เช่น แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 120W 8A ควรใช้ เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ขนาด 10 A

เครื่องแปลงไฟฟ้า (Inverter) ไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีบัลลาสน์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว จำนวน 2 ดวง (18W x 2) เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน และโทรทัศน์สี 21 นิ้ว (120 W) ประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน

= (18 W X 2 ดวง) + (120 W)

= 156 W

ดั้งนั้น ขนาดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าควรมีขนาด 156 W แต่ควรมีขนาดสูงกว่าสำหรับขนาดที่เหมาะควรใช้ ขนาด 200 W ซึ่ง ใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์

โดยสรุปก็คือ บ้านหลังนี้จะใช้อุปกรณ์ระบบโซล่าเซลล์ ดังต่อไปนี้

1. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell Panel) ขนาด 12V 120W
2. แบตเตอรี่ (Battery) ขนาด 12 V 100Ah หรือ 125Ah
3. เครื่องควบคุม (Solar Charge Controller) ขนาด 10A
4. เครื่องแปลงไฟ (Power Inverter) ขนาด 200W

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายพิษณุ สะเตวิน นายสิทธิพงศ์ ขุนทองจันทร์ และ นายณัฐชัย ทองสุข [10] โครงงานนี้ได้กล่าวถึงรูปแบบการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบหยอดเหรียญนำไปใช้ในสถานที่ไม่มีระบบไฟฟ้า โดยมีหลักการคือ นาเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 40 วัตต์ และเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ลูก แล้วนำเอาพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ มาผ่านวงจรเก็บประจุพลังงานให้แบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือโดยมีแนวคิดนี้เป็นการนำเอาพลังงานจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจาวัน เพื่อเป็นพลังทดแทน

นายนิธิอรรถ ปรีดิ์ชม และ นางสาวสิริภัสสร เหล่ามะโฮง [1] โครงงานนี้เป็นวงจรชาร์ต แบตตารีสำหรับโทรศัพท์มือถือจากเซลล์แสงอาทิตย์ ได้ทำการ ออกแบบให้เซลล์แสงอาทิตย์สามารถทางานควบคู่ไปกับวงจรเก็บประจุไว้ในแบตตารีสำรองไฟ เพื่อที่จะได้ประจุไฟฟ้าจากแบตตารีสำรองไฟ ไปชาร์ตให้โทรศัพท์มือถือต่อไป เพื่อเป็นการ ประหยัดพลังงานและยังช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย เครื่อง ชาร์ตแบตตารีสำหรับ โทรศัพท์มือถือจากเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้ เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 18V 5W แบตตารีแห้ง 12 V วงจรชาร์ตแบตตารีสำรองและวงจรชาร์ตแบตตารีสำหรับโทรศัพท์มือถือ จาก การทดลองพบว่า วงจรชาร์ตแบตดังกล่าวสามารถทำงานได้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆได้ต่อไป

อัษฎางค์ บุญศรี และ คณะ [11] บทความนี้ ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างตู้ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถออกแบบระบบที่เหมาะสมกับตู้ชาร์จแบตเตอรี่สาธารณะได้หมด 4 เครื่องในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ผ่านอุปกรณ์ Quick Charge 3.0 จากการออกแบบระบบ พบว่า จะต้องใช้ขนาดแผงโซล่าเซลล์ 100 วัตต์ ผ่านระบบควบคุมการเก็บประจุขนาด 20 แอมป์ แบตเตอรี่ขนาด 75 แอมป์แปร์ชั่วโมงประสิทธิภาพของระบบในช่วง 08.00 – 18.00 น. สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ปกติ โดย

มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงอยู่ในช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่เต็ม 100 เกือบตลอดวัน ในช่วงเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 18.00 – 22.00 น. ระบบสามารถให้แสงสว่างด้วยหลอดแอลอีดีขนาด 6 วัตต์ และชาร์จอุปกรณ์โทรศัพท์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยที่ค่ากำลังไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่จะค่อยๆลดลงตามเวลาที่ใช้งานไปจนถึง 22.00 น. ในส่วนของโครงสร้างระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีความสะดวกต่อการใช้งาน แข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นที่พึงพอใจกับผู้ที่พบเห็นเหมาะสมและเป็นประโยชน์ให้กับผู้คนที่มาใช้งานตามสถานที่สารธารณะ

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานและวิเคราะห์ผล

ในการดำเนินการศึกษาโครงงานเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ดำเนินการศึกษาได้ทำการศึกษาหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทนเพื่อนำไปออกแบบและสร้างเครื่องจนกระทั่งการวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูลเพื่อให้การศึกษาโครงงานนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้ดำเนินการแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นดังนี้คือ

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 การออกแบบและการคำนวณเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

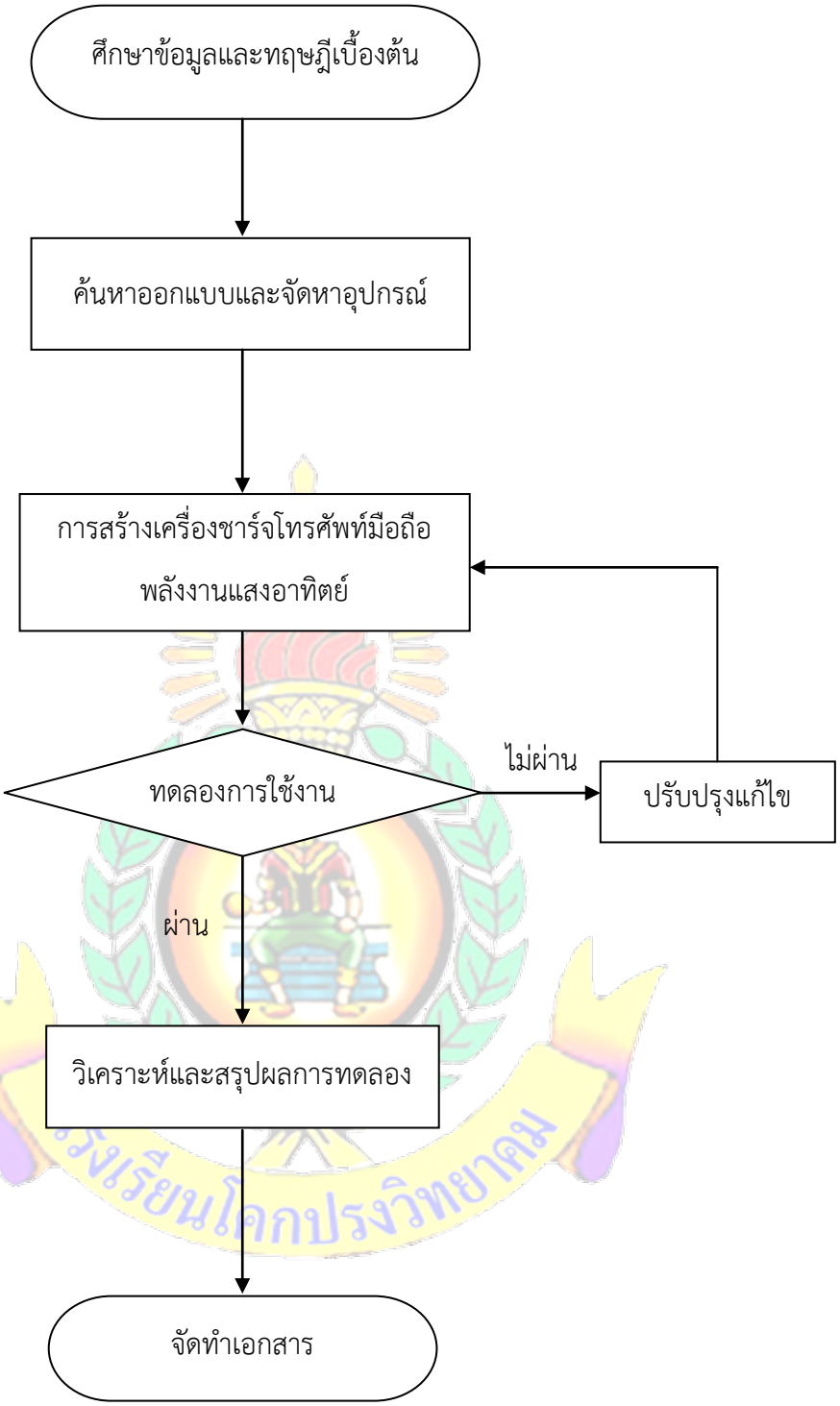
3.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์

3.4 การสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติงาน

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ดำเนินการศึกษาได้พยายามค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบและจัดสร้างเครื่อง เพื่อให้การดำเนินการศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงได้แบ่งขั้นตอนในการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1 ค้นคว้าข้อมูลจากการรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือบทความทางวิชาการและในมหาวิทยาลัยต่างๆ หรือศูนย์ข้อมูลอื่นๆ ที่มีเนื้อหาวิธีการศึกษาและการจัดสร้างคล้ายกับเครื่องเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

3.1.2 ค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ วารสาร นิตยาสาร หรือสิ่งตีพิมพ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบโซล่าเซลล์ การชาร์จแบตเตอรี่จากพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.3 ค้นคว้ามาตรฐานของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่อง เพื่อออกแบบให้ชิ้นส่วนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

3.2 การออกแบบและคำนวณเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

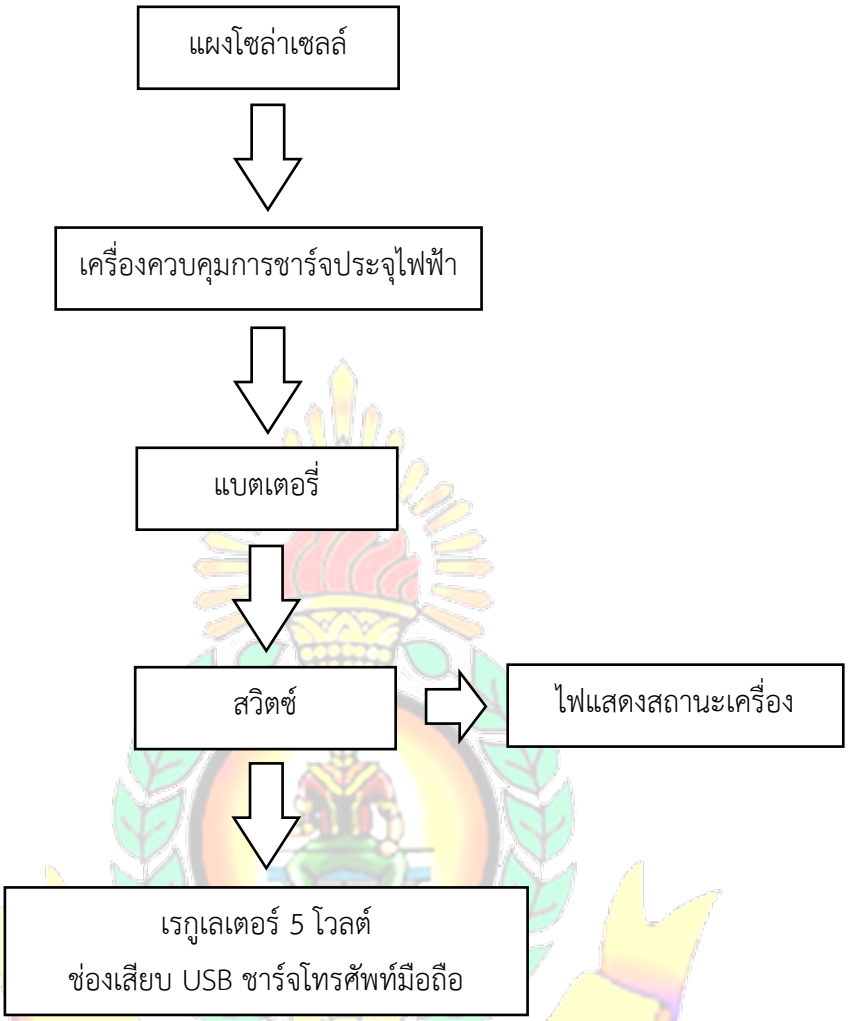
3.2.1 ศึกษาข้อมูล การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ และความเหมาะสมในการทำงานของอุปกรณ์

3.2.2 การคำนวณและออกแบบ ในเรื่องของระบบกลไกการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าพร้อมทั้งชนิดวัสดุต่างๆ ที่ใช้สร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน ความแข็ง และความปลอดภัยในการใช้งาน

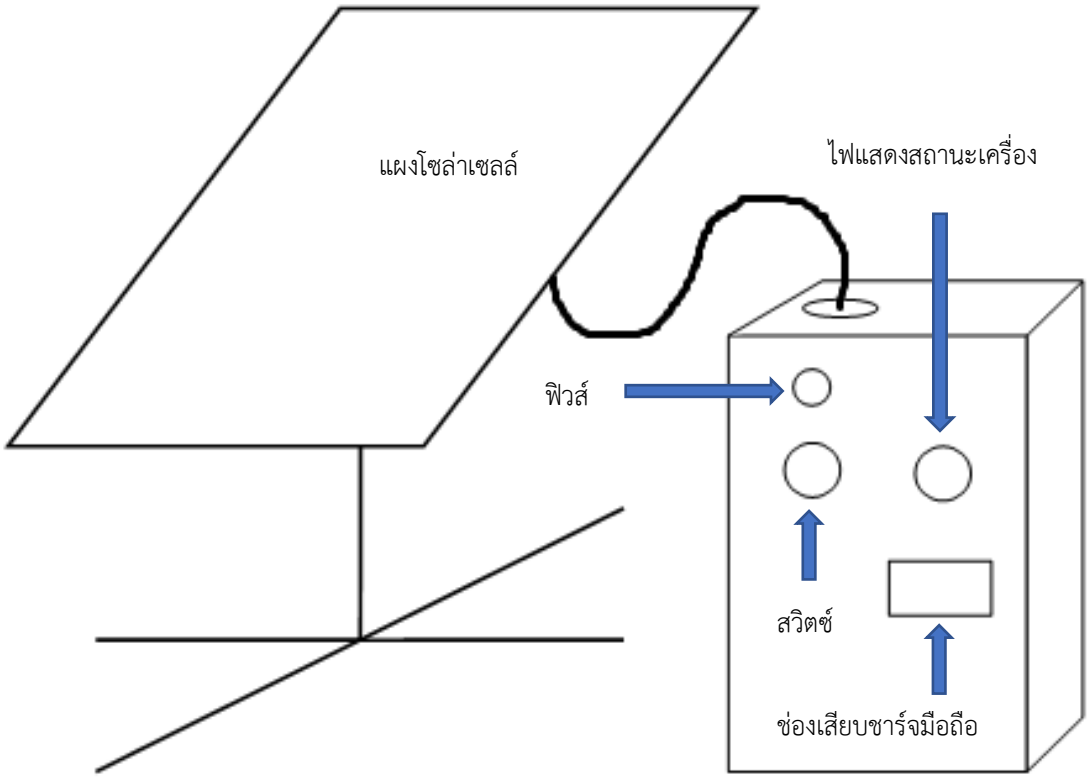
3.2.3 เขียนแบบกำหนด ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดในการสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนประกอบที่ต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- ศึกษามาตรฐานวัสดุที่นำมาใช้ในการจัดสร้างเครื่อง
- ออกแบบโครงสร้างเครื่องโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับการทำงาน
- ออกแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น กำหนดขนาด วัสดุ และจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการจัดสร้าง

ออกแบบการทำงานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนของการทำงานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบโครงสร้างเครื่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏวิทยาลัยโคกปรง

3.3 การเตรียมอุปกรณ์

ขั้นตอนในการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ แยกออกเป็น 2 ขั้นตอดังต่อไปนี้

3.3.1 ทำการผลิตชิ้นส่วนหลัก ๆ ได้แก่

- ตัวฐานเครื่อง
- จุดยึดอุปกรณ์
- กล่องใส่อุปกรณ์
- ระบบกลไกลทางไฟฟ้า

3.3.2 ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์มาตรฐานที่ซื้อนำมาติดตั้ง

- แผงโซล่าเซลล์ 20W
- เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า (solar charger controller)
- แบตเตอรี่ 12 V 5.4 A
- สวิตซ์แบบหมุน Rotary switch
- ไฟแสดงสถานะสีเขียว DC 12V 20mA
- เรกูเลเตอร์ 5 โวลต์
- สายไฟ

3.4 การสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

3.4.1 ผลการออกแบบ การออกแบบเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำเอาหลักการของชิ้นส่วนมาต่อโยงกันจนเป็นกลไกลมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ในการชาร์จมือถือนั้น เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถชาร์จมือถือได้

3.4.2 การจัดสร้าง จากการออกแบบตลอดจนถึงการคำนวณที่กล่าวมาแล้วขั้นต้นจะได้รูปแบบดังนี้

- เครื่องสามารถชาร์จโทรศัพท์ได้
- ใช้เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า ขนาด 10 A
- ใช้แบตเตอรี่ไว้สำรองไฟ 12 V 5.4 AH
- ใช้เรกูเลเตอร์ ควบคุมการชาร์จมือถือ
- มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องและแสดงผลปริมาณไฟฟ้าที่สำรองไว้

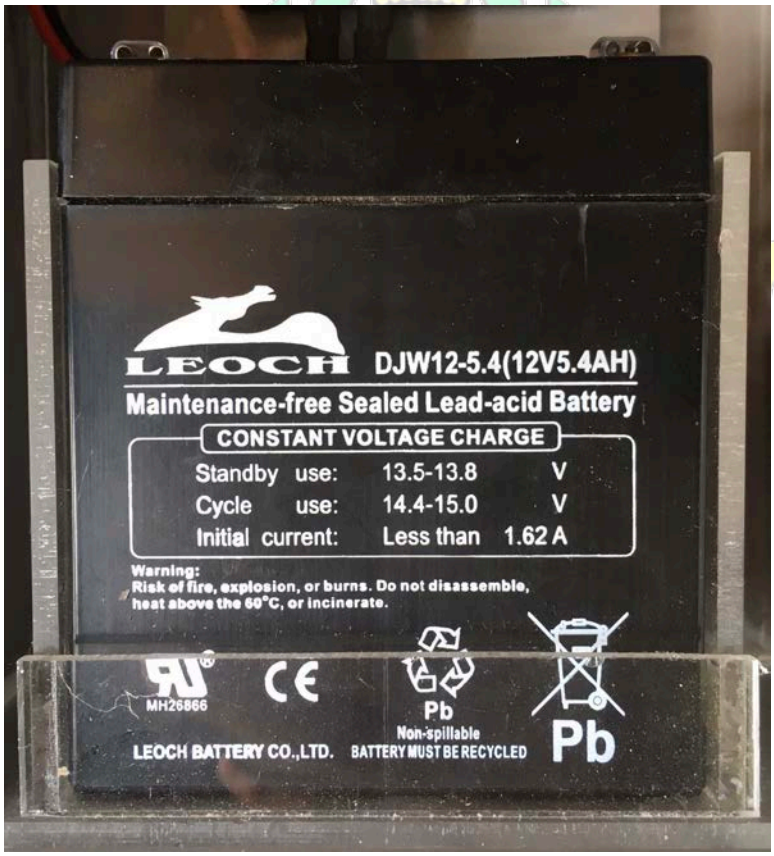
3.4.3 ขั้นตอนการประกอบ ทำการประกอบชิ้นส่วนหลัก ๆ ให้เป็นโครงร่างตามแบบโดยการจับยึดด้วยสกรู ดังนี้

- ประกอบตัวฐานเครื่อง
- ติดตั้งเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า (solar charger controller)
- ติดตั้งแบตเตอรี่
- ติดตั้งสวิตซ์
- ติดตั้งไฟแสดงสถานะ
- ติดตั้งเรกูเลเตอร์
- ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

ดำเนินการจัดสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ตามที่ออกแบบไว้จนเสร็จสมบรูณ์และสามารถชาร์จมือถือได้ ซึ่งผลการสร้างเครื่อง ดังแสดงในรูป

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง

รูปที่ 3.5 เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

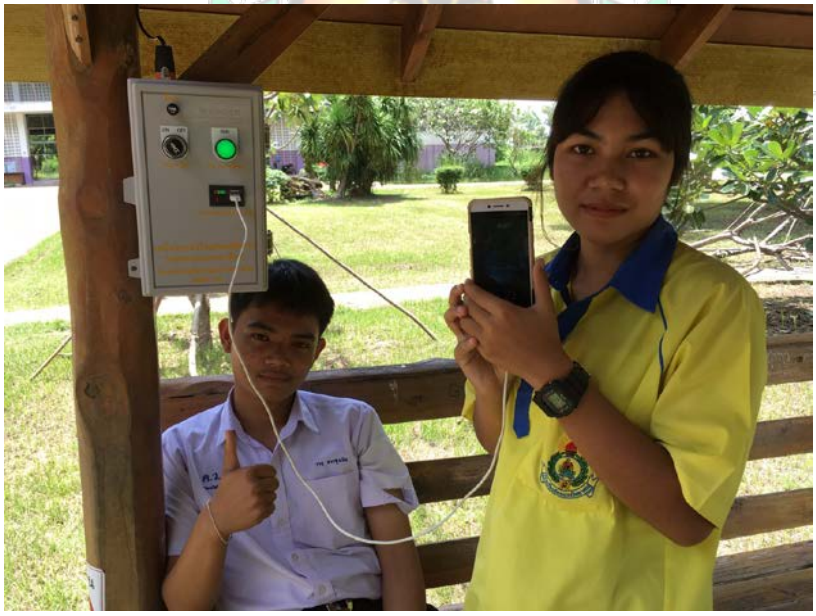


รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ที่ใช้ในการสำรองไฟ

รูปที่ 3.7 ช่องเสียบ USB ชาร์จโทรศัพท์มือถือ

รูปที่ 3.8 กล่องสำหรับรวมอุปกรณ์เป็นตัวเครื่อง

รูปที่ 3.9 นำอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.10 ชิ้นงานที่สำเร็จพร้อมใช้งาน

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

3.5.1 การทดสอบเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อปรับปรุงแก้ไข

1. การทดสอบการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

- การทดสอบใช้งานวัดแรงดันไฟช่องเสียบ USB ได้ 5.2VDC สามารถใช้งานชาร์จมือถือได้
- ให้นักเรียนที่เรียนวิชาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าทดสอบชาร์จมือถือ
- ให้ นายสิทธิโชค ทองโคตร ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม ทดสอบชาร์จมือถือ
- ติดตั้งเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานโซล่าเซลล์ ให้นักเรียนใช้งานที่ศาลานั่งพักในโรงเรียน

2. การทดสอบหลังจากการสร้างและปรับปรุงแก้ไขบางส่วนเพื่อการทำงานที่ดี มีความสวยงานและแข็งแรงทนทาน

3.5.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ

การทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้วิธีการเปรียบเทียบระหว่างการชาร์จมือถือโดยใช้ไฟฟ้าปกติที่เราใช้กันตามบ้านทั่วไป กับการชาร์จมือถือกับเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นมา มีขั้นตอนดังนี้

1. ปริมาณแบตเตอรี่มือถือที่ใช้ในการทดลองแต่ล่ะครั้งคือ 50% เพื่อไม่ต้องใช้เวลาในการทดลองมากเกินไป

2. เปิดเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ นำสายชาร์จโทรศัพท์มือถือเสียบเข้ากับช่องเสียบ USB

3. นำโทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการทดลองเสียบเข้ากับสายชาร์จที่ต่อไว้กับ USB เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการจับเวลา จนกระทั่งแบตเตอรี่มือถือเต็ม บันทึกผลการทดลองเวลาที่ใช้ในการชาร์จมือถือจนเต็ม

4. นำโทรศัพท์มือถือไปใช้งานจนกระทั้งปริมาณแบตเตอรี่มือถือคงเหลือ 50% ทำการชาร์จมือถือกับไฟฟ้าปกติที่เราใช้กันตามบ้านทั่วไป ทำการจับเวลา จนกระทั่งแบตเตอรี่มือถือเต็ม บันทึกผลการทดลองเวลาที่ใช้ในการชาร์จมือถือจนเต็ม

5. เปลี่ยนรุ่นโทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการทดลองใหม่ 10 เครื่อง และทำการทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-4 บันทึกข้อมูลผลการทดลอง

6. นำผลการทดสอบทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูล

7. การประเมินผลการใช้เครื่องที่จัดสร้างขึ้น ทำได้โดยการประเมินจากแบบสอบถาม

3.5.3 วิธีวัดความพึงพอใจ

วิธีวัดความพึงพอใจ (สมนึก ภัทธิยธนี, 2546 : 36-42) กล่าวไว้ดังนี้
แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณ (Rating Scale) และศึกษาการสร้างแบบสอบถามจากตำราวัดผลทางการศึกษา มีลำดับการสร้างดังนี้

1. ศึกษาข้อความแสดงถึงความพึงพอใจและสร้างแบบสอบถาม จำนวน 7 ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณ (Rating Scale) โดยกำหนดคะแนนของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 1 และกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 5 4.50-5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด
ระดับ 4 3.50-4.49 หมายถึง พอใจมาก
ระดับ 3 2.50-3.49 หมายถึง พอใจปานกลาง
. ระดับ 2 1.50-2.49 หมายถึง พอใจน้อย
ระดับ 1 1.00-1.49 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

การกำหนดข้อความในแบบสอบถามควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 ข้อความแสดงความรู้สึก ความเชื่อหรือความตั้งใจในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป ไม่ใช่เป็นข้อเท็จจริง

1.2 ข้อความต้องสั้นเข้าใจง่ายและชัดเจน

2. นำแบบสอบถามที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงข้อความ

พิสุทธา อารีราษฎร์ (2551:176) กล่าวว่าในวัดหรือประเมินความพึงพอใจจะใช้แบบสอบถามวัดทัศนคติตามวิธีของ Likert ซึ่งจะแบ่งความรู้สึกออกเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
. ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจของผู้เรียน แปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้ จำแนกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553:103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.76-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.26-3.75 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.25 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของบุคคล คือการตรวจสอบความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งการตรวจสอบต้องเป็นระบบ มีแบบแผนที่จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า ใช้เครื่องมือวัดหลากหลายและเลือกใช้ตามความเหมาะสม

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่มีการทดสอบการการชาร์จเรียบร้อยแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาทำการประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปหาค่าเวลาที่ได้จากเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้ ใช้สูตรของ วิเชียร เกตุสิงห์ [12]

สูตร หาค่าเฉลี่ยของการทดสอบ

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยที่ทำการทดสอบ

$\sum X$ = ผลรวมของค่าที่ทำการทดสอบ

N = จำนวนครั้งที่ทดสอบ

สูตร การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $S.D.$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

บทที่ 4 ผลการทดลอง

ในการจัดทำเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์นี้ โดยการศึกษาเริ่มจากผลของการออกแบบเครื่องตลอดจนรายละเอียดชิ้นส่วนของตัวเครื่อง เพื่อความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในการชาร์จโทรศัพท์มือถือ ที่จะมาดำเนินการจัดสร้างรวมทั้งพัฒนาเครื่องชาร์จมือถือให้มีความสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ เมื่อสร้างเครื่องเสร็จสมบูรณ์แล้วก็ได้นำมาทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องที่ได้จัดสร้างขึ้นมาว่ามีสมรรถนะในการทำงานได้มากน้อยเพียงใด

4.1 ผลการสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

4.1 ผลการสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

4.1.1 ผลการออกแบบ

การออกแบบเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำเอาหลักการของชิ้นส่วนมาต่อโยงกันจนเป็นกลไกลมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ในการชาร์จมือถือนั้นเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถชาร์จมือถือได้โดยการใช้แผงโซลล่าเซลล์เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองไว้ที่แบตเตอรี่เมื่อไม่มีแสงแดดก็สามารถใช้งานได้ (ผลการออกแบบเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีเพิ่มเติมในภาคผนวก)

4.1.2 ผลการจัดสร้าง

จากการออกแบบตามที่กล่าวมาแล้วขั้นต้นจะได้รูปแบบดังนี้

- เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถชาร์จมือถือได้
- ใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 20 วัตต์
- เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า (solar charger controller) ขนาด 10 A
- แบตเตอรี่ที่ใช้เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้งานเมื่อไม่มีแสงแดด ขนาด 12 โวลต์ 5.4 แอมแปร์
- มีช่องเสียบ USB ไว้ชาร์จโทรศัพท์มือถือ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นการทดสอบการชาร์จโทรศัพท์มือถือโดยการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้วิธีการทดสอบการชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับการชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยไฟฟ้าปกติที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป ได้บันทึกผลการทดลองไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการชาร์จโทรศัพท์มือถือ

เครื่องที่	รุ่นโทรศัพท์	เวลาในการชาร์จ	
		ใช้ไฟฟ้าปกติ220VAC (นาที)	ใช้เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ (นาที)
1	Iphone 5s	97	75
2	Oppo A3s	196	154
3	Samsung J7	101	76
4	Vivo Y12s	116	104
5	Iphone SE ปี 2016	74	63
6	Oppo A53 ปี 2020	89	77
7	Vivo Y11	109	93
8	Oppo A3s	152	124
9	Vivo Y93	126	114
10	Huawei Y7 ปี 2018	82	63
ค่าเฉลี่ยเวลา		114.2	94.3

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจำนวนของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

สถานภาพ	จำนวน (คน)		ร้อยละที่เข้าร่วม
	เป้าหมาย	เข้าร่วม	
นักเรียน	85	85	100
ครูและบุคลากรในโรงเรียน	15	15	100
รวม	100	100	100

ผู้เข้าร่วมกิจกรรม เป็นครูและบุคลากรในโรงเรียน จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100
เป็นนักเรียน จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 100
รวมทั้งสิ้น จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	ความหมาย
		4.74	มากที่สุด
1	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้จริง	5	มากที่สุด
2	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้ง่าย	4.87	มากที่สุด
3	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีประโยชน์ต่อโรงเรียนของท่าน	4.88	มากที่สุด
4	ท่านเห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือมีความเหมาะสม	4.48	มาก
5	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5	มากที่สุด
6	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนได้	4.33	มาก
7	ภาพรวมความพึงพอใจในการใช้ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์	4.65	มากที่สุด

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการนำเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาประยุกต์ใช้งานในการชาร์จโทรศัพท์มือถือ อำนวยความสะดวกให้กับบุคคลที่ผ่านไปมาใช้งาน และยังเป็นสื่อการเรียนการสอนสามารถบูรณาการได้หลากหลายเป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านเศรษฐกิจพอเพียงในเรื่องของเทคโนโลยีพลังงานสะอาด การบูรณาเรียนรู้หลักการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ กระบวนการเกิดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์และการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามและอยากหาคำตอบอยากเรียนรู้และอยากลงมือทำ กระทั่งเกิดเป็นนวัตกรรมที่ทุกคนได้ใช้งานร่วมกันคือ เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีจุดชาร์จโทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งเป็นการตอบโจทย์หรือสอดคล้องกับนโยบายการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน จนกระทั่งทำงานได้สำเร็จ จากการทดสอบการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถชาร์จโทรศัพท์มือถือได้จริง ผลการทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น ใช้วิธีการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทำการชาร์จมือถือด้วยเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์กับการชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยไฟฟ้าปกติที่ใช้กันตามบ้านทั่วไป โดยทดลองชาร์จที่ปริมาณแบตเตอรี่มือถือตั้งแต่ 50%-100% โทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการทดลอง 10 เครื่อง พบว่า การชาร์จมือถือด้วยเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.3 นาที การชาร์จโทรศัพท์มือถือด้วยไฟฟ้าปกติที่ใช้กันตามบ้านทั่วไปมีเฉลี่ยเท่ากับ 114.2 นาที การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในระดับ มากที่สุด

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

5.2 อภิปรายผล

1. นักเรียนมีจุดให้บริการชาร์จโทรศัพท์มือถือสาธารณะเป็นทางเลือกไว้ใช้งาน

2. ได้แหล่งเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงด้านพลังงานทดแทน โดยการร่วมคิดร่วมทำจนกระทั่งเกิดเป็นเทคโนโลยีที่ใกล้ตัวสามารถประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้จริง เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 5.1 แหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน

3. ได้สื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถบูรณาการได้หลากหลาย โดยเฉพาะนักเรียนหลักสูตรทวิศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ทั้งด้านวิทยาสาสตร์ การคิดเชิงระบบสอดคล้องกับการวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) การออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนได้มีกระบวนการคิดเชิงระบบ นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การบูรณาลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ การรู้จักใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

รูปที่ 5.2 การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนงานไฟฟ้า

รูปที่ 5.3 การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนระบบโซล่าเซลล์

4. ได้เห็นความกระตือรือร้นจากการอยากรู้ของนักเรียนเมื่อเขาได้เรียนรู้แบบActive Learning ที่พวกเขาได้ร่วมลงมือทำและสามารถใช้งานได้

5. เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคตให้กับนักเรียนที่มีความสนใจเกี่ยวกับงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้

รูปที่ 5.4 การบูรณาการเป็นสื่อการเรียนการสอนซ่อมโคมไฟพลังงานแสงอาทิตย์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบจนถึงการทดสอบการทำงาน จะพบปัญหาที่เกิดขึ้นหลายจุดด้วยกันและปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นสามารถแก้ไขข้อบกพร่องบ้างแล้วเพื่อให้เครื่องมีปัญหาน้อยที่สุด จากการจัดสร้างและทดลองเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ให้เพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อความต้องการใช้งานของนักเรียน
2. ควรสร้างเครื่องให้สามารถเสียบชาร์จโทรศัพท์มือถือได้มากขึ้นกว่าเดิม
3. การสร้างแรงบัลดาลใจให้กับนักเรียนในการสร้างนวัตกรรมเป็นสิ่งสำคัญมาก

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

บรรณานุกรม

[1] **นายนิธิอรรถ ปรีดิ์ชม และ นางสาวสิริภัสสร เหล่ามะโฮง ;** (2552) **วงจรชาร์ตแบตเตอรี่สำหรับโทรศัพท์มือถือจากเซลล์แสงอาทิตย์** สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[2] **เซลล์แสงอาทิตย์ที่มา** (สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2562)
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/what-solar-cell/

[3] **ชนิดของแผ่นโซล่าเซลล์** (สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2562)
ที่มา http://www.store.asolar.co.th/article/86/ชนิดของแผงโซล่าเซลล์-และการเลือกใช้งาน

[4] **ระบบของโซล่าเซลล์** (สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2562)
ที่มา https://solarcellthailand96.com/knowledge/solar-cell-system-today/

[5] **พิรุฬห์ ช่วยเต็ม และคณะ ;** (2563) **เครื่องประจุแบตเตอรี่** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] สว่าง ประกอยรุ้งทอง, 2538, **แบตเตอรี่และเครื่องชาร์จ**, บริษัท ซีเอ็นยูเคชั่น จำกัด มหาชน

[7] นพ มหิษานนท์ , 2558, **วิธีติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์** , สำนักพิมพ์คอร์ฟังชั่น (พิมพ์ครั้งที่ 1), นนทบุรี

[8] **เรกูเลเตอร์** (สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562)
ที่มา https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/power_regulator/

[9] **วิธีการคำนวณและออกแบบระบบโซล่าเซลล์** (สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2562)
ที่มา https://solarcellthailand96.com/design-calculator/easy-formula/

[10] **นายพิษณุ สะเตวิน นายสิทธิพงศ์ ขุนทองจันทร์ และ นายณัฐชัย ทองสุข ;** (2554) **เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วยพลังงานแสงอาทิตย์** สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[11] **อัษฎางค์ บุญศรี และ คณะ ;** (2562) **การออกแบบและสร้างตู้ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่** โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

[12] วิเชียร เกตุสิงห์, 2541, **คู่มือการวิจัยการวิจัยเชิงปฏิบัติ**, พิมพ์ครั้งที่ 3, บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนา พานิช จำกัด, กรุงเทพมหานคร

[13] สมนึก ภัททิยธนี, 2554, **การวัดผลการศึกษา**, พิมพ์ครั้งที่ 4, ประสานการพิมพ์, กาฬสินธุ์

[14] พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551, **การพัฒนาซอร์ฟแวร์ทางการศึกษา**, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม

[15] บุญชม ศรีสะอาด, 2551, **การวิจัยเบื้องต้น**, พิมพ์ครั้งที่ 7, สุริวิยาสาสย์, กรุงเทพฯ

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมและสอดคล้องของการศึกษา เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

1. นายสิทธิโชค ทองโคตร	ตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์
2. นางสาววฤนดา เข็มพิลา	ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์
3. นางนงเยาว์ สุวรรณทอง	ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม ตำบลโคกปรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์
ที่ ๙๓๗/๒๕๖๓ **วันที่** ๖ ตุลาคม ๒๕๖๓
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

ด้วยข้าพเจ้า นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต ๔๐ ได้ทำผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ในการจัดทำนวัตกรรม ครั้งนี้ ผู้ศึกษาเห็นว่าบุคลากรในโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม เป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่จะให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและนวัตกรรมในการจัดทำผลงานทางวิชาการได้เป็นอย่างดี ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. นายสิทธิโชค ทองโคตร ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
2. นางสาววฤนดา เข็มพิลา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
3. นางนงเยาว์ สุวรรณทอง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

จึงขอแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและนวัตกรรม สำหรับการทำผลงานทางวิชาการของข้าราชการครูรายนี้ด้วยนี้ด้วย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ).....
(นายกรยุทธ ชูศรีโฉม)
ตำแหน่ง ครู

ความคิดเห็นผู้อำนวยการโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

.....
— ทราบ
— อนุญาตให้เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญได้
.....
.....
.....

ลงชื่อ).....
(นายสิทธิโชค ทองโคตร)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

หนังสือตอบรับ

การเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้าพเจ้า นายสิทธิโชค ทองโคตร ตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของการสร้างนวัตกรรมและคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของ นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่งครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม แล้ว

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ขัดข้องไม่สะดวก

ลงชื่อ.....

(นายสิทธิโชค ทองโคตร)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

หนังสือตอบรับ

การเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้าพเจ้า นางสาววฤนดา เข็มพิลา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของการสร้างนวัตกรรมและคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของ นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่งครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม แล้ว

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ขัดข้องไม่สะดวก

ลงชื่อ.....

(นางสาววฤนดา เข็มพิลา)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

หนังสือตอบรับ

. การเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้าพเจ้า นางนงเยาว์ สุวรรณทอง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของการสร้างนวัตกรรมและคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของ นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่งครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม แล้ว

☑ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ขัดข้องไม่สะดวก

ลงชื่อ.....

(นางนงเยาว์ สุวรรณทอง)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน
เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินคุณภาพของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

แบบสอบถามนี้จะให้ผู้ใช้งานจริงเป็นผู้ตอบและนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิจัยกรุณาอ่านและตอบคำถามตามสภาพจริง

ส่วนที่ 1: ข้อมูลส่วนตัว

สถานะ ☐ ครู ☐ นักเรียน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

ส่วนที่ 2: รายการประเมิน

คำชี้แจง : กรุณากาเครื่องหมาย ✓ หน้าช่องที่ท่านคิดว่าเหมาะสม ตามระดับความพึงพอใจดังนี้

ระดับความพึงพอใจ : 5 = มากที่สุด 4 = มาก
3 = ปานกลาง 2 = น้อย
1 = น้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้จริง					
2	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้ง่าย					
3	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์มีประโยชน์ต่อโรงเรียนของท่าน					
4	ท่านเห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือมีความเหมาะสม					
5	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
6	ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทนได้					
7	ภาพรวมความพึงพอใจในการใช้ท่านเห็นว่าเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์					

ตารางที่ ข.1 แสดงผลการชาร์จโทรศัพท์มือถือ

เครื่องที่	รุ่นโทรศัพท์	เวลาในการชาร์จ	
		ใช้ไฟฟ้าปกติ220VAC (นาที)	ใช้เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ (นาที)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
ค่าเฉลี่ยเวลา			

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

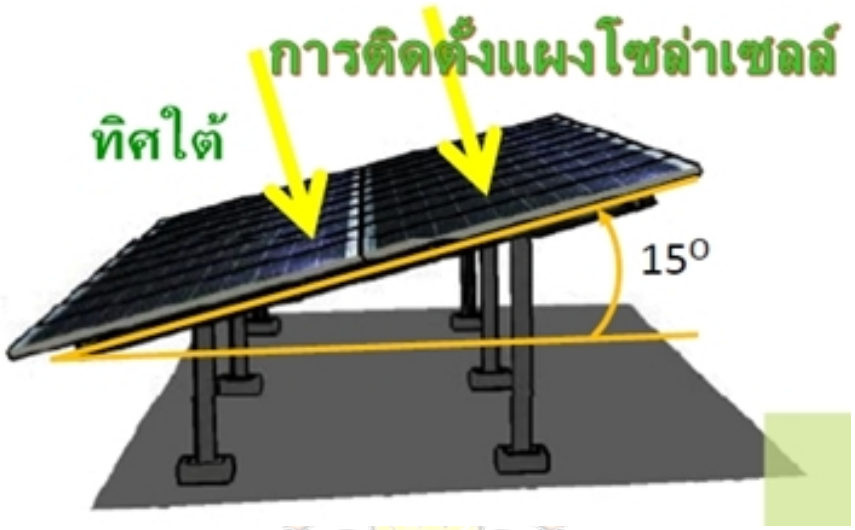
เครื่องชาร์จมือถือพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับการชาร์จมือถือ เพื่อให้เป็นทางเลือกในการชาร์จมือถือจากไฟฟ้าตามบ้านหรือการที่นักเรียนนำมือถือมาชาร์จไฟของโรงเรียน เป็นการนำพลังงานสะอาดมาประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ลักษณะและส่วนประกอบของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ ค.1 เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีการติดตั้งและใช้งานงานเครื่องชาร์จมือถือพลังงานแสงอาทิตย์

1. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ทิศทางสำหรับติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวันและทั้งปี และต้องเป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีเงาบดบัง โดยปกติแล้วในประเทศไทยการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะอยู่ทางทิศใต้ โดยเอียงทำมุมกับดวงอาทิตย์ประมาน 15 องศา เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด



รูปที่ ค.2 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

ที่มา https://www.solarhub.co.th/solar-solutions/residential-solar/327-how-much-space

2. ติดตั้งเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ในที่ร่มเหมาะแก่การใช้งานชาร์จโทรศัพท์มือมือ
3. ต่อสายไฟฟ้าที่ออกจากแผงโซล่าเซลล์เข้ากับตัวเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
4. เปิดเครื่อง จะมีไฟแสดงสถานะสีเขียวขึ้นแสดงว่าเครื่องทำงานแล้ว
5. นำสายชาร์จโทรศัพท์มือถือเสียบที่ช่องเสียบสายชาร์จโทรศัพท์มือถือก็สามารถชาร์จมือถือได้แล้ว

ภาคผนวก ง

เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ศึกษาดำเนินการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2562 จนกระทั่งเสร็จสิ้น ปีพุทธศักราช 2563 โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3 ข้อดังนี้

1. เพื่อสร้างเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่ออำนวยความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือในที่สาธารณะ
3. เพื่อทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

การดำเนินงานดังกล่าว ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้ทำผลงานเผยแพร่ ในโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ โครงการอบรม นิทรรศการวิชาการ ดังแสดงรายละเอียด ต่อไปนี้

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

ที่ ศธ ๐๔๒๗๐.๓๕/๒๘๐

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม หมู่ 9
ตำบลโคกปรง อำเภอวิเชียรบุรี
จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๑๓๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๓

เรื่อง การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๔๐

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
๒. เอกสารประกอบกระบวนการสร้างและการทำงาน
๓. เอกสารการสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริตในรูปแบบของการนำทรัพย์ของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว
๔. แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ด้วยข้าพเจ้า นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๔๐ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเป็นสื่อการสอนพลังงานทดแทน การทำงานของระบบโซล่าเซลล์ การประยุกต์ใช้งานพลังงานทดแทน และการสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริตในรูปแบบการนำทรัพย์ของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว

โรงเรียน จึงขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานดังกล่าว ในการจัดนิทรรศการผลงานนวัตกรรมของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๔๐ วันที่ ๓๐ กันยายน ๒๕๖๓ พร้อมนี้หากได้รับเอกสารแล้ว กรุณาตอบแบบตอบรับเอกสาร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายสิทธิโชค ทองโคตร)
ผู้อำนวยการโรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม
โทร. ๐๕๖๐๒๙๔๐๖

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า เสน่ห์ ม่วงศิลา ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการ กลุ่ม
เบอร์โทร 081-9735468 ที่อยู่ สำนักงาน กลุ่ม กระทรวงศึกษาธิการ

ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของนายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
2. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
3. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
4. เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริต การนำทรัพย์สินของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว (การใช้ไฟฟ้าโรงเรียน)
   ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น ควรมีป้ายให้ความรู้ และข้อควรปฏิบัติ ของแผง ควบคุม ชัดเจน

ลงชื่อ .....
(เสน่ห์ ม่วงศิลา)
ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการ กลุ่ม

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า นายประกาน พลยาง ตำแหน่ง ครู ค.ศ.๓ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม
เบอร์โทร ๐๘๙ ๕๖๓๒๖๔๔ ที่อยู่ ๓๑๗ ม.๑๐

ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของนายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
2. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
3. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
4. เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริต การนำทรัพย์สินของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว (การใช้ไฟฟ้าโรงเรียน)
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น
เป็นผลงานที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง
ควรส่งเสริมและเผยแพร่ให้นักเรียนได้ใช้ และพัฒนาต่อยอดในอนาคตต่อไป

ลงชื่อ .....
(นายประกาน พลยาง)
ตำแหน่ง ครู ค.ศ. ๓ โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า ดร. รัฐพงษ์ ศรีสด ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองบัวพิทยาคม
เบอร์โทร 081033[illegible] ที่อยู่ 123/11 ต.พิกุลทอง อ.หล่มเก่า จ.หล่มเก่า
จ.เพชรบูรณ์

ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของนายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
2. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
3. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
4. เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริต การนำทรัพย์สินของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว (การใช้ไฟฟ้าโรงเรียน)
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น
ขอชื่นชมผลงานที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและบุคลากรในโรงเรียน
ควรมีการนำไปใช้ในแหล่งที่ตั้งนี้

ลงชื่อ.....
(ดร. รัฐพงษ์ ศรีสด)
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองบัวพิทยาคม

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า นายไกรโรจน์ สินน์สิงห์ ตำแหน่ง ผอ.รร.เพชรบูรณ์วิทยา
เบอร์โทร 0655070933 ที่อยู่ รร.เพชรบูรณ์วิทยา
ต. สะเดียง อ. เมือง จ. เพชรบูรณ์

ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของนายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง การสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
2. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
3. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
4. เป็นเครื่องมือในการต้านทุจริต การนำทรัพย์สินของทางราชการไปใช้ในงานส่วนตัว (การใช้ไฟฟ้าโรงเรียน)
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น - ขอความอนุเคราะห์ รร.เป็นสถานที่ศึกษาดูงาน

ลงชื่อ .....
(นายไกรโรจน์ สินน์สิงห์)
ตำแหน่ง ผอ รร เพชรบูรณ์วิทยา

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์

โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า ดร.ดร. ปกรณ์ ลิมาน ตำแหน่ง อาจารย์

เบอร์โทร 081-6056855 ที่อยู่ ม.3 บ้านหนองบัวแดง

ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของ นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   - O ดีมาก ✓ ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
2. การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมคุ้มค่ากับประโยชน์การใช้งาน
   - O ดีมาก ✓ ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
3. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   - O ดีมาก ✓ ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
4. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   - ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   - ✓ ดีมาก O ดี O พอใช้ O ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น ขอให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ลงชื่อ .....

(ดร.ดร. ปกรณ์ ลิมาน)

ตำแหน่ง อาจารย์ ม.3 บ้านหนองบัวแดง

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์
โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ข้าพเจ้า นาย ชวัช กงเพ็ง ตำแหน่ง ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ
เบอร์โทร 0819716391 ที่อยู่ สพฐ.
ได้รับชมผลงานทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ ของ นายกรยุทธ ชูศรีโฉม ตำแหน่ง ครู โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษา และมีความเห็นว่า ผลงานทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือพลังงานแสงอาทิตย์ มีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิชาการ
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
2. การเลือกใช้วัสดุเหมาะสมคุ้มค่ากับประโยชน์การใช้งาน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
3. การทำงานมีความปลอดภัยและเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
4. เป็นเทคโนโลยีลดการใช้พลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง
5. มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน
   ✓ ดีมาก ○ ดี ○ พอใช้ ○ ควรปรับปรุง

ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะอื่น
ควรพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ในงาน
ชิ้นต่อไปอีกนะคะ

ลงชื่อ .....
(.....)
ตำแหน่ง .....

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นายกรยุทธ ชูศรีโฉม

ตำแหน่ง ครู

วัน เดือน ปี เกิด 5 กันยายน 2528

ที่อยู่ปัจจุบัน 55 หมู่ที่ 1 ตำบลทับกุง อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี

ประวัติการศึกษา

2547 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองแสงวิทยศึกษา
อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี

2549 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
สาขา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
จังหวัดอุดรธานี

2551 ระดับปริญญาตรี
ชื่อปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.)
สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

2557 ระดับปริญญาโท
ชื่อปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.)
สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สถานที่ทำงาน โรงเรียนโคกปรงวิทยาคม ตำบลโคกปรง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์