รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษา น้ำตกธาราเอราวัณชุมชนบ้านตะเบาะ

โดย

ขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะ

พ.ศ. 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษา น้ำตกธาราเอราวัณชุมชนบ้านตะเบาะ

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1.นายขุนแผน ตุ้มทองคำ	คณะเทคโนโลยีการเกษตร
2.นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์	คณะเทคโนโลยีการเกษตร
3.นางนภาพร ตุ้มทองคำ	คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2554

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณชุมชนบ้านตะเบาะ สำเร็จลุล่วงไดด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือจากหลายท่านหลายหน่วยงานผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่าน ผศ.นุทิศ เอี่ยมใส อาจารย์มานะ อินพรมมี ที่ให้คำปรึกษามาโดยตลอด และองค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากสำนักงบประมาณ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นผู้จัดสรรงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๔ การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีในครั้งนี้ขอขอบคุณบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ผลักดันและอนุเคราะห์ให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันใดขอมอบแด่ ครูอาจารย์ที่ประสาทวิทยา ผู้มีพระคุณทุกท่าน องค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงทุกประการหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้

นายขุนแผน ตุ้มทองคำและคณะ
ผู้วิจัย

ชื่อโครงการวิจัย : การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

ชื่อผู้วิจัย : นายขุนแผน ตุ้มทองคำ
นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์
นางนภาพร ตุ้มทองคำ

หน่วยงาน : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปีที่ทำการวิจัย : พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์และทดสอบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ ผลการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้พลังงานไฟฟ้า 1,097 วัตต์ ใช้กังหันน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ใบรับน้ำขนาด 150 X 100 มิลลิเมตร จำนวน 8 ใบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ เจนเนอร์เรเตอร์ ขนาด 220 โวลต์ 4.54 แอมแปร์ เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอร์รี 24 โวลต์ 100 แอมแปร์

ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ 1. ทดสอบในช่วงเวลาในแต่ละวัน เวลา 18.30 – 21.30 น. (Peak) ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร พลังงานไฟฟ้า 1,097 วัตต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91% มีประสิทธิภาพมากที่สุด 2. ทดสอบประสิทธิภาพในรอบ 1 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพในแต่ละวันไม่ต่างกันมากนักในวันที่ 5 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร พลังงานไฟฟ้า 1,057 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91% มีประสิทธิภาพมากที่สุด

Project Research : Design and Develop a Tara-ae-rawan Waterfall Power Generator : A Case Study of Ban Tabou.

The Researcher : Mr. KhunPhaen Toomthongkum
Mr. Sermsak Tipwong
Mrs. Napaporn Toomthongkum

University : Faculty of Agricultural Technology, Phetchabun Rajabhat University

Year : 2011

Abstract

The purpose of this research was to Design and Develop a Tara-ae-rawan Waterfall Power Generator. The power of that to 1,00 watt. and evaluate performance. The study was designed and built Tara-ae-rawan Waterfall Power Generator. The results were as follows : hydro generator could be allotted load for 1,097 watt., having the 8 blades 150 X 100 millimeters per blade which 300 millimeters of diameter, used generator 220 volt., 4.54 A. could be storage the power to 24 volt. 100 A.

The results of evaluate performance were as follows : 1.hour testing was During 18.30 - 21.30 hrs (Peak) the height of the head water since 8.8 meters. Power 1,097 watt. Efficiency 91 % that is most efficiency. 2. Day testing in a week was day 5 the height of the head water since 8.8 meters. Power 1,097 watt. Efficiency 91 % that is most efficiency.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(ก)
บทคัดย่อภาษาไทย	(ข)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญภาพ	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	2
คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
กรอบแนวความคิดในการวิจัย	3
นิยามศัพท์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ข้อมูลน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ จังหวัดเพชรบูรณ์	6
ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ	8
ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ	15
ข้อมูลการแปลงสัญญาณไฟฟ้า	19
ข้อมูลอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	63
เครื่องมือในการวิจัย	63
ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก	65
ทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก	65
การวิเคราะห์ข้อมูล	65
สรุปและอภิปรายผล	65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 การศึกษาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก 67

ตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนารูปแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก 69

ตอนที่ 3 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก 76

บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย 79

อภิปรายผล 79

ข้อเสนอแนะ 79

บรรณานุกรม 81

ภาคผนวก 82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลุ่มน้ำในประเทศไทย	12
2.2 ค่า breaking capacity ที่แตกต่างกัน	38
2.3 ค่า power factor ของกระแสลัดวงจร	43
2.4 แสดงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่	49
2.5 แสดงความกว้างและความสูงของแบตเตอรี่	50
4.1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 20 คน	68
4.2 สอบถามความต้องการของชุมชน ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน	69
4.3 การอัตราการไหลของน้ำในระดับความสูงและขนาดท่อต่างกัน	73
4.4 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะบาะ	76
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะในรอบ 1 สัปดาห์	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
2.1 แสดงชั้นน้ำตกธาราเอราวัณ	7
2.2 น้ำตกธาราเอราวัณ	7
2.3 สภาพทั่วไปของน้ำตกธาราเอราวัณ	8
2.4 สเตเตอร์เฟลม(Stator Frame)	16
2.5 แสดงแกนเหล็กและสลอตสำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์	16
2.6 แสดงโรเตอร์ชนิดขั้วแม่เหล็กยื่นออกมา	17
2.7 แสดงโรเตอร์ชนิดขั้วแม่เหล็กเรียบ	18
2.8 แสดงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	19
2.9 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	20
2.10 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	21
2.11 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	22
2.12 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	22
2.13 ไดโอด D_1 และ D_2 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด (Vout)	23
2.14 ระบบรหัสแท่งไทย	23
2.15 ไดโอด D_3 และ D_4 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด (Vout)	24
2.16 รูปคลื่น Vout เปรียบเทียบกับ Vin ของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	24
2.17 วงจรอินเวอร์เตอร์ทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์	25
2.18 วงจรทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์	26
2.19 วงจรทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์	27
2.20 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบพุชพูล	27
2.21 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ SCR	28
2.22 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส	29
2.23 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N	30
2.24 ลักษณะสมบัติของไดโอดอุดมคติ	30
2.25 กราฟลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของวงจรไบแอส	31
2.26 แรงดันคร่อมตัวไดโอดด้านไบแอสตรง	31
2.27 แสดงค่าความต้านทานในไดโอดทางไฟตรง	32
2.28 แสดงการหาความต้านทานทางไฟสลับ	33
2.29 ลักษณะของ breaker แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไป	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.30 Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป	34
2.31 Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร	34
2.32 Solid state trip or Electronic trip molded case circuit breaker	35
2.33 Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือด้านข้างของเบรกเกอร์	35
2.34 Arcing chamber บางครั้งเรียกว่า arc chute มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะวางซ้อนกัน เป็นชั้นๆ อยู่เหนือหน้าสัมผัส	36
2.35 หน้าสัมผัส (contact)	36
2.36 กลไกตัดวงจร สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป	37
2.37 AIR circuit breaker	37
2.38 Draw out type	38
2.39 Fixed type	39
2.40 ภาพแสดงส่วนประกอบของ Air CB. (click to enlarge)	40
2.41 Miniature circuit breaker	40
2.42 Earth leakage circuit breaker	41
2.43 แสดงวงจรการทำงานของ ELCB	42
2.44 แสดงโครงสร้างแบตเตอรี่	45
2.45 แสดงแผ่นธาตุของแบตเตอรี่	46
2.46 แสดงเซลล์แต่ละเซลล์ต่ออนุกรมกัน	46
2.47 แสดงการตรวจความถ่วงจำเพาะน้ำกรด	46
2.48 แสดงเปลือกแบตเตอรี่	47
2.49 แสดงจุกปิดรูฝาแบตเตอรี่	47
2.50 แสดงรหัสแสดงขนาดแบตเตอรี่	48
2.51 แสดงรายละเอียดของรหัสที่แสดงขนาดแบตเตอรี่	48
2.52 แสดงกราฟเมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟมากมีผลกระทบต่อความจุ (Ah)	49
2.53 แสดงกราฟการประจุไฟและจ่ายไฟด้วยกระแสไฟคงที่ 20 ชั่วโมง	50
2.54 แสดงพิกัดความกว้างและความสูง	51
2.55 แสดงตำแหน่งของขั้วแบตเตอรี่	51
2.56 แสดงแบตเตอรี่จ่ายไฟ	52
2.57 แสดงแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้า	53
2.58 แสดงการตรวจระดับน้ำกรดที่ข้างแบตเตอรี่	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.59 แสดงการตรวจน้ำกรดทางช่องเติมน้ำกลั่น	54
2.60 แสดงการทดสอบด้วยไฮโดรมิเตอร์	55
2.61 แสดงการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ	55
2.62 แสดงการระวังอันตรายจากการประจุแบตเตอรี่	56
2.63 แสดงเครื่องชาร์จช้า	57
2.64 แสดงเครื่องชาร์จเร็ว	57
2.65 แสดงกราฟ ถพ.น้ำกรด ขึ้นกับอุณหภูมิน้ำกรด	58
2.66 รูปแสดงการทำงานของคอนแทกเตอร์ และรีเลย์	59
3.1 ภาพแสดงขันตอนการดำเนินการวิจัย	66
4.1 แสดงระดับความสูงของน้ำตกและจุดรับน้ำ	70
4.2 แสดงใบกังหันน้ำ	74
4.3 แสดงชุดกังหันน้ำ	75
4.4 แสดงชุดกังหันน้ำ	75
4.5 แสดงชุดต้นกำลังจ่ายพลังงานไฟฟ้า	76

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตมนุษย์อย่างขาดไม่ได้ โดยเฉพาะการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างและการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ในปัจจุบันทั่วโลกมีการขยายตัวด้านเศรษฐกิจ และการเพิ่มประชากรที่ใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างสิ้นเปลือง จึงได้ตระหนักถึงการขาดแคลนพลังงานในอนาคต การได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้านั้นต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเครื่องปั่นไฟ โดยอาศัยพลังงานต่างๆ เป็นตัวช่วยขับเคลื่อน เช่น จากพลังงานน้ำที่ไหลผ่านใบผัดทำให้ใบผัดหมุนจึงต้องมีสร้างเขื่อนและโรงไฟฟ้าจึงจะใช้พลังงานน้ำได้ หรือใช้พลังงานที่ได้จากแรงดันจากการต้มน้ำโดยใช้พลังงานจากถ่านหินและน้ำมันที่มีอยู่อย่างจำกัด และพลังงานนิวเคลียร์ที่ยังไม่ปลอดภัยและเกิดมลพิษส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานน้ำจัดเป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ทางอ้อมเหมือนพลังงานหมุนเวียนโดยส่วนใหญ่ น้ำนอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภคแล้ว น้ำยังเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอีกด้วย วัฏจักรของน้ำจะหมุนเวียนไปตราบเท่าที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่ ดังนั้นพลังงานน้ำจึงเป็นทางเลือกที่ได้รับกระแสนิยมในปัจจุบันที่เป็นพลังงานบริสุทธิ์และมีทรัพยากรภายในประเทศอยู่แล้ว แต่ในการผลิตกระแสไฟฟ้าปริมาณมากจากน้ำนั้นจำเป็นต้องสร้างเขื่อนและอาศัยสภาพทางภูมิศาสตร์เป็นอย่างยิ่งจึงจะได้พลังงานไฟฟ้า การสร้างเขื่อนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำลายภูมิศาสตร์เป็นอย่างมากจึงเป็นปัญหาให้กับการพัฒนาพลังงานไฟฟ้าจากน้ำ

ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ภูมิศาสตร์ทางกายภาพที่เหมาะสมหลายพื้นที่ มีน้ำตกและลำธารมากมาย แต่น้ำตกธาราเอราวัณ มีลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสม ตั้งอยู่ใน ตำบลตะเบาะ อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นน้ำตกธรรมชาติที่น้ำไหลแรงจากที่สูงตลอดปี จากเทือกเขาเพชรบูรณ์ มีผืนป่าอุดมสมบูรณ์ น้ำตกธาราเอราวัณเป็นลำธารมีโขดหิน เป็นชั้นต่างระดับโดยประมาณไม่เกิน 3 เมตร น้ำตกธาราเอราวัณ อยู่ในการดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะ น้ำตกธาราเอราวัณเปิดบริการให้นักท่องเที่ยวตลอดเวลา มีศูนย์ควบคุมดูแลโดยมีอาคาร 3 หลัง และติดไฟฟ้าตามจุดต่างๆเปิดไฟฟ้าในเวลากลางคืนเพื่อความปลอดภัยในแต่ละเดือน อบต.ตะเบาะจ่ายค่าไฟฟ้าเฉพาะศูนย์ควบคุมดูแลน้ำตกธาราเอราวัณไม่น้อยกว่าเดือนละ 2,500 บาท ซึ่ง อบต.ตะเบาะมีรายรับน้อยมากเนื่องจากตำบลตะเบาะแยกออกมาจากตำบลน้ำร้อนและตำบลนาป่า มีเนื้อที่ 362,712 ตารางกิโลเมตร เป็นที่ราบเชิงเขามีลำคลองไหลผ่านมีน้ำตลอดปี ติดกับเทือกเขาเพชรบูรณ์ฝั่งจังหวัดชัยภูมิ มีจำนวนประชากรในเขต อบต. 8,677 คน และจำนวนหลังคาเรือน 2,306 หลังคาเรือนอาชีพหลัก ทำนา ทำสวน/ ทำไร่ ค้าขายอาชีพเสริม รับจ้างทั่วไป (http://www.thaitambon.com) จะเห็นได้ว่าตำบลตะเบาะเป็นตำบลที่อยู่ถิ่น ทุระกันดารบางหมู่บ้านไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง อบต.ตะเบาะจึงมีความต้องการสร้างพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในชุมชน

จึงมีแนวคิดในการหาพลังงานทดแทนที่ปลอดภัยจากสภาพปัญหามลพิษให้กับชุนชน โดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน คือน้ำตกธาราเอราวัณเพื่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้นนอกเหนือไปจากการท่องเที่ยว น้ำตกสามารถที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำได้ คือ พลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำให้เป็นพลังงานกล เริ่มจากการนำพลังงานนำไปขับเคลื่อนล้อน้ำ (Water Wheel) ทำได้โดยอาศัยวิธีการเก็บน้ำให้มีระดับน้ำสูงจนมีปริมาณและแรงดันเพียงพอที่จะส่งผ่านท่อน้ำไปหมุนกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในโรงต้นกำลังที่ระดับต่ำกว่าเพื่อผลิตกระไฟฟ้า (สุธรรม ปทุมสวัสดิ์.2547) โครงการวิจัยในครั้งนี้สามารถจะนำทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนและพลังงานบริสุทธิ์ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการลดภาระของชาติที่ต้องผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวนมาก เป็นต้นแบบที่จะสามารถนำมาใช้กับชุมชนบ้านตะเบาะ ทำให้คนในชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนอันเป็นรากฐานด้านเศรษฐกิจต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์

2.2 เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน ของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ

3. คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	Generator
3.2 พลังงานน้ำ	Hydro Energy
3.3 พลังงานกล	Mechanical Energy
3.4 น้ำตก	Waterfall
3.5 พลังงานหมุนเวียน	Renewable energy

4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยการวิจัย ดังนี้

4.1 ขอบเขตของการศึกษา เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก ศึกษาข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำชนิดต่างๆถึงข้อดีและข้อเสีย เก็บข้อมูลแหล่งพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ สภาพทางภูมิประเทศที่ตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก ช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง สภาพปัญหาต่างๆ สถานที่น้ำตกธาราเอราวัณ ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

4.2 ขอบเขตของการออกแบบ

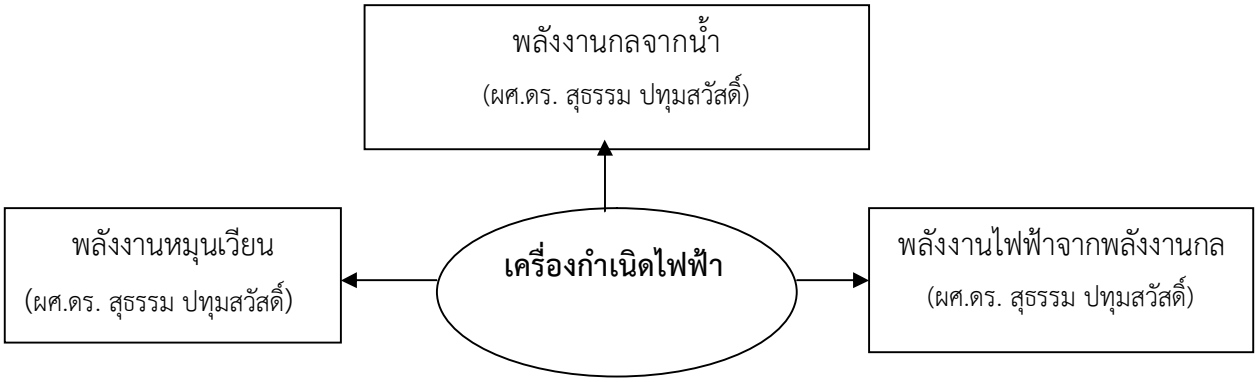
- ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกขนาด ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 W
- กังหันน้ำกรงกระรอก
- ต้นกำลัง จ่ายพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลท์

4.3 ขอบเขตของการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน

- ทดสอบหาประสิทธิภาพการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรอบ 1 สัปดาห์
- ทดสอบการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก ที่ความสูงของระดับน้ำต่างๆ
- ประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- กลุ่มเป้าหมายถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุมชนตำบล ตะเบาะ

5. กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

“การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ” ประกอบไปด้วยสาระสำคัญแนวคิด ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ของการวิจัยดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับศูนย์บริการน้ำตกธาราเอราวัณ องค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะได้ไม่น้อยกว่า 1,000 W

6.2 พลังงานน้ำ หมายถึง เป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างกำลังโดยการอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า

6.3 พลังงานหมุนเวียน หมายถึง พลังงานที่ได้มาจากกระแสพลังงานที่ต่อเนื่องและเกิดซ้ำๆ ในสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานน้ำ

6.4 น้ำตกธาราเอราวัณ หมายถึง น้ำตกธรรมชาติ มีลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสมในการผลิตกระแสไฟฟ้า ตั้งอยู่ใน ตำบลตะเบาะ อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นน้ำตกธรรมชาติที่น้ำไหลแรงจากที่สูงตลอดปี จากเทือกเขาเพชรบูรณ์

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ได้เครื่องต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับศูนย์บริการน้ำตกธาราเอราวัณ องค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะได้ไม่น้อยกว่า 1,000 W

7.2 สามารถหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกธาราเอราวัณ

7.3 สามรถนำข้อมูลความรู้ที่ได้จากการศึกษาทดลองไปเผยแพร่ให้เกิดประโยชน์ กับชุมชนอื่นๆในประเทศไทยที่มีภูมิประเทศคล้ายคลึงกัน

7.4 ได้ต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหมู่บ้านในชุมชนอื่นๆ ที่มีแหล่งน้ำตก

7.5 ได้พลังงานท่งเลือกที่สามารถลดภาวะโลกร้อนไร้มลพิษ คนในชุมชนสามารถบริหารจัดการกันเองได้ภายในชุมชน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

“การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ” โดยได้การศึกษาข้อมูล ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ข้อมูลน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ จังหวัดเพชรบูรณ์
    1.1 ประวัติความเป็นมา ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
    1.2 ลักษณะทางกายภาพน้ำตกน้ำตกธาราเอราวัณ
2 . ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ
    2.1 หลักการทำงานและองค์ประกอบหลักของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
    2.2 ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
    2.3 กำลังผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
    2.4 ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานน้ำในประเทศ
    2.5 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงงานไฟฟ้า
3. ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
    3.1 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
    3.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
4. ข้อมูลการแปลงสัญญาณไฟฟ้า
    4.1 การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง
    4.2 การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ
5. ข้อมูลอุปกรณ์ทางไฟฟ้า
    5.1 ไดโอด
    5.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์
    5.3 เครื่องวัดทางไฟฟ้า
    5.4 แบตเตอร์รี่
    5.5 รีเลย์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.1 ประวัติความเป็นมา ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

ตำบลตะเบาะแยกออกมาจากตำบลน้ำร้อนและตำบลนาป่าเมื่อปี พ.ศ. 2514 โดยมีนายยุ้ง เหลืองไทย เป็นกำนัน และที่ได้ชื่อว่าตำบลตะเบาะนั้นมาจากการเล่าว่าบริเวณวัดป่าเรไรมีต้นโพธิ์ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของนกกาจำนวนมากและมีกาอยู่ตัวหนึ่งมีนิสัยประหลาดชอบไปคาบไข่กาตัวอื่นมาเบาะให้แตกแล้วกินอยู่เสมอ ๆ จนชาวบ้านเรียกบริเวณนั้นว่า “กาเบาะ” และเมื่อการจัดตั้งกลุ่มบ้านจึงตั้งตามคำเรียก “กาเบาะ” จนเพี้ยนมาเป็นตะเบาะ” และเป็นบ้านตะเบาะตลอดมา

สภาพทั่วไปของตำบล เนื้อที่ 362,712 ตารางกิโลเมตร เป็นที่ราบเชิงเขามีลำคลองไหลผ่านมีน้ำตลอดปี เหมาะแก่การเกษตร ประชากรย้ายมาจากที่อื่น โดยตั้งบ้านเรือนเป็นกลุ่มเครือญาติ พื้นที่บางส่วนอยู่ในเขตป่าสงวน

อาณาเขตตำบล ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลนาป่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทิศใต้ ติดกับ ตำบลนายม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทิศตะวันออก ติดกับ จังหวัดชัยภูมิ ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลน้ำร้อน และ ตำบลนายม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

จำนวนประชากรของตำบล จำนวนประชากรในเขต อบต. 8,677 คน และจำนวนหลังคาเรือน 2,306 หลังคาเรือน

ข้อมูลอาชีพของตำบล อาชีพหลัก ทำนา ทำสวน/ ทำไร่ ค้าขาย อาชีพเสริม รับจ้างทั่วไป

ข้อมูลสถานที่สำคัญของตำบล

1) วัดมี 3 แห่ง
2) สำนักสงฆ์มี 6 แห่ง
3) โรงเรียนมี 5 แห่ง
4) น้ำตกมี 2 แห่ง
5) ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะ
6) สาธารณสุขประจำตำบลตะเบาะ

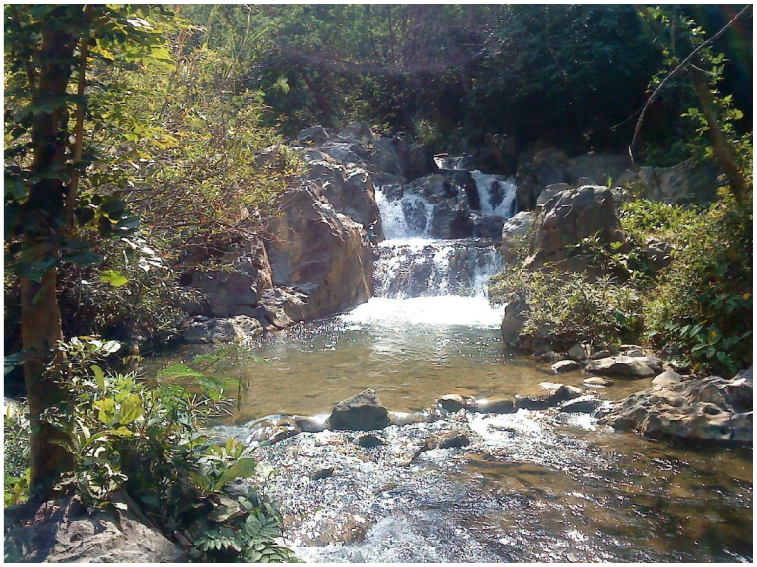
1.2 ลักษณะทางกายภาพน้ำตกน้ำตกธาราเอราวัณ

ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ภูมิศาสตร์ทางกายภาพที่เหมาะสมหลายพื้นที่ มีน้ำตกและลำธารมากมาย แต่น้ำตกธาราเอราวัณหรือน้ำตกหนุ่มสาว มีลักษณะทางภูมิประเทศที่เหมาะสม ตั้งอยู่ใน ตำบลตะเบาะ อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นน้ำตกธรรมชาติที่น้ำไหลแรงจากที่สูงตลอดปีจากเทือกเขาเพชรบูรณ์ มีผืนป่าอุดมสมบูรณ์ น้ำตกธาราเอราวัณเป็นลำธารมีโขดหิน เป็นชั้นต่างระดับโดยประมาณไม่เกิน 3 เมตร

ภาพที่ 2.1 แสดงชั้นน้ำตกธาราเอราวัณ

น้ำตกธาราเอราวัณ อยู่ในการดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลตะเบาะ น้ำตกธาราเอราวัณเปิดบริการให้นักท่องเที่ยวตลอดเวลา มีศูนย์ควบคุมดูแลโดยมีอาคาร 3 หลัง และติดไฟฟ้าตามจุดต่างๆเปิดไฟฟ้าในเวลากลางคืนเพื่อความปลอดภัย

ภาพที่ 2.2 น้ำตกธาราเอราวัณ



ภาพที่ 2.3 สภาพทั่วไปของน้ำตกธาราเอราวัณ

2. ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ

พลังงานน้ำคือพลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของน้ำให้เป็นพลังงานกล พลังงานน้ำจัดเป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ทางอ้อมเหมือนกับพลังงานหมุนเวียนโดยส่วนใหญ่ น้ำนอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์ในการอุปโภคบริโภคและบริโภคแล้วน้ำยังเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอีกด้วย น้ำจัดว่าเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพราะการนำน้ำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานแล้วน้ำก็ยังคงมีสภาพเหมือนเดิมสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ได้เช่นการชลประทาน การอุปโภคและบริโภค วัฏจักรของน้ำจะหมุนเวียนไปตราบเท่าที่ยังมีดวงอาทิตย์อยู่ การนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์มีวิวัฒนาการมา 2,000 ปีล่วงมาแล้วเริ่มจากการนำพลังงานน้ำไปขับเคลื่อนล้อน้ำ(water wheel) เพื่อนำมาใช้ในการเกษตรและการดำรงชีพนับเป็นรูปแบบของการใช้พลังงานในยุคแรก ๆ ที่ไปลดงานจากแรงคนและแรงสัตว์ การนำล้อน้ำมาใช้เมื่อใดไม่มีหลักฐานปรากฏแน่นอน การพัฒนาพลังงานน้ำเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1800 ได้เริ่มมีการพัฒนานำพลังงานน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแห่งแรกสร้างที่เมืองแอปเพลตัน (Appleton) มลรัฐวิสคอนซิล (Wisconsin) ประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1882 เป็นโรงไฟฟ้าขนาด 12.5 กิโลวัตต์ นับตั้งแต่นั้นมาโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำก็แพร่หลายไปประเทศต่างๆ ทั่วโลก เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำมีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพมาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำสามารถหมุนด้วยความเร็วรอบสูงถึง 1,500 รอบต่อนาที และมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 80-90

2.1 หลักการทำงานและองค์ประกอบหลักของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

หลักการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำคือ การเปลี่ยนพลังงานศักย์ของน้ำให้เป็นพลังงานไฟฟ้าทำโดยอาศัยวิธีสร้างเขื่อนปิดกั้นแม่น้ำไว้เป็นอ่างเก็บน้ำ ให้มีระดับน้ำสูงจนมีปริมาณและแรงดัน

เพียงพอที่จะส่งผ่านท่อน้ำไปหมุนกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้าท้ายน้ำที่ระดับต่ำกว่าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า องค์ประกอบหลักของโรงไฟฟ้าพลังน้ำมี 5 องค์ประกอบหลัก คือ

2.1.1 เขื่อนกักเก็บน้ำ (Storage dam) สร้างปิดกั้นแม่น้ำเอาไว้เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนให้มีปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงเพียงพอเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

2.1.2 ท่อส่งน้ำเข้าโรงไฟฟ้า (penstock) มีหน้าที่รับน้ำจากอาคารรับน้ำส่งต่อไปยังเครื่องกังหันน้ำที่ติดตั้งอยู่ในโรงไฟฟ้า ท่อส่งน้ำส่วนใหญ่เป็นท่อเหล็กเหนียวซึ่งอาจฝังอยู่ใต้ดินหรืออาจติดตั้งอยู่ในตัวเขื่อน เช่น ที่เขื่อนภูมิผล หรือวางกลางแจ้ง ซึ่งจะต้องมีแท่นรับและฐานรองรับ

2.1.3 กังหันน้ำ (water turbine) เป็นใบพัดที่รับแรงดันจากน้ำ ทำให้ใบพัดหมุนรอบแกนเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำให้เป็นพลังงานกล

2.1.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) มีหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยมีเพลาต่อจากกังหันน้ำ เมื่อกังหันหมุนเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะหมุน ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้าพลังน้ำส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแกนตั้ง

2.1.5 หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) มีหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำให้สูงเท่ากับแรงดันไฟฟ้าในสายส่งรวม เพื่อส่งจ่ายไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า

2.2 ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

การจัดแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจัดแบ่งได้หลายวิธีซึ่งขึ้นกับลักษณะการจัดแบ่งต่างๆ ดังนี้

2.2.1 แบ่งตามลักษณะการไหลของน้ำ (hydraulic features)

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบดั้งเดิม (conventional plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่แรงดันน้ำเกิดจากการไหลของน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือแหล่งกักเก็บโดยใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานศักย์จากแหล่งเก็บกักน้ำให้เป็นพลังงานกล

2.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ (pumped-storage plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่ใช้วิธีการสูบน้ำจากอ่างน้ำที่อยู่ตอนล่างในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ (off peak) ขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างน้ำตอนบนและนำน้ำที่กักเก็บไว้มาเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (on peak)

3.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบน้ำขึ้นน้ำลง (tidal power plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่ใช้ช่วงการเปลี่ยนระดับน้ำเนื่องจากน้ำขึ้น-น้ำลงมาผลิตกระแสไฟฟ้า

2.2.2 แบ่งตามลักษณะการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้า (based on operation) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.) โรงไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าตลอดวันเป็นหลัก (base load plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่ผลิตและเดินเครื่องตลอดเวลาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดหรือบางส่วน โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำประเภทนี้แหล่งน้ำจะต้องเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่มีน้ำไหลตลอดปี

2.) โรงไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak load plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่ผลิตและเดินเครื่องในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด โรงไฟฟ้าประเภทนี้สามารถเดินเครื่องและหยุดเครื่องได้ตลอดเวลา

2.2.3 แบ่งตามลักษณะการก่อสร้างเขื่อน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีทางน้ำ (run-off-river plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่อาศัยการไหลของน้ำตามธรรมชาติจากแม่น้ำไปยังกังหันน้ำโดยตรง โดยใช้ท่อนย้ำสั้นๆ และเขื่อน

2.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบเขื่อนระหว่างหุบเขา(valley-dam plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้จะสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำทำให้เกิดทะเลสาปขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งจะเก็บน้ำฤดูฝนนำไปใช้ในฤดูแล้ง

3.)โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบคลองแยก (diversion canal plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้น้ำจะไหลแยกจากแม่น้ำไหลผ่านลำคลองหรือท่อส่งน้ำไหลไปยังกังหันและน้ำจะไหลกลับไปยังแม่น้ำตอนท้าย

2.2.4 แบ่งตามขนาดโรงไฟฟ้า (base on capacity)

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ (high capacity power plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีกำลังการผลิตติดตั้งสูงกว่า 100 เมกะวัตต์ขึ้นไป

2.) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดกลาง (medium capacity power plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีกำลังการผลิตติดตั้งระหว่าง 10 ถึง 100 เมกะวัตต์

3.) โรงไฟฟ้าขนาดเล็ก (mini capacity power plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีกำลังการผลิตติดตั้งต่ำกว่า 10 เมกะวัตต์

2.2.5 แบ่งตามความสูงของน้ำ (based on effective head of water)

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.) โรงไฟฟ้าหัวน้ำสูง (high head plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีหัวน้ำสูงกว่า 50 เมตรขึ้นไป

2.) โรงไฟฟ้าหัวน้ำปานกลาง (medium head plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีหัวน้ำอยู่ระหว่าง 15-50 เมตร

3.) โรงไฟฟ้าหัวน้ำต่ำ (low head plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีหัวน้ำต่ำกว่า 15 เมตร

2.3 กำลังผลิตไฟฟ้าของโรไฟฟ้าพลังน้ำ

เมื่อวัตถุก้อนหนึ่งมวล M (กิโลกรัม) ตกลงมาจากระดับความสูง H (เมตร) พลังงานศักย์ที่เปลี่ยนรูปไปมีค่า MgH (นิวตัน-เมตร) แต่สำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำพลังงานศักย์ที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ดังนั้นถ้ามีน้ำปริมาณหนึ่งตกผ่านความสูง H (เมตร) ด้วยอัตรา Q (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) กำลังที่เกิดขึ้นบนกังหันน้ำ เนื่องจากน้ำปริมาณนี้เคลื่อนที่มากระทบกังหันจะมีค่า

Pth = ρQgH (วัตต์)

เมื่อ

Pth = กำลังที่เกิดขึ้นบนกังหันน้ำตามทฤษฎี(วัตต์)

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตรต่อวินาที^{2})

H = ความต่างระดับระหว่างผิวน้ำเหนือเขื่อนและใต้เขื่อน (เมตร)

จากสมการ Pth = ρQgH (วัตต์) เมื่อแทนความหนาแน่นของน้ำมีค่า 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและอัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก 9.81 เมตรต่อวินาที จะได้กำลังที่เกิดขึ้นบนกังหันน้ำตามทฤษฎีมีค่า Pth = 9.81QH (กิโลวัตต์) กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะมีค่าน้อยกว่ากำลังที่เกิดขึ้นบนกังหันน้ำตามทฤษฎี เนื่องจากมีการสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของน้ำไปยังกังหัน และประสิทธิภาพของกังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้าไม่ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ ถ้ากำหนดการสูญเสียทั้งหมดในรูปของประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะได้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าพลังน้ำมีค่า

Po = η Pth (กิโลวัตต์)

หรือ

Po = 9.81η QH (กิโลวัตต์)

เมื่อ Po = กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์)

η = ประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การผลิตไฟฟ้าพลังน้ำจำเป็นต้องอาศัยสภาพทางภูมิศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ถ้าพิจารณาจากสมการกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ Po = 9.81η QH (กิโลวัตต์) จะเห็นว่ากำลังผลิตป็นผลคูณของระดับน้ำที่ใช้ประโยชน์กับปริมาณน้ำที่ผ่านกังหันน้ำ ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำจึงขึ้นอยู่กับระดับความสูงของน้ำที่ใช้ประโยชน์และปริมาณน้ำที่ผ่านกังหัน แต่ในการที่จะให้ปริมาณน้ำไหลผ่านมากๆ ก็จะต้องมีส่วนประกอบขนาดใหญ่ เช่น อาคารรับน้ำ ท่อน้ำและกังหันน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำจึงจำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังน้ำทางทฤษฎี แต่ในการพัฒนาจำเป็นต้องพิจารณาศักยภาพทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ด้วย การก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานานแต่ค่าดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจะมีอายุการใช้งาน

สั้นกว่าและค่าเชื้อเพลิงถูกกว่าแต่ค่าก่อสร้างจะถูกกว่า เพื่อให้มีความเหมาะสมและประโยชน์สูงสุดจึงได้มีการใช้โรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนประกอบกัน โดยถ้าเป็นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อสนองภาระไฟฟ้าระดับต่ำ (base load) และผลิตไฟฟ้าพลังความร้อนสำหรับภาระไฟฟ้าระดับสูง (peak load) แต่ในปัจจุบันการสร้างเขื่อนโรงไฟฟ้าพลังน้ำมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการตัดไม้ทำลายป่า ปัจจุบันจึงนิยมสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กซึ่งมีผลกระทบน้อยกว่าโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา และพัฒนานำโรงไฟฟ้าพลังน้ำสูบกลับมาใช้เพื่อเป็นการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเพราะโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับจะติดตั้งกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่เดินเครื่องอยู่แล้ว(สุธรรม ปทุมสวัสดิ์.2547)

2.4 ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานน้ำในประเทศ

ประเทศไทยได้เริ่มมีการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ พ.ศ. 2448 โดยได้สร้างเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแห่งแรกของไทยเมื่อ พ.ศ. 2507 เขื่อนภูมิพลเป็นเขื่อนอเนกประสงค์ มีการใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีก เช่น ในด้านการชลประทานเก็บน้ำไว้ส่งให้เขื่อนทดน้ำด้านท้ายน้ำผันเข้าคลองส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกในระยะฝนทิ้งช่วงหรือในฤดูแล้งในพื้นที่จังหวัดตาก กำแพงเพชร และพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาประมาณ 7.5 ล้านไร่ รวมทั้งช่วยบรรเทาอุทกภัยในช่วงฤดูฝนและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ ผลพลอยได้ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ เป็นสถานที่ท่องเที่ยว

ประเทศไทยมีแหล่งน้ำภายในประเทศและที่ไหลตามชายแดนกระจายตามภาคต่างๆ ทั่วประเทศคิดเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร และมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้ารวมทั้งสิ้นประมาณ 27,800 เมกะวัตต์

ตารางที่ 2.1 ลุ่มน้ำในประเทศไทย

ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ(ตร.กม.)
แม่น้ำสาละวิน	17,920.00
แม่น้ำโขง	58,474.00
แม่น้ำกก	7,894.00
แม่น้ำชี	49,477.00
แม่น้ำมูล	69,700.00
แม่น้ำปิง	33,989.00
แม่น้ำวัง	10,791.00
แม่น้ำยม	23,616.00
แม่น้ำน่าน	34,330.00
แม่น้ำเจ้าพระยา	20,125.00

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แม่น้ำสะแกกรัง	5,191.00
แม่น้ำป่าสัก	16,292.00
แม่น้ำท่าจีน	13,682.00
แม่น้ำแม่กลอง	30,836.00
แม่น้ำปราจีนบุรี	10,481.00
แม่น้ำบางประกง	7,978.00
ลุ่มน้ำโตนเลสาป	4,150.00
ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก	13,830.00
แม่น้ำเพชรบุรี	5,603.00
ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันตก	6,745.00
ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันตก	26,352.00
ลุ่มน้ำตาปี	12,225.00
ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	8,495.00
ลุ่มน้ำปัตตานี	3,858.00
ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	21,172.00
รวมทั้งสิ้น	**513,115.00**

เนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบดั้งเดิมประเภทที่ต้องมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในปัจจุบันมีอุปสรรคมากมาย เช่น การอพยพราษฎรที่อาศัยอยู่ในบริเวณอ่างเก็บน้ำและปัญหาด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแนวทางการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำในอนาคตของประเทศ จึงมุ่งพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก และโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ ซึ่งจะใช้พื้นที่อ่างเก็บน้ำน้อยกว่าแบบดั้งเดิม และก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากนัก

จากรายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2540 ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2540 : 9) ประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่ติดตั้งแล้วรวมทั้งสิ้นประมาณ 2,922.30 เมกะวัตต์หรือคิดเป็นร้อยละ 10.51 ของศักยภาพในการผลิตพลังงานจากแหล่งน้ำทั้งหมด โดยมีกำลังผลิตรวม 7,119.79 จิกะวัตต์-ชั่วโมง

ศักยภาพพลังงานน้ำในประเทศไทยที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจัดแบ่งตามขนาดเป็น 3 ระดับคือ

2.4.1 พลังงานน้ำขนาดใหญ่ ได้ทำการศึกษาศักยภาพรวม 106 โครงการมีกำลังผลิตรวม 10,586 เมกะวัตต์ แต่ปัจจุบันได้พัฒนาแหล่งพลังงานน้ำขนาดใหญ่ไปแล้ว 15 โครงการ มีกำลังผลิตติดตั้ง 2,882.9 เมกะวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยปีละ 7,227.9 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.4.2 พลังงานน้ำขนาดเล็ก เป็นโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีขนาดตั้งแต่ 200-6,000 กิโลวัตต์ ปัจจุบันมีการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กไปแล้วรวม 24 โครงการ มีกำลังผลิตติดตั้งรวม 38.38 เมกะวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 111.1 ล้านหน่วย

2.4.3 พลังงานน้ำระดับหมู่บ้าน เป็นโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีขนาดตั้งแต่ 0-200 กิโลวัตต์ ปัจจุบันมีการพัฒนาโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำระดับหมู่บ้านไปแล้วรวม 71 โครงการ มีกำลังผลิตติดตั้งรวม 2,067.5 กิโลวัตต์

2.5 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

การนำพลังงานน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้านอกจากจะมีข้อดีหลายๆ ประการ เช่น ในขบวนการผลิตไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ไม่มีมลพิษทางเสียง และทรัพยากรน้ำมีอยู่ทั่วไป ก็ตามแต่ก็มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่เริ่มสร้างเขื่อนจนกระทั้งสร้างเสร็จไปแล้ว ซึ่งจะเป็นผลกระทบทั้งด้านสิ่งแวดล้อม และสังคมซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเด็นใหญ่ๆ 3 ประเด็น คือ ผลกระทบทางอุทกวิทยา (hydrological effects) ผลกระทบทางนิเวศวิทยา (ecological effects) และผลกระทบทางสังคม (social effects) แต่โดยปกติแล้วเขื่อนที่สร้างขึ้นมักจะเป็นเขื่อนเอนกประสงค์เพื่อการชลประทาน ป้องกันน้ำท่วม ท่องเที่ยว ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจึงมิใช่เป็นผลจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำอย่างเดียว ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

2.5.1 เกิดการสะสมตะกอน

เมื่อน้ำถูกขังไว้จะมีผลทำให้ความเร็วของน้ำลดลง เกิดตะกอนทับถมกันด้านท้ายเขื่อน ซึ่งเมื่อสะสมนานขึ้น จะทำให้ระบบนิเวศวิทยาของแม่น้ำหรือทะเลสาปด้านท้ายน้ำเสียสมดุล เพราะแหล่งอาหารและแร่ธาตุทับถมเป็นตะกอนอยู่ในเขื่อน

2.5.2 เกิดอุทกภัย

ในบริเวณที่มีการสร้างเขื่อนจะทำให้เกิดน้ำท่วมในบริเวณนั้นประชาชนต้องย้ายถิ่นฐาน ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านสังคมส่วนหนึ่ง และนอกจากนี้น้ำท่วมเกิดจากการสร้างเขื่อนมีผลกระทบต่อสัตว์ป่าจะต้องย้ายถิ่นฐาน

2.5.3 เกิดแผ่นดินเคลื่อนและแผ่นดินไหว

เขื่อนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแผ่นดินเลื่อน(landslides) ได้เนื่องจากน้ำหนักของน้ำกดทับบริเวณที่เป็นลอยเลื่อนของผิวโลก (earth’s crust)

2.5.4 ผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน

นอกจากการสร้างเขื่อนจะทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างแล้วยังทำให้เกิดการซึมของน้ำบนพื้นดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นและมีผลต่อความเค็มของดิน

2.5.5 ผลกระทบต่อการอพยพประชาชนและการจัดตั้งถิ่นฐานใหม่

เขื่อนพลังน้ำมีผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยในบริเวณที่จะถูกน้ำท่วมจากอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทำให้ต้องมีการอพยพย้ายถิ่นฐาน

2.5.6 ผลกระทบต่อป่าไม้

การสร้างเขื่อนพลังน้ำมีผลกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้เพราะในการสร้างเขื่อนจำเป็นต้องใช้พื้นที่ป่าเพื่อเป็นอ่างเก็บน้ำและตัวเขื่อน นอกจากนี้ก็ยังมีผลกระทบต่อผลผลิตและแหล่งพันธุกรรมของพืชในป่าไม้

2.5.7 ผลกระทบต่อสัตว์ป่า

เนื่องจากบริเวณอ่างเก็บน้ำเป็นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นบริเวณที่สัตว์ป่าอาศัยและหาแหล่งอาหารหลังจากการสร้างอ่างเก็บน้ำมีผลกระทบต่อสัตว์ป่า(สุธรรม ปทุมสวัสดิ์.2547)

3. **ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ**

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการทำงาน ว่าเมื่อสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กก็จะได้ไฟฟ้าออกมา เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่สร้างสนามแม่เหล็ก เรียกกว่า ฟิลด์ และส่วนที่สร้างแรงดันไฟฟ้าเรียกว่าอาเมเจอร์ ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ฟิลด์จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ อาเมเจอร์จะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ฟิลด์และอาเมเจอร์ สามารถเป็นได้ทั้งส่วนที่อยู่กับที่และส่วนที่หมุน โดยในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก จะสามารถสร้างได้ทั้งแบบฟิลด์และอาเมเจอร์หมุน แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ จะสร้างได้แต่แบบอาเมเจอร์อยู่กับที่เท่านั้น เพราะจะมีปัญหาน้อยกว่า แรงดันที่เกิดขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญสองตัวคือ ความเร็วรอบและเส้นแรงแม่เหล็ก

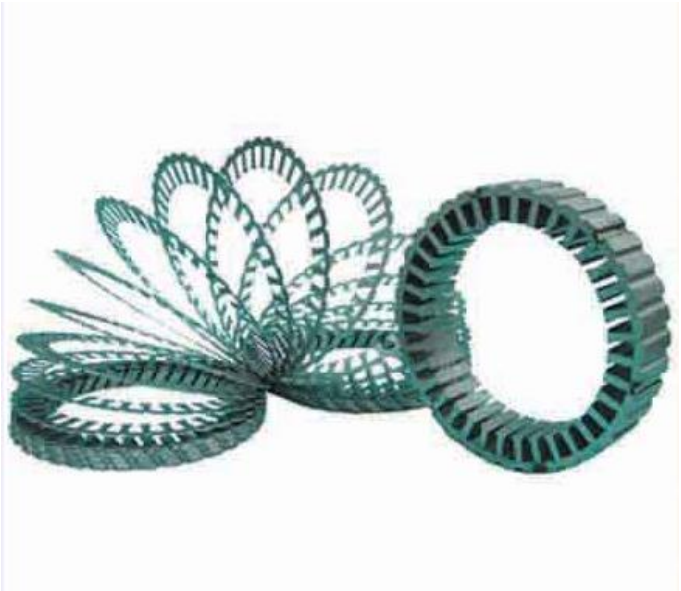
3.1 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

3.1.1 สเตเตอร์เฟลม(Stator Frame)

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงนั้น สเตเตอร์เฟลมหรือเปลือกนั้นจะใช้เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับไม่ได้ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก แต่จะทำหน้าที่ยึดแกนเหล็กที่ใช้บรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์ ซึ่งสเตเตอร์เฟลมนี้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ และเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบต่ำ ที่สเตเตอร์เฟลมนี้จะถูกออกแบบให้มีช่องว่าง สำหรับช่วยระบายความร้อน

ภาพที่ 2.4 สเตเตอร์เฟลม(Stator Frame)

แกนเหล็กสเตเตอร์(Stator Core) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ และแกนเหล็กสเตเตอร์ที่ทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆ ที่มีคุณสมบัติพิเศษต่อการเป็นแม่เหล็กมาอัดซ้อนเข้าด้วยกัน และแกนเหล็กนี้จะต้องมีการสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวนน้อยด้วย แผ่นเหล็กที่อัดซ้อนเข้าด้วยกันจะถูกยึดด้วยวงแหวนสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดเล็ก หรือถูกยึดเป็นท่อนๆ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับขนาดใหญ่ แผ่นเหล็กแต่ละแผ่นจะต้องเคลือบไว้ด้วยฉนวนและต้องยอมให้มีอากาศผ่านได้เพื่อช่วยในการระบายความร้อนส่วนสลอตสำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์ก็จะทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆเช่นกัน



ภาพที่ 2.5 แสดงแกนเหล็กและสลอตสำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์

3.1.2 โรเตอร์ (Rotor)

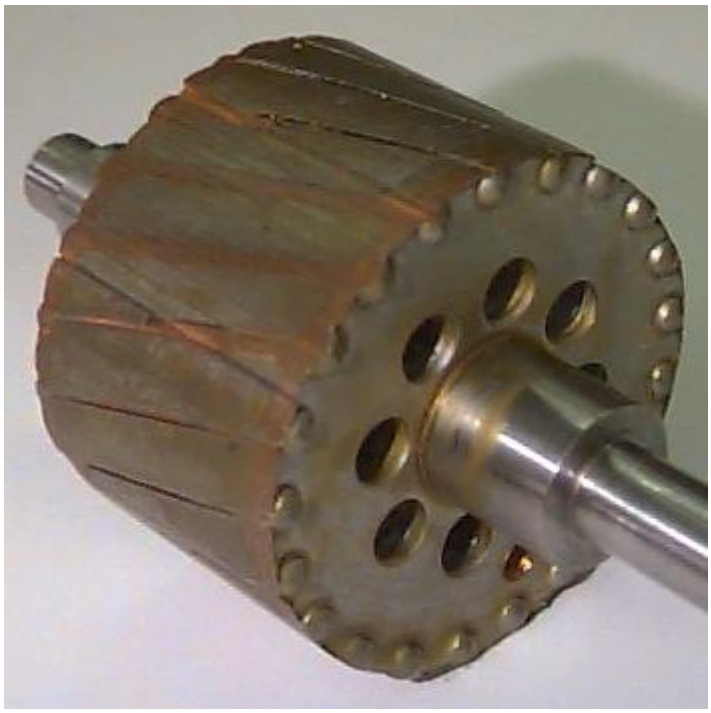
โรเตอร์หรือบางครั้งเรียกว่าส่วนที่หมุน โรเตอร์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.) ชนิดมีขั้วแม่เหล็กยื่นออกมา (Salient-pole Type) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับชนิดที่โรเตอร์มีขั้วแม่เหล็กยื่นออกมานี้ จะนิยมใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบต่ำและความเร็วปานกลางขั้วแม่เหล็กที่ยื่นออกมาจะมีขนาดใหญ่

ภาพที่ 2.6 แสดงโรเตอร์ชนิดขั้วแม่เหล็กยื่นออกมา

2.) ชนิดขั้วแม่เหล็กเรียบ (Smooth-cylindrical Type) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่เป็นชนิดขั้วแม่เหล็กเรียบนี้ ส่วนมากจะใช้กับเครื่องเทอร์ไบน์(Turbine) หรือเครื่องกังหันไอน้ำ ซึ่งเป็นเครื่องที่หมุนด้วยตัวต้นกำลังขับที่มีความเร็วสูง โรเตอร์ประกอบด้วยแท่งเหล็กทรงกระบอก และทำเป้นสลอตเพื่อบรรจุขดลวดสนามแม่เหล็ก โรเตอร์จะถูกออกแบบให้มี 2 ขั้ว หรือ 4 ขั้ว เครื่องกำเนิดจะถูกขับให้หมุนด้วยความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที หรือ 1500 รอบ/นาที บริเวณที่เป็นแม่เหล็กจะไม่มีสลอต ส่วนที่เป็นขั้วแม่เหล็กจะอยู่บริเวณกึ่งกลาง ดดยมีขดลวดสนามแม่เหล็กพันลงในสลอตล้อมรอบไว้ความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กจะมากที่สุดที่บริเวณกึ่งกลางขั้วแม่เหล็กโรเตอร์ชนิดนี้จะไม่มีขั้วยื่นออกมา (Non-salient Pole) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้โรเตอร์ชนิดไม่มีขั้วยื่นออกมานั้น ตัวโรเตอร์จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เมตร ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้จึงมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก แต่จะมีแกนยาวหรือโรเตอร์เป็น

ทรงกระบอกยาว โครงสร้างของโรเตอร์ชนิดนี้จะทำให้เกิดสมดุลดีกว่าชนิดมีขั้วแม่เหล็กยื่นออกมา และขณะที่เครื่องกำเนิดนี้หมุนจะเงียบ ดังนั้นจึงเกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานหรือแรงลมน้อย



ภาพที่ 2.7 แสดงโรเตอร์ชนิดขั้วแม่เหล็กเรียบ

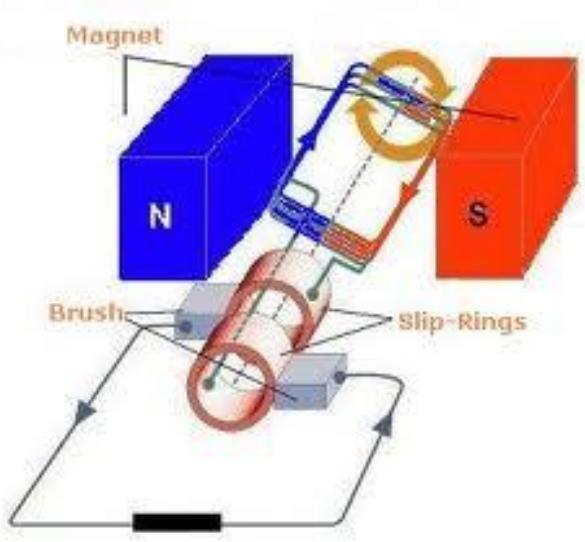
3.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั้น ใช้หลักการพื้นฐานเช่นเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงคือใช้หลักการของการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) ซึ่งประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) แต่มีข้อแตกต่างจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง คือในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงนั้นอาร์เมเจอร์แม่เหล็กหมุน(Armature Rotates) และสนามแม่เหล็กอยู่กับที่ (Stationary Field) ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนั้น ตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง การออกแบบทั่วๆไปนั้นขดลวดอาร์เมเจอร์จะอยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์(Stator) และขดลวดสนามแม่เหล็กหมุน (Rotor) เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

สเตเตอร์ ประกอบด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) ทำหน้าที่ยึดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์และมีสลอต (Slot) สำหรับบรรจุขดลวด ส่วนโรเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) และเป็นขั้วแม่เหล็กที่คงที่ ขั้วแม่เหล็กนี้ถูกกระตุ้น (Excited or Magnetized) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอก หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบชั้นต์ (Shunt) เล็กๆ

ที่ยึดติดอยู่กับเพลาเดียวกับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และเนื่องจากขดลวดสนามแม่เหล็กนั้นหมุน ไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายให้จึงจ่ายโดยผ่านสลปริง (Slip-ring) 2 วง

เมื่อมอเตอร์หมุน ตัวนำที่อยู่สเตเตอร์จะตัดกับสนามแม่เหล็ก ดังนั้นจึงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ และเนื่องจากการหมุนของขดลวดสนามแม่เหล็ก แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแสไฟฟ้าจึงเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำอาร์เมเจอร์ที่อยู่กับที่ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจึงเกิดขึ้นในตัวนำที่สเตเตอร์ (ไชยชาญ หินเกิด.2542)



ภาพที่ 2.8 แสดงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4. ข้อมูลการแปลงสัญญาณไฟฟ้า

ไฟฟ้ามี 2 ประเภท คือ ไฟฟ้ากระแสตรง กับ ไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้ากระแสตรง (direct current: DC) คือ ไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลเพียงทิศทางเดียวจากขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วกลับเข้าไปยังขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอีกครั้ง ไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current: AC) ไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทางกลับกัน กล่าวคือ กระแส มันไม่มีขั้ว มีทิศทางการไหลที่กลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา การแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ขึ้นอยู่กับความต้องการของโหลดทางไฟฟ้า และแหล่งกำเนิดของไฟฟ้าชนิดนั้น เช่น แบตเตอร์รี่ในรถยนต์ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหลอดไฟหน้าของรถยนต์ได้โดยตรง แต่ถ้าต้องการนำแบตเตอร์รี่มาจ่ายไฟฟ้างานไฟฟ้าให้กับหลอดไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย จำเป็นต้องแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากกระแสตรง 12 V. เป็นกระแสสลับ 220 V. เสียก่อน จึงจะใช้งานได้ หรือ เมื่อต้องการให้ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนที่พักอาศัย (220 VAC) ประจุพลังงานให้กับแบตเตอร์รี่รถยนต์ (12 VDC) ในกรณีนี้ก็จำเป็นต้อง แปลงสัญญาณไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V. เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 V. เสียก่อน

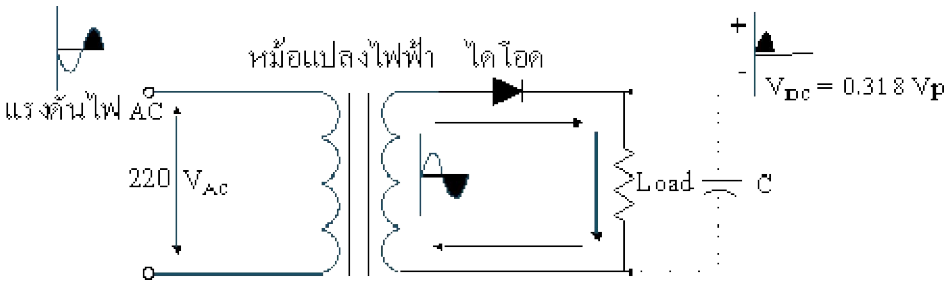
4.1 การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง

วงจรการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงนั้นเรียกว่า"วงจรเร็กติไฟร์" หรือ"เร็กติไฟร์เออร์"หรือ "Voltage rectifier circuit" แล้วแต่จะเรียกได้หลายแบบ แต่ความหมายก็ยังคงเดิมคือ"วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง"

วงจรเร็กติไฟร์ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันกระแสสลับให้เป็นแรงดันกระแสตรง โดยใช้ไดโอดมี 2 แบบคือ

4.1.1 การเปลี่ยนแรงดันกระแสสลับเป็นแรงดันกระแสตรงแบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier)

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดเอาแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาอาจเป็นครึ่งบวกหรือครึ่งลบแล้วแต่การจัดวงจรไดโอด แรงดันที่ส่งออกเอาท์พุทจะเป็นช่วงๆ คือช่วงมีแรงดันและช่วงไม่มีแรงดันสลับกันไป วงจรประกอบด้วยไดโอดตัวเดียวดังรูปที่ 2.6 การทำงานของวงจร ไฟกระแสสลับจะมาปรากฏที่ขาแอโนด โดยไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว คือช่วงที่ได้รับไบอัสตรง ดังนั้นวงจรจะมีกระแสไหลเพียงช่วงบวกของไฟสลับเท่านั้น ถ้าช่วงลบจะไม่มีกระแสไหลแรงไฟตรงที่เอาท์พุทนี้ยังนำไปใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ได้ เพราะเป็นไฟตรงที่ไม่เรียบพอ (Pulse D.C) จึงต้องมีการกรอง (Filter) ให้เรียบโดยใช้ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรอง

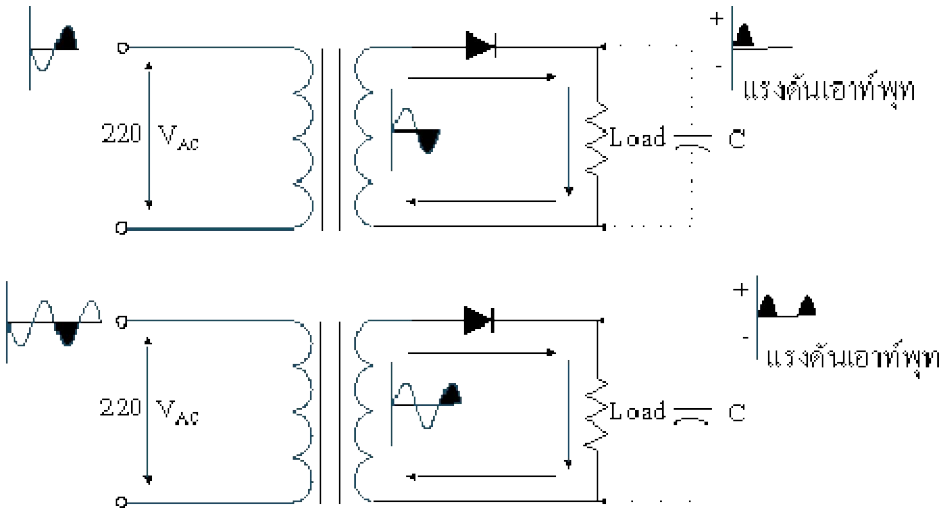


รูปที่ 2.9 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

การทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier) มีลักษณะวงจรดังรูปที่ 1 การทำงานเมื่อจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้าทางขดปฐมภูมิ (Primary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้ามายังขดทุติยภูมิ (Secondary) การเหนี่ยวนำของแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลง เฟสของสัญญาณเข้ากับเฟสของสัญญาณออกจะต่างเฟสกันอยู่ 180 องศา เมื่อขั้วบนของขดปฐมภูมิได้รับเฟสลบ ขั้วล่างเทียบได้เฟสบวก จะทำให้ขดทุติยภูมิขั้วบนเป็นเฟสบวก ขาแอโนด (A) ของไดโอดได้รับแรงดันซีกบวก ขาแคโทด (K) ได้รับแรงดันซีกลบเป็นผลให้ไดโอดได้รับไบอัสตรงไดโอดนำกระแส มีกระแสไหลเข้าขา

แอโนด ออกขาแคโทดผ่านโหลด (Load) ครบวงจรที่ขั้วล่างของทุติยภูมิ มีแรงดันซีกบวกตกคร่อมที่โหลด

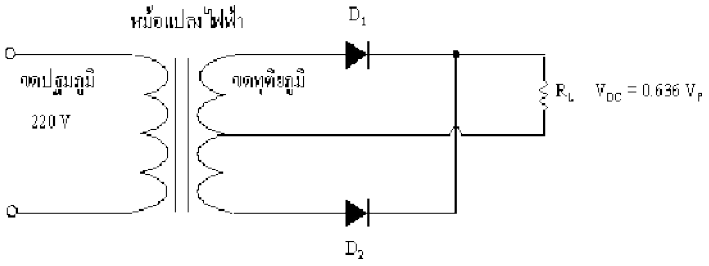
ในช่วงเวลาต่อมาครึ่งไซเกิลหลังของไฟสลับ ขั้วบนของทุติยภูมิเป็นเฟสลบ ขั้วล่างเทียบศักย์ได้เป็นเฟสบวก ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ขาแอโนดของไดโอดได้รับแรงดันซีกลบและขาแคโทดได้รับแรงดันซีกบวก ไดโอดได้รับไบอัสกลับจะไม่นำกระแสเป็นผลให้ไม่มีแรงดันปรากฏที่โหลด ในรอบต่อมาการทำงานก็จะเป็นไปตามลักษณะเดิมซ้ำๆ กันไปเรื่อยๆ โดยมีแรงดันปรากฏที่เอาท์พุทเป็นช่วงๆ (ช่วงเว้นช่วง)



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

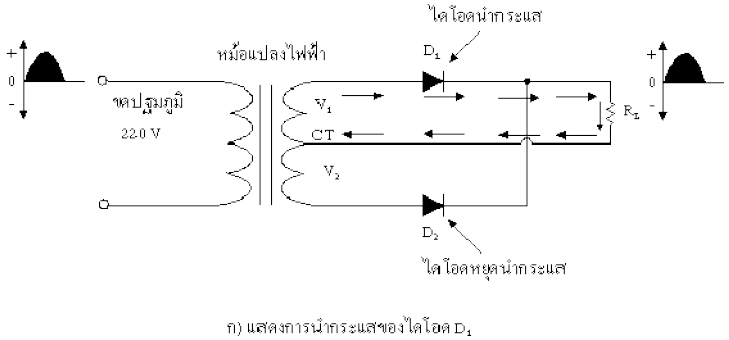
4.1.2 การเปลี่ยนแรงดันกระแสสลับเป็นแรงดันกระแสตรงแบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier)

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นจะสามารถเรียงแรงดันไฟสลับให้ออกเอาท์พุทได้ทั้งช่วงบวกและช่วงลบของแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาที่อินพุทของวงจร โดยไม่มีส่วนใดของแรงดันไฟสลับถูกตัดทิ้งไป ลักษณะของวงจรจะใช้ไดโอด 2 ตัว ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟสลับเป็นสัญญาณไฟตรงโดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าแบบมีแท็ปกลาง (Center Trap) ทำหน้าที่แบ่งเฟสให้เกิดการต่างเฟสกัน 180 องศา ระหว่างสัญญาณที่ออกจากส่วนบนและส่วนล่างของขดทุติยภูมิของหม้อแปลงเพื่อให้ไดโอดทั้ง 2 ตัวสลับกันทำงาน ดังนั้นวงจรจึงสามารถจ่ายกระแสได้เรียบและสูงกว่าวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

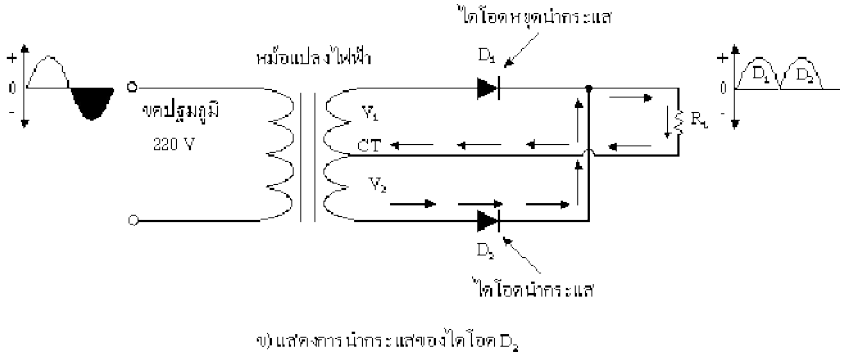


รูปที่ 2.11 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น

การทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง เมื่อมีแรงดันไฟสลับ V_{IN} ป้อนเข้าขดปฐมภูมิของหม้อแปลงจะเกิดแรงดันไฟสลับขึ้นที่ขั้วบนและขั้วล่างของขดทุติยภูมิที่แท็ปกลางของหม้อแปลงจะกำหนดให้มีแรงดัน 0 โวลต์ ดังนั้นแรงดันครึ่งหนึ่งจึงเกิดที่แท็ปกลางกับขั้วด้านบนของหม้อแปลง และอีกครึ่งหนึ่งจะเกิดขึ้นที่แท็ปกลางกับอีกขั้วด้านล่างของหม้อแปลง โดยระหว่างขั้วด้านบนและขั้วด้านล่างจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา การทำงานของวงจรเมื่อขั้วบนของขดทุติยภูมิมีค่าแรงดันเป็นบวก ขั้วล่างมีแรงดันเป็นลบไดโอดD_1 จะได้รับไบอัสตรง นำกระแสมีกระแสไหลผ่านไดโอดผ่านโหลด R_L ไปครบวงจรที่ขั้วแท็ป ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่โหลด R_L เป็นคลื่นรูปไซน์ครึ่งคลื่น



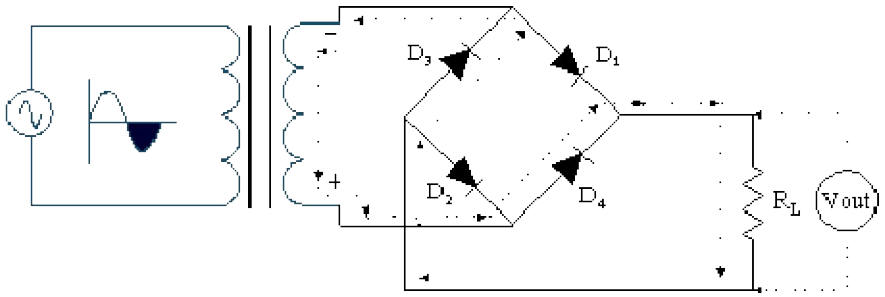
ก) แสดงการนำกระแสของไดโอด D_1



ข) แสดงการนำกระแสของไดโอด D_2

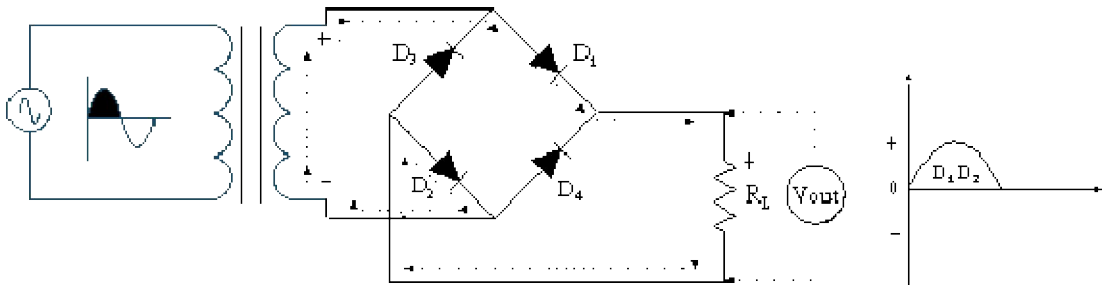
รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีลักษณะเหมือนวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น เพราะแรงดันเอาท์พุทที่ได้เป็นแบบเต็มคลื่น ข้อแตกต่างระหว่างการเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์และแบบเต็มคลื่นธรรมดา ต่างกันตรงการต่อวงจรไดโอด แบบเต็มคลื่นจะใช้ไดโอด 2 ตัว แบบบริดจ์จะใช้ไดโอด 4 ตัว และหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ก็แตกต่างกัน แบบเต็มคลื่นธรรมดาใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง (Center Trap, CT) มี 3 ขั้ว แบบบริดจ์ใช้หม้อแปลง 2 ขั้วหรือ 3 ขั้วก็ได้ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 2.13 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

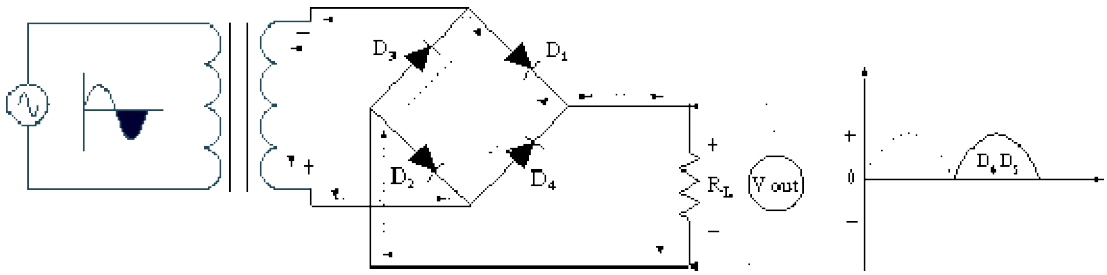
การทำงานวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ การทำงานของวงจร ไดโอดจะผลัดกันนำกระแสครั้งละ 2 ตัว โดยเมื่อไซเคิลบวกของแรงดันไฟสลับ (Vin) ปรากฏที่ด้านบนของขดทุติยภูมิของหม้อแปลงและด้านล่างจะเป็นลบ จะทำให้ไดโอด D_1 และ D_2 ได้รับไบอัสตรงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอด D_1 ผ่านโหลด R_L ผ่านไดโอด D_2 ครบวงจรที่หม้อแปลงด้านล่าง มีแรงดันตกคร่อมโหลด R_L ด้านบนเป็นบวก ด้านล่างเป็นลบ ได้แรงดันไฟช่วงบวกออกทางเอาท์พุท



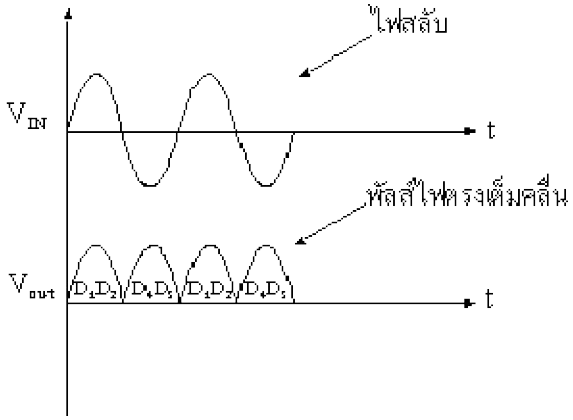
รูปที่ 2.14 ไดโอด D_1 และ D_2 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด (Vout)

ในช่วงเวลาต่อมาไซเคิลลบของแรงดันไฟสลับ (Vin) ปรากฏที่ด้านบนของขดทุติยภูมิของหม้อแปลง และด้านล่าง เป็นบวก ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ในช่วงเวลานี้ไดโอด D_1 และ D_2 จะได้รับไบอัสกลับแต่ไดโอด D_3 และ D_4 จะได้รับไบอัสตรง ทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอด D_4 ผ่าน

โหลด R_L และผ่านไดโอด D_3 ครบวงจรที่หม้อแปลงด้านบน มีแรงดันตกคร่อมโหลด R_L ด้านบนเป็นบวกด้านล่างเป็นลบ ได้แรงดันไฟช่วงบวกออกทางเอาท์พุททำให้ได้คลื่นไฟตรงรวมกันเต็มคลื่นดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 ไดโอด D_3 และ D_4 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด (Vout)



รูปที่ 2.16 รูปคลื่น Vout เปรียบเทียบกับ Vin ของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

4.2 การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ

การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ หรือที่เรียกว่าวงจรอินเวอร์เตอร์ INVERTERS ในทีนหมายถึงการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้า

กระแสสลับ หรือ DC to AC Converter ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจปรับหรือควบคุมขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ได้ อินเวอร์เตอร์ได้นำไปใช้ในระบบงานต่าง ๆ เช่น

(1) ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ที่เรียกว่า Stand by power supply หรือ Uninterruptible Power
Supplies (UPS) เพื่อใช้ทดแทนในกรณีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดความขัดข้อง

(2) ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้หลักการควบคุมความถี่ของ
แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อต้องการให้แรงบิด(Torque) คงที่ทุก ๆ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป

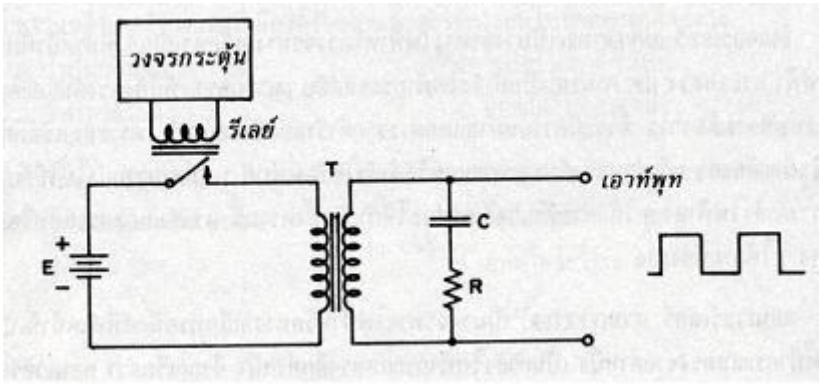
(3) ใช้แปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อบริการให้แก่ผู้ใช้

(4) ใช้ในระบบเตาถลุงเหล็กที่ใช้หลักการเหนียวนำให้เกิดความร้อน (Induction heating) ซึ่งใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงในการทำงาน

4.2.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

ในการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟตรงเป็นไฟสลับนั้นจะมีเทคนิคและวิธีการได้หลายวิธี จะกล่าวสรุปได้ดังนี้

1.) การใช้หลักทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้การทำงานของอินเวอร์เตอร์จากกลไกร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดสัญญาณไฟสลับเป็นลักษณะสัญญาณสี่เหลี่ยมออกเอาท์พุทแรงดันและกระแสที่จ่ายออกมา ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของการพันหม้อแปลงและขนาดเบอร์ของขดลวดที่ใช้ ส่วนการให้กำเนิดความถี่ของสัญญาณไฟสลับ ขึ้นอยู่กับสัญญาณกระตุ้นมาทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ตัดต่อวงจรตามจังหวะ วงจรอินเวอร์เตอร์แบบทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์แสดงดังรูปที่ 2.17 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์

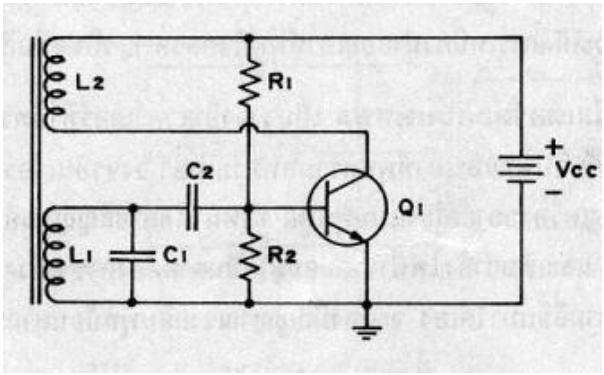


รูปที่ 2.17 วงจรอินเวอร์เตอร์ทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์

จากรูปที่ 2.17 เป็นวงจรอินเวอร์เตอร์แบบทางกลผสมอิเล็กทรอนิกส์ การทำงานจะใช้วงจรกระตุ้นกำเนิดโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ตัดต่อตามจังหวะของสัญญาณที่มากระตุ้น แรงดันจากแบตเตอรี่ E จ่ายผ่านเข้าขดปฐมภูมิของหม้อแปลง T เป็นจังหวะ ทำให้ขดปฐมภูมิเกิดสนามแม่เหล็กยุบตัวและพองตัวเป็นจังหวะเช่นกัน ชักนำสนามแม่เหล็กไปยังขดทุติยภูมิของหม้อแปลง T เกิดเป็นแรงดันชักนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมตามต้องการ

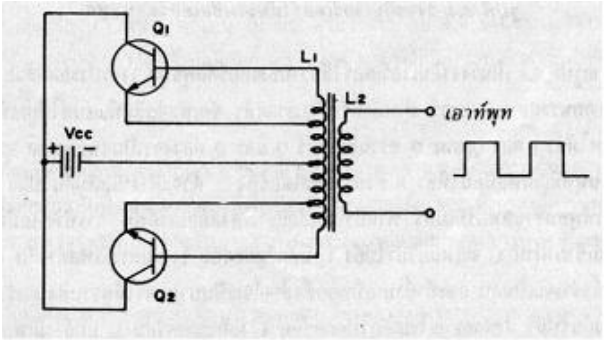
2.) ใช้หลักการกำเนิดความถี่ วงจรกำเนิดความถี่หรือออสซิลเลเตอร์ จะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของวงจรอินเวอร์เตอร์ โดยให้ออสซิลเลเตอร์กำหนดความถี่ขึ้นมา ที่มีค่าแรงดันและกำลังไฟฟ้าต่ำ ส่งผ่านหม้อแปลง เพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าตามต้องการ หลักการของออสซิลเลเตอร์ใช้หลักการป้อนกลับทางบวกเข้าช่วยให้ความถี่ถูกกำหนดขึ้นมาตลอดเวลา วงจรกำเนิดความถี่สามารถสร้างขึ้นมาได้หลายวงจรด้วยกัน เช่น ฮาร์ทเลย์ออสซิลเลเตอร์ โคลปิทท์ออสซิลเลเตอร์ ทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์ เป็นต้น

จากรูปที่ 2.18 เป็นวงจรทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์ การทำงานจะอาศัยหลักการป้อนกลับทางบวก จากเอาท์พุทไปอินพุท วงจรประกอบไปด้วย L1 C1 เป็นวงจรรีโซแนนท์แบบขนาน เพื่อกำหนดความถี่ในวงจร C2 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณไปเข้าขา B ของ Q1 ตัวR1,R2 เป็นวงจรแบ่งแรงดัน เพื่อกำหนดไบอัสให้ขา B ของ Q1 ขดลวด L2 เป็นโหลดของวงจร และทำหน้าที่ป้อนสัญญาณกลับมากระตุ้นวงจรเรโซแนนท์แบบขนาน L1 C1 เป็นแบบป้อนกลับทางบวก เมื่อกำหนดค่า L1C1 ให้พอเหมาะถูกต้องก็จะได้ค่าความถี่ตามต้องการ แต่จะเป็นความถี่ค่อนข้างสูง



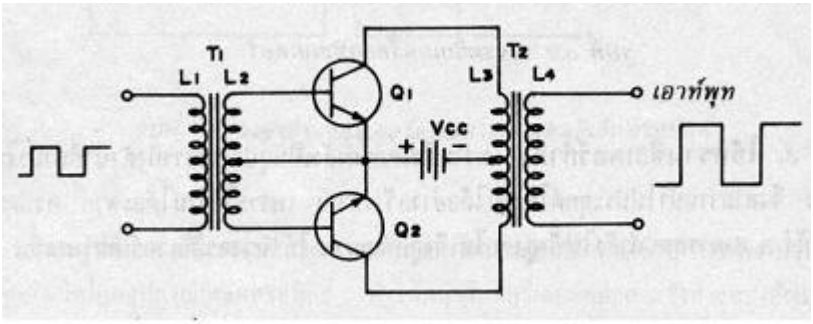
รูปที่ 2.18 วงจรทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์

3.) ใช้ทรานซิสเตอร์กำลัง ทรานซิสเตอร์กำลังเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้งานนานแล้ว จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เพราะใช้งานได้สะดวก ควบคุมการทำงานได้ง่าย สามารถทนกำลังไฟฟ้าสูงๆได้ จึงถูกพัฒนามาใช้ในวงจรอินเวอร์เตอร์มากขึ้น



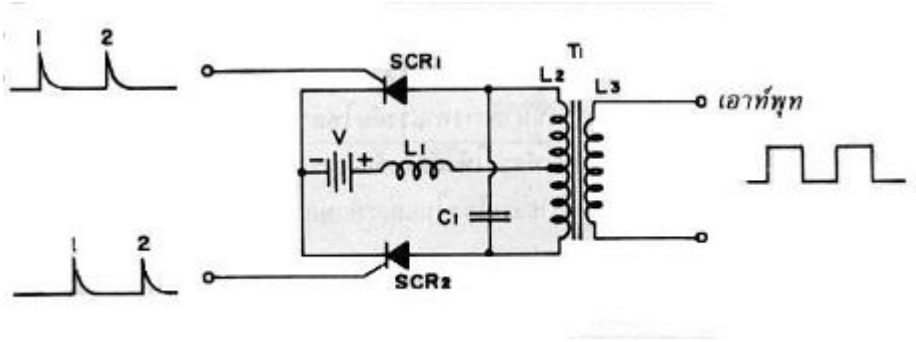
รูปที่ 2.19 วงจรทริกเกอร์ออสซิลเลเตอร์

จากรูปที่ 2.19 วงจรอินเวอร์เตอร์แบบใช้ทรานซิสเตอร์กำลังในการกำเนิดความถี่ โดยมีขดลวดจากหม้อแปลงเป็นตัวป้อนกลับซึ่งเป็นวิธีการป้อนกลับทางด้านสนามแม่เหล็ก จะมีลักษณะการทำงานเหมือนวงจรมัลติไวเบรเตอร์ คือ ทรานซิสเตอร์ทั้งสองจะทำงานสลับกัน ตัวหนึ่งคัตออฟตัวหนึ่งอิ่มตัว ในเวลาสั้นๆก็จะสลับไปสลับมา ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ขึ้นอยู่กับค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดที่ใช้ หรือจำนวนรอบที่พันของขดลวดนั่นเอง การออสซิลเลทความถี่ของวงจรอาศัยการยุบตัวพองตัวของสนามแม่เหล็กในขดลวด L1 ไปทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 สลับกันทำงาน เมื่อตัวหนึ่งทำงาน จะบังคับให้อีกตัวหนึ่งหยุดทำงานสลับไปมาตลอดเวลา ที่จ่ายแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ให้วงจร จะเกิดการเหนี่ยวนำออกเอาท์พุทที่ขดลวด L2 เป็นคลื่นสี่เหลี่ยม 4. ใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบพุชพูล เป็นวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์กำลังเช่นเดียวกัน โดยทำงานร่วมกับอินพุทและเอาท์พุททรานสฟอร์มเมอร์ วงจรอินเวอร์เตอร์แบบนี้จะทำงานเหมือนกับวงจรขยายของเครื่องขยายเสียงแบบพุชพูล ทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุท ให้มีระดับความแรงมากขึ้นออกเอาท์พุท และเพิ่มกำลังไฟฟ้าจ่ายออกมากขึ้นตามต้องการ แต่วงจรอินเวอร์เตอร์แบบนี้จะไม่สามารถกำเนิดความถี่ขึ้นมาได้เอง จะต้องมีสัญญาณจากอินพุทป้อนมากระตุ้น



รูปที่ 2.20 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบพุชพูล

จากรูปที่ 2.20 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ทรานซิสเตอร์ต่อพุชพูล วงจรประกอบด้วย หม้อแปลง T1 อินพุททรานสฟอร์มเมอร์ ทำหน้าที่รับสัญญาณเข้า จัดเฟสจัดอิมพีแดนซ์ให้ถูกเพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้ขา B ของ Q1และQ2ต่อวงจรเป็นแบบพุชพูล จะทำงานโดยสัญญาณอินพุทที่ถูกเฟสป้อนให้ขา B ซึ่งทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวจะทำงานสลับกันไปมา หม้อแปลง T2 เป็นเอาท์พุททรานสฟอร์มเมอร์ ทำหน้าที่รับสัญญาณส่งออกเอาท์พุท การทำงานเมื่อมีสัญญาณอินพุทป้อนเข้ามาผ่าน L1 จะเหนี่ยวนำไปยัง L2 มีศักย์ตกคร่อม L2 บนล่างมีเฟสต่างกัน เช่น ขั้วบนเป็นบวก ขั้วล่างจะเป็นลบ และถ้าขั้วบนเป็นลบขั้วล่างก็จะเป็นบวก ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และQ2 ทำงานสลับกันไปมา ส่งสัญญาณไฟสลับไปตกคร่อม L3 มีศักย์ตกคร่อม L3 บนล่างมีเฟสต่างกันและสลับกันไปมาตลอดเวลา ชักนำสัญญาณไฟสลับส่งไป L4 เป็นสัญญาณเอาท์พุท 5.ใช้ SCR ทำงานสลับกัน การใช้ SCRต่อในวงจรอินเวอร์เตอร์ ได้รับความนิยมและได้นำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถเลือก SCRที่ทนกำลังไฟฟ้าสูงๆมาใช้ในการทำงานได้ แต่จะต้องควบคุมสัญญาณที่จะใช้กระตุ้นขา G ของSCR แต่ละตัวอย่างถูกต้องและสอดคล้องกับการทำงานของวงจร เมื่อ SCR นำกระแสแล้วในการใช้กับแรงดันไฟตรงSCR จะนำกระแสตลอดเวลา จึงต้องใช้เทคนิคการหยุดนำกระแสของ SCR เข้าช่วย วงจรเบื้องต้น



รูปที่ 2.21 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ SCR

จาก รูปที่ 2.21 วงจรอินเวอร์เตอร์ใช้ SCR 2ตัวสลับกันทำงาน ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อการจ่ายแรงดันในวงจร ตัว L1หน่วงการไหลของกระแสที่ผ่าน SCR ตัว C1 จะประจุแรงดันต้านการนำกระแสของ SCR และหม้อแปลง T1 เป็นโหลดในการทำงานของ SCR และส่งสัญญาณสี่เหลี่ยมออกเอาท์พุท การทำงานเมื่อมีพัลซ์ลูกแรกมากระตุ้นที่ขา G ของSCR1 ให้นำกระแส มีกระแสไหลจากขั้วบวกจากแบตเตอรี่ผ่าน L1 ไป L2 ครึ่งบน ไป SCR1 ครบวงจรขั้วลบ SCR1 จะนำกระแสคงที่ตลอดเวลาตัว C1 จะได้รับการประจุแรงดันขั้วบนที่ต่อกับขา A ของ SCR1 มีศักย์เป็นลบ ขั้วล่างที่ต่อกับขา A ของ SCR2 มีศักย์เป็นบวก เมื่อมีพัลซ์ลูกแรกกระตุ้นที่ขา G ของ SCR2 ให้นำกระแส SCR2 จะนำกระแสทันที จะส่งผลทำให้ SCR1หยุดนำกระแสทันที เพราะC1 จะจ่ายไบอัส

กลับให้ SCR1 เมื่อ SCR2 นำกระแสการจ่ายไบอัสกลับของ C1 คายประจุผ่าน SCR1 ทำให้ SCR1 หยุดนำกระแสเมื่อมีพัลซ์ลูกที่สองกระตุ้นที่ขา G ของSCR1ให้นำกระแส จะทำให้ SCR 2 หยุดนำกระแสทันทีสลับกันไป เพราะขณะที่ SCR2 นำกระแส C1จะได้รับการประจุแรงดันจากแบตเตอรี่ V ขั้วที่ต่อกับขา A ของSCR2 มีศักย์เป็นลบขั้วบนที่ต่อกับขา A ของSCR1 เป็นบวก เมื่อ SCR1 นำกระแสจึงมีไบอัสกลับจาก C1 จ่ายให้ SCR2 ทำให้ SCR2 หยุดนำกระแส การนำกระแสของ SCR แต่ละตัวสลับกันไปมานี้ จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวด L2 สลับทิศไปมา เกิดการยุบตัวของสนามแม่เหล็ก เหนี่ยวนำจากขด L2 ไปขด L3 ได้สัญญาณสี่เหลี่ยมไฟสลับออก เอาท์พุท(มนตรี ศิริปรัชญานันท์.2548)

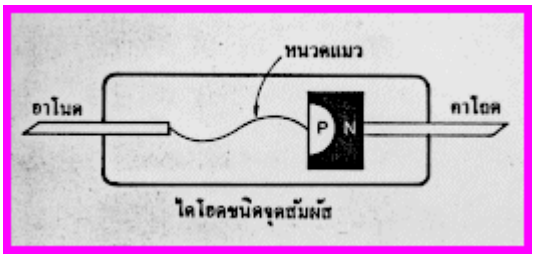
5. ข้อมูลอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

5.1 ไดโอด

ไดโอดเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของวงจรอิเลคทรอนิคส์ทั่วไปในสมัยก่อนไดโอดมักจะเป็นแบบหลอดสูญญากาศ ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้สิ่งประดิษฐ์ชนิดใหม่ ซึ่งทำด้วยสารกึ่งตัวนำได้เข้ามาแทนที่หลอดสูญญากาศ ไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำมีสองขั้วและมีขนาดเล็กใช้งานได้ง่าย

ชนิดของไดโอด ไดโอดที่ทำจากสารกึ่งตัวนำแบ่งได้ตามชนิดของเนื้อสารที่ใช้ เช่น เป็นชนิดเยอรมันเนียม หรือชนิดซิลิกอนนอกจากนี้ไดโอดยังแบ่งตามลักษณะตามกรรมวิธีที่ผลิตคือ

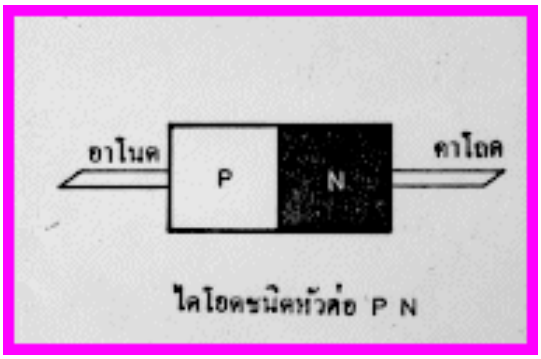
5.1.1 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส (Point-contact diode) ไดโอดชนิดนี้เกิดจากการนำสารเยอรมันเนียมชนิด N มาแล้วอัดสายเล็กๆ ซึ่งเป็นลวดพลาตินั่ม (Platinum) เส้นหนึ่งเข้าไปเรียกว่า หนวดแมว จากนั้นจึงให้กระแสค่าสูงๆ ไหลผ่านรอยต่อระหว่างสายและผลึก จะทำให้เกิดสารชนิด P ขึ้นรอบ ๆ รอยสัมผัสในผลึกเยอรมันเนียมดังรูป



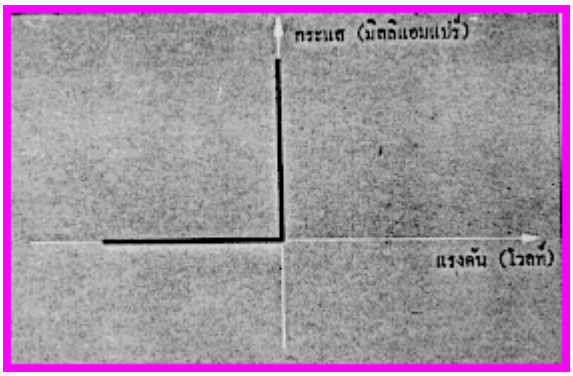
ภาพที่ 2.22 ไดโอดชนิดจุดสัมผัส

5.1.2 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N (P-N junction diode) เป็นไดโอดที่สร้างขึ้นจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด N มาแล้วแพร่อนุภาคอะตอมของสารบางชนิดเข้าไปในเนื้อสาร P ขึ้น

บางส่วน แล้วจึงต่อขั้วออกใช้งาน ไดโอดชนิดนี้มีบทบาทในวงจรอิเลคทรอนิคส์ และมีที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย



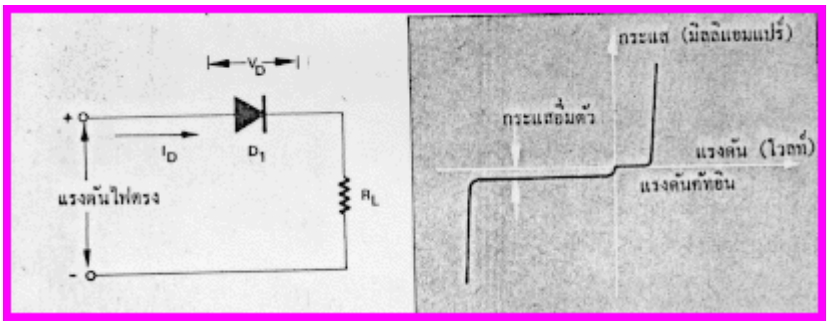
ภาพที่ 2.23 ไดโอดชนิดหัวต่อ P-N



ภาพที่ 2.24 ลักษณะสมบัติของไดโอดอุดมคติ

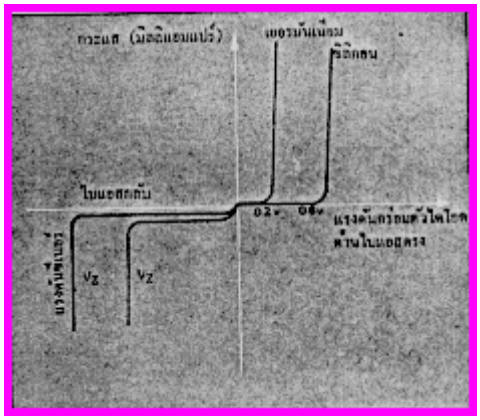
ไดโอดที่ใช้ในวงจรมีสัญลักษณ์ เป็นรูปลูกศรมีขีดขวางไว้ดังรูป ตัวลูกศรเป็นสัญลักษณ์แทนสารกึ่งตัวนำชนิด P ซึ่งเป็นขั้วอาโนด (ขั้วบวก) ของไดโอด ลูกศรจะชี้ในทิศทางที่โฮลเคลื่อนที่ ส่วนขีดคั่นเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ซึ่งเป็นขั้วคาโถด (ขั้วลบ) ดังนั้นเราจะสามารถพิจารณาว่า ไดโอดถูกไบแอสตรงหรือไบแอสกลับได้ง่าย ๆ โดยพิจารณาดูว่าถ้าขั้วอาโนดมีศักดาไฟฟ้าเป็นบวกมากกว่าราคาโถดแล้ว ไดโอดจะถูกไบแอสตรง ถ้าขั้วอาโนดมีศักดาไฟฟ้าเป็นบวกน้อยกว่าคาโถดก็แสดงว่าไดโอดถูกไบแอสกลับ

ลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของไดโอด เนื่องจากความต้านทานของตัวไดโอด ขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงถือว่า สิ่งประดิษฐ์ ไดโอดมีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ลักษณะ : สมบัติระหว่างแรงดันและกระแสจะเป็นตัวแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของกระแสที่ไหลผ่านตัวไดโอด (ID) กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวไดโอด (VD) ทั้งในทิศทางไบแอสตรง และไบแอสกลับ



ภาพที่ 2.25 กราฟลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันและกระแสของวงจรไบแอส

เนื่องจากไดโอดชนิดหัวต่อ P-N แบ่งเป็น 2 ชนิดคือชนิดซิลิกอนและชนิดเยอรมันเนียม ดังนั้นลักษณะสมบัติทางแรงดันและกระแสของไดโอดทั้งสองชนิด



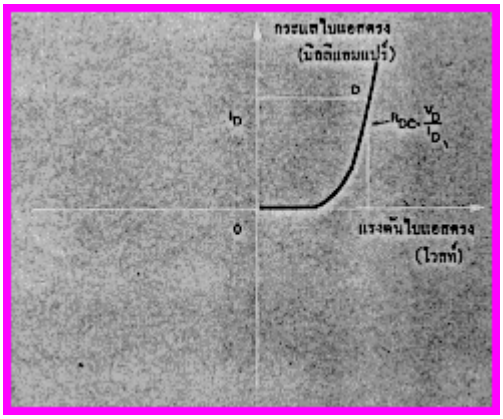
ภาพที่ 2.26 แรงดันคร่อมตัวไดโอดด้านไบแอสตรง

ค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับสำหรับซิลิกอนไดโอดกับของเยอรมันเนียมไดโอดยังมีค่าไม่เท่ากันด้วยซิลิกอนไดโอดมีค่ากระแสอิ่มตัวน้อยกว่าของเยอรมันเนียมไดโอดประมาณ 1000 เท่า สำหรับค่าแรงดันคัทอินทั้งของซิลิกอนและเยอรมันเนียมจะมีค่าไม่เท่ากัน ค่าแรงดันคัทอินของซิลิกอนไดโอดมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ ส่วนของเยอรมันเนียมไดโอดมีค่าประมาณ 0.2 โวลต์

ผลของอุณหภูมิที่มีต่อไดโอด ผลของอุณหภูมิที่มีต่อไดโอด เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อลักษณะสมบัติทางแรงดันและกระแสของไดโอด เนื่องจากสารกึ่งตัวนำจะมีจำนวนโฮล และอิเลคตรอนอิสระที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นในการออกแบบวงจรจำเป็นต้องทราบว่ากระแสไดโอดเมื่อไบแอสกลับ จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับอุณหภูมิ และแรงดันคร่อมไดโอดขณะไบแอสตรงจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับอุณหภูมิเมื่อกระแสที่ไหลผ่านไดโอดมีค่าคงที่

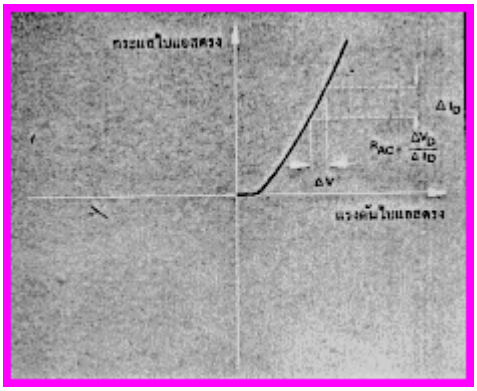
ความต้านทานในตัวไดโอด ความต้านทานในตัวไดโอดพอที่จะแบ่งออกตามชนิดของแรงดันที่ให้กับตัวไดโอด ซึ่งแยกออกเป็นความต้านทานทางไฟตรงหรือทางสรรคติกและความต้านทานไฟสลับ

1.) ความต้านทานทางไฟตรง (Static resistance)จากลักษณะสมบัติแรงดันและกระแสของไดโอดจะไม่เป็นลักษณะเชิงเส้ น ดังนั้นความต้านทานในตัวไดโอดจึงไม่คงที่จากกฎของโอห์มจะได้ความต้านทานทางไฟตรง ที่จะดทำงานขณะไม่มีสัญญาณอื่นใดเข้ามาเป็น



ภาพที่ 2.27 แสดงค่าความต้านทานในไดโอดทางไฟตรง

2.) ความต้านทานทางไฟสลับ (Dynamic resistance)เมื่อไดโอดทำงานในขณะที่มีค่าสัญญาณแรงดันไฟสลับขนาดเล็กๆ ป้อนเข้ามาค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นที่ไดโอดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาค่าความต้านทานนี้จะแตกต่างจากความต้านทานทางไฟตรงเราเรียกค่าความต้านทานนี้ว่า ความต้านทานทางไฟสลับการหาค่าความต้านทานทางไฟสลับหาค่าได้จากค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของแรงดันคร่อมตัวไดโอดที่เปลี่ยนไปกับค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ไหลในตัวไดโอด เนื่องจากการทำงานของไดโอดเมื่อมีสัญญาณเข้ามา ณ จุดที่ไดโอดทำงานก็จะมีค่าไม่คงที่ไม่แน่นอน เกิดการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะสมบัติ แต่เมื่อคิดการเปลี่ยนแปลงกระแสไบแอสตรงค่าเล็กๆ ของกระแสและแรงดันแล้วจะสามารถหาค่าความต้านทานทางไดนามิคหรือความต้านทานต่อไฟสลับได้ดังรูป(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์.2553)



ภาพที่ 2.28 แสดงการหาความต้านทานทางไฟสลับ

5.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์

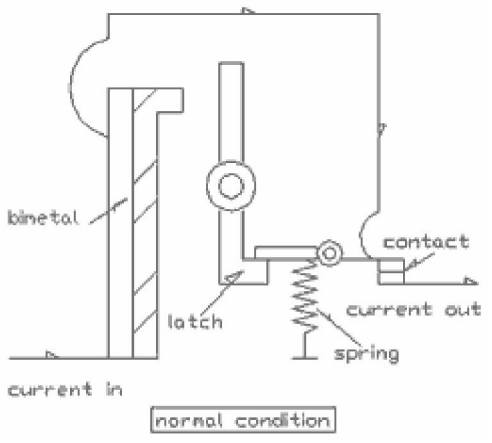
เซอร์กิตเบรกเกอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำงาน เปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่าน เกินกว่าค่าที่กำหนด โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นCircuit Breaker แรงดันต่ำ หมายถึง breaker ที่ใช้กับแรงดันน้อยกว่า 1000 volt แบ่งออกได้หลายชนิด ได้แก่

5.2.1 Molded case circuit breaker (MCCB) หมายถึง breaker ที่ถูกห่อหุ้มมิดชิดโดย mold 2 ส่วน มักทำด้วย phenolic ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถทนแรงดันใช้งานได้ breaker แบบนี้ มีหน้าที่หลัก 2 ประการคือทำหน้าที่เป็นสวิทซ์เปิด-ปิดด้วยมือ และเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลเกิน หรือเกิดลัดวงจร โดย breaker จะอยู่ในภาวะ trip ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างตำแหน่ง ON และ OFF เราสามารถ reset ใหม่ได้โดย กดคันโยกให้อยู่ ในตำแหน่ง OFF เสียก่อน แล้วค่อยโยกไปตำแหน่ง ON การทำงานแบบนี้เรียกว่า quick make , quick break ลักษณะของ breaker แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไป

ภาพที่ 2.29 ลักษณะของ breaker แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไป

molded case circuit breaker ที่พบบ่อยในท้องตลาดมี 2 ประเภทคือ Thermal magnetic CB. และ Solid state trip CB.Breaker แบบนี้มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ

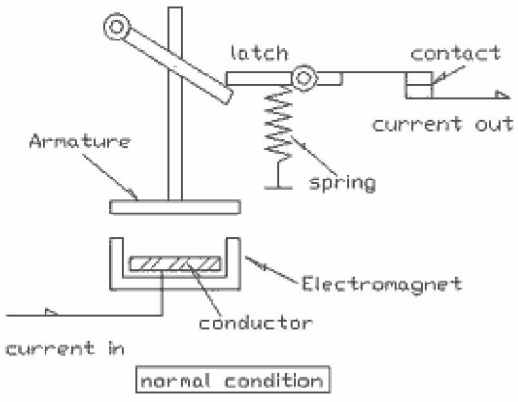
1.) Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกินอันเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป ลักษณะการทำงานดูได้จากภาพที่ 2.27



ภาพที่ 2.30 Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป

เมื่อมีกระแสเกินไหลผ่านโลหะ bimetal (เป็นโลหะ 2 ชนิด ที่มีสัมประสิทธิ์ ทางความร้อนไม่เท่ากัน) จะทำให้ bimetal โก่งตัว ไปปลดอุปกรณ์ทางกล และทำให้ CB. ตัดวงจร เรียกว่าเกิดการ trip การปลดวงจรแบบนี้ ต้องอาศัย เวลาพอสมควร ขึ้นอยู่กับ กระแสขณะนั้น และความร้อน ที่เกิดขึ้นจนทำให้ bimetal โก่งตัว

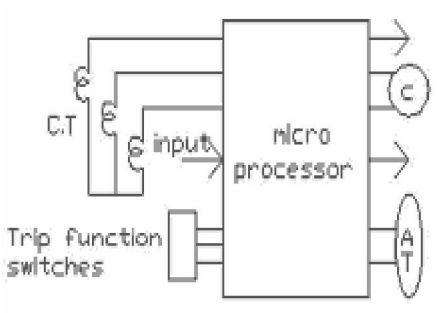
2.) Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรหรือมีกระแสค่าสูงๆ ประมาณ 8-10 เท่าขึ้นไป ไหลผ่าน กระแสจำนวนมากจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูง ดึงให้อุปกรณ์การปลดวงจรทำงานได้ การตัดวงจรแบบนี้เร็วกว่าแบบแรกมาก โอกาสที่ breaker จะชำรุดจากการตัดวงจรจึงมีน้อยกว่า ภาพที่ 2.28



ภาพที่ 2.31 Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

5.2.2 Solid state trip or Electronic trip molded case circuit breaker

เป็น breaker ชนิดหนึ่งที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่วิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร



ภาพที่ 2.32 Solid state trip or Electronic trip molded case circuit breaker

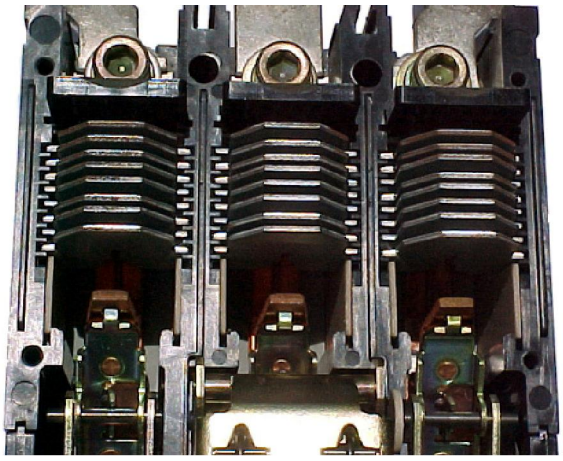
จาก diagram จะเห็นว่ามี CT อยู่ภายในตัว breaker ทำหน้าที่ แปลงกระแส ให้ต่ำลง ตามอัตราส่วนของ CT และมี microprocessor คอยวิเคราะห์กระแส หากมีค่าเกินกว่าที่กำหนด จะสั่งให้ tripping coil ซึ่งหมายถึง soliniod coil ดึงอุปกรณ์ทางกลให้ CB. ปลดวงจร ที่ด้านหน้าของ breaker ชนิดนี้จะมีปุ่มปรับค่ากระแสปลดวงจร , เวลาปลดวงจร และอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้ง อุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า amp meter & fault indicator ซึ่งสามารถแสดงสาเหตุการ fault ของวงจรและค่ากระแสได้ ทำให้ทราบสาเหตุของการปลดวงจรได้

โครงสร้างและส่วนประกอบของเบรกเกอร์

1.) Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือด้านข้างของเบรคเกอร์ โดยมักกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเบรคเกอร์นั้นๆ เช่น จำนวนขั้ว, แรงดัน, กระแส ในส่วนของกระแสจะระบุ 3 จำนวน ประกอบด้วย ampere trip , ampere frame และ interrupting capacity ดังภาพที่ 2.30

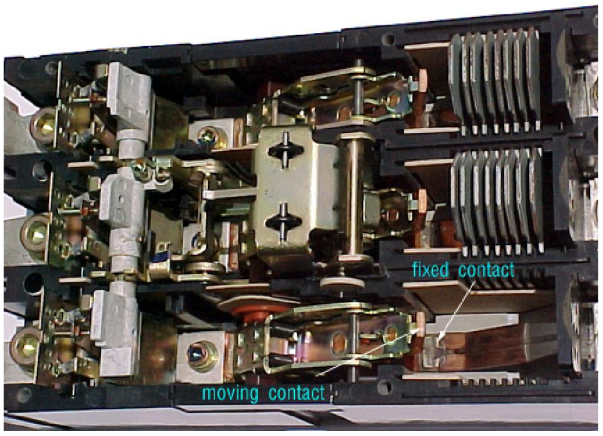
ภาพที่ 2.33 Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือด้านข้างของเบรกเกอร์

2.) Arcing chamber บางครั้งเรียกว่า arc chute มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ อยู่เหนือหน้าสัมผัส (contact) ของเบรคเกอร์ ทำหน้าที่ช่วยดับอาร์ก



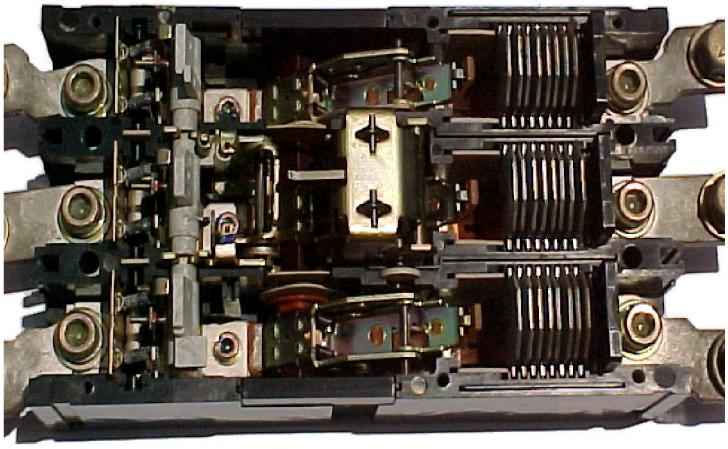
ภาพที่ 2.34 **Arcing chamber** บางครั้งเรียกว่า arc chute มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ อยู่เหนือหน้าสัมผัส

3.) หน้าสัมผัส (contact) นิยมทำด้วยทองแดงเคลือบผิวหน้าด้วยเงินเพื่อให้ทนต่อเปลวอาร์กได้ดี ประกอบด้วย fixed contact และ movable contact ดังภาพ ในรูปที่ 2.32



ภาพที่ 2.35 หน้าสัมผัส (contact)

4.) กลไกตัดวงจร สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป แบ่งเป็นอาศัยความร้อนและอาศัยอำนาจแม่เหล็ก แบบอาศัยความร้อน ใช้หลักการโก่งตัวของโลหะ bimetal เพื่อปลดกลไก ส่วนแบบอาศัยอำนาจแม่เหล็ก ใช้แรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวด ที่กระทำต่อแผ่นโลหะ เพื่อปลดกลไก ดังภาพที่ 2.36



ภาพที่ 2.36 กลไกตัดวงจร สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป

5.2.3 AIR circuit breaker เป็นเบรคเกอร์ที่ใช้กับแรงดัน <1000 volt มีขนาดใหญ่ใช้เป็น main CB. โดยทั่วไปมีพิกัดกระแสตั้งแต่ 225-6300 A. และมี interrupting capacity สูงตั้งแต่ 35-150 KA. โครงสร้างทั่วไปทำด้วยเหล็กมีช่องดับอาร์ก (Arcing chamber) ที่ใหญ่โตแข็งแรงเพื่อให้สามารถรับกระแสลัดวงจรจำนวนมากได้ Air CB. ที่มีขายในท้องตลาด มักใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจจับ และวิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร ดังภาพ ที่ 2.37

ภาพที่ 2.37 AIR circuit breaker

สำหรับ LV Air CB. ยี่ห้อ MERLIN GERIN ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทคือ 1.N1 : standard 2.H1 , H2 : high performance 3. L1 : current limiting แต่ละประเภทจะมีค่า breaking capacity ที่แตกต่างกันดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า breaking capacity ที่แตกต่างกัน

Breaking Capacity (KA rms , Ics = Icu, 220/415 V according to IEC 947-2)						
current rating (A)	800-1600	2000/2500	3200	4000	5000	6300
Type						
N1	40	55	-	-	-	-
H1	65	75	75	75	100	100
H2	100	100	100	100	125	125
L1	130	130	-	-	-	-
Degree of pollution (IEC947-2)	IV	IV	IV	IV	IV	IV

Air CB. มี 2 ชนิดคือ

1.) Draw out type เป็นเบรคเกอร์ชนิดชักออก ซึ่งติดตั้งบนฐานรางเลื่อน สามารถถอดเปลี่ยน/ซ่อม ได้สะดวกรวดเร็ว เบรคเกอร์อีกชนิดหนึ่ง คือ direct current breaker มีใช้กับชนิด draw out เท่านั้น เพื่อขยายความสามารถการทนกระแสของเบรคเกอร์ มีลักษณะ ดังภาพที่ 2.38

2.)

ภาพที่ 2.38 Draw out type

2.) Fixed type เป็นเบรคเกอร์ชนิดยึดติดกับที่ ซึ่งที่จริงแล้วก็คือส่วนที่เคลื่อนที่ ของเบรคเกอร์แบบ drawout โดยเพิ่มปีกโลหะ (fixing bracket) ประกบด้านข้างทั้ง 2 ด้าน มีลักษณะ ดังภาพที่ 2.39

ภาพที่ 2.39 Fixed type

ส่วนประกอบของ Air CB

1. Arc chute cover เป็นฝาครอบ arc chute

2.) Auxiliary terminal shield

3.) Auxiliaries connection block

4.) Fixed integral enclosure

5.) Safety shutters ม่านกั้น contact ซึ่งเป็นส่วนที่ติดอยู่กับฐานของเบรคเกอร์ (fixed portion) แบบ draw out จะปิดอัตโนมัติ เมื่อ contact ถูกแยกออกจากกัน

6.) Arc chute เป็นช่องดับอาร์ก ติดตั้งไว้บริเวณหน้าสัมผัสของเบรคเกอร์

7.) Remote control voltage release ทำหน้าที่ควบคุมการปลด-สับ เบรคเกอร์ โดยจะสั่งปลดหน้าสัมผัส ถ้าแรงดันที่ release ได้รับจากแหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า rated voltage ระหว่าง 35% - 70% ถ้า voltage release ไม่ได้รับแรงดันที่ถูกต้อง จะไม่สามารถสั่งสับเบรคเกอร์ได้ จนกว่าแรงดันที่ได้รับจะมีค่าตั้งแต่ 85% ของ rated voltage ขึ้นไป และเพื่อป้องกันเบรคเกอร์ trip จากภาวะ transients ที่อาจทำให้แรงดันตกชั่วขณะ ก็จะมีการติดตั้ง time delay ไว้ภายใน (built-in time delay)

8.) Motor for electrical charging of stored energy mechanism ติดตั้งเพิ่มเพื่อให้สามารถ charge สปริงแบบ manual ได้ด้วย ในชุดนี้ประกอบด้วย

8.1 gear motor

8.2 closing release

8.3 shunt release หรือ undervoltage release

8.4 "springs charged" limit switch changeover contact

9.) Control unit ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเบรคเกอร์ รวมทั้งสามารถปรับตั้งค่าต่างๆ ได้ดังนี้

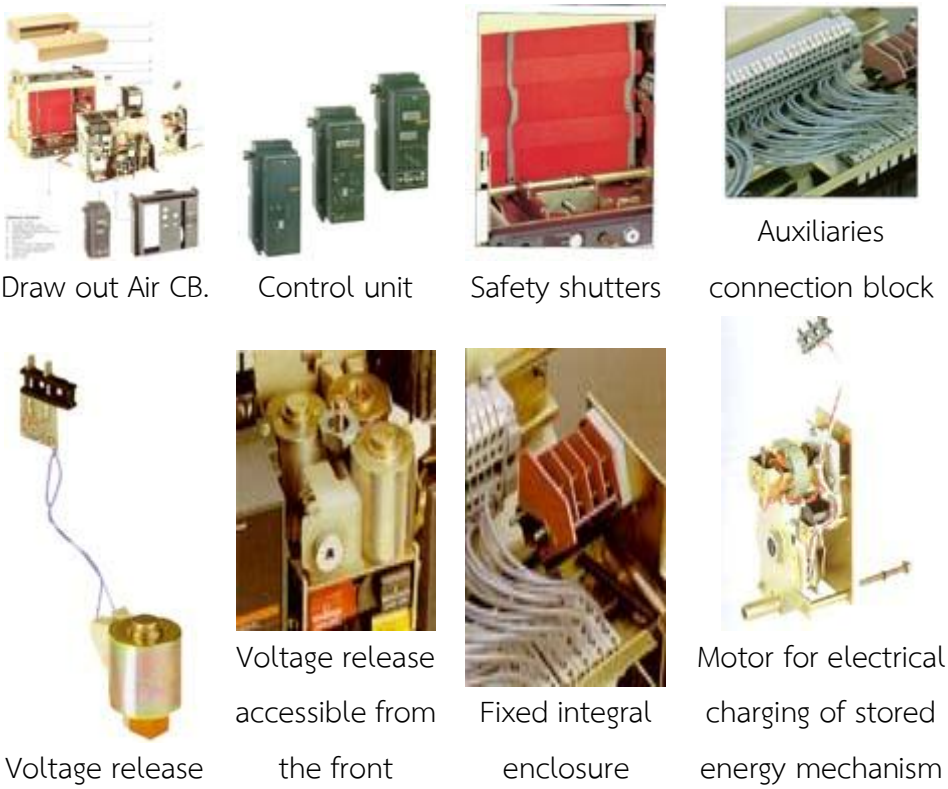
9.1 short time protection

9.2 long time protection

9.3 earth fault protection

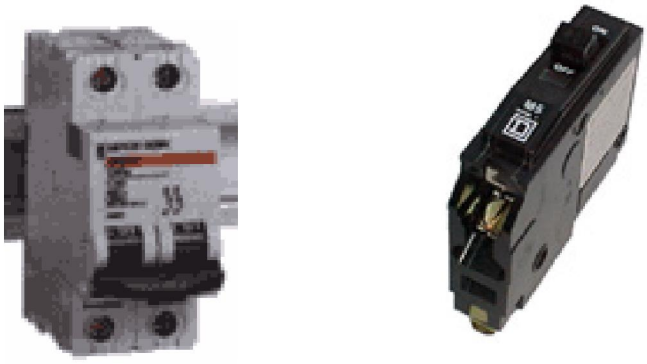
นอกจากนี้ยังใช้แสดงผลปริมาณทางไฟฟ้าเช่น กระแส, แรงดัน, เพาเวอร์แฟคเตอร์, กำลังไฟฟ้า หรือวัดกระแส fault ได้ด้วย

10.) Front cover เป็นฝาครอบด้านหน้าของ Air circuit breaker



ภาพที่ 2.40 ภาพแสดงส่วนประกอบของ Air CB. (click to enlarge)

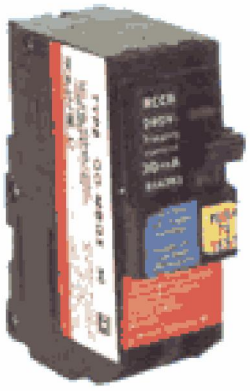
5.2.4 Miniature circuit breaker เป็นเบรคเกอร์ขนาดเล็ก ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับ แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load center) หรือแผงจ่ายไฟฟ้าประจำห้องพักอาศัย (consumer unit) เบรกเกอร์ ชนิดนี้ไม่สามารถปรับตั้ง ค่ากระแสตัดวงจรได้ มีทั้งแบบ 1 pole , 2 pole และ 3 pole อาศัยกลไกการปลดวงจรทั้งแบบ thermal และ magnetic มีรูปร่างทั่วไป ดังภาพ ในรูปที่ 2.41



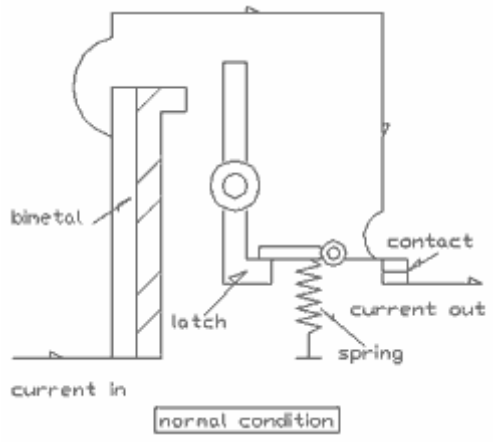
ภาพที่ 2.41 Miniature circuit breaker

พิกัดแรงดันของเบรคเกอร์ชนิดนี้จะอยู่ที่ 240/415 Vac. มี Ampere trip สูงสุด 100 A. และมี interrupting capacity ตั้งแต่ 5 KA. ขึ้นไป และเนื่องจากเป็นเบรคเกอร์ขนาดเล็กจึงมักใช้ป้องกันวงจรย่อย เช่น วงจรแสงสว่าง วงจรเต้ารับ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กทั่วไป นอกจากนี้ยังมีรุ่นที่สามารถป้องกันไฟฟ้าดูดได้ด้วย เรียกว่า Earth leakage circuit breaker (ELCB)

Earth leakage circuit breaker (ELCB) เป็น miniature CB. ชนิดหนึ่งซึ่งมีอุปกรณ์เสริมสำหรับตรวจจับกระแสว่า รั่วออกจากวงจรเกินกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าเกินค่าที่ตั้งไว้ ก็จะสั่งปลดวงจร โดยกระแสรั่วไหลจะกำหนดตายตัว ไม่สามารถปรับตั้งได้เช่น 10 mA. , 15 mA. , 30 mA. เป็นต้น ตัวอย่างของ ELCB ดังภาพในรูปที่ 2.42 (ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช.2537)



ภาพที่ 2.42 Earth leakage circuit breaker



ภาพที่ 2.43 แสดงวงจรการทำงานของ ELCB

5.3 เครื่องวัดทางไฟฟ้า

5.3.1 พิกัดกระแสของ circuit breaker ที่ควรรู้จักมี 3 อย่างดังนี้

1.) Ampere Trip (AT) เป็นพิกัดกระแส handle rating ซึ่งบอกให้รู้ว่าสามารถทนกระแสใช้งานในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด มักแสดงค่าไว้ที่ name plate หรือด้ามโยกของเบรคเกอร์ ซึ่งมาตรฐานของ NEC 1990 paragraph240-6 กำหนดดังนี้ 15 , 60 , 70 , 80 , 90 , 100 , 110 , 125 , 150 , 175 , 200 , 225 , 250 , 300 , 350 , 400 , 450 , 600 , 700 , 800 , 1000 , 1200 , 1600 , 2000 , 2500 , 3000 , 4000 , 5000 , 6000 A.

ในกรณีที่ขนาดอุปกรณ์ของผู้ผลิตบางรายไม่มีค่าตรงกับค่าที่กำหนด ก็สามารถเลือกใช้ค่าที่สูงขึ้นไปแทนได้ สิ่งควรรู้เพิ่มเติมก็คือ พิกัดการทนกระแส ของเบรคเกอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1.1) standard circuit breaker ในที่นี้หมายถึงชนิด thermal magnetic ซึ่งถ้านำเอาเบรกเกอร์ชนิดนี้ไปใช้กับโหลดต่อเนื่อง จะปลดวงจรที่ 80 % ของพิกัดกระแสเบรคเกอร์

1.2) 100% rated circuit breaker แบบนี้ถ้านำไปใช้กับโหลดต่อเนื่องจะตัดวงจรที่พิกัด กระแสของเบรคเกอร์ แต่จะมีเฉพาะสินค้าของอเมริกาเท่านั้น

2.) Ampere Frame (AF) พิกัดกระแสโครง ซึ่งหมายถึงพิกัดการทนกระแสสูงสุดของเบรคเกอร์ในรุ่นนั้นๆ Ampere Frame มีประโยชน์คือ สามารถเปลี่ยนพิกัด Ampere Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรคเกอร์ยังคงเท่าเดิม ค่า AF ตามมาตรฐาน NEMA มีดังนี้ 50 , 100 , 225 , 250 , 400 , 600 , 800 , 1000 , 1200 , 1600 , 2000 , 2500 , 4000 , 5000 AF

3.) Interrupting Capacity (IC) เป็นพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรคเกอร์นั้นๆ โดยปกติกำหนดค่าการทนกระแสเป็น KA. ค่า IC จะบอกให้รู้ว่าเบรคเกอร์ที่ใช้นั้นมีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด การเลือกค่ากระแส IC จะต้องรู้ค่ากระแสลัดวงจร ณ. จุดนั้นๆ เสียก่อน ตามมาตรฐาน IEC947-2 แล้วสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทคือ

3.1) Icu หรือ Icn (Rated short-circuit breaking capacity) หมายถึงพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรคเกอร์ ตามมาตรฐานแล้วจะระบุเป็นค่า r.m.s ของกระแสไฟสลับ โดยถือว่าส่วนประกอบ transient กระแสตรง (ค่า DC. Transient) เป็นศูนย์ พิกัดกระแสดังกล่าวในภาคอุตสาหกรรมเรียกว่า ค่า Icu (Rated ultimate s.c. breaking capacity) ส่วนภาคที่อยู่อาศัยเรียกว่า Icn ปกติจะมีหน่วยเป็น KA r.m.s. การทดสอบค่า Icu หรือ Icn ตามมาตรฐาน IEC มี 3 ลักษณะคือ

3.1.1) Operating sequences(open-close/open) คือการทดสอบการทนกระแสลัดวงจรโดยทำการปิดและเปิดวงจร ของเบรคเกอร์ขณะมีกระแสลัดวงจร

3.1.2) Current and voltage phase displacement คือการทดสอบการทนกระแสลัดวงจรที่ค่า power factor ต่างๆ กัน ซึ่งพบว่าถ้า power factor = 1 จะปลดวงจรง่ายกว่า และถ้า power factor มีค่าต่ำเท่าใดการปลดวงจรยิ่งทำได้ยากเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่าระบบไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็น lagging power factor และยิ่งมีกระแสลัดวงจรสูงเท่าใด (อยู่ใกล้ generator หรือหม้อแปลงขนาดใหญ่) ค่า power factor ก็ยิ่งต่ำลง

3.1.3) Dielectric withstand capability คือการทดสอบความเป็นฉนวนของโครง (case) ของเบรคเกอร์ หลังจากการ short-circuit ไปแล้วว่ายังคงสภาพการเป็นฉนวนอยู่หรือไม่

3.2) Icm (Rated making capacity) หมายถึงพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เป็น peak current ที่เบรคเกอร์ สามารถทนได้ และทำการปลดวงจรแบบทันทีทันใด (instantaneous) โดยไม่มีการหน่วงเวลาที่แรงดันพิกัด (rated voltage) ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ค่ากระแส peak มีความสัมพันธ์กับค่า Icu ด้วยตัวคูณ (k factor) ซึ่งต่างกันไปตามค่า power factor ของกระแสลัดวงจร ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่า power factor ของกระแสลัดวงจร

Icu	power factor	Icm = kIcu
มากกว่า 6KA ถึง 10KA	0.5	1.7 x Icu
มากกว่า 10KA ถึง 20KA	0.3	2 x Icu
มากกว่า 20KA ถึง 50KA	0.25	2.1 x Icu
มากกว่า 50KA	0.2	2.2 x Icu

3.3) Icw (Rated short-time withstand current) คือค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดสำหรับเบรกเกอร์ชนิด B ที่สามารถทนได้ทั้งผลทางด้านอุณหภูมิ , ความเค้น และความเครียดจากสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น โดยตัวมันเองไม่เสียหายในช่วงเวลาหนึ่ง ตามที่โรงงานผู้ผลิตระบุค่านี้ขึ้นอยู่กับประเภทของ switchgear แรงต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

3.3.1) ชนิด A คือระบบ switchgear ที่ไม่มีความต้องการให้มีการหน่วงเวลาในการทำงานของอุปกรณ์ magnetic trip (เป็นการปลดวงจรโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก) ได้แก่ molded case circuit breaker ทั่วไป ดังนั้น molded case CB. จึงไม่มีค่า Icw

3.3.2) ชนิด B คือระบบ switchgear ที่สามารถหน่วงเวลาในการปลดวงจรได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำการปลดวงจรเป็นลำดับขั้น (discrimination) ในระบบ โดยเบรคเกอร์ตัวที่อยู่ใกล้กระแสลัดวงจรที่สุดควรปลดวงจรก่อน ดังนั้นตัวที่อยู่ถัดไป (โดยเฉพาะตัว main) ต้องทนกระแสลัดวงจรซึ่งสูงกว่าและเป็นเวลาที่นานกว่าได้ โดยตัวมันเองไม่ปลดวงจรและไม่เสียหายค่าพิกัดและกระแสการลัดวงจรสูงสุดที่เบรคเกอร์ทนได้ในกรณีที่ต้องหน่วงเวลาเช่นนี้เรียกว่า short-time withstand current rating (Icw) โดยปกติค่า Icw จะถูกระบุหรือทดสอบกับเบรคเกอร์แบบ electronic trip เช่น Air circuit breaker หรือ molded case ประเภท heavy duty

3.4) Ics (Rated service short short-circuit breaking capacity) เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าเมื่อเบรคเกอร์ปลดวงจรหลังจากเกิดการลัดวงจรครั้งแรกแล้ว เบรคเกอร์ตัวนั้นจะสามารถทนกระแสลัดวงจร ในครั้งถัดไปได้เท่าเดิมหรือไม่โดยเทียบกับค่า Icu โดยระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า Icu เช่น 25 , 50 , 75 และ 100% เช่น เบรคเกอร์ตัวหนึ่งระบุค่า Ics = 0.5 Icu หมายความว่าเมื่อเบรคเกอร์ ปลดวงจรหลังจากเกิดการลัดวงจรครั้งแรกแล้ว เบรคเกอร์ตัวนั้นจะสามารถทนกระแสลัดวงจร ในครั้งถัดไปได้เท่ากับ 50% ของ Icu (ณรงค์ ชอนตะวัน.2524)

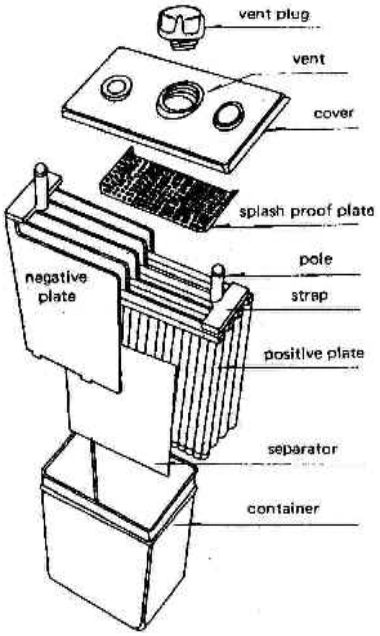
5.4 แบตเตอร์รี่

5.4.1 คุณลักษณะแบตเตอร์รี่

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทางเคมีที่ออกแบบสำหรับเก็บประจุไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าฯ แบตเตอรี่จะเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในรูปของพลังงานเคมี และจ่ายกระแสไฟออกมาให้แก่อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่สูญเสียพลังงานเคมีไปในการใช้งานจะต้องประจุหรือเรียกว่าชาร์จแบตเตอรี่ให้แบตเตอรี่เก็บเอาไว้ในรูปของพลังงานเคมี ดังนั้น การจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะเกิดขึ้นสลับกันไปอย่างต่อเนื่อง หน้าที่ของแบตเตอรี่ คือ เป็นตัวจ่ายไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มีค่าจำกัดความจุไม่สามารถที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาดังนั้นแบตเตอรี่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีประจุไฟฟ้าเต็มอยู่เสมอ เพื่อที่จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เพียงพอ ในขณะที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าดังนั้นจึงต้องมีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เพื่อสะสมเอาไว้

5.4.2 โครงสร้างของแบตเตอรี่

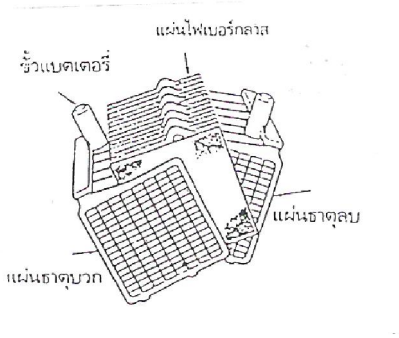
แบตเตอรี่ประกอบด้วยน้ำกรด แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุทำมาจากผงตะกั่วบริสุทธิ์ อัดแน่นในแผ่นตะแกรงตะกั่วแบตเตอรี่แบบนี้จึงเรียกว่า แบตเตอรี่ตะกั่ว (Lead Battery) ภายในแบตเตอรี่แยกออกเป็นช่องหลาย ๆ ช่อง (โดยทั่วไปแบตเตอรี่จะมี 6 ช่อง)ในแต่ละช่องเรียกว่า เซลล์ (Cell) แต่ละเซลล์ มีชุดแผ่นธาตุแช่อยู่ในน้ำกรดกำมะถันอย่างเจือจาง



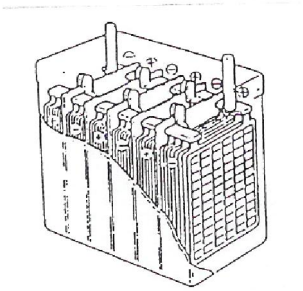
ภาพที่ 2.44 แสดงโครงสร้างแบตเตอรี่

5.4.3 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่

ชุดของแผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบจะวางเรียงสลับกัน และขั้นเอาไว้ด้วยแผ่นกั้นและแผ่นไฟเบอร์กลาส เมื่อเอาแผ่นธาตุแผ่นกั้นและแผ่นไฟเบอร์กลาสรวมเข้าด้วยกันจะเรียกว่าเซลล์แบตเตอรี่ การรวมของแผ่นธาตุด้วยวิธีนี้ทำให้พื้นที่สัมผัสน้ำกรดมากขึ้นสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้มาก หรือกล่าวอีกในหนึ่ง คือแบตเตอรี่มีความจุเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากช่องหนึ่ง ๆ ประมาณ 2.1 โวลท์ แบตเตอรี่ 6 ช่อง ต่ออนุกรมกันจึงมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12 โวลท์



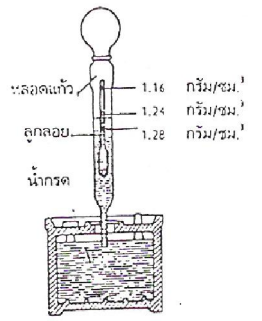
ภาพที่ 2.45 แสดงแผ่นธาตุของแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.46 แสดงเซลล์แต่ละเซลล์ต่ออนุกรมกัน

5.4.4 น้ำกรดแบตเตอรี่

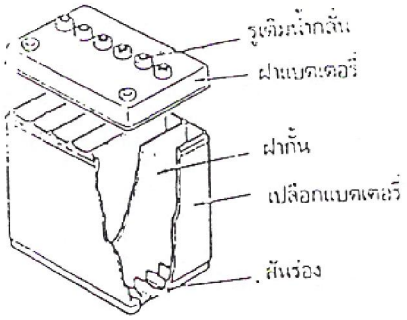
น้ำกรดแบตเตอรี่คือสารละลายของกรดกำมะถันเจือจางกับน้ำกลั่น น้ำกรดแบตเตอรี่จะมีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิทั่วไปประมาณ 1.260 หรือ 1.280 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร น้ำกรดที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.260 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร จะประกอบด้วยน้ำกลั่น 65 เปอร์เซ็นต์ และกรดกำมะถัน 35 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.47 แสดงการตรวจความถ่วงจำเพาะน้ำกรด

5.4.5 เปลือกแบตเตอรี่

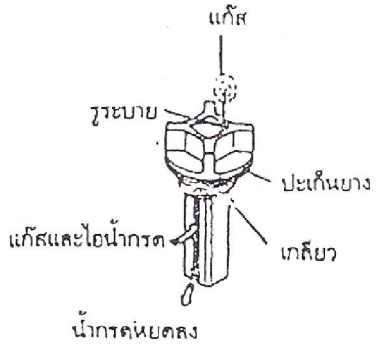
สิ่งที่บรรจุน้ำกรดและส่วนประกอบของแบตเตอรี่เรียกว่าเปลือกแบตเตอรี่ แบ่งออกเป็น 6 ช่อง เครื่องหมายแสดงระดับของน้ำกรดจะแสดงอยู่บนเปลือกชนิดโปร่งใสหรือกึ่งโปร่งใสของแบตเตอรี่ แผ่นธาตุรองด้วยสันร่องจากก้นของเปลือกแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการลัดวงจรระหว่างแผ่นธาตุจากผงแผ่นธาตุหรือสิ่งอื่นที่หลุดร่วงออกจากแผ่นธาตุ (สุจิตต์ , 2542 : 20)



ภาพที่ 2.48 แสดงเปลือกแบตเตอรี่

5.4.6 จุกปิดรูฝาแบตเตอรี่ (Vent Plugs)

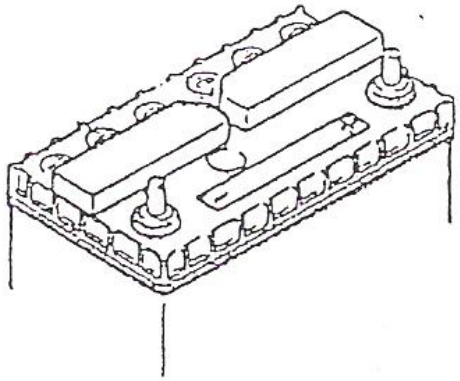
จุกปิดนี้จะใช้สำหรับปิดช่องเติมน้ำกลั่น และออกแบบเอาไว้สำหรับแยกแก๊สไฮโดรเจน (ที่เกิดขึ้นขณะชาร์จแบตเตอรี่)และไอของกรดกำมะถัน ซึ่งมีอยู่ภายในแบตเตอรี่โดยยอมให้ไฮโดรเจนไหลผ่านรูระบายออกไป ส่วนไอกรดกำมะถันกลั่นตัวในช่องระบายแล้วตกกลับเข้าไปในแบตเตอรี่



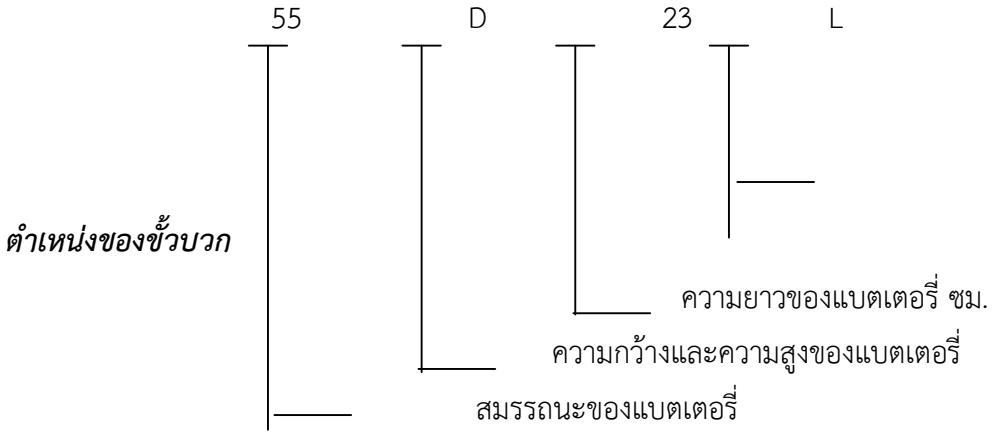
ภาพที่ 2.49 แสดงจุกปิดรูฝาแบตเตอรี่

5.4.7 รหัสแสดงขนาดแบตเตอรี่

แบตเตอรี่จะมีรหัสแสดงขนาดของแบตเตอรี่ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม รหัสนี้จะแสดงถึงความจุของแบตเตอรี่ ขนาดและตำแหน่งของขั้วบวก (ด้านซ้ายหรือด้านขวา) เป็นสากลใช้ได้ทั่ว



ภาพที่ 2.50 แสดงรหัสแสดงขนาดแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.51 แสดงรายละเอียดของรหัสที่แสดงขนาดแบตเตอรี่

5.4.8 สมรรถนะของแบตเตอรี่

รหัสแสดงถึงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่โดยอ้อม จากตารางที่ 2.3 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรหัสของแบตเตอรี่ และความจุไฟของแบตเตอรี่

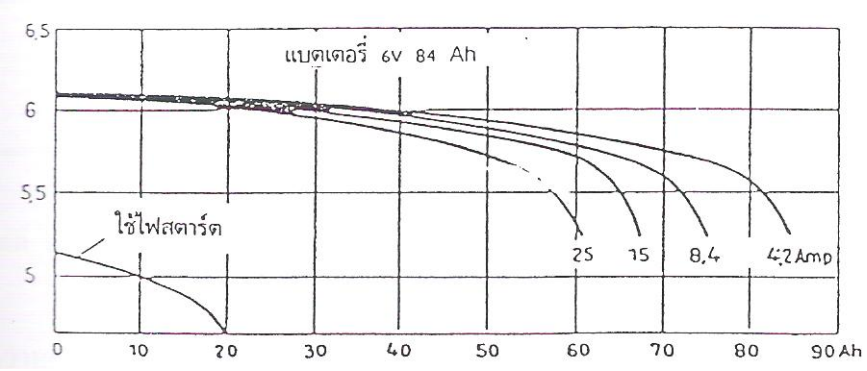
ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่

รหัส	ความจุไฟ (จ่ายไฟ 5 ชม.)	***รหัส***	ความจุไฟ (จ่ายไฟ 5 ชม.)
50 B 24 R/L	36	105 E 41 R/L	83
55 B 24 R/L	36	115 E 41 R/L	88
32 C 24 R/L	32	130 E 41 R/L	92
50 D 20 R/L	40	115 F 51	96
55 D 23 R/L	48	150 F 51	108

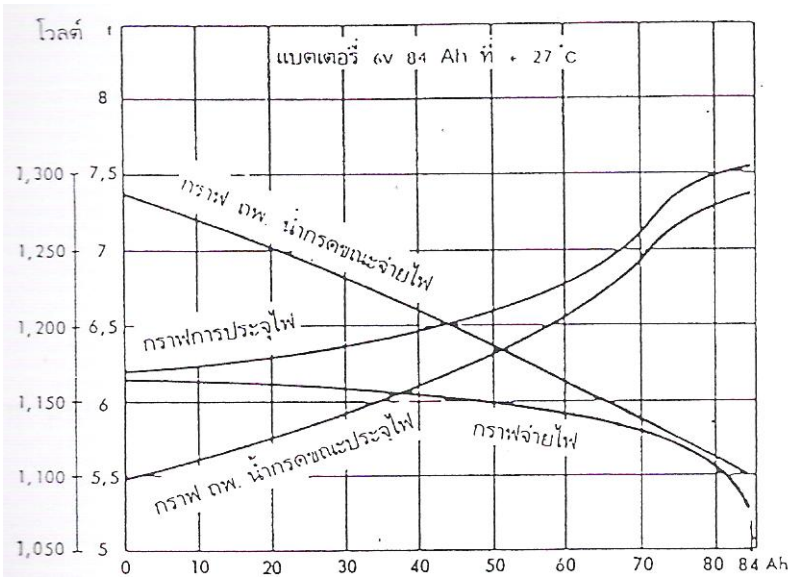
5.4.9 ความจุไฟของแบตเตอรี่

ความจุไฟของแบตเตอรี่ หมายถึง สมรรถนะของการเก็บกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ซึ่งสามารถจ่ายไฟออกมาในลักษณะของต้นกำลังไฟฟ้าโดยวัดได้ในรูปของแอมแปร์ต่อชั่วโมง (Ah) ดังนี้ Ah = A (แอมแปร์) x h (ชั่วโมง)

ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม กำหนดการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาจนกระทั่งถึงค่าแรงดันไฟ (10.5 V) ใน 5 ชั่วโมง แล้วนำมาคำนวณตามสูตรข้างบน เช่น จ่ายไฟออกอย่างต่อเนื่อง 7.2 A ตลอดเวลา 5 ชั่วโมง ก่อนที่จะถึงค่าแรงดันสิ้นสุด ดังนั้น แบตเตอรี่จึงมีความจุไฟ 36 Ah (7.2 A x 5 hr)



ภาพที่ 2.52 แสดงกราฟเมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟมากมีผลกระทบต่อความจุ (Ah)



ภาพที่ 2.53 แสดงกราฟการประจุไฟและจ่ายไฟด้วยกระแสไฟคงที่ 20 ชั่วโมง

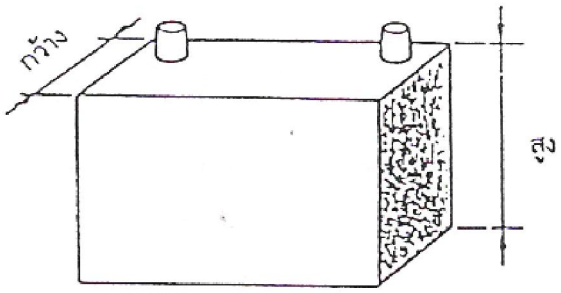
5.4.10 พิกัดขนาดแบตเตอรี่

ความกว้างและความสูงของแบตเตอรี่จะแสดงอยู่รวมกันโดยใช้รหัสตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งจากทั้งหมด 8 ตัว (A ถึง H) ดังตัวอย่าง A ถึง D ในตารางที่ 2.4

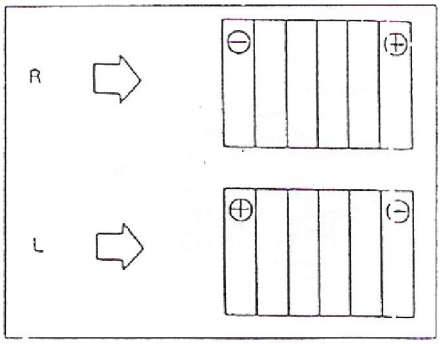
ตารางที่ 2.5 แสดงความกว้างและความสูงของแบตเตอรี่

รหัส	กว้าง (มม.)	สูง (มม.)
A	162	127
B	203	127 หรือ 129
C	207	135
D	204	173

ความยาวของแบตเตอรี่ จะแสดงอย่างคร่าว ๆ เช่น รหัสแสดงของแบตเตอรี่ “23” หมายถึง แบตเตอรี่ที่ความยาวประมาณ 23 ซ.ม. (230 มม.) ตำแหน่งขั้วจะถือขั้วบวกเป็นหลัก รหัส R = อยู่ด้านขวา L = อยู่ด้านซ้าย (สุจิตต์ , 2542 : 23)



ภาพที่ 2.54 แสดงพิกัดความกว้างและความสูง



ภาพที่ 2.55 แสดงตำแหน่งของขั้วแบตเตอรี่

5.4.11 การทำปฏิกิริยาเคมีของแบตเตอรี่

การทำปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในแผ่นธาตุกับน้ำกรด เพราะแผ่นธาตุทั้งสองเป็นวัตถุไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ตะกั่วเปอร์ออกไซด์เป็นรูปของตะกั่ว 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ส่วนกรดกำมะถันมีไฮโดรเจน 2 อะตอม กำมะถัน 1 อะตอม และออกซิเจนอีก 4 อะตอม ปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างแบตเตอรี่จ่ายไฟจะเป็น ดังนี้ (สุจิตต์ , 2542 : 24)

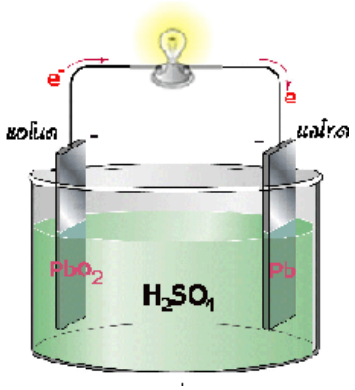
ชุดแผ่นธาตุลบ $Pb + SO_4 = PbSO_4$

โมเลกุลน้ำกรด

ชุดแผ่นธาตุบวก $PbO_2 + 2H + H_2SO_4 = PbSO_4 + 2H_2O$

5.4.12 ปฏิกิริยาระหว่างจ่ายไฟ

จะเห็นว่าแผ่นธาตุบวกจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต แผ่นธาตุลบจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต เช่น เดียวกัน น้ำกรดจะค่อยเจือจางลง เพราะโมเลกุลของกรดกำมะถันแยกออกเป็น H_2 และ SO_4 นั่นคือ SO_4 ส่วนหนึ่งไปรวมกับ Pb ในแผ่นบวกคือไปแทนที่ O_2 ปฏิกิริยานี้ทำให้ O_2 จำนวน 2 อะตอมเป็นอิสระจากแผ่นธาตุบวกเคลื่อนย้ายเข้ารวมกับ H_2 ซึ่งเหลือจากที่ SO_4 ไปรวมเข้ากับแผ่นธาตุบวก O_2 และ H_2 รวมตัวกันเป็นน้ำ (H_2O) และ SO_4 อีกส่วนหนึ่งไปรวมกับ Pb ในแผ่นธาตุลบ คงทิ้งไว้แต่ H_2 ให้รวมตัวกับ O_2 จะเห็นว่าที่กล่าวมานี้เป็นเพียงไม่กี่โมเลกุลในเซลล์แบตเตอรี่ ดังนั้นแผ่นธาตุของแบตเตอรี่มีเป็นพัน ๆ ล้านโมเลกุล พลังงานที่เกิดจากอิเล็กตรอนเคลื่อนย้าย (Lons) จากแผ่นธาตุบวกไปสู่แผ่นธาตุลบ ทำให้แผ่นธาตุลบมีอิเล็กตรอนจำนวนมาก แต่แผ่นธาตุบวกมีอิเล็กตรอนขาดแคลนเมื่อวงจรภายนอกของขั้วแบตเตอรี่บวกและลบครบวงจร อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบผ่านวงจรไฟฟ้าไปครบวงจรที่ขั้วบวก ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งใช้กระแสไฟและไม่ใช้ ถ้าใช้ไฟมากจนไฟหมดเลย แผ่นธาตุจะเป็นตะกั่วซัลเฟต น้ำกรดจะเหลือเป็นน้ำไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป ต้องนำไปประจุไฟใหม่

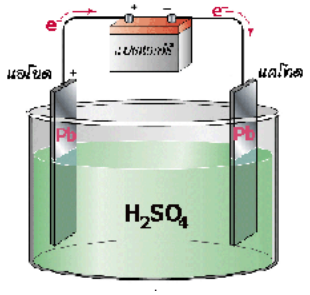


ภาพที่ 2.56 แสดงแบตเตอรี่จ่ายไฟ

5.4.13 ปฏิกิริยาระหว่างประจุไฟ

การประจุไฟแบตเตอรี่ คือ การใช้แรงดันอิเล็กตรอนเข้าไปในแผ่นธาตุลบ โดยให้อิเล็กตรอนดันกลับในทิศทางที่จ่ายกระแสไฟ เพื่อให้น้ำแตกตัวเป็น H_2 และ O_2 พร้อม SO_4 เป็น H_2SO_4 ขณะเดียวกัน อะตอมของ O_2 จะกลับไปยังแผ่นธาตุบวก กลายเป็นแผ่นตะกั่วเปอร์ไซด์อีกเช่นเดิม ส่วนแผ่นธาตุลบ จะกลับเป็นแผ่นตะกั่วบริสุทธิ์ เมื่อ SO_4 หายไปจากแผ่นธาตุหมดไปรวมตัวอยู่กับ H_2 ก็เท่ากับแบตเตอรี่อยู่ในสภาพไฟเต็ม ในระหว่างการประจุก็คือ การทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นย่อมเกิดความร้อนขึ้นระหว่างทำการประจุไฟ H_2 และ O_2 ซึ่งเป็นแก๊สจะหนีออกทางรูระบายที่จุกปิดรู แก๊สที่เกิดขึ้นนี้เป็น แก๊สติดไฟ ดังนั้นอย่าให้มีประกายไฟเกิดขึ้นระหว่างทำงาน เพราะอาจจะทำให้เกิดแบตเตอรี่ระเบิดแตกได้ จะเห็นได้ว่าแก๊สที่ระเหยออกนี้ คือ ไอน้ำ

แบตเตอรี่ที่ใช้ไปนาน ๆ น้ำกรดจะมีระดับลดลงจากแผ่นธาตุแสดงว่าน้ำกลั่นได้ระเหยออกไปจากน้ำกรดเวลาจะเพิ่มระดับน้ำกรด ให้เติมเฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้น



ภาพที่ 2.57 แสดงแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้า

การทำปฏิกิริยาขณะประจุไฟมี ดังนี้

ชุดแผ่นธาตุลบ $PbSO_4 + 2H = Pb + H_2SO_4$

โมเลกุลน้ำกรด

ชุดแผ่นธาตุบวก $PbSO_4 + SO_4 + 2H_2O = PbO_2 + 2H_2\ SO_4$

แก๊ส

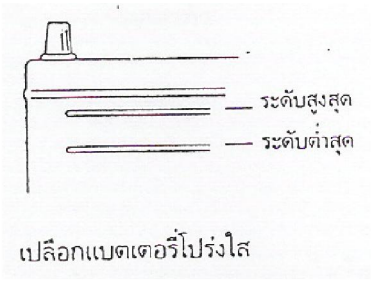
ชุดแผ่นธาตุลบ $Pb + 4H = Pb + 2H_2$

โมเลกุลน้ำกรด แก๊ส

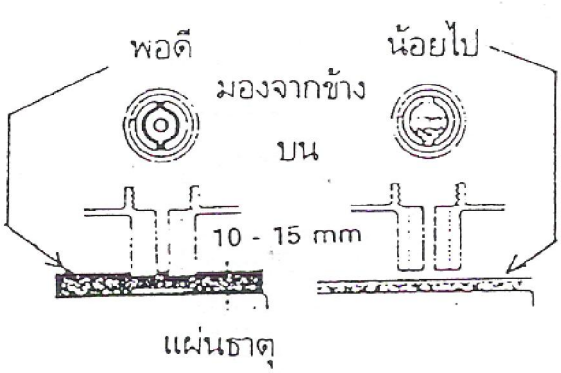
ชุดแผ่นธาตุบวก $PbO_4 + 2SO_4 + 2H_2O = PbO_2 + 2H_2\ SO_4 + O_2$

5.4.14 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

ตรวจระดับน้ำกรดควรตรวจทุกอาทิตย์หรือเป็นครั้งคราวตามวาระการใช้งาน และถ้าจำเป็นให้เติมด้วยน้ำกลั่นให้ถึงระดับที่กำหนด แบตเตอรี่ชนิดเปลือกโปร่งใสจะมีขีดบอกระดับปกติอยู่บนเปลือกของแบตเตอรี่ดังนั้นน้ำกรดควรจะอยู่ในช่วงกำหนดไว้นี้ แบตเตอรี่ที่มีเปลือกทึบระดับของน้ำกรดจะต้องอยู่ในระดับสูงกว่าแผ่นกั้น 10 ถึง 15 มม. หรือสูงพอที่จะท่วมแผ่นธาตุในแต่ละช่องประมาณ 1 ข้อมือมองจากข้างบน



ภาพที่ 2.58 แสดงการตรวจระดับน้ำกรดที่ข้างแบตเตอรี่



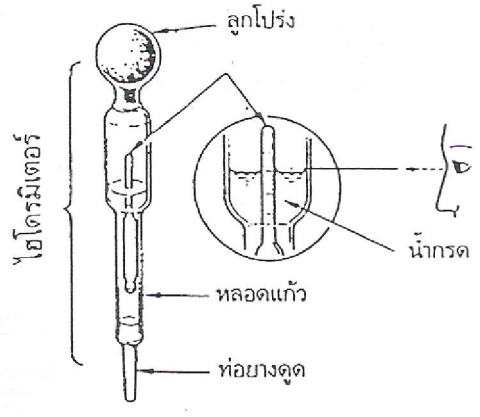
ภาพที่ 2.59 แสดงการตรวจน้ำกรดทางช่องเติมน้ำกลั่น

5.4.15 การตรวจสภาพประจุแบตเตอรี่

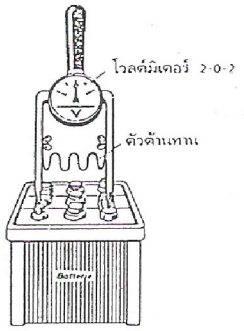
การตรวจสภาพประจุแบตเตอรี่จะกระทำได้โดย การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดและการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ

1.) การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด ใช้ไฮโดรมิเตอร์ดูดน้ำกรดเข้าในไฮโดรมิเตอร์แล้วอ่านค่าที่ระดับของน้ำกรดในหลอดแก้วระดับสายตา โดยอย่าให้ลูกลอยสัมผัสกับหลอดแก้ว

2.) การทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ (โหลด) โดยปล่อยให้แบตเตอรี่ (112 A ถ้าอัตรา 5 ชม. คือ 28 Ah) และวัดแรงดันไฟที่ขั้วแบตเตอรี่จะต้องเป็น 9.6 V หรือสูงกว่า ถ้าไม่ได้ตามนี้แสดงว่าแบตเตอรี่ไม่ดี กรณีระดับน้ำกรดในแบตเตอรี่ต่ำมากให้เติมน้ำกลั่นและชาร์จไฟจนเต็ม แล้วปล่อยให้เย็นจึงตรวจสภาพตามต้องการ



ภาพที่ 2.60 แสดงการทดสอบด้วยไฮโดรมิเตอร์



ภาพที่ 2.61 แสดงการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ

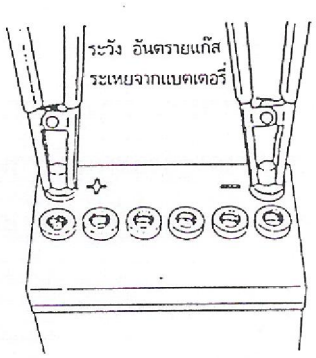
5.4.16 การประจุแบตเตอรี่

ข้อควรระวังระหว่างการประจุแบตเตอรี่

1.) เนื่องจากไอระเหยของแก๊สจากแบตเตอรี่ไวไฟ อย่าทำให้เกิดประกายไฟใกล้แบตเตอรี่

2.) อย่าปลดสายไฟของเครื่องชาร์จออกจากขั้วแบตเตอรี่ ขณะแบตเตอรี่กำลังประจุไฟอยู่ให้ปิดสวิตช์เครื่องชาร์จไฟก่อนที่จะปลดสายออก

3.) อุณหภูมิของน้ำกรดแบตเตอรี่จะต้องไม่เกิน 45 องศาเซ็นเซียส ถ้าสูงกว่านี้ ให้ลดอัตรากระแสไฟประจุลงหรือหยุดการประจุก่อน เย็นแล้วจึงประจุต่อ



ภาพที่ 2.62 แสดงการระวังอันตรายจากการประจุแบตเตอรี่

5.4.17 การประจุแบบช้า

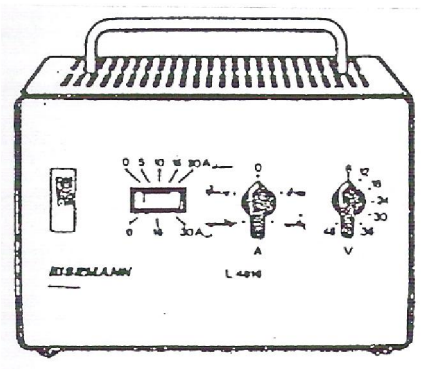
การประจุไฟแบตเตอรี่ทั่วไป ใช้วิธีประจุแบบช้าเพื่อให้การทำปฏิกิริยาเคมีเป็นไปอย่างสมบูรณ์มีลำดับดังต่อไปนี้

1.) อัตรากระแสไฟประจุไม่เกิน 1 ใน 10 ของความจุไฟแบตเตอรี่ เช่น 40 Ah ให้ประจุ ด้วย 4A

2.) ตั้งสวิตช์เครื่องชาร์จเอาไว้ที่ตำแหน่ง Slow (ถ้ามี)

3.) ปรับสวิตช์ควบคุมกระแสไฟ เมื่อกระแสไฟต่ำเกินไปขณะทำการประจุไฟ

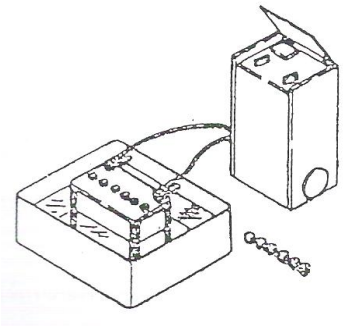
4.) เมื่อน้ำกรดเริ่มเดือดความถ่วงจำเพาะ หรือแรงดันไฟของแบตเตอรี่ไม่มีการเพิ่มขึ้นอีกต่อไปเป็นเวลามากกว่า 1 ชั่วโมง แสดงว่าแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็มที่แล้ว



ภาพที่ 2.63 แสดงเครื่องชาร์จช้า

5.4.18 การประจุแบบเร็ว

ใช้เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องใช้แบตเตอรี่รีบด่วนภายในระยะเวลาสั้นด้วยอัตราประจุกระแสไฟสูง อย่างไรก็ตามการกระทำเช่นนี้อาจทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงได้ การกำหนดอัตรากระแสไฟ และเวลาที่จะทำการประจุเครื่องชาร์จเร็วจะมีอุปกรณ์ทดสอบเพื่อหาอัตรากระแสไฟและเวลาที่ต้องการในการประจุโดยทั่วไปใช้เวลาประจุไม่เกิน 1 ชม. ด้วย 1 ใน 2 ของความจุไฟ เช่น 40 Ah ประจุด้วย 20 A



ภาพที่ 2.64 แสดงเครื่องชาร์จเร็ว

5.4.19 หลักปฏิบัติการประจุแบตเตอรี่

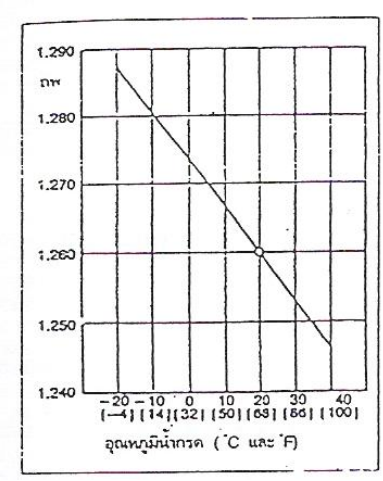
1.) ทำความสะอาดสิ่งสกปรก และขี้เกลือออกจากแบตเตอรี่ และขั้วแบตเตอรี่

2.) เปิดฝาจุกแบตเตอรี่ออกทั้งหมด ตรวจระดับของน้ำกรดถ้ามีไม่เพียงพอให้เติมด้วยน้ำกลั่น

3.) การประจุแบตเตอรี่ขณะติดตั้งใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปลดสายขั้วบวก และขั้วลบ ออกจากขั้วแบตเตอรี่ทั้งคู่เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าฯ

5.4.2 การเก็บรักษาแบตเตอรี่

การเก็บแห้ง การเก็บแห้งเป็นการเก็บแบตเตอรี่ไว้โดยไม่มีน้ำกรดอยู่ในแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่เป็นการเก็บแบตเตอรี่ที่ผลิตจากโรงงานใหม่ ๆ รอส่งให้ลูกค้า เมื่อจะใช้ไปเติมน้ำกรดแล้วประจุไฟให้เต็มสำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วมีน้ำกรดอยู่ภายในจำเป็นต้องพักใช้งาน อาจเก็บแห้งได้โดยการนำไปอัดไฟให้เต็มเทน้ำกรดทิ้งแล้วใช้น้ำกลั่นล้างเทคว่ำไว้จนแห้งเมื่อจะใช้ก็ไปเติมน้ำกรดและประจุไฟใหม่



ภาพที่ 2.65 แสดงกราฟ ถพ. น้ำกรด ขึ้นกับอุณหภูมิน้ำกรด

5.4.20 การเก็บเปียก

แบตเตอรี่แม้อัดไฟเต็มแล้ว ทิ้งปล่อยไว้โดยไม่ใช้เลย ก็สามารถจะคายประจุเองได้ (Self Discharge) ดังนั้น แบตเตอรี่ที่มีน้ำกรดอยู่ควรนำไปตรวจประจุไฟ ทุก ๆ 1 เดือน หรือสลับใช้งานจะดีที่สุด

ข้อแนะนำในการใช้แบตเตอรี่ชาร์จแห้ง (Dry Charge) แบตเตอรี่ชาร์จแห้ง หมายถึง แบตเตอรี่ที่ยังไม่ได้เติมน้ำกรดจากโรงงานผลิตก่อนจะนำเอามาใช้งาน มีข้อแนะนำปฏิบัติดังนี้

1.) แกะพลาสเตอร์ที่ปิดจุกเติมน้ำกลั่น แล้วเปิดฝาจุกออก

2.) เติมกรดกำมะถันผสมเสร็จลงในแบตเตอรี่สูงกว่าแผ่นกั้นประมาณ 20 มม.

3.) ภายหลังเติมน้ำกรดแล้ว ประมาณ 1 ถึง 2 ชม. สามารถจะนำไปใช้งานได้ แต่ต้องตรวจดูระดับน้ำกรด ถ้าลดลง ให้เติมน้ำกรด ถ.พ. เท่าเดิมลงไปจนถึงระดับที่ต้องการ

4.) เพื่อให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ทนทานยิ่งขึ้น ภายหลังเติมน้ำกรดแล้ว ทิ้งไว้ประมาณ 1 ถึง12 ชม. จนกว่าอุณหภูมิของน้ำกรดต่ำลง ปรับระดับของน้ำกรดให้เท่าเดิม แล้วนำไปประจุไฟตามอัตราที่กำหนด

5.) ประจุไฟจนเกิดแก๊สทุกเซลล์ โวลท์ และ ถ.พ. ของน้ำคงที่ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ชม. เวลาที่ใช้ในการประจุไฟทั้งหมดประมาณ 15 ถึง 20 ชม.

6.) ในระหว่างประจุไฟ ระวังอย่าให้อุณหภูมิของน้ำกรดสูงเกิน 50 องศาเซ็นเซียส หากสูงเกินอุณหภูมิดังกล่าวนี้ให้ลดกระแสไฟลง หรือหยุดประจุจนกว่าอุณหภูมิจะลดต่ำลงแล้วจึงประจุต่อ

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ขนาด 12 โวลท์ 125 แอมแปร์ต่อชั่วโมง สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด และการบำรุงรักษาง่าย การประจุพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้เวลา 4 ถึง 5 ชั่วโมง สมารถจ่ายไฟให้กับหลอดไฟ ขนาด 8 วัตต์ ได้นานประมาณ 8-10 ชั่วโมง จากการคำนวณและการใช้งานจริง(สุจิตต์ สนองคุณ. 2542)

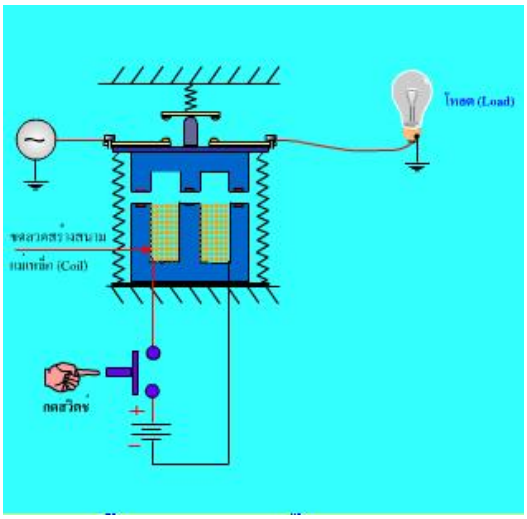
5.5 รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือ โซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

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

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

หน้าที่ของคอนแทกเตอร์ คือ การใช้กำลังไฟฟ้าจำนวนน้อยเพื่อไปควบคุมการตัดต่อกำลังไฟฟ้าจำนวนมาก คอนแทกเตอร์ ทำให้เราสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งอื่นๆ ของระบบไฟฟ้าได้ สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทกเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็กต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุมและคอล์ยของของคอนแทกเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอล์ยอาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบการใช้คอนแทกเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล(Remote) ได้ ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า(ประสิทธิ์ กันปี.2535)



ภาพที่ 2.66 รูปแสดงการทำงานของคอนแทกเตอร์ และรีเลย์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 ประเทือง ฟั่นแก้ว ได้ทำการวิจัยเรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ที่ใช้กังหันแบบคาปลาน ประกอบด้วยชุดผลิตกระแสไฟฟ้า ชุดใบกังหัน จำนวน 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีมุมใบกังหัน 30, 45 และ 60 องศา ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกและดุมใบกังหันขนาด 110 และ 30 มิลลิเมตร ตามลำดับ การทดสอบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กได้ใช้กังหันแบบคาปลานทั้งหมด 3 ชุด โดยแต่ละชุดจะมีมุมใบกังหัน 30, 45 และ 60 องศา และได้มีการเปลี่ยนระดับค่าความสูงของหัวน้ำในการทดสอบที่ 3, 3.5 และ 3.85 เมตร มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพใบกังหัน ประสิทธิภาพอัลเตอร์เนเตอร์ และประสิทธิภาพรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ผลการทดสอบพบว่า ที่ค่าความสูงของหัวน้ำ 3.85 เมตร ชุดใบกังหันมุม 30 องศาจะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด คือ มีประสิทธิภาพใบกังหันเท่ากับ 59.526 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพอัลเตอร์เนเตอร์ เท่ากับ 28.958 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กเท่ากับ 17.238 เปอร์เซ็นต์

6.2 ทรงกรต กาลพงษ์วาร ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อการประยุกต์กฎระเบียบสาธารณะสำหรับการพัฒนาพลังงานชีวมวลในประเทศไทย พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการพัฒนา ทั้งทางด้านแหล่งทรัพยากรและเทคโนโลยีในการนำไปใช้เป็นพลังงาน โดยของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตทางการเกษตร นับเป็นทรัพยากรชีวมวลอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ผลิตเป็นพลังงานได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานชีวมวลจากของเหลือใช้ทางการเกษตร โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่ทำการผลิตพลังงานชีวมวลใน 3 ระบบการผลิต คือ ระบบการผลิตก๊าซชีวมวลจากมูลสุกร โดยใช้เทคโนโลยีแบบโดมคงที่ และเทคโนโลยีแบบรางหมักช้าและบ่อหมักแบบย่อยเร็ว ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวล เทคโนโลยีพลังงานความร้อนร่วม และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินและทางเศรษฐกิจ, การกระจายตัวของต้นทุนและผลประโยชน์ที่มีผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคม และพิจารณากฎระเบียบสาธารณะที่เกี่ยวข้องกับพลังงานชีวมวลในด้านต่างๆ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงิน พบว่า ในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจำเป็นจะต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นทางด้านอื่นๆ นอกเหนือผลประโยชน์จากพลังงานและการขายผลพลอยได้ จึงจะเกิดความคุ้มค่าในการลงทุน แต่สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลนั้น ผลประโยชน์จากพลังงานและการขายผลพลอยได้เพียงพอที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน ส่วนผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ พบว่า ในทุกระบบการผลิตที่ทำการวิเคราะห์มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และการวิเคราะห์ที่คำนึงถึงผลกระทบภายนอกทางบวกที่เกิดขึ้น ยิ่งทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความคุ้มค่ามากขึ้น และการวิเคราะห์การกระจายตัวของต้นทุนและผลประโยชน์ พบว่า เมื่อมีการผลิตพลังงานชีวมวลตามศักยภาพที่สามารถผลิตได้ในแต่ละระบบการผลิต ผลประโยชน์ที่สังคมจะ

ได้รับ ได้แก่ การลดจำนวนเงินที่ต้องลงทุนทางด้านพลังงาน เท่ากับ 2,323.25 ล้านบาท การเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ เท่ากับ 1,311.72 ล้านบาท การลดการนำเข้าสินค้าและบริการจากต่างประเทศ เท่ากับ 2,708.74 ล้านบาท และการเพิ่มการจ้างงานปีละ 77,858.98 คน สำหรับผลการวิเคราะห์ในเรื่องกฎระเบียบสาธารณะ พบว่า กฎระเบียบสาธารณะที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาพลังงานชีวมวลนั้น ได้แก่ การสนับสนุนทางการเงินในการลงทุน การสนับสนุนทางการเงินทางด้านราคารับซื้อ การรับประกันการรับซื้อ และการรับประกันสินเชื่อ โดยกฎระเบียบสาธารณะแต่ละข้อจำเป็นต้องใช้ควบคู่กัน

6.3 ประไพ จักษุจินดา ได้ทำการวิจัยเรื่อง แบบจำลองกังหันลมผลิตไฟฟ้า งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะสร้างแบบจำลองกังหันลมผลิตไฟฟ้า และศึกษาข้อมูลทางเทคนิคและหลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์โบลเออร์เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 cm หมุน 2880 rpm เป็นต้นกำเนิดของลมเป่าไปยังกังหันลมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งมีแม่เหล็กทรงกระบอกกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง30 mm ความเข้มสนามแม่เหล็ก 70 mT และมีใบพัดลมจำนวน 7 ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางทั้งหมดเป็น 74 mm สวมติดกับแกนกลางของกังหันลมหมุนตัดกับขดลวดทองแดงเบอร์40 จำนวน 550 รอบ พบว่า เมื่อวางกังหันลมผลิตไฟฟ้าห่างจากต้นกำเนิดของลมประมาณ8 cm มีอัตราเร็วลม 7.14 m/s ทำให้กังหันลมหมุน 855 rpm และแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดจะเกิดไฟฟ้ากระแสสลับมีความต่างศักย์ 4.9 V และ กระแสสลับ 17.52 mA ส่งไปยังวงจรเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงมีความต่างศักย์ 3.60 V และกระแสตรง14.90 mA ทำให้ยังหลอด LED จำนวน 7 หลอดสว่าง แบบจำลองกังหันลมผลิตไฟฟ้านี้มีประสิทธิภาพประมาณ 9% และสามารถนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับนาฬิกาเครื่องคิดเลข วิทยุ ไฟฉายที่ใช้หลอด LED และอื่นๆ ที่สามารถพัฒนาในเชิงพาณิชย์ได้

6.4 เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ ได้ทำวิจัยเรื่อง เครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบการใช้งานเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลม โดยการทดสอบสอบการใช้งานเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลมแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ1.การทดสอบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอร์รี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมโดยผู้วิจัยได้ทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดจ่ายให้กับแบตเตอร์รี่ว่ามีแรงดันตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งแรงดันที่กำหนดไว้คือไม่ต่ำกว่า 24 V. ซึ่งเป็นแรงดันที่ใช้ในการประไฟฟ้าให้กับแบตเตอร์รี่ ซึ่งได้ทำการวัดค่าแล้วได้ค่าแรงดันเฉลี่ย 25.6 V. 2.การทดสอบอัตราการสูบน้ำของแต่ละวันใน 1 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยได้ทดสอบหาอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลมว่าในแต่ละวัน ซึ่งเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลม สูบน้ำได้เฉลี่ย 5 ลิตรต่อวัน3.การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน โดยการประเมินครั้งนี้จะเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นคนงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมิน ค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจทั้งหมดคือ 3.6 ผลประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี เครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตร

พลังงานลม ได้ทำการทดสอบการใช้งานทั้ง 3 ลักษณะ ซึ่งเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลมสามารถใช้งานได้จริง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อ “การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ” มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล
2. เครื่องมือในการวิจัย
3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก
4. ทดสอบการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก
5. วิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปและอภิปรายผล

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่มาของข้อมูลในการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ”แบ่งตามขั้นตอนการศึกษาการวิจัย ดังนี้

1.1 **เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก** ศึกษาข้อมูลโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำชนิดต่างๆถึงข้อดีและข้อเสีย เก็บข้อมูลแหล่งพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ สภาพทางภูมิประเทศที่ตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก ช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง สภาพปัญหาต่างๆ สถานที่น้ำตกธาราเอราวัณ ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แบบสำรวจ

1.2 **ศึกษาระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก** โดยใช้หลักการ เมื่อวัตถุก้อนหนึ่ง มวล m (กิโลกรัม) ตกลงมาจากระดับความสูง H (เมตร) พลังงานศักย์ที่เปลี่ยนรูปไปมีค่า mgH (นิตัน-เมตร) แต่สำหรับโรงงานไฟฟ้าพลังน้ำ พลังงานศักย์ที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลโดยถ้ามีน้ำตกผ่านความสูง H ด้วยอัตรา Q (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) กำลังที่เกิดขึ้นบนกังหันน้ำจะมีค่าดังสมากร $P_{th} = \rho QgH$ วัตต์ สถานที่น้ำตกธาราเอราวัณ ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

2. เครื่องมือในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ” มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัยแบ่งตามขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 การศึกษาแนวทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก โดยการกำหนดลักษณะของเครื่องมือดังนี้

2.1.1 แบบสัมภาษณ์ เพื่อใช้สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นมาของน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ระดับน้ำขึ้นลงและใช้รูปแบบการสัมภาษณ์แบบเป็นมาตรฐาน (Structured interview) แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้สัมภาษณ์ เป็นคำถามแบบเปิด(Open-end items)

ตอนที่ 2 สอบถามข้อมูลด้านสภาพภูมิศาสตร์ของน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ เป็นคำถามแบบเปิด

ตอนที่ 3 สอบถามความต้องการของชุมชน ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ เป็นคำถามแบบเปิด

2.1.2 แบบสำรวจ เพื่อใช้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของน้ำตกธาราเอราวัณ โดยใช้รูปแบบการสำรวจแบบเป็นมาตรฐาน(Structured survey) แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะความสูงของจุดรับน้ำ

ตอนที่ 2 สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการอัตราการไหลของน้ำและพลังงานไฟฟ้า

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะ โดยการกำหนดลักษณะของเครื่องมือดังนี้

- ช่วงเวลา
- ความสูงของหัวน้ำ
- ปริมาณการไหลน้ำ
- ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด
- แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด
- แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด
- กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด
- พลังงานไฟฟ้า
- ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด

2.3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามแบบสำรวจก่อนการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

2.3.1 หาความเที่ยงตรง (Validity) การหาความเที่ยงตรงของแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดยการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งที่เป็นนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

2.3.2 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ นำเครื่องมือมาปรับปรุงแก้ไขภายหลังการสอบถามความคิดเห็นของนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมกับงานวิจัยในครั้งนี้

3. ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก

3.1 การสร้างแนวคิดในการออกแบบ

นำผลสรุปของการศึกษาแนวทางการออแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกให้มีประสิทธิภาพ ในด้านโครงสร้างการใช้งานจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ มาใช้ในการกำหนดแนวคิดในการออกแบบ

3.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ

3.3.1 ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก โดยการภาพร่าง รูปแบบ การเขียนแบบ การทำหุ่นจำลอง วิเคราะห์และพัฒนาแบบ

3.3.1 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก และแบบจำลองที่ความสูงของน้ำระดับต่างๆ วิเคราะห์วัสดุในการสร้าง สถานที่น้ำตกธาราเอราวัณ ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.1 ดำเนินการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก และแบบจำลองที่ความสูงระดับน้ำต่างๆสถานที่น้ำตกธาราเอราวัณ ตำบลตะเบาะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

4. ทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ

ทดสอบการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตก ที่ความสูงของระดับน้ำต่างๆในรอบ 1 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องมือแบบทดสอบ ณ น้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

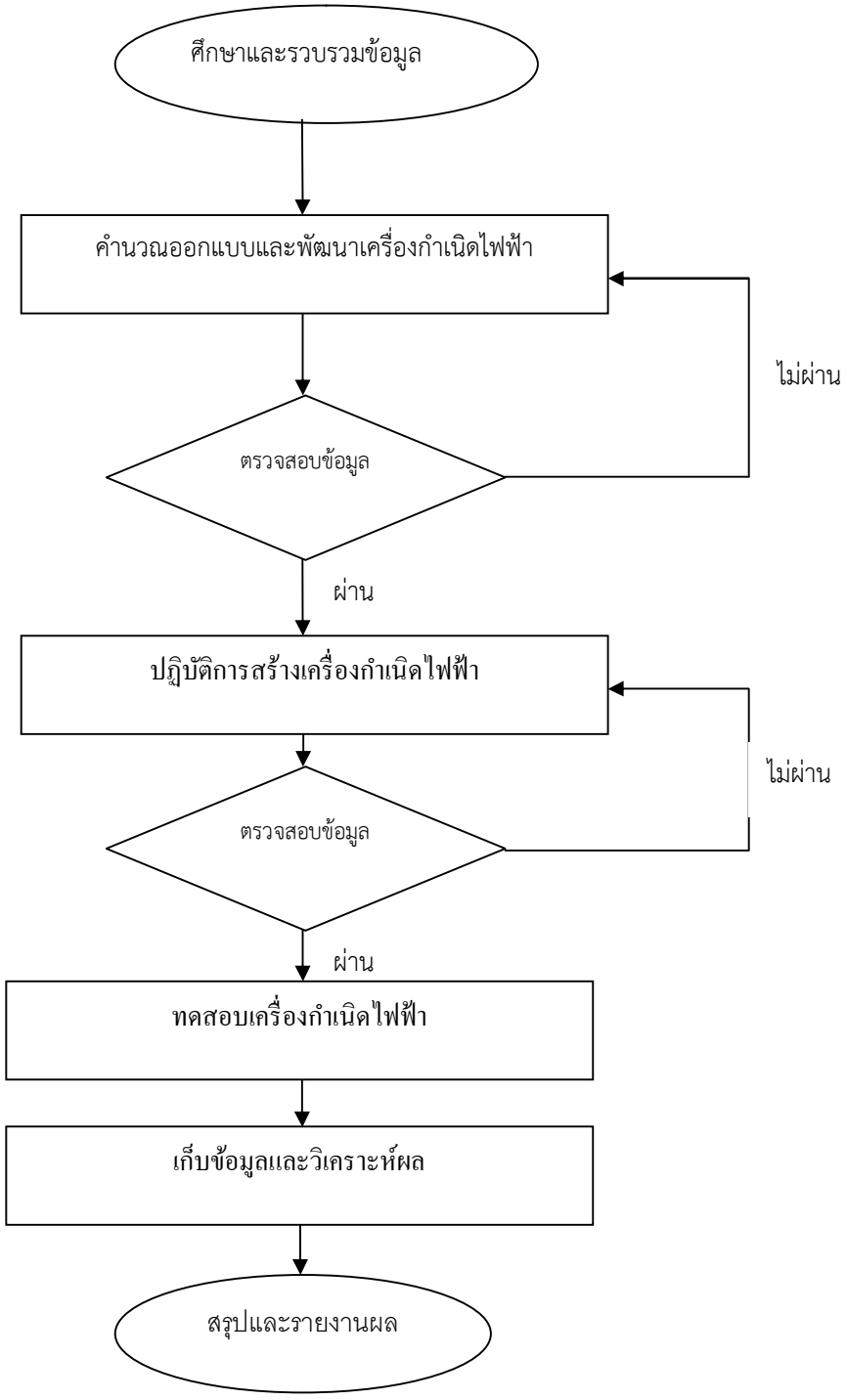
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ มีรูปแบบการใช้สถิติและการแปรผลข้อมูลแบ่งออกเป็นกลุ่มตามขั้นตอนการศึกษาวิจัย นำผลข้อมูลที่ได้จากการสอบถามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ นำข้อมูลที่ได้จาดการสำรวจและจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางกายภาพของน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะมาวิเคราะห์และแปรผล

6. สรุปและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัยเพื่อ “การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ” เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์และทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ การดำเนินงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ทุกขั้นตอน นำผล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่อง เรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ศึกษาและรวบรวมข้อมูล สรุปเพื่ออภิปรายผล



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ และเพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน ของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการศึกษาวิจัยออก เป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสำรวจเกี่ยวกับออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

ตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนารูปแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

2.3 การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

ตอนที่ 3 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

3.2 การสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก (Prototype)

ตอนที่ 1 การศึกษาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

การศึกษาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก โดยผู้วิจัยได้ดำเนินงานด้วยการสัมภาษณ์และสำรวจได้ผลวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสำรวจเกี่ยวกับออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

- ระดับน้ำในหน้าฝน สูงขึ้นจากลำธาร 1.5 เมตร
- จำนวนครับในการท่วมของน้ำ ในรอบ 30 ปี ท่วม 2 ครั้ง
- ลักษณะหิน เป็นชั้นหิน ก้อนขนาด1- 3 เมตร
- ลักษณะของชั้นน้ำตก เป็นลานหิน

1.2ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านเพศ อายุ อาชีพ และรายได้ของกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 20 คน

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	8	40
	หญิง	12	60
อายุ	อายุต่ำกว่า 30 ปี	4	20
	อายุ 30 – 40 ปี	8	40
	อายุ 41 – 50 ปี	8	40
อาศัยอยู่มา	10 ปี	11	55
	20 ปี	6	30
	30 ปี	3	15

จากตารางที่ 4.1 สามารถจำแนกลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังนี้ เพศหญิง ร้อยละ 60 เพศชาย ร้อยละ 40 อายุต่ำกว่า 30 ปี ร้อยละ 20 อายุ 30 – 40 ปี ร้อยละ 40 อายุ 41 – 50 ปี ร้อยละ 40 เป็นผู้อาศัยอยู่มาแล้ว 10 ปี ร้อยละ 55 20 ปี ร้อยละ 30 30 ปี ร้อยละ 15

ตารางที่ 4.2 สอบถามความต้องการของชุมชน ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน

ชนิดของสินค้า	ปริมาณการเลือกเป็นลำดับแรก				รวมทั้งหมด	
	ชาย		หญิง			
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้พลังงาน						
1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน	6	75	10	83.33	16	80
1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม	2	25	2	16.66	4	20
2. สร้างเทคโนโลยี						
2.1 แหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน	2	25	2	16.66	4	20
2.2 ชุมชนตัวอย่าง	1	12.5	1	16.66	2	10
2.3 การพึ่งพาตัวเองในการพลังงานไฟฟ้า	5	62.5	9	75	14	70
รวม						100

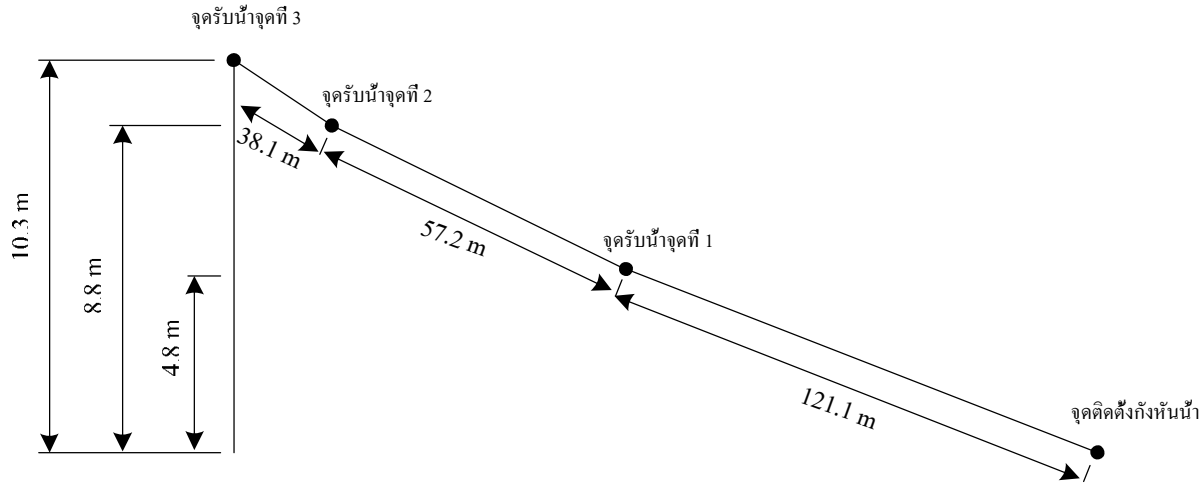
จากตารางที่ 4.2 ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานความต้องการของชุมชน ผู้ตอบมีความต้องการใช้พลังงานในครัวเรือน ร้อยละ 80 มีความต้องการพึ่งพาตัวเองในการพลังงานไฟฟ้าร้อยละ 75

ตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนารูปแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

- ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำตกขนาด ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 W
- กังหันน้ำกรงกระรอก
- ต้นกำลัง จ่ายพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก



ภาพที่ 4.1 แสดงระดับความสูงของน้ำตกและจุดรับน้ำ

2.2.1 การคำนวณอัตราการไหลของน้ำ ท่อ 1นิ้ว

1.) ท่อ 1นิ้ว จุดรับน้ำจุดที่ 1 ความสูง 4.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \qquad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 \, x4.8 \pi x(25.4x10^{-3})^2}{128x0.08x121.1} \qquad m^3/s$$

$Q = 0.0784 \ m^3/s$

$P = 9.81Qh$

$= 9.81x0.0784x4.8$

$= 3.673 \ kW$

2.) จุดรับน้ำจุดที่ 2 ความสูง 8.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x8.8\pi x(25.4x10^{-3})^2}{128x0.08x178.3} \quad m^3/s$$

Q = 0.098 m^3/s

P = 9.81Qh

= 9.81x0.098x8.8

= 8.433 kW

3.) จุดรับน้ำจุดที่ 3 ความสูง 10.3 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x10.3\pi x(25.4x10^{-3})^2}{128x0.08x216.4} \quad m^3/s$$

Q = 0.094 m^3/s

= 9.81x0.094x10.3

= 9.52 kW

2.2.2 การคำนวณอัตราการไหลของน้ำ ท่อ 2 นิ้ว

1.) จุดรับน้ำจุดที่ 1 ความสูง 4.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x4.8\pi x(50.8x10^{-3})^2}{128x0.08x121.1} \quad m^3/s$$

Q = 0.314 m^3/s

P = 9.81Qh

= 9.81x0.314x4.8

= 14.78 kW

2.) จุดรับน้ำจุดที่ 2 ความสูง 8.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x8.8\pi x(50.8x10^{-3})^2}{128x0.08x178.3} \quad m^3/s$$

$Q = 0.39 \ m^3/s$

$P = 9.81Qh$

$= 9.81x0.39x8.8$

$= 33.73 \ kW$

3.) จุดรับน้ำจุดที่ 3 ความสูง 10.3 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x10.3\pi x(50.8x10^{-3})^2}{128x0.08x216.4} \quad m^3/s$$

$Q = 0.38 \ m^3/s$

$= 9.81x0.38x10.3$

$= 38.08 \ kW$

2.2.3 การคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่อ 4 นิ้ว

1.) จุดรับน้ำจุดที่ 1 ความสูง 4.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x4.8\pi x(101.6x10^{-3})^2}{128x0.08x121.1} \quad m^3/s$$

$Q = 1.26 \ m^3/s$

$P = 9.81Qh$

$= 9.81x1.26x4.8$

$= 59.11 \ kW$

2.) จุดรับน้ำจุดที่ 2 ความสูง 8.8 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x8.8\pi x(101.6x10^{-3})^2}{128x0.08x178.3} \quad m^3/s$$

Q = 1.56 m^3/s

P = 9.81Qh

= 9.81x1.56x8.8

= 134.93 kW

3.) จุดรับน้ำจุดที่ 3 ความสูง 10.3 เมตร

$$Q = \frac{\gamma h \pi d^2}{128 \mu L} \quad m^3/s$$

$$Q = \frac{10x10^3 x10.3\pi x(101.6x10^{-3})^2}{128x0.08x216.4} \quad m^3/s$$

Q = 1.51 m^3/s

= 9.81x1.51x10.3

= 152.31 kW

ตารางที่ 4.3 การอัตราการไหลของน้ำในระดับความสูงและขนาดท่อต่างกัน

ความสูงของจุดรับน้ำ (m)	ขนาดท่อส่งน้ำ (Inch)	อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)	พลังงานไฟฟ้า (kW)
4.8	1.00	0.0784	3.673
	2.00	0.314	14.78
	4.00	1.26	59.11
8.8	1.00	0.098	8.433
	2.00	0.39	33.73
	4.00	1.56	134.93
10.3	1.00	0.094	9.52
	2.00	0.38	38.08
	4.00	1.51	152.31

จากตารางที่ 4.2 ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 4.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ1.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ0.0784 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 3.673 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 4.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 2.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 0.314 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 14.78 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 4.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 4.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 1.26 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 59.11 กิโลวัตต์

ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 8.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ1.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 0.098 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 8.433 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 8.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 2.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 0.39 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 33.73 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 8.8 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 4.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 1.56 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 134.93 กิโลวัตต์

ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 10.3เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 1.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 0.094 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 9.52 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 10.3 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 2.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 0.38 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 38.08 กิโลวัตต์ ที่ความสูงของจุดรับน้ำ 10.3 เมตร ขนาดท่อส่งน้ำ 4.00 นิ้ว อัตราการไหลของน้ำ 1.51 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้พลังงานไฟฟ้า 152.31 กิโลวัตต์

2.3 การสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก (Prototype)

ข้อมูลจากการสำรวจและคำนวณมาออกแบบโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะ

2.3.1 กังหันน้ำ การออกแบบกังหันน้ำได้ใช้กังหันกงกระรอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเทากับ 300 mm. มีจำนวนใบรับน้ำ 8 ใบ ขนาด 150 mm.ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดุม 20 mm. และท่อส่งน้ำมีขนาด 2 นิ้ว

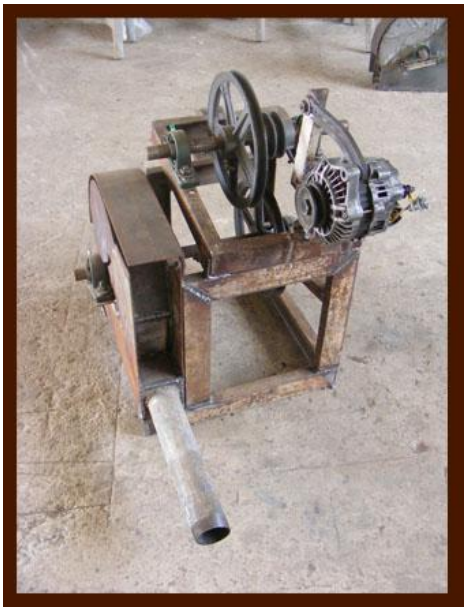
ภาพที่ 4.2 แสดงใบกังหันน้ำ

ภาพที่ 4.3 แสดงชุดกังหันน้ำ

ภาพที่ 4.4 แสดงชุดกังหันน้ำ

2.3.2 ต้นกำลัง จ่ายพลังงานไฟฟ้า

การเลือกใช้ต้นกำลังใช้เจนเนอร์เรเตอร์ พลังงานไฟฟ้าที่ได้มาเก็บสะสมที่แบตเตอร์รี 24 โวลต์ 100 แอมแปร์ โดยมีพลู่เล่ย์ทดความเร็วรอบพอกับการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 300 mm. มาที่ ขนาด 50 mm เจนเนอร์เรเตอร์ จะเริ่มชาร์ไฟฟ้าเมื่อความเร็วรอบ 750 รอบต่อนาที เจนเนอร์เรเตอร์ ขนา 220 โวลต์ 4.54 แอมแปร์



ภาพที่ 4.5 แสดงชุดต้นกำลังจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก

การวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะดังนี้

ตารางที่ 4.4 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะ

ช่วงเวลา	ความสูงของหัวน้ำ (เมตร)	ปริมาณการไหลน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด (รอบต่อนาที)	แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด (โวลต์)	แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด (แอมป์)	พลังงานไฟฟ้า (วัตต์)	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด
08.00 – 18.30(Partial)	8.8	1.4	120	228	222	4.8	1,065	90%
18.30 – 21.30(Peak)	8.8	1.45	122	230	224	4.9	1,097	91%
21.30 – 08.00(Off Peak)	8.8	1.38	119	226	221	4.6	1,016	90%

จากตารางที่ 4.2 ช่วงเวลา 08.00 –18.30(Partial) ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ1.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 120 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 228 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 222 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.8 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,065 วัตต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 90%

ช่วงเวลา 18.30 – 21.30(Peak) ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 122รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 230 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 224 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.9 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,097 วัตต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91%

ช่วงเวลา 21.30 – 08.00(Off Peak) ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.38 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 119 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 226 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 221โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.6 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,016 วัตต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 90%

ตารางที่ 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะในรอบ 1 สัปดาห์

วันที่	ความสูงของหัวน้ำ (เมตร)	ปริมาณการไหลน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด (รอบต่อนาที)	แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด (โวลต์)	แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด (โวลต์)	กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด (แอมป์)	พลังงานไฟฟ้า (วัตต์)	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด
1	8.8	1.4	120	228	224	4.8	1,075	90%
2	8.8	1.42	121	228	224	4.8	1,075	89%
3	8.8	1.41	118	226	223	4.6	1,025	89%
4	8.8	1.39	118	226	222	4.7	1,043	90%
5	8.8	1.4	122	230	225	4.7	1,057	91%
6	8.8	1.42	120	228	225	4.6	1,035	91%
7	8.8	1.4	120	227	224	4.6	1,030	89%

จากตารางที่ 4.3 วันที่ 1 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 120 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 228 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 224 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.8 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,075 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 90%

วันที่ 2 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ1.42 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 121 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 228 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 224 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.8 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,075 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 89%

วันที่ 3 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.41ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 118 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 226 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 223 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.6 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,025 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 89%

วันที่ 4 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.39ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 118รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 226 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 222 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.7 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,043 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 90%

วันที่ 5 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ1.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 122 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 230 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 225 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.7 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,057 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91%

วันที่ 6 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.42 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 120 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 228 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 225 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.6 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,035 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91 %

วันที่ 7 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 120 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 227 โวลต์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 224 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.6 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,030 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 89 %

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.1 ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ พลังงานไฟฟ้า 1,097 วัตต์ ใช้กังหันน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ใบรับน้ำขนาด 150 X 100 มิลลิเมตร เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ เจนเนอร์เรเตอร์ ขนาด 220 โวลต์ 4.54 แอมแปร์ เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอร์รี 24 โวลต์ 100 แอมแปร์

1.2 ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน ของเครื่องไฟฟ้าพลังงานน้ำตกธาราเอราวัณ ในช่วงเวลา 18.30 – 21.30(Peak) ความสูงของหัวน้ำ 10.1 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ 1.45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 122รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 230 โวลท์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 224 โวลท์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.9 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,097 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91% มีประสิทธิภาพมากที่สุด และทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะในรอบ 1 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพในแต่ละวันไม่ต่างกันมากนักในวันที่ 5 ความสูงของหัวน้ำ 8.8 เมตร ปริมาณการไหลน้ำ1.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด 122 รอบต่อนาที แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด 230 โวลท์ แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด 225 โวลท์ กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด 4.7 แอมป์ พลังงานไฟฟ้า 1,057 วัตต์ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด 91% มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. อภิปรายผล

ในการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะนั้น จะเห็นได้ว่าระดับความสูงมีผลต่อประสิทธิภาพรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตก ตำแหน่งหัวจ่ายน้ำต่ำจะทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพสูงขึ้นรวมทั้งขนาดของท่อส่งน้ำที่มีขนาดใหญ่มีผลต่อประสิทธิภาพรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานจากน้ำตกเช่นกัน

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ได้นำเสนอข้อเสนอแนะดังต่อไป

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

- ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะมีขนาดปานกลางไม่ใหญ่มากนักสามารถนำไปใช้กับชุมชนที่มีแหล่งน้ำตกตามธรรมชาติได้โดยไม่ต้องดัดแปลงโครงสร้างใหม่

- เจนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ มีประสิทธิภาพต่ำเกินไป ควรเจนเนอร์เรเตอร์ที่มีประสิทธิ์ภาพสูง

- ต้นทุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะมีต้นทุนสูงเนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบทดลองใช้วัสดุและโครงสร้าง ถ้าผลิตเพื่ออุตสาหกรรมชุมชนจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่านี้อีก 30 %

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

บทบาทหน้าที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะทั้งในด้านโครงสร้างและวัสดุสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของภูมิประเทศนั้นๆ และกระแสของเทคโนโลยีได้ตลอดเวลา

ผลงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้เฉพาะพื้นที่หนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น การศึกษาในเชิงลึกในแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ ของแต่ละพื้นที่ เช่น สภาพภูมิศาสตร์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน ผลสรุปที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้จริงกับชุมชนนั้น

โดยผู้ที่สนในสามารถนำรูปแบบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากรณีศึกษาน้ำตกกลุ่มอื่นหรือท้องถิ่นอื่นได้อย่างกว้างขวางต่อไป

บรรณานุกรม

กัลยา วานิชย์บัญชา. **การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย spss for window** .กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

นิรัช สุดสังข์ . **การวิจัย การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2548

ไชยชาญ หินเกิด. **เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2542

มนตรี ศิริปรัชญานันท์.**การออกแบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า**.นนทบุรี: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2548

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **อิเล็กทรอนิกส์ในงานอุตสาหกรรม**.กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553

ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช.**การออกแบบระบบไฟฟ้า.**กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537

ณรงค์ ชอนตะวัน.**เครื่องวัดไฟฟ้า.**กรุงเทพฯ : เอราวัณการพิมพ์, 2524

ประสิทธิ์ กันปี.**การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ครั้งที่ 5.อมรินทร์การพิมพ์,2535.

ประเทือง ฟั่นแก้ว.**เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก.** ตาก : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2551

สิทธิพร ใหญ่ธนายศ.**การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานกลจากน้ำฝนที่กักเก็บไว้บนอาคารสูง.**กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,2548

ทรงกรต กาลพงษ์วาร. **การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและสังคม.**กรุงเทพฯ : หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์.**พลังงานหมุนเวียน Renewable energy พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง Tidal energy.**กรุงเทพฯ :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. **พลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) : ตอนพลังงานน้ำ (Hydro energy).**กรุงเทพฯ :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547

ประไพ จักษุจินดา. **แบบจำลองกังหันลมผลิตไฟฟ้า.** สกลนคร: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนครเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2552

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ .**เครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรพลังงานลม.**เพชรบูรณ์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2555

วัฒนา ถาวร.**โรงต้นกำลัง(Power Plant).** พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2542

ภาคผนวก ก

เครื่องมือในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

โดย นายขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

วัน/เดือน/ปี ที่สัมภาษณ์...../...../25.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1.1ชื่อ.....นามสกุล.....

1.2 อายุ.....ปี

1.3 .....ปี

ตอนที่ 2 สอบถามข้อมูลด้านสภาพภูมิศาสตร์ของน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะ

-ระดับน้ำในหน้าฝน.....

-จำนวนครับในการท่วมของน้ำ.....

-ลักษณะหิน.....

-ลักษณะของชั้นน้ำตก.....

ตอนที่ 3 สอบถามความต้องการของชุมชน ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน

ความต้องการของชุมชน ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน	**ระดับความความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	มาก	กลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การใช้พลังงาน					
1.1 ใช้พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน					
1.2 ใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม					
2. สร้างเทคโนโลยี					
2.1 แหล่งเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน					
2.2 ชุมชนตัวอย่าง					
2.3 การพึ่งพาตัวเองในการพลังงานไฟฟ้าใน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(.....)

แบบสำรวจ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

โดย นายขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

วัน/เดือน/ปี ที่สำรวจ...../...../25.....

ตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะความสูงของจุดรับน้ำ

จุดรับน้ำ	ความสูงของจุดรับน้ำ (m)	ลักษณะ

ตอนที่ 2 สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการอัตราการไหลของน้ำและพลังงานไฟฟ้า

ความสูงของจุดรับน้ำ (m)	ขนาดท่อส่งน้ำ (Inch)	อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)	พลังงานไฟฟ้า (kW)

แบบทดสอบ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

โดย นายขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

วัน/เดือน/ปี ที่แบบทดสอบ...../...../25.....

ตารางทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะ

ช่วงเวลา	ความสูงของหัวน้ำ (เมตร)	ปริมาณการไหลน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด (รอบต่อนาที)	แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด (โวลท์)	แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด (โวลท์)	กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด (แอมป์)	พลังงานไฟฟ้า (วัตต์)	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด
08.00 – 18.30(Partial)								
18.30 – 21.30(Peak)								
21.30 – 08.00(Off Peak)								

แบบทดสอบ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีศึกษาน้ำตกธาราเอราวัณ ชุมชนบ้านตะเบาะ

โดย นายขุนแผน ตุ้มทองคำ และคณะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

วัน/เดือน/ปี ที่แบบทดสอบ...../...../25.....

สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำตกธาราเอราวัณสำหรับชุมชนบ้านตะเบาะในรอบ 1 สัปดาห์

วันที่	ความสูงของหัวน้ำ (เมตร)	ปริมาณการไหลน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด (รอบต่อนาที)	แรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิด (โวลท์)	แรงดันที่จ่ายให้กับโหลด (โวลท์)	กระแสไฟฟ้าจ่ายโหลด (แอมป์)	พลังงานไฟฟ้า (วัตต์)	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิด
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

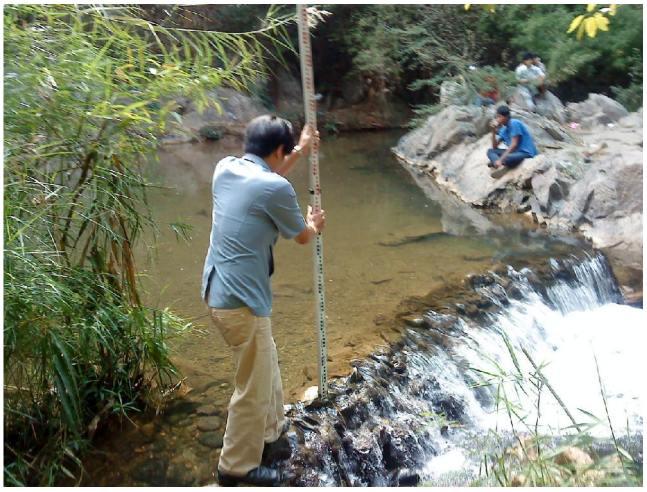
ภาคผนวก ข

ภาพโครงการวิจัย

ภาพที่ ข 1. อาคารทดลองใช้ไฟ

ภาพที่ ข 2. สำรวจจุดรับน้ำ

ภาพที่ ข 3. สำรวจจุดรับน้ำที่น้ำตก



ภาพที่ ข 4. สำรวจระดับความสูงของชั้นน้ำตก

ภาพที่ ข 5. สำรวจระดับความสูงของชั้นน้ำตก

ภาพที่ ข 6. สำรวจระดับความสูงของชั้นน้ำตก

ภาพที่ ข 7. สำรวจระดับความสูงของชั้นน้ำตก

ภาพที่ ข 8.วางท่อจ่ายน้ำ

ภาพที่ ข 9. วางท่อจ่ายน้ำ

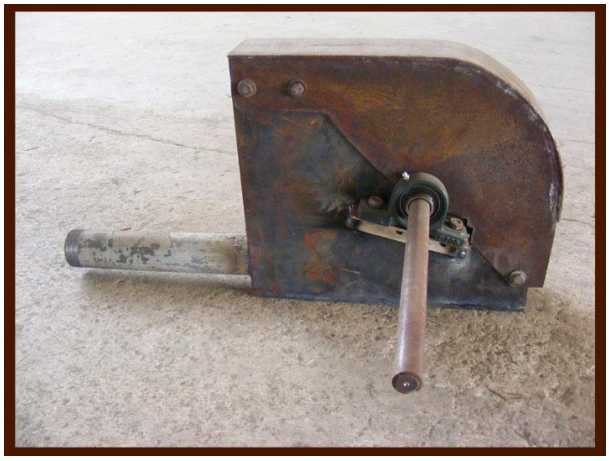
ภาพที่ ข 10. วางท่อจุดรับน้ำ

ภาพที่ ข 11. วางท่อจุดรับน้ำ

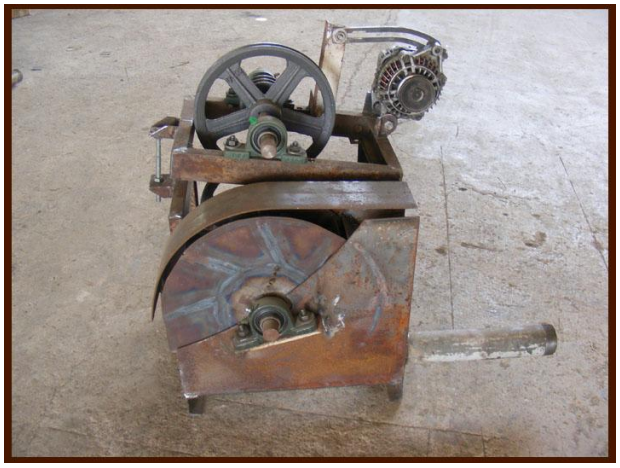
ภาพที่ ข 12. สำรวจความต้องการ

ภาพที่ ข 13. สร้างกังหันน้ำ

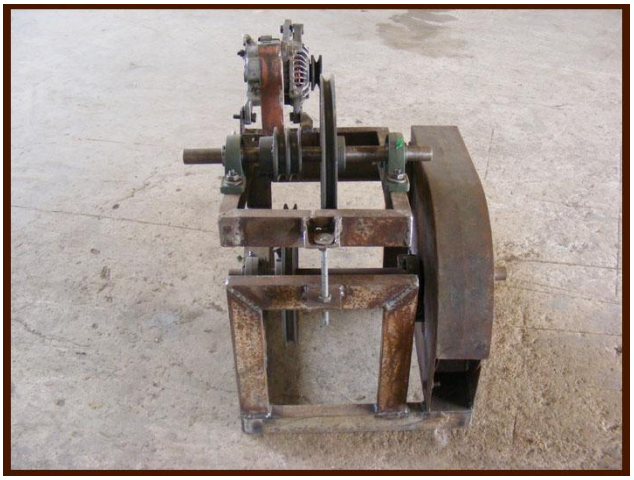
ภาพที่ ข 14. สร้างกังหันน้ำ



ภาพที่ ข 15. สร้างชุดกังหันน้ำ



ภาพที่ ข 16. เครื่องต้นแบบ



ภาพที่ ข 17. เครื่องต้นแบบ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. นายขุนแผน ตุ้มทองคำ

1.1 Mr.Khunphaen Toomthongkum

1.2 หมายเลขประจำตัวประชาชน 3670101080718

1.3 ตำแหน่ง อาจารย์พนักงานมหาวิทยาลัย

1.4 สังกัด สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5672-1583 ต่อ 1606 Mobile. 0-8153-27607

1.5 ประวัติการศึกษา

- ค.อ.ม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- วท.บ. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

1.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) สาขาเครื่องกล

1.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

1.7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

1.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

- การออกแบบตราสัญลักษณ์บรรจุภัณฑ์ขนมจีนสุขภาพหล่มเก่า
- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของตกแต่งจากไม้มะขามเทศ จังหวัดเพชรบูรณ์
- การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผ้าทอมือกลุ่มสตรีทอผ้าบ้านวังด่าน
- การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์เศษไม้แปรรูปจากอุตสาหกรรมค้าไม้

1.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- การออกแบบและพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย. 2546 (สาระนิพนธ์)
- การออกแบบตราสัญลักษณ์บรรจุภัณฑ์ขนมจีนสุขภาพหล่มเก่า

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน 2550 วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่นเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ทุนมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2549

- การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามหวาน จังหวัดเพชรบูรณ์ (วิทยานิพนธ์) ปีที่พิมพ์ 2550 การประชุมวิชาการเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1
- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ของตกแต่งจากไม้มะขามเทศ จังหวัดเพชรบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2550

- การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์เศษไม้แปรรูปจากอุตสาหกรรมค้าไม้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 2550

- การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผ้าทอมือกลุ่มสตรีทอผ้าบ้านวังด่าน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 2550

- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ไก่ย่างข้าวเบือ ทุนสำนักงานการวิจัย (วช.) 2550

- ผู้ช่วยนักวิจัยเรื่องการออกแบบสร้างพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตกระดาษจากต้น ซัง และเปลื้องข้างโพด

- การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทอดสำหรับสินค้าผลิตภัณฑ์ชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ (สกอ.) 2551

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์งานหล่อหินทรายเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและสร้างเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์สินค้าจังหวัดเพชรบูรณ์ (สกอ.) 2552

2. นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์

MR.SERMSAK THIPWONG

หมายเลขประจำตัวประชาชน 3670301310920

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำพิเศษ

สังกัด โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Tel. 0-5673-7060 ต่อ 1702 Mobile. 0-9194-5314

คุณวุฒิ วศ.บ. (ไฟฟ้ากำลัง) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ค.อ.ม. (ไฟฟ้ากำลัง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. นางนภาพร ตุ้มทองคำ

Mss. Napaporn Toomthongkum

หมายเลขประจำตัวประชาชน 36799001039003

ตำแหน่ง อาจารย์พนักงานมหาวิทยาลัย

สังกัด โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Tel. 0-5673-7060 ต่อ 1433 Mobile. 081-6041-619

คุณวุฒิ วท.บ. ฟิสิกส์ (อิเล็กทรอนิกส์ – คอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร วท.ม. เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนเรศวร