



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

โดย นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปี พ.ศ. 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

โดย นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน ซึ่งได้ประเมินความพึงพอใจของบุคลากรตลอดแอดิดีสำหรับกัณฑ์ผลผลิตไฟฟ้า และคณะกรรมการตรวจประเมินงานวิจัยทุก ๆ ท่าน ที่ได้กรุณาตรวจประเมินและให้คำแนะนำเสริมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พร้อมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเป็นอย่างดี ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รวมทั้งอาจารย์แขนงวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ อุปกรณ์การทดลอง กลุ่มตัวอย่าง ในการทำวิจัย

ผู้วิจัย ขอบขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์

หัวข้อวิจัย : ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า
 ชื่อผู้วิจัย : นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์
 มหาวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 ปีการศึกษา : 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 'ก่อสร้างและทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า โดยการทดสอบชุดรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1.การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบในแต่ละวันขึ้นแต่ละวันชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าสามารถเปิดปิดเองได้อัตโนมัติตามที่ออกแบบไว้คือ ชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืน และชุดโคมจะหยุดให้แสงสว่างในเวลากลางวัน ซึ่ง 'มีเวลาที่แตกต่างกันขึ้นกับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ มีมากหรือน้อยในแต่ละวันที่เซนเซอร์ของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าจะตรวจจับได้

2.การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อ 'พลังงานจากแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ จากการทดสอบค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลดพบว่า ระบบจะตัดการจ่ายพลังงานแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด เมื่อ 'แรงดันของแบตเตอรี่ลดลงมาที่แรงดัน 4.5 โวลต์

3.การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็นด้านคือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน โดยการประเมินครั้งนี้จะเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่ง 'เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมิน พบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย 3.62 อยู่ซึ่ง 'ในเกณฑ์ที่ดี

ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบการใช้งานทั้ง 3 ลักษณะ ซึ่ง ชุดรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าสามารถใช้งานได้จริง

Research Title : LED Lighting for Wind turbine
Name : Mr. Sermsak Thipwong
University : Phetchabun Rajabhat University
Year : 2013

Abstract

This research was aimed to building and test LED Lighting for Wind turbine. The test LED Lighting for Wind turbine be divided into three stories.

1. The test Automation of LED Lighting for Wind turbine can be turned off automatically as designed. LED Lighting for Wind turbine will light at night and the lights stop lighting during the day. The time varies depending on the light of the sun by the sensor of the lamps, LED lamps for wind turbines to be detected.

2. The test the power from the battery when low battery. The test voltage of the battery to the system power supply from the battery to the load. System will be disabled the battery power supply to the load when voltage of the battery voltage drops to 4.5 volts.

3. The satisfaction of the users are divided into two aspects: the form and terms of use. The evaluation of the sample, which is related to the electrical and electronic equipment within the Phetchabun Rajabhat University of 10 . The satisfaction of the LED Lighting for Wind turbine with an average of 3.62, which is considered satisfactory

LED Lighting for Wind turbine. Tested using the three characteristics that The voltage regulator for wind turbine can actually works.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ทฤษฎีกังหันลม	3
เซอร์กิตเบรกเกอร์	5
เครื่องวัดทางไฟฟ้า	17
แบตเตอรี่	27
รีเลย์	25
วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ	43
ไดโอดเปล่งแสง	45
สถิติที่ใช้ในงานวิจัย	46
บทที่3 วิธีดำเนินการวิจัย	47
การออกแบบ	47
การสร้าง	48
การทดสอบชุดรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า	51

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	56
การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า	56
การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานแบตเตอรี่ลดลง	58
ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้	
การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้	59
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ	61
สรุปผลการทดสอบ	61
ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	62
ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก	65
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดี	66
สำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า	
ภาคผนวก ข	67
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	68
ภาคผนวก ค	69
เนื้อหาที่ให้ความรู้กับนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	70
ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	
ภาคผนวก ง	73
ประวัติผู้วิจัย	74

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่า breaking capacity ที่แตกต่างกัน	10
2.2 ค่า power factor ของกระแสลัดวงจร	16
2.3 แสดงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่	31
2.4 แสดงความกว้างและความสูงของแบตเตอรี่	33
3.1 ตารางบันทึก ค่าการทำงานของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ในรอบ 1 สัปดาห์	52
3.2 ตารางบันทึก ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ ที่จ่ายให้กับโหลด	54
3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ด้านรูปแบบ	54
3.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ด้านการใช้งาน	55
4.1 ตารางบันทึก ค่าการทำงานของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ในรอบ 1 สัปดาห์	57
4.2 ตารางบันทึก ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด	58
4.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ด้านรูปแบบ	59
4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บผลผลิตไฟฟ้า ด้านการใช้งาน	60
4.5 ตารางแบบสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้	60

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กิ่งหั่นลมแกนเพลานวนอน	4
2.2 กิ่งหั่นลมแกนเพลานวนตั้ง	5
2.3 ลักษณะของ breaker แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไป	6
2.4 Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป	6
2.5 Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อกระแสลัดวงจร	7
2.6 Solid state trip or Electronic trip molded case circuit breaker	7
2.7 Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือ ด้านข้างของเบรกเกอร์	8
2.8 Arcing chamber บางครั้งเรียกว่า arc chute มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ อยู่เหนือ หน้าสัมผัส	8
2.9 หน้าสัมผัส (contact)	9
2.10 กลไกตัดวงจร สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป	9
2.11 AIR circuit breaker	10
2.12 Draw out type	11
2.13 Fixed type	11
2.14 ภาพแสดงส่วนประกอบของ Air CB. (click to enlarge)	13
2.15 Miniature circuit breaker	13
2.16 Earth leakage circuit breaker	14
2.17 แสดงวงจรการทำงานของ ELCB	14
2.18 การวัด แรงดันไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์	17
2.19 ลักษณะการต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์วมิเตอร์	18
2.20 การต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์วมิเตอร์	18
2.21 ข่ายการจ่ายเบนของเข็มชี้ที่ พอเหมาะลักษณะการต่อโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า	19
2.22 การใช้คิซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟสูง	20
2.23 รูปการใช้โพรบไฟสูงคู่ร่วมกับคิซีโวลต์มิเตอร์	21
2.24 การสร้างโพรบใช้เอง	21
2.25 การต่อวงจรโพรบไฟสูงสร้างเองไปใช้วัดแรงดันไฟสูง	22
2.26 สเกลที่ใช้แสดงค่าแรงดันไฟตรงแบบนัลมิเตอร์	23
2.27 การปรับเข็มชี้มิเตอร์ให้ตรงตำแหน่ง 0 ของนัลมิเตอร์	24
2.25 การใช้คิซีโวลต์มิเตอร์ในการวัดแรงดันไฟตรง	25

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.26 ย่านการวัดของคิซีโวลต์มิเตอร์ชั้นวาร์รุ่น YX-360TR	25
2.27 สเกลที่ใช้แสดงค่าแรงดันไฟตรง	26
2.28 รูป ของโวลต์มิเตอร์กระแสสลับ	26
2.29 แสดงโครงสร้างเบตเตอร์	27
2.30 แสดงแผ่นธาตุของเบตเตอร์	28
2.31 แสดงเซลล์แต่ละเซลล์ต่ออนุกรมกัน	28
2.32 แสดงการตรวจความถ่วงจำเพาะน้ำกรด	29
2.33 แสดงเปลี่ ออกเบตเตอร์	29
2.34 แสดงจุดปิดรูฝาเบตเตอร์	30
2.35 แสดงรหัสแสดงขนาดเบตเตอร์	30
2.36 แสดงรายละเอียดของรหัสที่แสดงขนาดเบตเตอร์	31
2.37 แสดงกราฟเมื่อเบตเตอร์จ่ายกระแสไฟมากมีผลกระทบต่อความ (A _h)	32
2.38 แสดงกราฟการประจุไฟและจ่ายไฟด้วยกระแสไฟคงที่ 20 ชั่วโมง	32
2.39 แสดงพิกัดความกว้างและความสูง	33
2.40 แสดงตำแหน่งของขั้วเบตเตอร์	34
2.41 แสดงเบตเตอร์จ่ายไฟ	35
2.42 แสดงเบตเตอร์ประจุไฟฟ้า	35
2.43 แสดงการตรวจระดับน้ำกรดที่ข้างเบตเตอร์	36
2.44 แสดงการตรวจน้ำกรดทางช่องเติมน้ำกลั่น	37
2.45 แสดงการทดสอบด้วยไฮโดรมิเตอร์	37
2.46 แสดงการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ	38
2.47 แสดงการระวังอันตรายจากการประจุเบตเตอร์	38
2.48 แสดงเครี ื่องชาร์จช้า	39
2.49 แสดงเครี ื่องชาร์จเร็ว	39
2.50 แสดงกราฟ ถพ. น้ำกรด ขึ้นกับอุณหภูมิ น้ำกรด	40
2.51 รูปแสดงการทำงานของคอนแทกเตอร์ และรีเลย์	42
2.52 หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) หน้าสัมผัสชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของตัวคอนแทกเตอร์	43
2.53 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่าย	43
2.54 วงจรเปรียบเทียบแรงดันที่มีการป้องกันอินพุต	43

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.55 วงจรตรวจจับผิวนานศูนย์	44
2.56 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลคอมพาราเตอร์	44
2.57 วงจรเปรียบเทียบแบบซิงเกิลเอ็นที่มีระดับสัญญาณแรงดันอ้างอิงคงที่	45
2.58 ไดโอดเปล่งแสง	45
2.59 สัญลักษณ์ของ LED	46
3.1 วงจรภายในชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้า	47
3.2 ลายวงจรแผ่นปริ้นสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์	48
3.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บัดกรีลงแผ่นปริ้น	48
3.3 แผ่นปริ้นที่ประกอบลงในตู้คอนโทรล	49
3.4 ขั้นตอนการสร้างฐานของชุดไมโคร	49
3.4 ขั้นตอนการสร้างฐานของชุดไมโครให้มีสล็อตสำหรับการเชื่อมต่อ	50
3.5 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้า	50
3.6 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในเวลากลางวัน	51
3.7 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในเวลากลางคืน	52
3.8 แสดงการทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดของแบตเตอรี่	53
4.1 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในเวลากลางวัน	56
4.2 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในเวลากลางคืน	57
4.3 แสดงการทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดของแบตเตอรี่	58
ข-1 แสดงชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าส่องสว่างลานจอดรถ	68
ข-2 แสดงชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้าส่องสว่างในห้องน้ำ	68
ค-1 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่าย	70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

พลังงานไฟฟ้านับเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ แต่แหล่งพลังงานกลับมีปริมาณลดน้อยลงไปทุกที แม้จะมีทรัพยากรหลายชนิดที่ให้ประโยชน์ด้านพลังงาน แต่ก็ยังไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องนำเข้าเชื้อเพลิงและแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นผลพวงที่ทำให้เกิดวิกฤตการณ์พลังงานตามมาใน พ.ศ. 2516 ดังนั้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงได้กำหนดให้ลดสัดส่วนการพึ่งพาเชื้อเพลิงจากต่างประเทศลง โดยเร่งสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานภายในประเทศ รวมทั้งการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากวิกฤตการณ์พลังงานดังกล่าว มีผลให้อัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการผลิตและการส่งจ่ายไฟฟ้า ได้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เพื่อที่จะได้บรรเทาภาวะค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของผู้บริโภคลงได้บ้าง

จากการทำวิจัยขององค์กรพลังงานนานาชาติ (International Energy Agency, IEA) ได้ทำการสำรวจการใช้แสงสว่างและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั่วโลก พบว่า ระบบแสงสว่างนับเป็นปัจจัยหลักของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วโลก กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั่วโลกประมาณร้อยละ 19 ถูกนำไปใช้กับการให้แสงสว่าง หากเปรียบเทียบกันแล้ว พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ให้แสงสว่างมีมากกว่าพลังงานที่ผลิตได้จากสถานีไฟฟ้านิวเคลียร์หรือสถานีไฟฟ้าพลังน้ำ หรือเทียบเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติเลยทีเดียว

ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) เรียกย่อๆ ว่า LED คือ ไดโอดซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมชาติที่ตาคนมองเห็น อันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่าง ๆ กันมารวมกัน ไดโอด ซึ่งสามารถให้แสงออกมาได้ ทั้งชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำของเหลวกึ่งตัวนำ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าและสร้างชุดโคมส่องสว่างประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ทำมาจาก ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) เรียกย่อๆ ว่า LED ซึ่งตัวไดโอดเปล่งแสงใช้แรงดันเพียง 5 โวลต์ในการให้แสงสว่าง ซึ่งหลอด LED จะใช้พลังงานน้อยมาก และใช้พลังงานจากกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะติดตั้งตามถนนที่มีความมืดและสามารถเปิด ปิดได้เองอัตโนมัติซึ่งจะเป็นทางเลือกที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่างอีกต่อไปได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.3 คำสำคัญ (keywords) ของงานวิจัย

1. การประหยัดพลังงาน
2. กังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตงาน

1.4.1.1 ออกแบบและสร้างชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าให้ใช้ได้กับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.4.1.2 ออกแบบให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า สามารถเปิด ปิดเองได้อัตโนมัติ

1.4.1.3 ออกแบบให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า สามารถตัดระบบการจ่ายไฟฟ้าเมื่อแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้

1.4.1.4 ออกแบบให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าไว้สำหรับภายนอกอาคารสำนักงานที่ต้องการแสงสว่างในตอนกลางคืน

1.4.1.5 ทดสอบโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.4.2 ส่วนประกอบของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

- 1.4.2.1 ดวงโคมไฟฟ้าหลอดแอลอีดีสีขาว 1 ชุด
- 1.4.2.2 แบตเตอรี่ 6 โวลต์ 1 ตัว
- 1.4.2.3 ชุดกังหันลมผลิตไฟฟ้า 1 ชุด
- 1.4.2.4 ชุดอุปกรณ์ ปิด เปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติ 1 ชุด
- 1.4.2.5 ชุด Regulated Power Supplies 1 ชุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถใช้พลังงานจากกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.5.2 เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมในอนาคตอีกต่อไป

1.5.3 ได้พลังงานทางเลือกที่สามารถลดภาวะโลกร้อนได้มลพิษ คนในชุมชนสามารถบริหารจัดการกันเองได้ภายในชุมชน

1.5.4 เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ซึ่งจะนำมาสอนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ของหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้าง ชุดรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้
ทฤษฎีกังหันลม
เซอร์กิตเบรกเกอร์
เครื่องวัดทางไฟฟ้า
แบตเตอรี่
รีเลย์
วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ
ไดโอดเปล่งแสง
สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ทฤษฎีกังหันลม

ความเป็นมาของกังหันลม

มนุษย์ได้รู้จักการนำเอาพลังงานลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์มาเป็นเวลานานนับพันปีแล้ว อาทิ ใช้พลังงานลมในการขับเคลื่อนเรือเดินทะเล การสร้างกังหันลมเพื่อเปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกลเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การสูบน้ำ การกะเทาะเมล็ดพืช จากวิกฤตการณ์ด้านพลังงานที่ผ่านมา จึงได้มีการศึกษาเพื่อค้นคว้าหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งนับวันจะมีจำนวนน้อยลงทุกที พลังงานลมจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ด้วยการพัฒนารูปแบบ และกลไกของกังหันลมเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการศึกษาพัฒนารูปแบบและวิธีการเปลี่ยนแปลงพลังงานลม ให้เป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ ด้วยการสร้างและพัฒนากังหันลมที่มีใช้กันแต่ดั้งเดิม อาทิ กังหันลมแบบล้อราแพนซึ่งติดตั้งบริเวณชายทะเลเพื่อใช้ในการทำนาเกลือ กังหันลมแบบใบพัดทำด้วยไม้เพื่อการสูบน้ำในนาข้าว กังหันลมแบบใบพัดทำด้วยโลหะเพื่อใช้ในการสูบน้ำขึ้นในที่ต่างๆ จนถึงปัจจุบันได้มีการสร้างกังหันลมเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในระดับเมกะวัตต์ การพัฒนากังหันลมเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นยังคงดำเนินการต่อไป เนื่องจากพลังงานลมเป็นพลังงานหมุนเวียน และสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอื่นที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับการบำรุงรักษาและอายุการใช้งาน

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกังหันลมภายในประเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษาและพัฒนากังหันลมแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 จนถึงปัจจุบัน โดยได้มีศึกษาเพื่อพัฒนากังหันลมแกนหมุนแนวตั้งแบบใบพัดหกเหลี่ยม และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ขนาด 1 กิโลวัตต์ โดยได้

เน้นการศึกษาถึงความเค้นที่เกิดขึ้นในใบพัด และสมรรถนะของแบบจำลองกังหันลมแกนหมุนแนวตั้งแบบใบหักเหลี่ยม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้เคยให้ความร่วมมือและสนับสนุนเพื่อการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานลมกับสถาบันการศึกษาต่างๆ อาทิ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประเภทของกังหันลม

กังหันลมได้มีการจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ตามลักษณะการวางตัวของแกนเพลลา

1.1 กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแกนนอน กังหันลมประเภทนี้จะมีแกนหมุนขนานกับพื้นราบหรือขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมนั่นเอง อาทิ กังหันลมแบบหลายใบ แบบโรเตอร์ แบบสี่อรัญ เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 กังหันลมแกนเพลลานอน

1.2 กังหันลมที่มีแกนเพลลาอยู่ในแกนตั้ง กังหันลมประเภทนี้จะมีแกนหมุนอยู่ในแนวตั้ง หรือตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลม อาทิ กังหันลมแบบ Savonius แบบ Darrius แบบ Turbine เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 กังหันลมแกนเพลานวดั้ง

2. ตามลักษณะแรงขับเคลื่อนที่กระแสมกระทำต่อใบพัด

2.1 ขับด้วยแรงยกตัว(Lift Force)

2.2 ขับด้วยแรงดูด (Drag Force)

ในประเทศไทยได้มีการใช้กังหันลมที่มีเพลายู่ในแกนนอนกันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากแล้วจะออกแบบให้ใบกังหันลมหมุนด้วยแรงยกตัว อาทิ กังหันลมแบบหลายใบ กังหันแบบ Propeller กังหันลมแบบสี่ร่าแพนที่ใช้กับบริเวณนาเกลือ เป็นต้น ส่วนกังหันลมที่มีเพลายู่ในแกนตั้งก็ได้มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นมากขึ้น เนื่องจากกังหันลมแบบนี้มีข้อได้เปรียบกังหันลมแบบแกนนอน คือ ไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมทิศทางของกังหันให้หันหน้ารับลม และระบบส่งกำลังและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถติดตั้งอยู่บนพื้นดินได้

(ที่มา ผ.ศ.อนุตร จำลองกุล 2545 : 83)

เซอร์กิตเบรกเกอร์

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

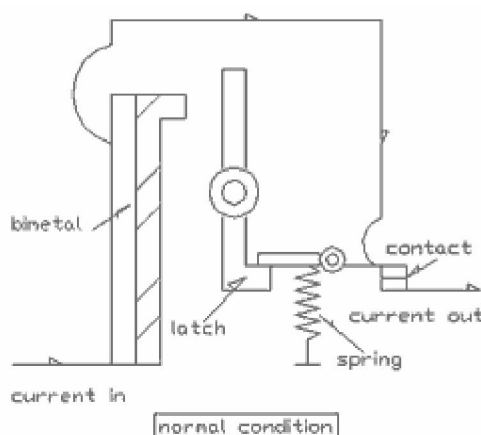
Molded case circuit breaker (MCCB) หมายถึง breaker ที่ถูกห่อหุ้มมิดชิดโดย mold 2 ส่วน มักทำด้วย phenolic ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถทนแรงดันใช้งานได้ breaker แบบนี้ มีหน้าที่หลัก 2 ประการคือทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดด้วยมือ และเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลเกิน หรือเกิดลัดวงจร โดย breaker จะอยู่ในภาวะ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



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของ breaker แบบนี้ที่พบเห็นโดยทั่วไป

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

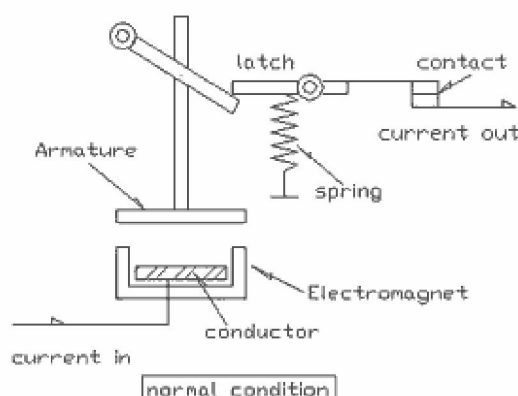
1. Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกินอันเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป ลักษณะการทำงานดูได้จาก ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 Thermal unit ใช้สำหรับปลดวงจรเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป

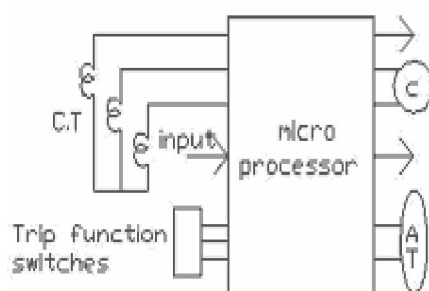
เมื่อมีกระแสเกินไหลผ่านโลหะ bimetal (เป็นโลหะ 2 ชนิด ที่มีสัมประสิทธิ์ ทางความร้อน ไม่เท่ากัน) จะทำให้ bimetal โค้งตัว ไปปลดอุปกรณ์ทางกล และทำให้ CB. ตัดวงจร เรียกว่าเกิดการ trip การปลดวงจรแบบนี้ ต้องอาศัย เวลาพอสมควร ขึ้นอยู่กับ กระแสขณะนั้น และความร้อน ที่เกิดขึ้นจนทำให้ bimetal โค้งตัว

2. Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรหรือมีกระแสค่าสูงๆ ประมาณ 8-10 เท่าขึ้นไป ไหลผ่าน กระแสจำนวนมากจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูง ดึงให้อุปกรณ์การปลดวงจรทำงานได้ การตัดวงจรแบบนี้เร็วกว่าแบบแรกมาก โอกาสที่ breaker จะชำรุดจากการตัดวงจรจึงมีน้อยกว่า ภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 Magnetic unit ใช้สำหรับปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

Solid state trip or Electronic trip molded case circuit breaker เป็น breaker ชนิดหนึ่งที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่วิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร



ภาพที่ 2.6 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 solenoid coil ดึงอุปกรณ์ทางกลให้ CB. ปลดวงจร ที่ด้านหน้าของ breaker

ชนิดนี้จะมีปุ่มปรับค่ากระแสปลดวงจร , เวลาปลดวงจร และอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งอุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า amp meter & fault indicator ซึ่งสามารถแสดงสาเหตุการ fault ของวงจรและค่ากระแสได้ ทำให้ทราบสาเหตุของการปลดวงจรได้

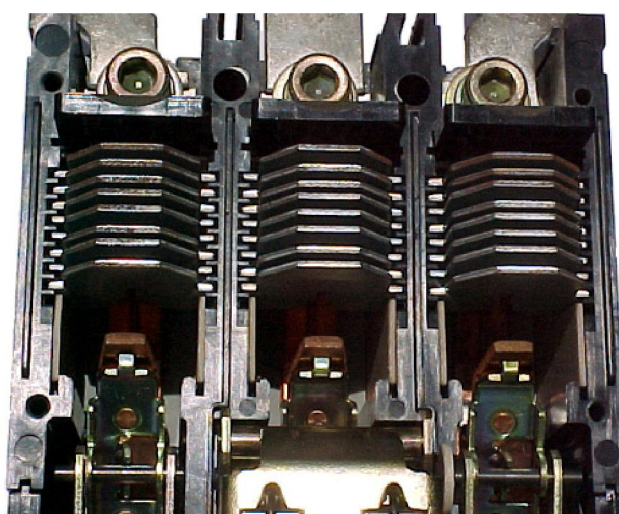
โครงสร้างและส่วนประกอบของเบรกเกอร์

1. Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือด้านข้างของเบรกเกอร์ โดยมักกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับเบรกเกอร์นั้นๆ เช่น จำนวนขั้ว, แรงดัน, กระแส ในส่วนของกระแสจะระบุ 3 จำนวน ประกอบด้วย ampere trip , ampere frame และ interrupting capacity ดังภาพที่ 2.7



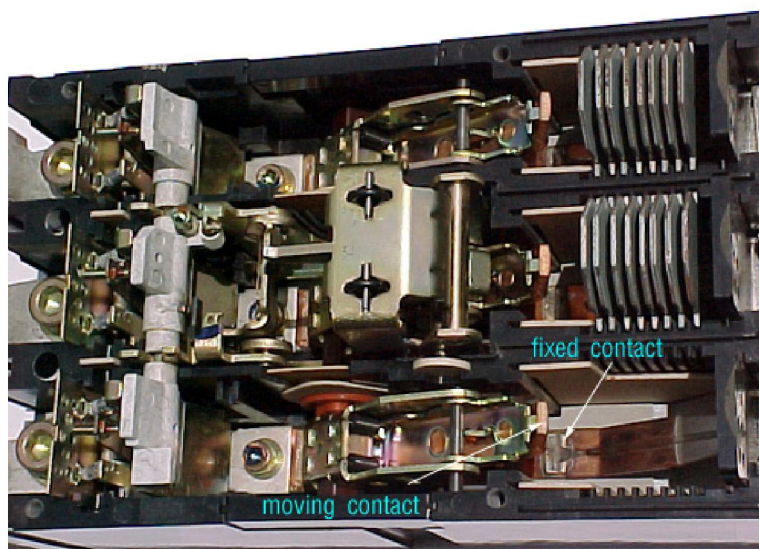
ภาพที่ 2.7 Name plate ปรากฏที่ด้านหน้าหรือด้านข้างของเบรกเกอร์

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



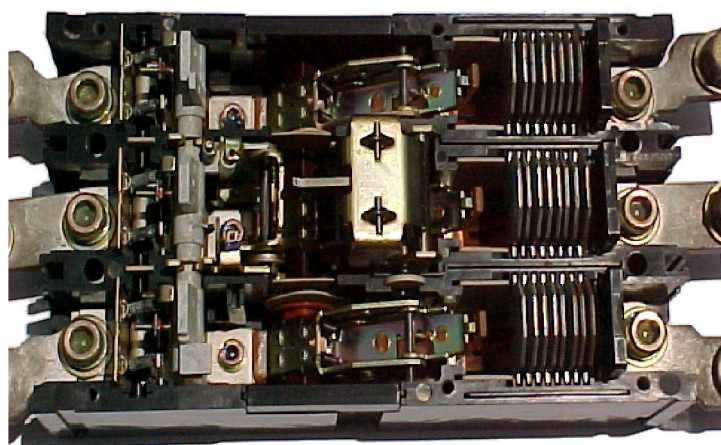
ภาพที่ 2.8 Arcing chamber บางครั้งเรียกว่า arc chute มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ อยู่เหนือหน้าสัมผัส

3. **หน้าสัมผัส (contact)** นิยมทำด้วยทองแดงเคลือบผิวหน้าด้วยเงินเพื่อให้ทนต่อเปลวอาร์กได้ดี ประกอบด้วย fixed contact และ movable contact ดังภาพ ในรูปที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 หน้าสัมผัส (contact)

4. **กลไกตัดวงจร** สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป แบ่งเป็นอาศัยความร้อนและอาศัยอำนาจแม่เหล็ก แบบอาศัยความร้อน ใช้หลักการโก่งตัวของโลหะ bimetal เพื่อปลดกลไก ส่วนแบบอาศัยอำนาจแม่เหล็ก ใช้แรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวด ที่กระทำต่อแผ่นโลหะ เพื่อปลดกลไก ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 กลไกตัดวงจร สำหรับเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป

AIR circuit breaker เป็นเบรกเกอร์ที่ใช้กับแรงดัน <1000 volt มีขนาดใหญ่ใช้เป็น main CB. โดยทั่วไปมีพิกัดกระแสตั้งแต่ 225-6300 A. และมี interrupting capacity สูงตั้งแต่ 35-150 KA. โครงสร้างทั่วไปทำด้วยเหล็กมีช่องดับอาร์ก (Arcing chamber) ที่ใหญ่โตแข็งแรงเพื่อให้สามารถรับกระแสลัดวงจรจำนวนมากได้ Air CB. ที่มีขายในท้องตลาด มักใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจจับและวิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร ดังภาพ ที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 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 2.1

ตารางที่ 2.1 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 เป็นเบรกเกอร์ชนิดชักออก ซึ่งติดตั้งบนฐานรางเลื่อน สามารถถอดเปลี่ยน/ซ่อม ได้สะดวกรวดเร็ว เบรกเกอร์อีกชนิดหนึ่ง คือ direct current breaker มีใช้กับชนิด draw out เท่านั้น เพื่อขยายความสามารถการทนกระแสของเบรกเกอร์ มีลักษณะ ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 Draw out type

2. Fixed type เป็นเบรกเกอร์ชนิดยึดติดกับที่ ซึ่งที่จริงแล้วก็คือส่วนที่เคลื่อนที่ ของเบรกเกอร์แบบ drawout โดยเพิ่มปีกโลหะ (fixing bracket) ประกบด้านข้างทั้ง 2 ด้าน มีลักษณะ ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 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 ม่านกัน contact ซึ่งเป็นส่วนที่ติดอยู่กับฐานของเบรกเกอร์ (fixed portion) แบบ draw out จะปิดอัตโนมัติ เมื่อ contact ถูกแยกออกจากกัน
6. Arc chute เป็นช่องดับอาร์ก ติดตั้งไว้บริเวณหน้าสัมผัสของเบรกเกอร์
7. Remote control voltage release ทำหน้าที่ควบคุมการปลด-สับ เบรกเกอร์ โดยจะสั่งปลดหน้าสัมผัส ถ้าแรงดันที่ release ได้รับจากแหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า rated voltage ระหว่าง 35% - 70% ถ้า voltage release ไม่ได้รับแรงดันที่ถูกต้อง จะไม่สามารถสั่งสับเบรกเกอร์ได้ จนกว่าแรงดันที่ได้รับจะมีค่าตั้งแต่ 85% ของ rated voltage ขึ้นไป และเพื่อป้องกันเบรกเกอร์ 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 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเบรกเกอร์ รวมทั้งสามารถปรับตั้งค่าต่างๆ ได้ดังนี้
 - 9.1 short time protection
 - 9.2 long time protection
 - 9.3 earth fault protection
 นอกจากนี้ยังใช้แสดงผลปริมาณทางไฟฟ้าเช่น กระแส, แรงดัน, เพาเวอร์แฟกเตอร์, กำลังไฟฟ้า หรือวัดกระแส fault ได้ด้วย
10. Front cover เป็นฝาครอบด้านหน้าของ Air circuit breaker



Draw out Air CB.

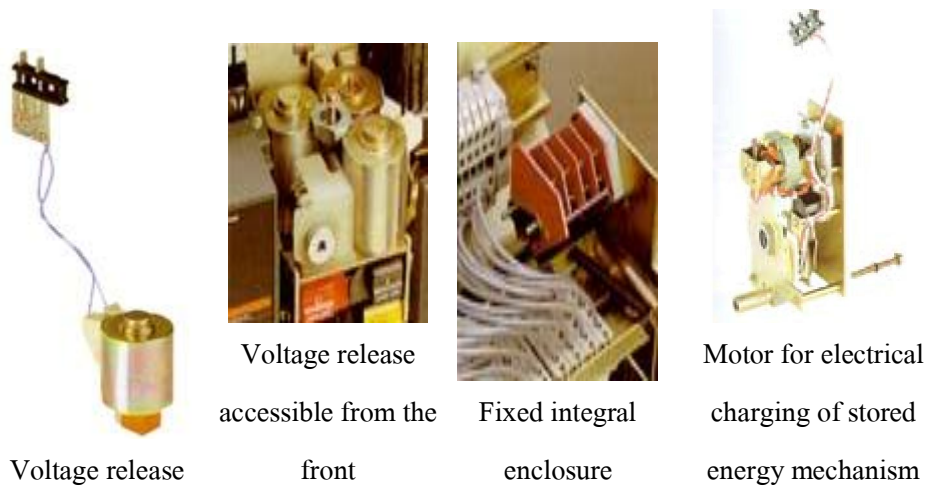


Control unit



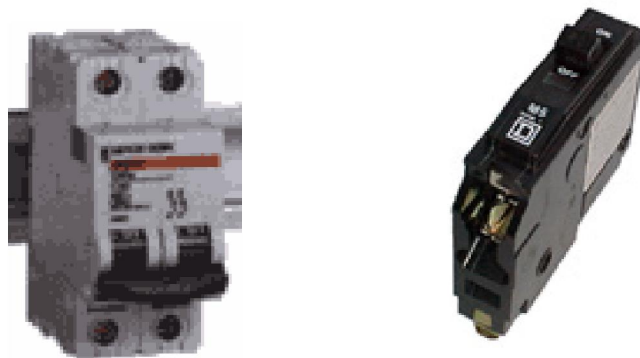
Safety shutters

Auxiliaries connection
block



ภาพที่ 2.14 ภาพแสดงส่วนประกอบของ Air CB. (click to enlarge)

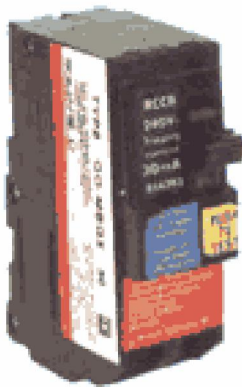
Miniature circuit breaker เป็นเบรกเกอร์ขนาดเล็ก ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load center) หรือแผงจ่ายไฟฟ้าประจำห้องพักอาศัย (consumer unit) เบรกเกอร์ชนิดนี้ไม่สามารถปรับตั้ง ค่ากระแสตัดวงจรได้ มีทั้งแบบ 1 pole , 2 pole และ 3 pole อาศัยกลไกการปลดวงจรทั้งแบบ thermal และ magnetic มีรูปร่างทั่วไป ดังภาพ ในรูปที่ 2.15



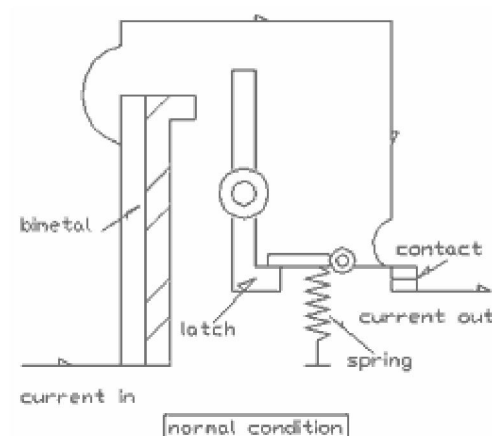
ภาพที่ 2.15 Miniature circuit breaker

พิกัดแรงดันของเบรกเกอร์ชนิดนี้จะอยู่ที่ 240/415 Vac. มี Ampere trip สูงสุด 100 A. และมี interrupting capacity ตั้งแต่ 5 KA. ขึ้นไป และเนื่องจากเป็นเบรกเกอร์ขนาดเล็กจึงมักใช้ป้องกันวงจรย่อย เช่น วงจรแสงสว่าง วงจรเตารีด 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 ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 Earth leakage circuit breaker



ภาพที่ 2.17 แสดงวงจรการทำงานของ ELCB

ที่มา (<http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/circuit>)

พิกัดกระแสของ circuit breaker ที่ควรรู้จักมี 3 อย่างดังนี้

1. Ampere Trip (AT) เป็นพิกัดกระแส handle rating ซึ่งบอกให้รู้ว่าสามารถทนกระแสใช้งานในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด มักแสดงค่าไว้ที่ name plate หรือด้ามโยกของเบรกเกอร์ ซึ่งมาตรฐานของ NEC 1990 paragraph 240-6 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 พิกัดการทนกระแสของเบรกเกอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1.1 standard circuit breaker ในที่นี้หมายถึงชนิด thermal magnetic ซึ่งถ้านำเอาเบรกเกอร์ชนิดนี้ไปใช้กับโหลดต่อเนื่อง จะปลดวงจรที่ 80 % ของพิกัดกระแสเบรกเกอร์

1.2 100% rated circuit breaker แบบนี้ถ้านำไปใช้กับโหลดต่อเนื่องจะตัดวงจรที่พิกัดกระแสของเบรกเกอร์ แต่จะมีเฉพาะสินค้าของอเมริกาเท่านั้น

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

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

3.1 Icu หรือ Icn (Rated short-circuit breaking capacity) หมายถึงพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรกเกอร์ 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) คือการทดสอบการทนกระแสลัดวงจร โดยทำการปิดและเปิดวงจร ของเบรกเกอร์ขณะมีกระแสลัดวงจร

3.1.2 Current and voltage phase displacement คือการทดสอบการทนกระแสลัดวงจร ที่ค่า power factor ต่างๆ กัน ซึ่งพบว่าถ้า power factor = 1 จะปลดวงจรง่ายกว่า และถ้า power factor มีค่าต่ำเท่าใดการปลดวงจรยิ่งทำได้ยากเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่าระบบไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็น lagging power factor และยังมีกระแสลัดวงจรสูงเท่าใด (อยู่ใกล้ generator หรือหม้อแปลง ขนาดใหญ่) ค่า power factor ก็ยิ่งต่ำลง

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

3.2 Icm (Rated making capacity) หมายถึงพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เป็น peak current ที่เบรกเกอร์ สามารถทนได้ และทำการปลดวงจรแบบทันทีทันใด (instantaneous) โดยไม่มีการหน่วงเวลาที่แรงดันพิกัด (rated voltage) ภายใต้งี๊วอนไขที่กำหนดในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ค่ากระแส peak มีความสัมพันธ์กับค่า Icu ด้วยตัวคูณ (k factor) ซึ่งต่างกันไปตามค่า power factor ของกระแสลัดวงจร ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 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 โดยเบรกเกอร์ตัวที่อยู่ใกล้กระแสลัดวงจรที่สุดควรปลดวงจรก่อน ดังนั้นตัวที่อยู่ถัดไป (โดยเฉพาะตัว main) ต้องทนกระแสลัดวงจรซึ่งสูงกว่าและเป็นเวลานานกว่าได้ โดยตัวมันเองไม่ปลดวงจรและไม่เสียหาย ค่าพิกัดและกระแสการลัดวงจรสูงสุดที่เบรกเกอร์ทนได้ในกรณีที่ต้องหน่วงเวลาเช่นนี้เรียกว่า short-time withstand current rating (Icw) โดยปกติค่า Icw จะถูกระบุหรือทดสอบกับเบรกเกอร์แบบ electronic trip เช่น Air circuit breaker หรือ molded case ประเภท heavy duty

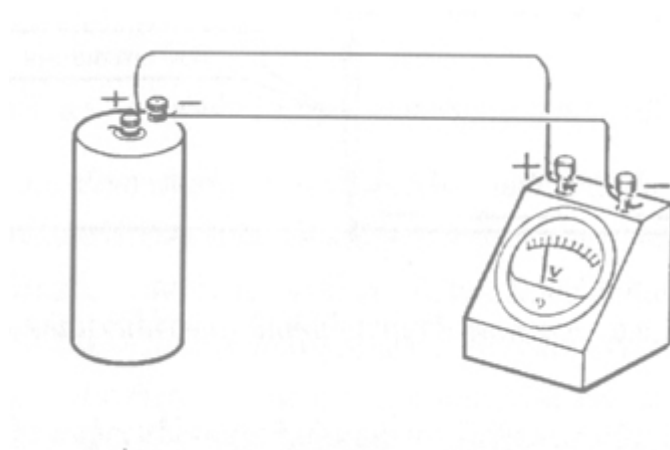
3.4 Ics (Rated service short short-circuit breaking capacity) เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าเมื่อเบรกเกอร์ปลดวงจรหลังจากเกิดการลัดวงจรครั้งแรกแล้ว เบรกเกอร์ตัวนั้นจะสามารถทนกระแสลัดวงจร ในครั้งถัดไปได้เท่าเดิมหรือไม่โดยเทียบกับค่า Icu โดยระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า Icu เช่น 25 , 50 , 75 และ 100% เช่น เบรกเกอร์ตัวหนึ่งระบุค่า $Ics = 0.5 Icu$ หมายความว่าเมื่อเบรกเกอร์ปลดวงจรหลังจากเกิดการลัดวงจรครั้งแรกแล้ว เบรกเกอร์ตัวนั้นจะสามารถทนกระแสลัดวงจรในครั้งถัดไปได้เท่ากับ 50% ของ Icu

ที่มา (วารสาร โอเอ็มแมกกาซีน ฉบับที่ 1 มิถุนายน-สิงหาคม 2000)

เกริ่น ' องชัฒไฟฟ้า

ดิชัวโวลต์มิเตอร์

โครงสร้างโวลต์มิเตอร์โวลต์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้าหรือแรงดันตกคร่อม) ระหว่าง จุดสองจุด ในวงจร ความจริงแล้วโวลต์มิเตอร์ก็คือ แอมมิเตอร์นั่นเอง เพราะขณะวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร หรือแหล่งจ่ายแรงดันจะต้องมี กระแสไฟฟ้า ไหลผ่านมิเตอร์จึงทำให้เข็มมิเตอร์บ่ายเบนไป และการที่กระแสไฟฟ้าจะไหล ผ่าน เข้าโวลต์มิเตอร์ ได้ ที่ต้องมี แรงดันไฟฟ้าป้อนเข้ามา นั่นเองกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ามีความสัมพันธ์ซึ่งกัน และกัน กระแสไฟฟ้าไหลได้มากน้อยถ้า จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ามาน้อย กระแสไฟฟ้าไหลน้อย เข็มชี้ บ่ายเบนไปน้อยถ้าจ่าย แรงดันไฟฟ้าเข้ามามาก กระแสไฟฟ้าไหลมาก เข็มชี้บ่ายเบนไปมากการวัด แรงดันไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์แสดงดังภาพ 2.18

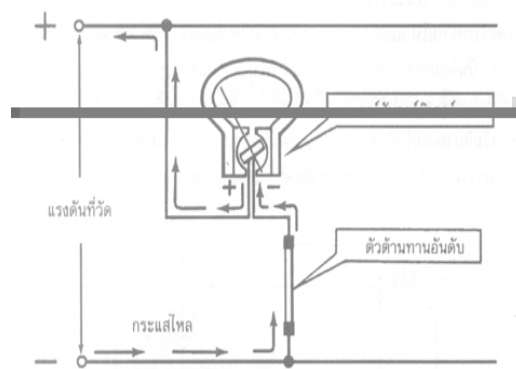


ภาพที่ 2.18 การวัด แรงดันไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์

การที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ก็อาศัยปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมิเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่ไหล ผ่านมิเตอร์ก็ขึ้น อยู่กับปริมาณของแรงดันที่จ่ายเข้ามา ดังนั้นการวัดปริมาณของ แรงดันไฟฟ้าก็คือ การวัดปริมาณ ของกระแสไฟฟ้านั่นเอง เพียงแต่เปลี่ยนสเกลหน้าปัดของมิเตอร์ ให้แสดงค่าออกมา เป็นค่าปริมาณ ของแรงดัน ไฟฟ้าเท่านั้น และปรับค่าให้ถูกต้อง

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าโวลต์มิเตอร์จะมีขีดจำกัดขึ้นอยู่กับค่าการทนกระแสได้ของโวลต์ มิเตอร์ตัวนั้น ดังนั้นเมื่อนำโวลต์มิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟฟ้าค่ามาก ๆ ย่อมส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไหล เข้าโวลต์มิเตอร์มากตามไปด้วย ซึ่งถ้ามากเกินไป ที่โวลต์มิเตอร์ทนได้ ก็ไม่สามารถนำโวลต์ มิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟฟ้าค่านั้นได้ การดัดแปลงให้คาร์สันวอลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ หรือโวลต์มิเตอร์ เดิมสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้สูงมากขึ้น ทำได้ โดยใช้ตัวต้านทานที่เหมาะสมมาต่ออันดับหรือ อนุกรมกับมิเตอร์ เดิมเพื่อจำกัดจำนวนกระแสที่ไหลผ่านเข้า โวลต์มิเตอร์ไม่ให้เกินกว่าค่า กระแสไฟฟ้าเดิมที่มิเตอร์เดิมทนได้ทำให้ สามารถนำโวลต์มิเตอร์ไปวัดค่าแรงดัน ไฟฟ้าได้สูงมาก

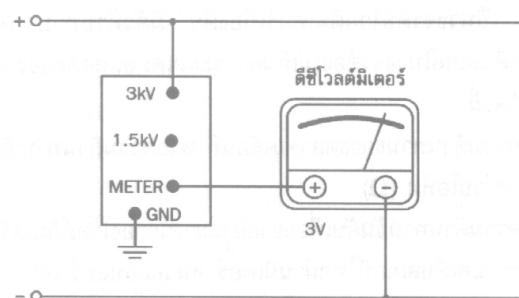
ขึ้นตามต้องการ ตัวต้านทานที่นำมาต่ออันดับกับคาร์สันวาล์มมิเตอร์ แอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ เดิม เพื่อให้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าได้มากขึ้นเรียกว่าตัวต้านทานอันดับ(Series Resistor) หรือตัวต้านทานทวีคูณ (Multiplies Resistor) ลักษณะการต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์มมิเตอร์ แสดงดังภาพ 2.19



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อหม้อแปลงกับตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์มมิเตอร์

ภาพที่ 2.19 ลักษณะการต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์มมิเตอร์

จากรูป เป็นการต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์มมิเตอร์ ทำให้คาร์สันวาล์มมิเตอร์ กลายเป็น มิลลิโวลต์มิเตอร์ หรือ โวลต์มิเตอร์หรือกิโลโวลต์มิเตอร์ การจะทำเป็นมิเตอร์วัดแรงดัน ยานใดหรือขนาดใดนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของความต้านทาน อันดับที่นำมาต่อ ว่ามีค่าความต้านทาน มากน้อยเท่าไรความต้านทานอันดับมีค่าน้อยจะวัดแรงดันได้ต่ำ อาจเป็นมิลลิโวลต์หรือ โวลต์ ถ้า ความต้านทานอันดับมีค่ามากจะวัดแรงดันได้สูงขึ้น อาจเป็นกิโลโวลต์หรือตัวต้านทานทวีคูณที่ใช้ ต่อ อันดับกับ คาร์สันวาล์มมิเตอร์โวลต์มิเตอร์ เพื่อเพิ่มการวัดแรงดันได้มากขึ้นแสดงดังภาพที่ 2.20



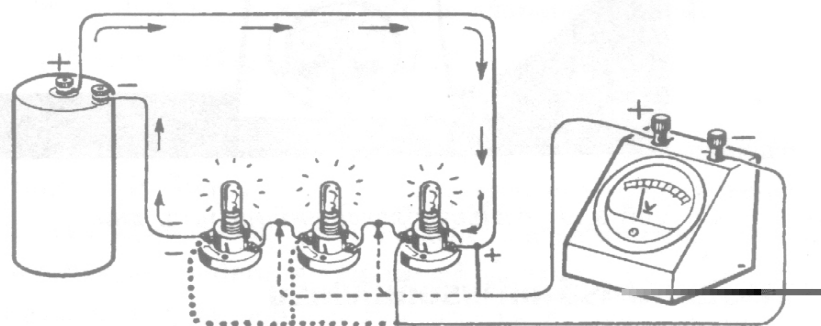
ภาพที่ 2.20 การต่อตัวต้านทานอันดับเข้ากับคาร์สันวาล์มมิเตอร์

จากรูปข้างบน เป็นการต่อตัวต้านทานอันดับเพิ่มภายนอกโวลต์มิเตอร์ เพื่อเพิ่มย่านการวัดค่าแรงดันของ โวลต์มิเตอร์ ให้วัดค่าแรงดันได้สูงขึ้นตามต้องการตามรูปต่อตัวต้านทานอันดับย่าน 3kV เข้ากับ ดิซีโวลต์มิเตอร์ย่าน 3V ขั้วบวก ส่วนขั้วลบ ดิซีโวลต์มิเตอร์ต่อกับขั้วลบแหล่งจ่ายแรงดันสามารถทำให้ ดิซีโวลต์มิเตอร์ตัวนี้วัด แรงดัน ได้สูงสุดถึง 3 กิโลโวลต์หรืออาจย้ายขั้วต่อวัดของตัวต้านทานอันดับจากจุด 3kV มาที่จุด 1.5kV ได้ ดิซีโวลต์มิเตอร์ ตัวนี้ จะสามารถวัดแรงดันได้สูงสุด 1.5 กิโลโวลต์ ส่วนจุดต่อกราวด์ ใช้ต่อลงกราวด์ร่วมกับจุดกราวด์ของ วงจรที่นำ ดิซีโวลต์มิเตอร์ไปต่อวัด

การวัดและการต่อดิซีโวลต์มิเตอร์

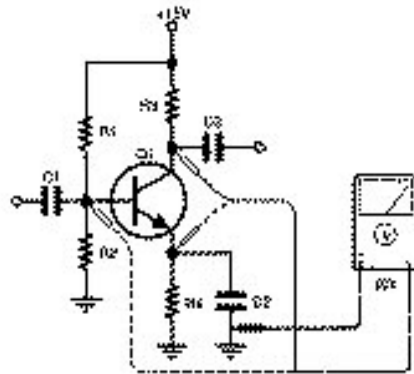
ดิซีโวลต์มิเตอร์สร้างขึ้นมาเพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของแหล่งจ่ายแรงดัน หรือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ระหว่างจุดสองจุดในวงจร การวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์ เหมือนกับการวัดความดันของน้ำในท่อส่ง น้ำด้วยเกจ วัดความดัน(Pressure Gage) โดยต้องต่อท่อเพิ่มจากท่อเดิมไปยังเกจวัดในทำนองเดียวกัน กับการวัดแรงดันไฟฟ้า ใน วงจร ต้องใช้โวลต์มิเตอร์ไปจากเครื่องมือวงจรในตำแหน่งที่ต้องการวัด (ต่อขนานกับจุดวัด) เสมอ การเลือกโวลต์มิเตอร์ที่เหมาะสมในการวัดแรงดัน

การต่อโวลต์มิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร ต้องระมัดระวังในเรื่องขนาดปริมาณแรงดันไฟฟ้าของวงจร ที่ตำแหน่งทำการวัดกับขนาดค่าการทนแรงดันไฟฟ้าได้ของโวลต์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ที่นำมาต่อวัดแรงดันในวงจรต้อง ทนแรงดันได้มากกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งทำการวัดเสมอ เพราะมีเช่นนั้น โวลต์มิเตอร์อาจชำรุดเสียหายได้หากไม่ ทราบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งทำการวัด ควรใช้โวลต์มิเตอร์ทนแรงดันได้สูง ๆ มาต่อวัดก่อน ถ้าอ่านค่าไม่ได้ เพราะ เข็มชี้ขึ้นน้อยหรือไม่ขึ้นจึงค่อย ๆ ลดขนาดการทนแรงดันได้ของโวลต์มิเตอร์ลงจนอยู่ในย่านการบ่ายเบนของเข็มชี้ที่ พอเหมาะลักษณะการต่อโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า และการบ่ายเบนของเข็มชี้แสดงดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 ย่านการบ่ายเบนของเข็มชี้ที่ พอเหมาะลักษณะการต่อโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า

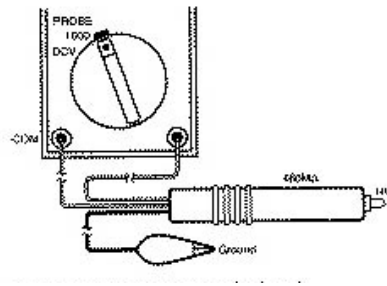
ขณะวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรด้วยโวลต์มิเตอร์เข็มชี้ของโวลต์มิเตอร์จะแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ออกมา ด้วยการเบนชี้ค่าแรงดันค่านั้น การใช้โวลต์มิเตอร์หรือย่านวัดของโวลต์มิเตอร์ต้องถูกต้องพอเหมาะ เข็มชี้ชี้แสดง ค่าออกมาบนสเกล ควรอยู่ในย่านประมาณกลาง ๆ สเกล ไม่ควรต่ำหรือสูงเกินไป เพราะอ่านค่าได้ลำบาก ไม่ละเอียด หรืออาจมีผลต่อการชำรุดเสียหายเองโวลต์มิเตอร์ได้ การแสดงค่าของโวลต์มิเตอร์ลักษณะต่าง ๆ



ภาพที่ 2.22 การใช้คิซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟสูง

ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติ

1. นำโพรบไฟสูง (HIGH VOLTAGE PROBE) หรือ HV โพรบมาต่อร่วมกับคิซีโวลต์มิเตอร์
2. ตั้งย่านวัดที่หน้าปัดของมิเตอร์ที่ย่าน 1000 VDC จะมีวงเล็บ HV PROBE อยู่ ซึ่งเป็นย่านใช้วัดแรงดันไฟสูง
3. โพรบไฟสูง HV PROBE ดังกล่าวสร้างขึ้นมาเพื่อใช้วัดแรงดันไฟสูงในโทรทัศน์ TV ซึ่งออกแบบไว้วัดแรงดันไฟสูงได้ถึง 25KV
4. สเกลที่หน้าปัดมิเตอร์ใช้สเกล 0~250 ของสเกล DCV,A ค่าที่อ่านได้จากสเกลให้คูณด้วย 0.1 และอ่านหน่วยแรงดันไฟตรงที่ได้เป็นกิโลโวลต์
5. การใช้โพรบไฟสูง ให้ใช้เฉพาะวัดแรงดันขั้วแรงดันแอโนดของหลอดภาพโทรทัศน์ วัดแรงดันไฟสูงของโฟกัส และวัดแรงดันในวงจรที่มีอิมพีแดนซ์สูงเท่านั้น
6. การวัดแรงดันไฟสูงให้ใช้สายคิป์ หนีบเข้ากับกราวด์หรือแท่นเครื่องโทรทัศน์ และใช้ปลายเข็มวัดของโพรบไฟสูง วัดแรงดันไฟสูงจุดจุดต่าง ๆ ในวงจรโทรทัศน์



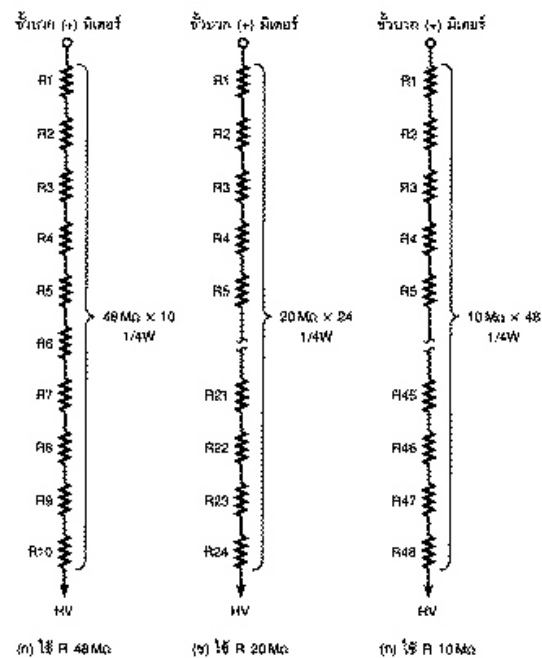
ภาพที่ 2.23 รูปการใช้โพรบไฟสูงต่อร่วมกับดิจิโวลต์มิเตอร์

ข้อควรระวัง

แรงดันไฟสูงในโทรทัศน์ จะมีแรงดันเป็นหมื่นโวลต์ขึ้นไป ดังนั้นในการใช้โพรบไฟสูง วัดแรงดันไฟสูงต้องระมัดระวังในการใช้งานด้วย เพราะอาจเกิดอันตรายจากไฟสูงที่กระโดดเข้าหาตัวผู้วัด การวัดควรจะจับค้ำของโพรบไฟสูงเท่านั้น ห้ามจับเข้าใกล้ปลายเข็มวัดของโพรบ

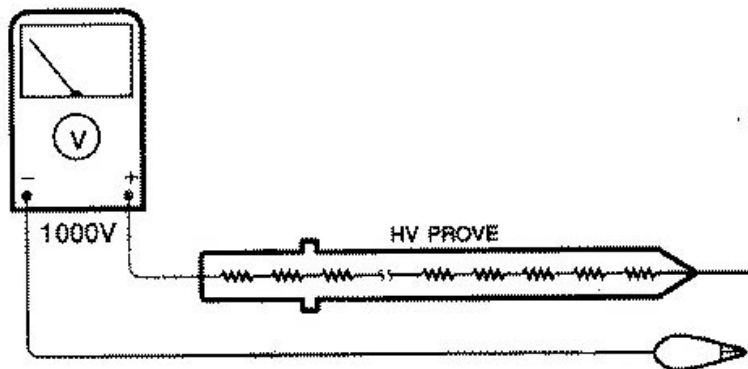
การสร้างโพรบไฟสูง (HV PROBE) เอง

ความยุ่งยากในการวัดแรงดันไฟสูง ก็อยู่ที่การหาโพรบไฟสูงมาใช้งาน การจะซื้อที่เข้าสร้างขายก็มีราคาแพงไม่คุ้มเท่ากับเงินที่เสียไปดังนั้นควรสร้างขึ้นมาใช้เอง จะเห็นได้ว่าโพรบไฟสูงที่นำมาต่อเพิ่มในวงจร ความจริงแล้วก็คือตัวต้านทาน 480 เมกะโอห์ม ต่อลดแรงดันและกระแสที่จะผ่านเข้าดิจิโวลต์มิเตอร์ ทำให้มีกระแสและแรงดันที่พอเหมาะกับย่านวัดของดิจิโวลต์ที่ตั้งไว้



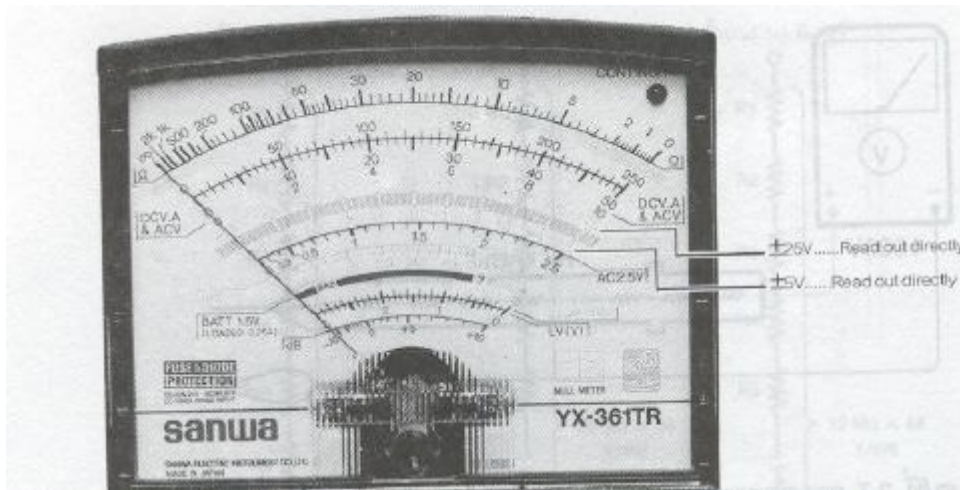
ภาพที่ 2.24 การสร้างโพรบใช้เอง

การสร้างโพรบไฟสูงใช้เองทำได้โดยหาตัวต้านทานมาต่ออันดับกัน ให้มีค่าความต้านทานรวมกันได้ 480 เมกะโอห์ม เช่น อาจใช้ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทาน 48 เมกะโอห์ม มาต่ออันดับกัน 10 ตัว ($48 \text{ เมกะโอห์ม} \times 10 = 480 \text{ เมกะโอห์ม}$) แต่ละตัวของตัวต้านทาน ให้ใช้ค่าทนกำลังไฟฟ้าตัวละ 1/4 วัตต์ ก็พอ หรือใช้ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทาน 10 เมกะโอห์ม ต่ออันดับกัน 48 ตัว ก็จะเท่ากับ 480 เมกะโอห์ม แต่ละตัวของตัวต้านทานให้ใช้ค่าทนกำลังไฟฟ้าตัวละ 1/4 วัตต์ก็พอ



ภาพที่ 2.25 การต่อวงจรโพรบไฟสูงสร้างเองไปใช้วัดแรงดันไฟสูง

การต่อตัวต้านทานให้ใช้การบัดกรี โดยตัดขาตัวต้านทานให้สั้นที่สุดที่จะบัดกรีได้และบัดกรีให้ชิดกัน เพื่อจะทำให้ขนาดของโพรบสั้นลง และนำไปบรรจุในท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้วตอนปลายด้านไฟสูงหาโลหะแหลมต่อกับตัวต้านทานและลงไฟท่อ PVC บีบให้ติดกับโลหะแหลม และปิดรูท่อ PVC ตกแต่งให้สวยงามในท่อ พีวีซีอาจจะใช้เรซินเทหล่อปิดตัวต้านทาน และจัดให้ตัวต้านทานอยู่กึ่งกลางหรืออาจใช้ฉนวนตัวเป็นวงกลมยึดตัวต้านทานให้อยู่กึ่งกลางหรืออาจใช้ฉนวนตัวเป็นวงกลม ยึดตัวต้านทานอยู่กึ่งกลางเป็นช่วง ๆ ก็ได้ปลายอีกด้านที่เหลือของท่อ พีวีซี อาจใช้ฝาปิดท่อพีวีซีไว้ ต่อสายจากตัวต้านทานตัวแรกของโพรบ ไปเข้าขั้วบวกของมิเตอร์ ก็จะได้อโพรบไฟสูงตามต้องการ



ภาพที่ 2.26 สเกลที่ใช้แสดงค่าแรงดันไฟตรงแบบนัลมิเตอร์

การใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์แบบมีค่าศูนย์โวลต์อยู่กึ่งกลางสเกล (DC NULL)

ดีซีโวลต์มิเตอร์แบบศูนย์โวลต์อยู่กึ่งกลางสเกล จะถูกเรียกว่านัลมิเตอร์ (null meter) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ากัลวานอมิเตอร์นั่นเองเป็นดีซีโวลต์มิเตอร์ที่สามารถวัดแรงดันไฟตรงได้ ไม่ว่าจะเอาแรงดันขั้วบวกหรือขั้วลบจ่ายเข้าสายวัดของมิเตอร์ขั้วไหนก็ตาม มิเตอร์ก็สามารถแสดงผลการวัดออกมาได้ เพราะมิเตอร์สามารถแสดงผลออกมาได้ทั้งไฟบวก และ ไฟลบ

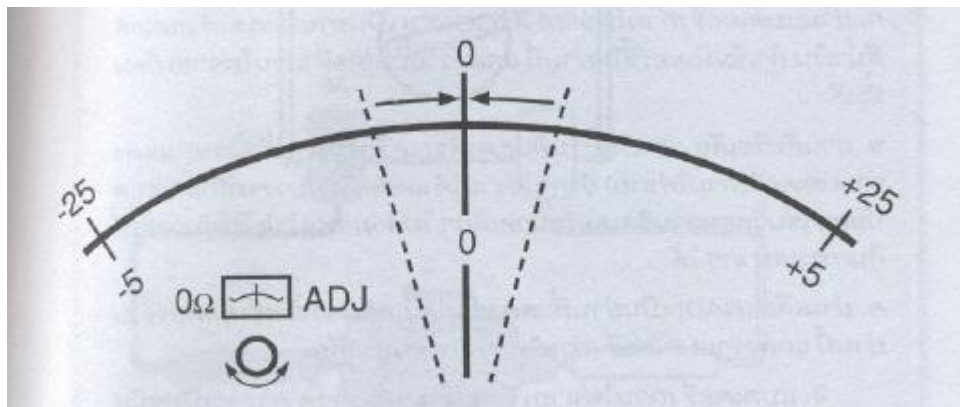
ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ตั้งย่านวัดของนัลมิเตอร์ที่ตำแหน่ง DCV (NULL) ซึ่งจะมี 2 ย่านคือ 5V และ 25 V เลือกใช้ที่ย่านใดย่านหนึ่ง
2. ใช้สายวัดสีแดงเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก และสายวัดสีดำเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ
3. สเกลที่ใช้ในการอ่านค่าใช้สเกล DCV(NULL) มี 2 ย่านคือ 5V และ 25 V
4. เมื่อปรับซีเล็กเตอร์สวิตช์ตั้งย่านการวัดที่ต้องการแล้วจะทำให้เข็มของมิเตอร์ เคลื่อนที่ไปชี้กลางสเกลตรงตำแหน่ง 0 ของสเกล DCV(NULL)
5. ถ้าเข็มมิเตอร์ไม่เคลื่อนที่ไปชี้ที่ตำแหน่ง 0 กลางสเกล พอดีแต่ขึ้นอยู่กับบริเวณนั้น ต้องทำการปรับให้เข็มชี้ที่ตำแหน่ง 0 กลางสเกลพอดี ให้ปรับปุ่มปรับหมายเลข 6 คือปุ่ม 0 โอห์มนั่นเอง
6. นำมิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟตรงได้แล้ว ค่าที่เข็มมิเตอร์ชี้สามารถอ่านออกมาได้โดยตรง ค่าที่อ่านได้คือ ค่าแรงดันของวงจรที่วัดได้
7. หลังจากให้นัลมิเตอร์เรียบร้อย แล้วให้ปรับซีเล็กเตอร์สวิตช์ไปที่ตำแหน่งย่านวัดอื่นๆ หรือปรับซีเล็กเตอร์สวิตช์ไปที่ตำแหน่ง OFF เมื่อเลิกใช้มิเตอร์

ข้อควรระวัง

1. การใช้นัลมิเตอร์นั้น จะมีกระแสไหลผ่านมิเตอร์ตลอดเวลาตั้งนั้นเมื่อเลิกใช้นัลมิเตอร์เมื่อไร ให้ปรับซีเล็กเตอร์สวิทช์ไปที่ตำแหน่งการวัดที่อื่น ๆ ทันที ไม่เช่นนั้นอาจทำให้แบตเตอรี่ภายในของมิเตอร์ไฟหมดได้ง่ายหรือถ่านหมดนั่นเอง

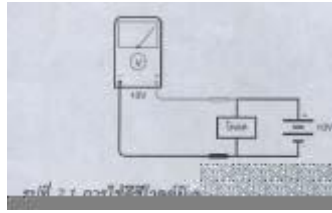
2. เมื่อใช้นัลมิเตอร์ทุกครั้ง ต้องปรับแต่งที่ 0 โอห์ม เพื่อให้เข็มมิเตอร์ชี้ตำแหน่ง 0 กลางสเกล พอดีทุกครั้ง ถ้าการปรับปุ่ม 0 โอห์ม จนสุดแล้ว เข็มมิเตอร์ยังไม่สามารถชี้ตำแหน่ง 0 กลางสเกล พอดี ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ 9 V ในมิเตอร์ใหม่



ภาพที่ 2.27 การปรับเข็มมิเตอร์ให้ตรงตำแหน่ง 0 ของนัลมิเตอร์

จากรูปเป็นการต่อคิชีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง คิชีโวลต์มิเตอร์ต้องต่อแบบขนานกับวงจรไฟฟ้าหรือ ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง การต่อคิชีโวลต์มิเตอร์แรงดันไฟตรงในวงจร ต้องคำนึงถึงขั้วของ โวลต์มิเตอร์ ที่จะวัดคร่อมวงจรด้วย โดยขั้วของคิชีโวลต์มิเตอร์ต้องตรงกับขั้วของแหล่งจ่ายแรงดัน หรือตรงกับขั้วของ แรงดัน ที่เกิดตกคร่อมวงจร การต่อขั้วคิชีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันให้หลักการต่อดังนี้ โกลั้วกต่อบวก โกลั้วลบต่อลบหมายถึงการจะต่อโวลต์มิเตอร์คร่อมวงจร ขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์ต้องต่อคร่อมจุดวัดที่ต่อโกลั้วบวกแหล่งจ่ายและ ขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ต้องต่อคร่อมจุดวัดที่ต่อโกลั้วลบแหล่งจ่าย การต่อผิดขั้วจะทำให้เข็มชี้ของคิชีโวลต์มิเตอร์ บ่ายเบนกลับทาง วัดแรงดันไฟตรงไม่ได้ และยังสามารถทำให้คิชีโวลต์มิเตอร์ชำรุดเสียหายได้ด้วย

หน้าปัดสเกลของโวลต์มิเตอร์ ถูกสร้างขึ้นให้สามารถบอกค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้าได้โดยตรงทั้งปริมาณ แรงดันไฟฟ้าจำนวนน้อย ๆ ไปจนถึงปริมาณแรงดันไฟฟ้าจำนวนมาก ๆ สเกลจะถูกสร้างให้บอกค่าปริมาณ แรงดัน ไฟฟ้าแตกต่างกัน เพื่อความสะดวกในการเลือกโวลต์มิเตอร์มาใช้งานได้เหมาะสมกับค่าปริมาณแรงดัน ไฟฟ้าที่ทำการวัด และสามารถอ่านค่าได้ละเอียดถูกต้อง



ภาพที่ 2.25 การใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์ในการวัดแรงดันไฟตรง

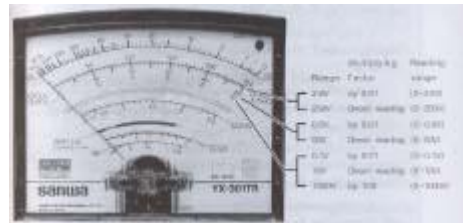


ภาพที่ 2.26 ย่านการวัดของดีซีโวลต์มิเตอร์รุ่น YX-360TR

ลำดับขั้นการปฏิบัติ

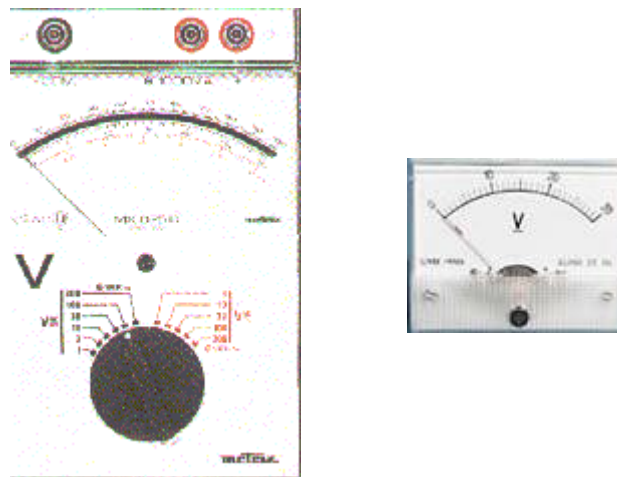
1. ตั้งย่านใช้งานของมิเตอร์ในย่าน DCV มีทั้งหมด 7 ย่าน คือ 0.1V ,0.5V, 2.5V, 10V, 50V, 250V, และ 1,000V
2. ใช้สายวัดสีแดงเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ
3. สเกลที่ใช้ในการอ่านค่าใช้สเกล DCV,A ซึ่งจะมี 3 สเกล อ่านขีดสเกลที่อยู่ได้กระจกเงา การอ่านค่าแรงดันที่ถูกต้องจะต้องใช้หลักการอ่าน
4. ปรับซีเล็กเตอร์สวิตซ์ตั้งย่านการวัดให้ถูกต้อง ถ้าหากไม่ทราบแรงดันไฟตรง ที่จะทำการวัดว่าเป็นเท่าใด ให้ตั้งย่านวัดไฟตรงที่ตำแหน่งสูงสุด ไว้ก่อนและทำการปรับลดย่านให้ต่ำลงทีละย่าน จนกว่าเข็มเดิมมิเตอร์จะชี้ค่าที่อ่าน ได้ง่าย ๆ และถูกต้อง
5. การวัดแรงดันไฟตรงในวงจร ให้นำสายวัดขั้วลบ สีดำจับที่ขั้วลบของแหล่งจ่าย นำสายวัดขั้วบวก สีแดงของ มิเตอร์ไปวัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ ใส่ขั้วแรงดันที่วัดได้ที่ปลายทั้งสองข้าง ไม่ว่าจะเป็น ตัวต้านทานวงจรกำเนิดความถี่ วงจรทรานซิสเตอร์และอื่น ๆ โดยแรงดันที่วัด ได้จะมีค่าเป็นบวกเสมอ

6. ในตำแหน่งที่วัดด้วยดีซีโวลต์มิเตอร์ไม่ขึ้น แต่ขณะแตะสายวัดขั้วบวกเข้าไปหรือขณะดึงสายวัดขั้วบวกออกมา เข็มมิเตอร์จะกระดิกนิดหนึ่งเสมอแสดงว่าจุดวัดนั้นไม่มีแรงดันไฟตรง แต่ มีแรงดันไฟสลับ



ภาพที่ 2.27 สเกลที่ใช้แสดงค่าแรงดันไฟตรง

เอซีโวลต์มิเตอร์



ภาพที่ 2.28 รูปของโวลต์มิเตอร์กระแสสลับ

โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า ที่วัดได้มีค่าหน่วยเป็น rms โครงสร้างของมิเตอร์กระแสสลับจะเป็นชนิดแกนเหล็กเคลื่อนที่ การต่อโวลต์มิเตอร์ต้องต่อขั้วทั้งสองขนานกับวงจร ที่จะวัดหรือขนานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการวัดแรงดันตกคร่อมอุปกรณ์นั้น การเลือกย่านวัดของมิเตอร์ควรเลือกย่านสูงสุดไว้ก่อนแล้วจึงค่อยๆปรับย่านวัดลงให้เหมาะสม จนถึงค่าที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้องชัดเจน และต้องระมัดระวังเรื่องการวัดแรงดันด้วย เพราะแรงดันไฟฟ้าสูงอาจมีอันตรายถึงชีวิตได้

ที่มา(http://rtc.ac.th/electronic/meaus/ac_voltmeter.html)

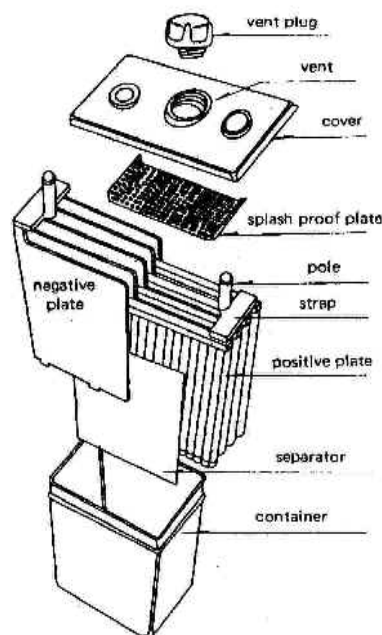
แบตเตอรี่

คุณลักษณะแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทางเคมีที่ออกแบบสำหรับเก็บประจุไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) ให้อุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่จะเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในรูปของพลังงานเคมี และจ่ายกระแสไฟฟ้่ออกมาให้แก่อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่สูญเสียพลังงานเคมีไปในการใช้งานจะต้องประจุหรือเรียกว่าชาร์จแบตเตอรี่ให้แบตเตอรี่เก็บเอาไว้ในรูปของพลังงานเคมี ดังนั้น การจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะเกิดขึ้นสลับกันไปอย่างต่อเนื่อง หน้าที่ของแบตเตอรี่ คือ เป็นตัวจ่ายไฟฟ้าใหแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มีค่าจำกัดความจุไม่สามารถที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าใหแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้นแบตเตอรี่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการประจุไฟฟ้าเต็มอยู่เสมอ เพื่อที่จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เพียงพอ ในขณะที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าดังนั้นจึงต้องมีระบบชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เพื่อสะสมเอาไว้

โครงสร้างของแบตเตอรี่

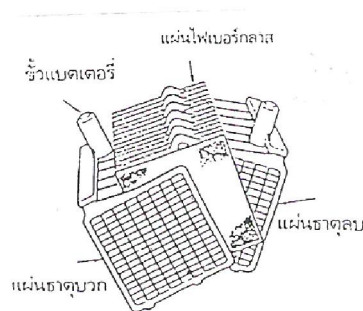
แบตเตอรี่ประกอบด้วยน้ำกรด แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุทำมาจากผงตะกั่วบริสุทธิ์อัดแน่นในแผ่นตะแกรงตะกั่ว แบตเตอรี่แบบนี้จึงเรียกว่า แบตเตอรี่ตะกั่ว (Lead Battery) ภายในแบตเตอรี่แยกออกเป็นช่องหลายๆ ช่อง (โดยทั่วไปแบตเตอรี่จะมี 6 ช่อง) ในแต่ละช่องเรียกว่า เซลล์ (Cell) แต่ละเซลล์ มีชุดแผ่นธาตุแช่อยู่ในน้ำกรดก้ำมะถันอย่างเจือจาง



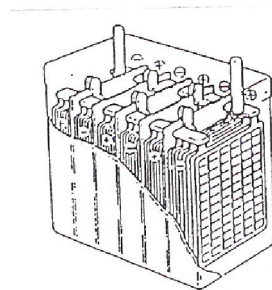
ภาพที่ 2.29 แสดงโครงสร้างแบตเตอรี่

ส่วนประกอบของแบตเตอรี่

ชุดของแผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบจะวางเรียงสลับกัน และขึ้นเอาไว้ด้วยแผ่นกั้นและแผ่นไฟเบอร์กลาส เมื่อเอาแผ่นธาตุแผ่นกั้นและแผ่นไฟเบอร์กลาสรวมเข้าด้วยกันจะเรียกว่า เซลล์แบตเตอรี่ การรวมของแผ่นธาตุด้วยวิธีนี้ทำให้พื้นที่สัมผัสน้ำกรดมากขึ้นสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้มาก หรือกล่าวอีกในหนึ่ง คือแบตเตอรี่มีความจุเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากช่องหนึ่ง ๆ ประมาณ 2.1 โวลต์ แบตเตอรี่ 6 ช่อง ต่ออนุกรมกันจึงมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12 โวลต์



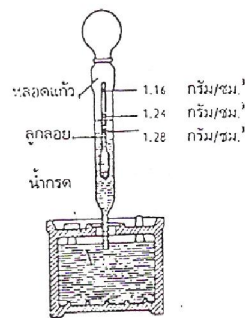
ภาพที่ 2.30 แสดงแผ่นธาตุของแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.31 แสดงเซลล์แต่ละเซลล์ต่ออนุกรมกัน

น้ำกรดแบตเตอรี่

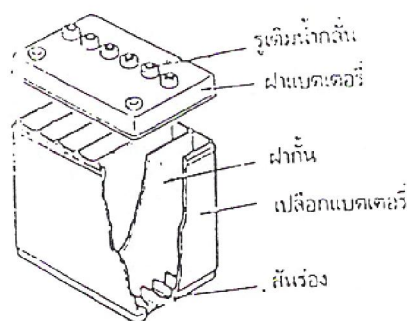
น้ำกรดแบตเตอรี่คือสารละลายของกรดกำมะถันเจือจางกับน้ำกลั่น น้ำกรดแบตเตอรี่จะมีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิทั่วไปประมาณ 1.260 หรือ 1.280 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำกรดที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.260 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะประกอบด้วย น้ำกลั่น 65 เปอร์เซ็นต์ และกรดกำมะถัน 35 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.32 แสดงการตรวจความถ่วงจำเพาะน้ำกรด

เปลี่ ออกแบตเตอรี่

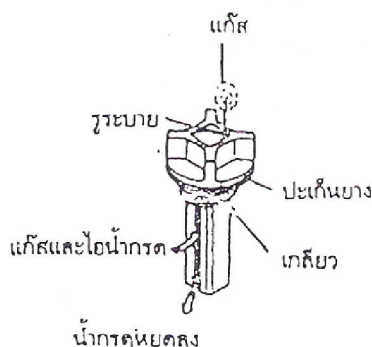
สิ่งที่บรรจุน้ำกรดและส่วนประกอบของแบตเตอรี่เรียกว่าเปลือกแบตเตอรี่ แบ่งออกเป็น 6 ช่อง เครื่องหมายแสดงระดับของน้ำกรดจะแสดงอยู่บนเปลือกชนิดโปร่งใสหรือกึ่งโปร่งใสของแบตเตอรี่ แผ่นธาตุรองด้วยสันร่องจากกันของเปลือกแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการลัดวงจรระหว่างแผ่นธาตุจากแผงแผ่นธาตุหรือสิ่งอื่นที่หลุดร่วงออกจากแผ่นธาตุ (สุจิตต์ , 2542 : 20)



ภาพที่ 2.33 แสดงเปลือกแบตเตอรี่

จุกปิดรูฝาแบตเตอรี่ (Vent Plugs)

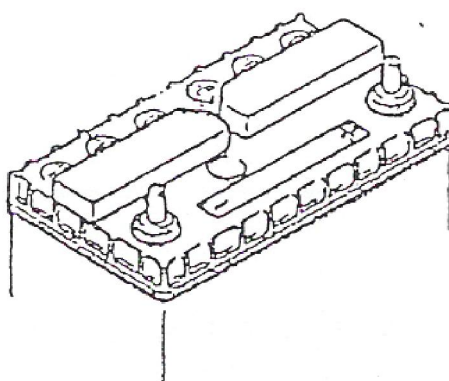
จุกปิดนี้จะใช้สำหรับปิดช่องเติมน้ำกลั่น และออกแบบเอาไว้สำหรับแยกแก๊สไฮโดรเจน (ที่เกิดขึ้นขณะชาร์จแบตเตอรี่) และไอของกรดกำมะถัน ซึ่งมีอยู่ภายในแบตเตอรี่ โดยยอมให้ไฮโดรเจนไหลผ่านรูระบายออกไป ส่วนไอกรดกำมะถันกลั่นตัวในช่องระบายแล้วตกกลับเข้าไปในแบตเตอรี่



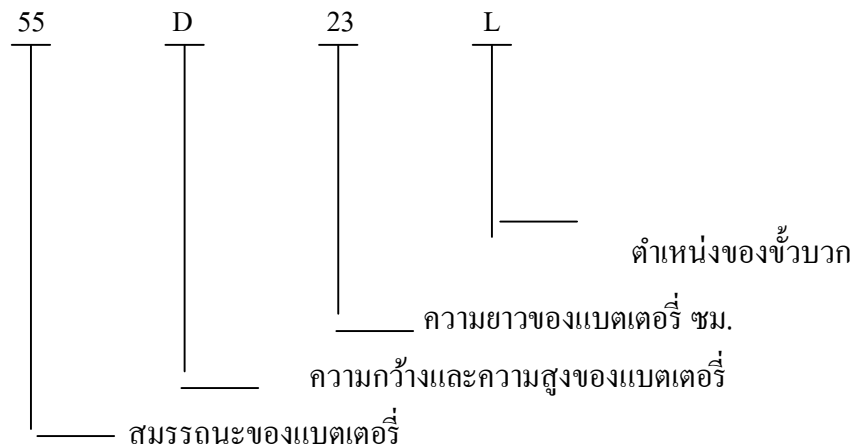
ภาพที่ 2.34 แสดงจุกปิดรูฝาแบตเตอรี่

รหัสแสดงขนาดแบตเตอรี่

แบตเตอรี่จะมีรหัสแสดงขนาดของแบตเตอรี่ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม รหัสนี้จะแสดงถึงความจุของแบตเตอรี่ ขนาดและตำแหน่งของขั้วบวก (ด้านซ้ายหรือด้านขวา) เป็นสากลใช้ได้ทั่ว



ภาพที่ 2.35 แสดงรหัสแสดงขนาดแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.36 แสดงรายละเอียดของรหัสที่แสดงขนาดแบตเตอรี่

สมรรถนะของแบตเตอรี่

รหัสแสดงถึงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่โดยอ้อม จากตารางที่ 2.3 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรหัสของแบตเตอรี่ และความจุไฟของแบตเตอรี่

ตารางที่ 2.3 แสดงขนาดความจุไฟของแบตเตอรี่

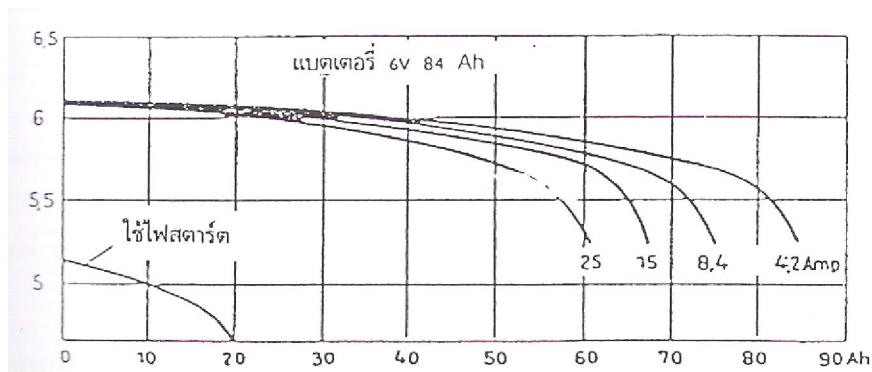
รหัส	ความจุไฟ (จ่ายไฟ 5 ชม.)	รหัส	ความจุไฟ (จ่ายไฟ 5 ชม.)
50 B 24 R/L	36	105 E 41 R/L	83
55 B 24 R/L	36	115 E 41 R/L	88
32 C 24 R/L	32	130 E 41 R/L	92
50 D 20 R/L	40	115 F 51	96
55 D 23 R/L	48	150 F 51	108

ความจุไฟของแบตเตอรี่

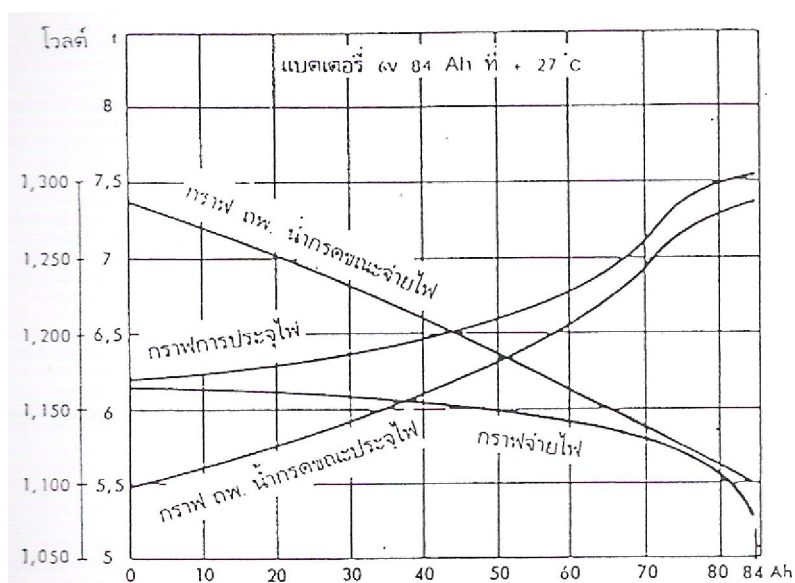
ความจุไฟของแบตเตอรี่ หมายถึง สมรรถนะของการเก็บกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ซึ่งสามารถจ่ายไฟออกมาในลักษณะของต้นกำลังไฟฟ้าโดยวัดได้ในรูปของแอมแปร์ต่อชั่วโมง (Ah) ดังนี้

$$Ah = A (\text{แอมแปร์}) \times h (\text{ชั่วโมง})$$

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 2.37 แสดงกราฟเมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟมากมีผลกระทบต่อความจุ (Ah)



ภาพที่ 2.38 แสดงกราฟการประจุไฟและจ่ายไฟด้วยกระแสไฟคงที่ 20 ชั่วโมง

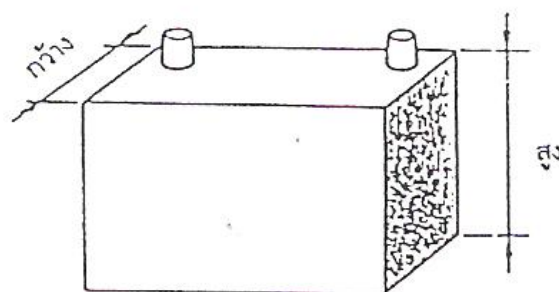
พิกัดขนาดแบตเตอรี่

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

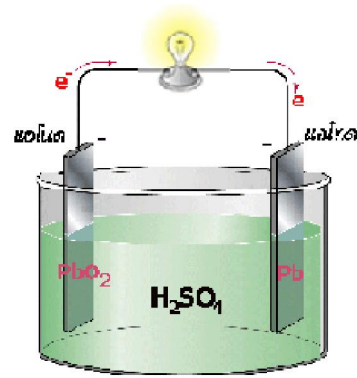
ตารางที่ 2.4 แสดงความกว้างและความสูงของแบตเตอรี่

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 แบตเตอรี่ที่มีความยาวประมาณ 23 ซม. (230 มม.) ตำแหน่งขั้วจะถือขั้วบวกเป็นหลัก รหัส R = อยู่ด้านขวา L = อยู่ด้านซ้าย (สัจจิตต์, 2542 : 23)



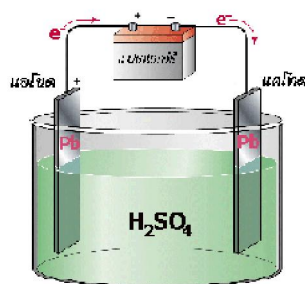
ภาพที่ 2.39 แสดงพิกัดความกว้างและความสูง



ภาพที่ 2.41 แสดงแบตเตอรี่จ่ายไฟ

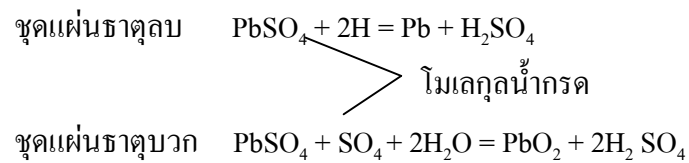
ปฏิกิริยาระหว่างประจุไฟ

การประจุไฟแบตเตอรี่ คือ การใช้แรงดันอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปในแผ่นธาตุลบ โดยให้อิเล็กตรอนดันกลับในทิศทางที่จ่ายกระแสไฟ เพื่อให้ น้ำแตกตัวเป็น H_2 และ O_2 พร้อม SO_4 เป็น H_2SO_4 ขณะเดียวกัน อะตอมของ O_2 จะกลับไปยังแผ่นธาตุบวก กลายเป็นแผ่นตะกั่วเปอร์ไซด์ อีกเช่นเดิม ส่วนแผ่นธาตุลบ จะกลับเป็นแผ่นตะกั่วบริสุทธิ์ เมื่อ SO_4 หายไปจากแผ่นธาตุหมด ไปรวมตัวอยู่กับ H_2 ก็เท่ากับแบตเตอรี่อยู่ในสภาพไฟเต็ม ในระหว่างการประจุก็คือ การทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นย่อมเกิดความร้อนขึ้นระหว่างทำการประจุไฟ H_2 และ O_2 ซึ่งเป็นแก๊สจะหนีออกจากรูระบายที่ถูกปิดรู แก๊สที่เกิดขึ้นนี้เป็น แก๊สดัดไฟ ดังนั้นอย่าให้มีประกายไฟเกิดขึ้นระหว่างทำงาน เพราะอาจจะทำให้เกิดแบตเตอรี่ระเบิดแตกได้ จะเห็นได้ว่าแก๊สที่ระเหยออกนี้คือ ไอน้ำ แบตเตอรี่ที่ใช้ไปนาน ๆ น้ำกรดจะมีระดับลดลงจากแผ่นธาตุแสดงว่าน้ำกลั่นได้ระเหยออกไปจากน้ำกรดเวลาจะเพิ่มระดับน้ำกรด ให้เต็มเฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้น

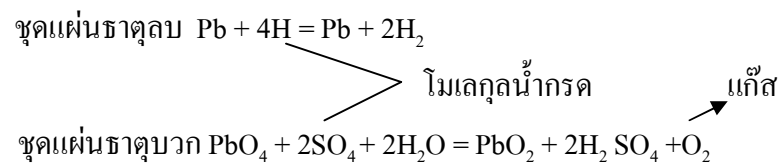


ภาพที่ 2.42 แสดงแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้า

การทำปฏิกิริยาขณะประจุไฟมี ดังนี้

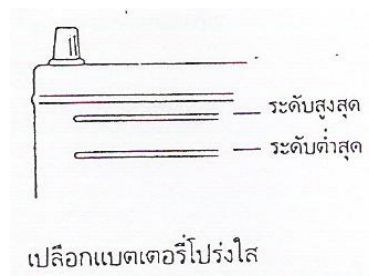


แก๊ส

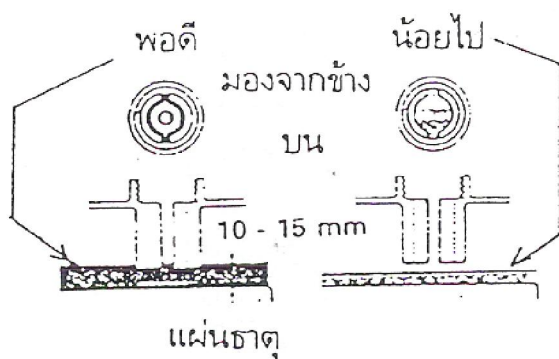


การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

ตรวจระดับน้ำกรดควรตรวจทุกอาทิตย์หรือเป็นครั้งคราวตามวาระการใช้งาน และถ้าจำเป็นให้เติมด้วยน้ำกลั่นให้ถึงระดับที่กำหนด แบตเตอรี่ชนิดเปลือกโปรงใสจะมีขีดบอกระดับปกติอยู่บนเปลือกของแบตเตอรี่ดังนั้นน้ำกรดควรจะอยู่ในช่วงกำหนดไว้นี้ แบตเตอรี่ที่มีเปลือกทึบระดับของน้ำกรดจะต้องอยู่ในระดับสูงกว่าแผ่นกั้น 10 ถึง 15 มม. หรือสูงพอที่จะท่วมแผ่นธาตุในแต่ละช่องประมาณ 1 ซม. มุมมองจากข้างบน



ภาพที่ 2.43 แสดงการตรวจระดับน้ำกรดที่ข้างแบตเตอรี่

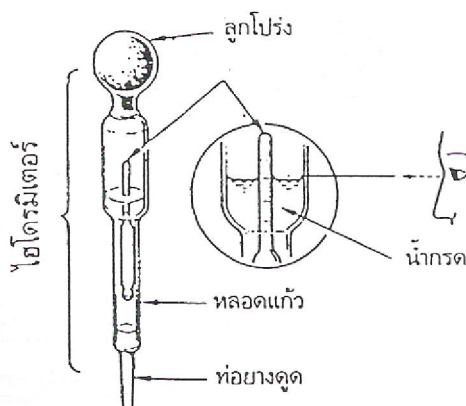


ภาพที่ 2.44 แสดงการตรวจน้ำกรดทางช่องเติมน้ำกลั่น

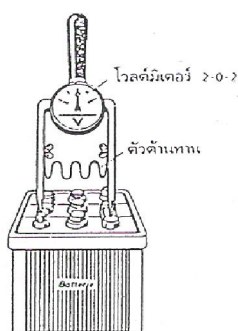
การตรวจสอบสภาพประจุแบตเตอรี่

การตรวจสอบสภาพประจุแบตเตอรี่จะกระทำได้โดย การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดและการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ

1. การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด ใช้ไฮโดรมิเตอร์ดูดน้ำกรดเข้าในไฮโดรมิเตอร์ แล้วอ่านค่าที่ระดับของน้ำกรดในหลอดแก้วระดับสายตา โดยอย่าให้ลูกกลอยสัมผัสกับหลอดแก้ว
2. การทดสอบสมรรถนะเมื่อมีภาระ (โหลด) โดยปล่อยให้แบตเตอรี่ (112 A ถ้าอัตรา 5 ชม. คือ 28 Ah) และวัดแรงดันไฟที่ขั้วแบตเตอรี่จะต้องเป็น 9.6 V หรือสูงกว่า ถ้าไม่ได้ตามนี้แสดงว่าแบตเตอรี่ไม่ดี กรณีระดับน้ำกรดในแบตเตอรี่ต่ำมากให้เติมน้ำกลั่นและชาร์จไฟจนเต็ม แล้วปล่อยให้เย็นจึงตรวจสอบตามต้องการ



ภาพที่ 2.45 แสดงการทดสอบด้วยไฮโดรมิเตอร์

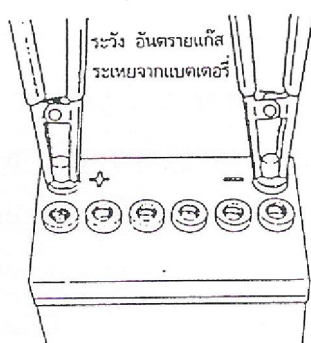


ภาพที่ 2.46 แสดงการทดสอบสมรรถนะเมื่อมีการะ

การประจุแบตเตอรี่

ข้อควรระวังระหว่างการประจุแบตเตอรี่

1. เนื่องจากไอระเหยของแก๊สจากแบตเตอรี่ไวไฟ อย่าทำให้เกิดประกายไฟใกล้แบตเตอรี่
2. อย่าปลดสายไฟของเครื่องชาร์จออกจากขั้วแบตเตอรี่ ขณะแบตเตอรี่กำลังประจุไฟอยู่ให้ ปิดสวิตช์เครื่องชาร์จไฟก่อนที่จะปลดสายออก
3. อุณหภูมิของน้ำกรดแบตเตอรี่จะต้องไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่านี้ ให้ลดอัตรา กระแสไฟประจุลงหรือหยุดการประจุก่อน เย็นแล้วจึงประจุต่อ



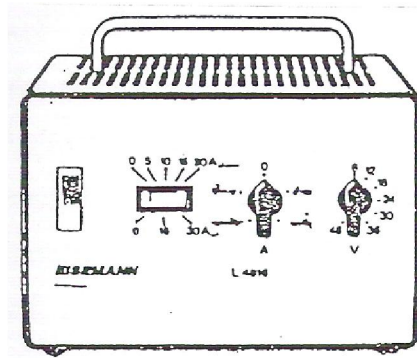
ภาพที่ 2.47 แสดงการระวังอันตรายจากการประจุแบตเตอรี่

การประจุแบบช้า

การประจุไฟแบตเตอรี่ทั่วไป ใช้วิธีประจุแบบช้าเพื่อให้การทำปฏิกิริยาเคมีเป็นไปอย่าง สมบูรณ์มีลำดับดังต่อไปนี้

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

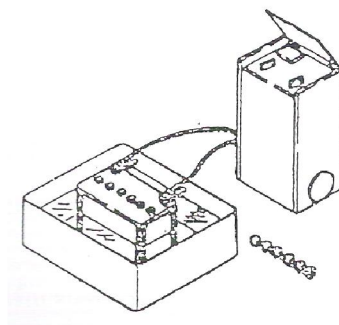
2. ตั้งสวิตช์เครื่องชาร์จเอาไว้ที่ตำแหน่ง Slow (ถ้ามี)
3. ปรับสวิตช์ควบคุมกระแสไฟ เมื่อกระแสไฟต่ำเกินไปขณะทำการประจุไฟ
4. เมื่อน้ำกรดเริ่มเดือดความถ่วงจำเพาะ หรือแรงดันไฟของแบตเตอรี่ไม่มีการเพิ่มขึ้นอีกต่อไปเป็นเวลามากกว่า 1 ชั่วโมง แสดงว่าแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็มที่แล้ว



ภาพที่ 2.48 แสดงเครื่องชาร์จช้า

การประจุแบบเร็ว

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



ภาพที่ 2.49 แสดงเครื่องชาร์จเร็ว

หลักปฏิบัติการประจุแบตเตอรี่

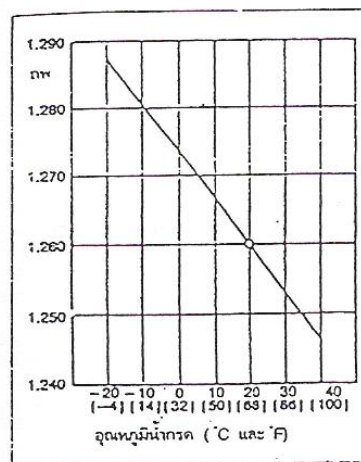
1. ทำความสะอาดสิ่งสกปรก และขี้เกลือออกจากแบตเตอรี่ และขั้วแบตเตอรี่
2. เปิดฝาจุกแบตเตอรี่ออกทั้งหมด ตรวจสอบระดับของน้ำกรดถ้ามีไม่เพียงพอ ให้เติมน้ำ

กลั่น

3. การประจุแบตเตอรี่ขณะติดตั้งใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปลดสายขั้วบวก และขั้วลบออกจากขั้วแบตเตอรี่ทั้งคู่เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

การเก็บรักษาแบตเตอรี่

การเก็บแห้ง การเก็บแห้งเป็นการเก็บแบตเตอรี่ไว้โดยไม่มีน้ำกรดอยู่ในแบตเตอรี่ ส่วนใหญ่เป็นการเก็บแบตเตอรี่ที่ผลิตจากโรงงานใหม่ ๆ รอส่งให้ลูกค้า เมื่อจะใช้ไปเติมน้ำกรดแล้ว ประจุไฟให้เต็มสำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วมีน้ำกรดอยู่ในจำเป็นต้องพักใช้งาน อาจเก็บแห้งได้ โดยการนำไปอัดไฟให้เต็มเติมน้ำกรดทิ้งแล้วใช้น้ำกลั่นล้างเทคว่าไว้นั้นแห้งเมื่อจะใช้ก็ไปเติมน้ำกรด และประจุไฟใหม่



ภาพที่ 2.50 แสดงกราฟ ถ.พ. น้ำกรด ขึ้นกับความหนาแน่นน้ำกรด

การเก็บเปียก

แบตเตอรี่เมื่ออัดไฟเต็มแล้ว ทิ้งปล่อยไว้โดยไม่ใช้เลย ก็สามารถคายประจุเองได้ (Self Discharge) ดังนั้น แบตเตอรี่ที่มีน้ำกรดอยู่ควรนำไปตรวจประจุไฟ ทุก ๆ 1 เดือน หรือสลับใช้งาน จะดีที่สุด

ข้อแนะนำในการใช้แบตเตอรี่ชาร์จแห้ง (Dry Charge) แบตเตอรี่ชาร์จแห้ง หมายถึง แบตเตอรี่ที่ยังไม่ได้เติมน้ำกรดจากโรงงานผลิตก่อนจะนำเอามาใช้งาน มีข้อแนะนำปฏิบัติดังนี้

1. แกะพลาสติกที่ปิดจุกเติมน้ำกลั่น แล้วเปิดฝาจุกออก
2. เติมน้ำกรดตามระดับผสมเสร็จลงในแบตเตอรี่สูงกว่าแผ่นกั้นประมาณ 20 มม.
3. ภายหลังเติมน้ำกรดแล้ว ประมาณ 1 ถึง 2 ชม. สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ต้องตรวจดูระดับน้ำกรด ถาลดลง ให้เติมน้ำกรด ถ.พ. เท่าเดิมลงไปจนถึงระดับที่ต้องการ
4. เพื่อให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ทนทานยิ่งขึ้น ภายหลังเติมน้ำกรดแล้ว ทิ้งไว้ประมาณ 1 ถึง 12 ชม. จนกว่าอุณหภูมิของน้ำกรดต่ำลง ปรับระดับของน้ำกรดให้เท่าเดิม แล้วนำไปประจุไฟตามอัตราที่กำหนด

5. ประจุไฟฟ้าจะเกิดแก๊สทุกเซลล์ โวลท์ และ ถ.พ. ของน้ำค้างที่ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ชม. เวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้าทั้งหมดประมาณ 15 ถึง 20 ชม.

6. ในระหว่างประจุไฟฟ้า ระวังอย่าให้อุณหภูมิของน้ำกรดสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส หากสูงเกินอุณหภูมิดังกล่าวนี้ให้ลดกระแสไฟลง หรือหยุดประจุจนกว่าอุณหภูมิจะลดต่ำลงแล้วจึงประจุต่อ

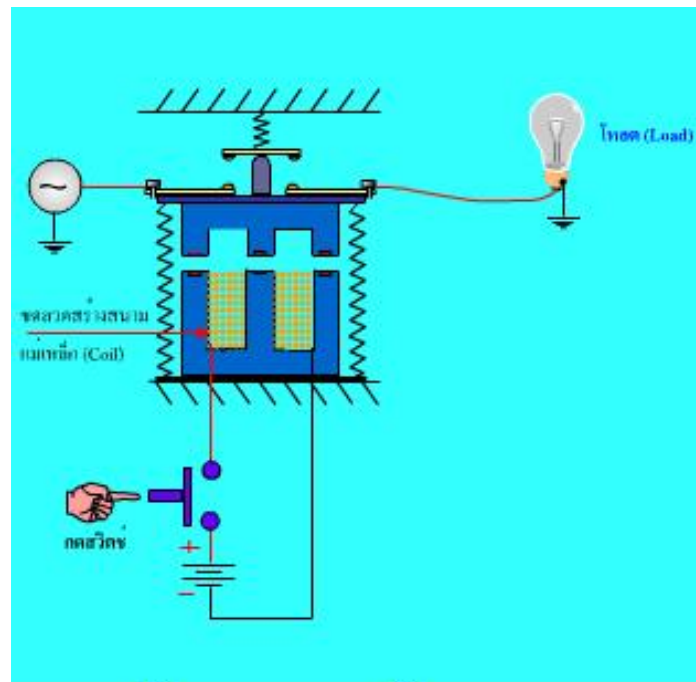
ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ขนาด 12 โวลท์ 125 แอมแปร์ต่อชั่วโมง สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด และการบำรุงรักษาง่าย การประจุพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้เวลา 4 ถึง 5 ชั่วโมง สามารถจ่ายไฟให้กับหลอดไฟ ขนาด 8 วัตต์ ได้นานประมาณ 8-10 ชั่วโมง จากการคำนวณและการใช้งานจริง
ที่มา (สุจิตต์ สนองคุณ , 2542 : 29)

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 สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทกเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็กต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุมและคอยล์ของคอนแทกเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอยล์อาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบการใช้คอนแทกเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล(Remote) ได้ ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า

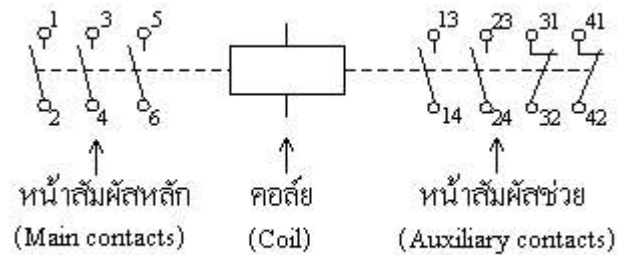


ภาพที่ 2.51 รูปแสดงการทำงานของคอนแทกเตอร์ และรีเลย์

คอนแทกเตอร์ (Contactors) นอกจากจะมีหน้าสัมผัสทั้งส่วนเคลื่อนที่ และหน้าสัมผัสส่วนที่อยู่กับที่แล้วหน้าสัมผัสภายในของคอนแทกเตอร์ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะการทำงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

1. หน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) โดยปกติแล้วหน้าสัมผัสหลักมี 3 อัน สำหรับส่งผ่านกำลังไฟฟ้า 3 เฟสเข้าไปสู่มอเตอร์ หรือโหลดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส หน้าสัมผัสหลักของคอนแทกเตอร์มีขนาดใหญ่ทนแรงดันและกระแสได้สูง หน้าสัมผัสหลักเป็นชนิดปกติเปิด (Normally open; N.O. contact) อักษรกำกับ หน้าสัมผัสด้านแหล่งจ่ายคือ 1, 3, 5 หรือ L1, L2, L3 และด้านโหลดคือ 2, 4, 6 หรือ T1, T2, T3 ดังรูป

2. หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) หน้าสัมผัสชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของตัวคอนแทกเตอร์ มีขนาดเล็กทนกระแสได้ต่ำทำหน้าที่ช่วยการทำงานของวงจร เช่น เป็นหน้าสัมผัสที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงานได้ตลอดเวลา หรือเรียกว่า "holding" หรือ "maintaining contact" หน้าสัมผัสช่วยนี้จะเป็นหน้าสัมผัสแบบโยกได้สองทาง โดยจะถูกดึงขึ้น-ลงไปตามจังหวะการดูด-ปล่อยของคอนแทกเตอร์ อักษรกำกับหน้าสัมผัสช่วย จะเป็น 13, 14 สำหรับคอนแทกเตอร์ที่มีหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติเปิด 1 ชุดถ้ามี N.O. ชุดที่ 2 จะเป็น 23, 24 และหน้าสัมผัสช่วยแบบปกติปิดจะมีอักษรกำกับเป็น 31, 32 และ 41, 42

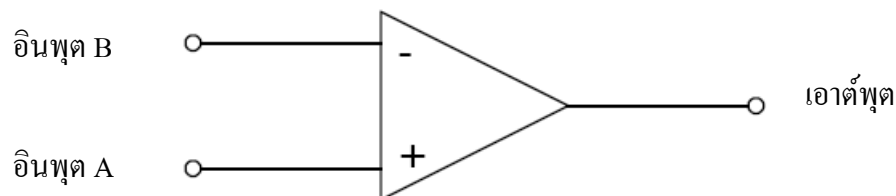


ภาพที่ 2.52 หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) หน้าสัมผัสชนิดนี้ติดตั้งอยู่ด้านข้างทั้งสองด้านของตัวคอนแทกเตอร์

ที่มา (www.st.kmutt.ac.th/~s5400211/module4/contactor1.html)

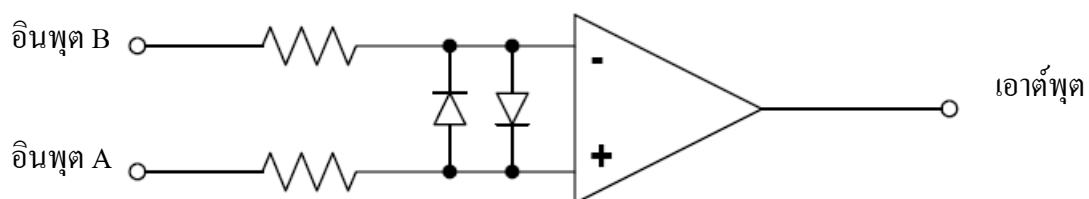
วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator Circuit)

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator) เป็นวงจรที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบ ในการเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันนี้ โดยมากจะใช้โอปแอมป์ (Op-Amp) มาเป็นตัวแสดงผลซึ่งสถานะ เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจะสามารถบอกได้ว่าสัญญาณอินพุตสองสัญญาณ สัญญาณใดมีค่ามากหรือน้อยกว่ากัน ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจึงเป็นวงจรที่มีอินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog) และมี เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) ลักษณะของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่ายแสดงดังภาพที่ 2.53



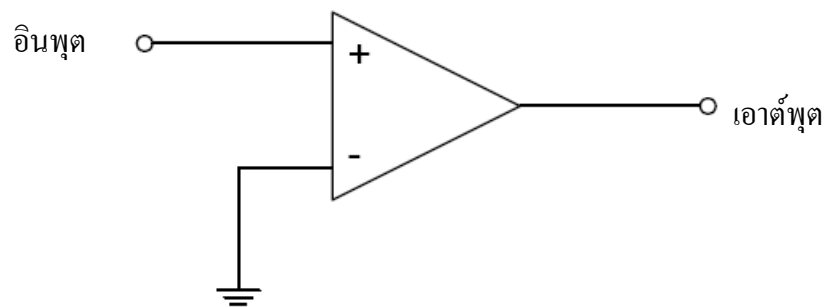
ภาพที่ 2.53 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่าย

รูปแบบหนึ่งของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ที่นำมาใช้งานมีลักษณะภาพที่ 2.54 วงจรตามรูปนี้มีการนำความต้านทานทานและไดโอดต่อเพิ่มเข้ามาที่ขาอินพุตของวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับวงจรภาคอินพุตของออปแอมป์ เมื่อผลต่างแรงดันอินพุตมีค่ามากเกินไป



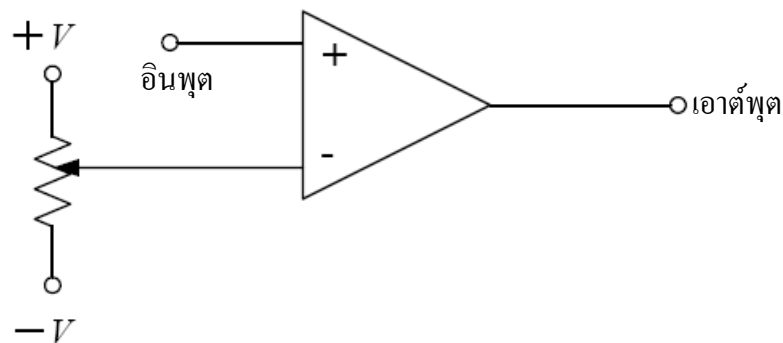
ภาพที่ 2.54 วงจรเปรียบเทียบแรงดันที่มีการป้องกันอินพุต

การประยุกต์ใช้วงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่พบบ่อยๆ เช่น นำมาใช้เพื่อแสดงว่าสัญญาณอินพุตที่เข้ามา มีค่ามากหรือน้อยกว่าศูนย์ โดยวงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่ทำหน้าที่เช่นนี้เรียกว่า วงจรตรวจจับผ่านศูนย์ (Zero crossing detector) ซึ่งการตอบของวงจรมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.55 นั่นคือจะมีขั้วอินพุตชั่วใดชั่วหนึ่ง ถูกป้อนอินพุตให้มีค่าระดับสัญญาณเป็นศูนย์ หรือดลลงกราวด์ นั่นเอง เพื่อใช้เป็นระดับสัญญาณแรงดันอ้างอิง (Voltage reference : $ref\ V$) ให้กับวงจรเปรียบเทียบนี้



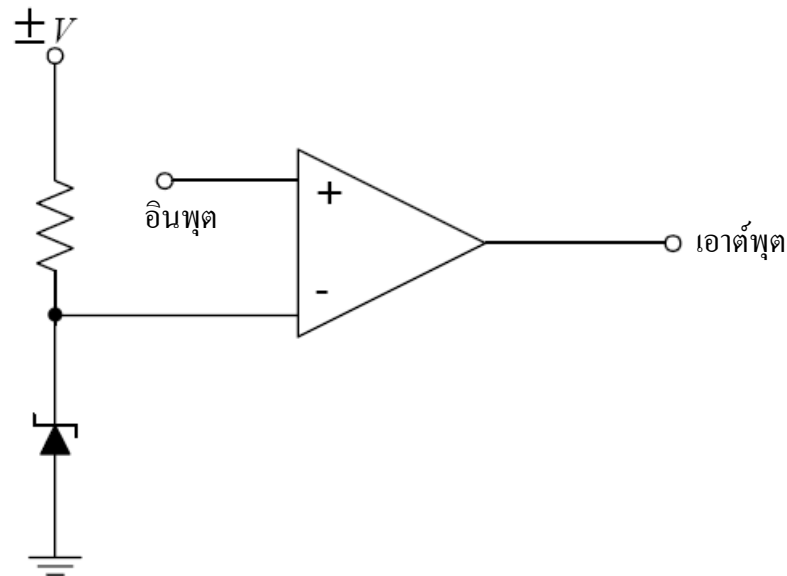
ภาพที่ 2.55 วงจรตรวจจับผ่านศูนย์

ปกติโดยทั่วไปแล้วค่าระดับแรงดันอินพุตที่ใช้สำหรับอ้างอิงไม่จำเป็นจะต้องมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์เสมอไป ทั้งนี้อาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าศูนย์ก็ได้ และอาจจะเป็นระดับแรงดันอ้างอิงที่มีค่าคงที่หรือมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาก็ได้ สำหรับวงจรเปรียบเทียบที่มีแรงดันอ้างอิงเป็นสัญญาณที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้นี้เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแบบผลต่างหรือ ดิฟเฟอเรนเชียล คอมพาราเตอร์ (Differential Comparator) ซึ่งวงจรมีลักษณะดังภาพที่ 2.56



ภาพที่ 2.56 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลคอมพาราเตอร์

ส่วนในกรณีที่สัญญาณแรงดันมีค่าเป็นศูนย์ หรือเป็นระดับใดๆ ที่มีค่าคงที่เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบ แบบซิงเกิลเอนด์ (Single-ended Comparator) ตัวอย่างวงจรในกรณีนี้มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.57



ภาพที่ 2.57 วงจรเปรียบเทียบแบบเชิงเกิลเอ็นที่มีระดับสัญญาณแรงดันอ้างอิงคงที่

ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) เรียกย่อๆ ว่า LED คือ ไดโอดซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น อันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่าง ๆ กันมารวมกัน ไดโอด ซึ่งสามารถให้แสงออกมาได้ ทั้งชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำของเหลวก๊าซ ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำเท่านั้น



ภาพที่ 2.58 ไดโอดเปล่งแสง

(ที่มา <http://www.thaipresentation.com/technology/movesign/index.php>)

ไดโอดชนิดนี้เหมือนไดโอดทั่ว ๆ ไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อไดโอดตกไบแอสตรงจะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P ต่อให้เกิดพลังงานในรูปของประจุโฟตอน ซึ่งจะส่งแสงออกมา การประยุกต์ LED ไปใช้งานอย่างกว้างขวางส่วนมากใช้ใน

ภาคแสดงผล (display unit) LED โดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ LED ชนิดที่ตาคนเห็นได้กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาเป็นตัวรับแสงแทนตาคน



ภาพที่ 2.59 สัญลักษณ์ของ LED

(ที่มา <http://www.thaipresentation.com/technology/movesign/index.php>)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนปฏิบัติที่สร้งขึ้น โดยการใชสถิติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

การวิเคราะห์ความเหมาะสมที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ถัววนและอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

โดยใช้เกณฑ์เฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ที่มา (ถัววนและอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

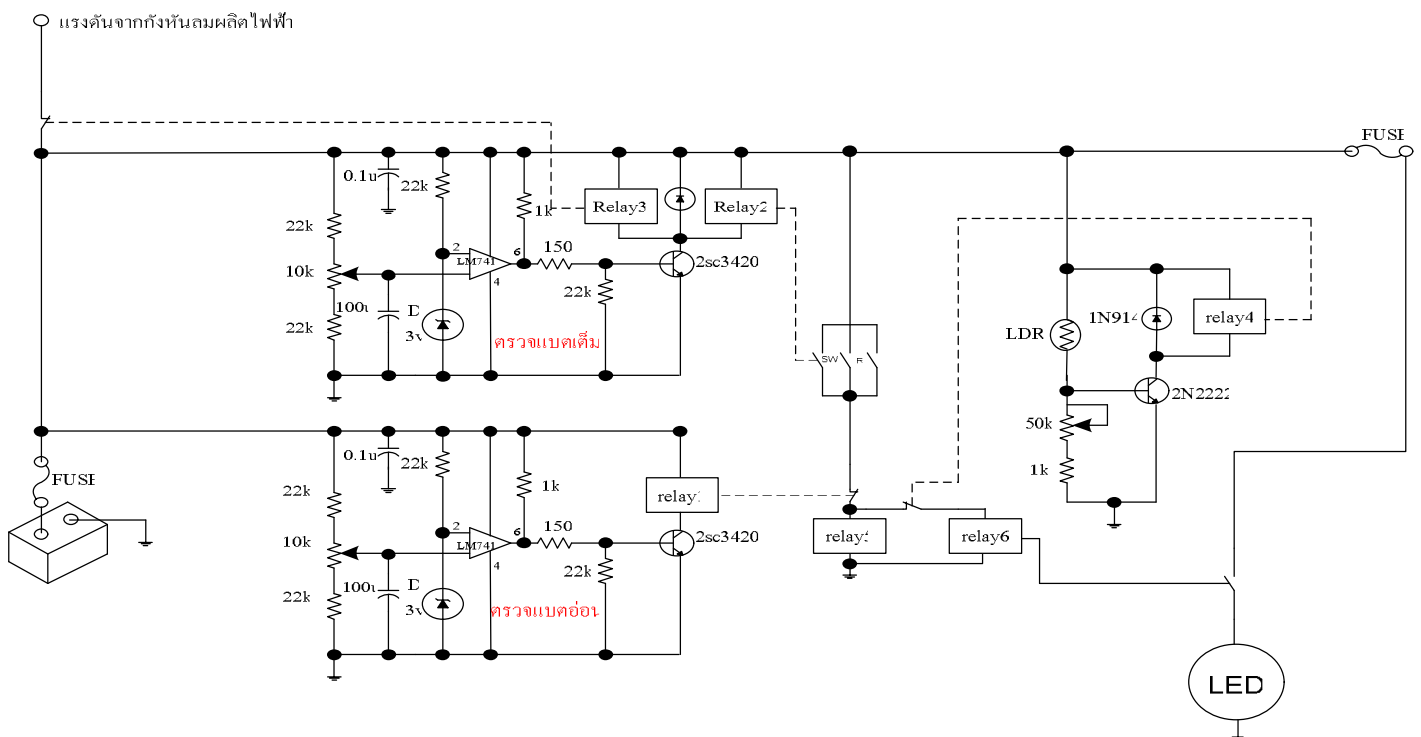
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบ การสร้างและการทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นถนนผลิตไฟฟ้า ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างและวางแผนการดำเนินงาน ดังมีรายละเอียดดังนี้

การออกแบบ

เป็นการออกแบบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า จากแนวคิดที่จะนำพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมผลิตไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ โดยนำพลังงานมาจ่ายให้กับชุดโคมหลอดแอลอีดี เพื่อให้แสงสว่างตามสถานที่ต่างๆ เช่น ลานจอดรถ ห้องน้ำสาธารณะ สวนสาธารณะ ถนนตามสวนสาธารณะ หรือตามสถานที่ที่ต้องการแสงสว่างในตอนกลางคืน ซึ่งได้ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ ให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า มีการทำงานโดยที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติโดยที่ชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและชุดโคมจะหยุดให้แสงสว่างในเวลากลางวัน และสามารถตัดระบบการจ่ายไฟฟ้าเมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด

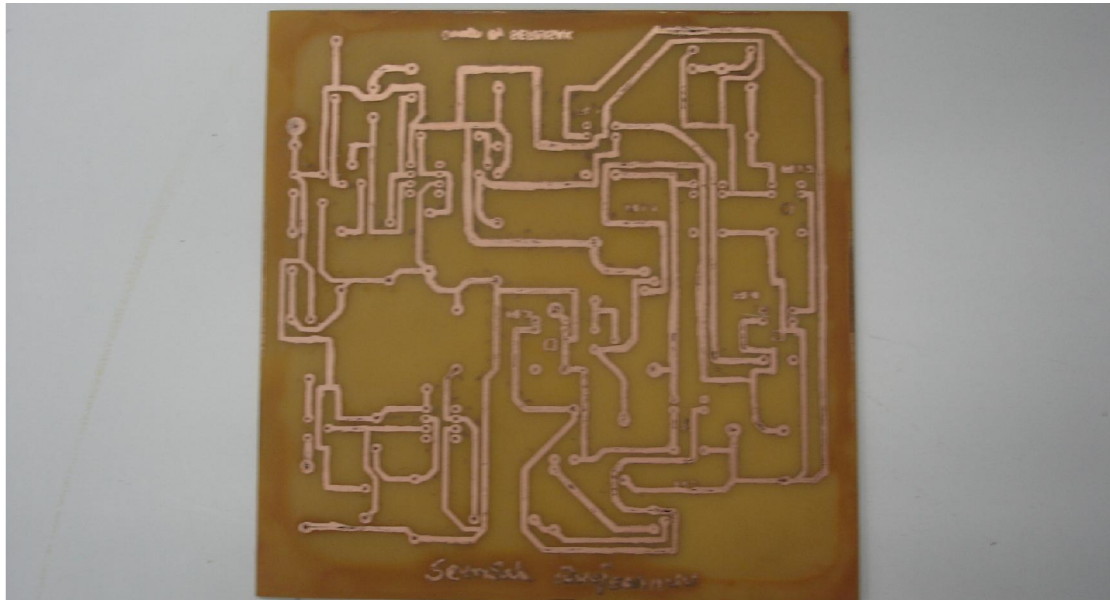
ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 วงจรภายในชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

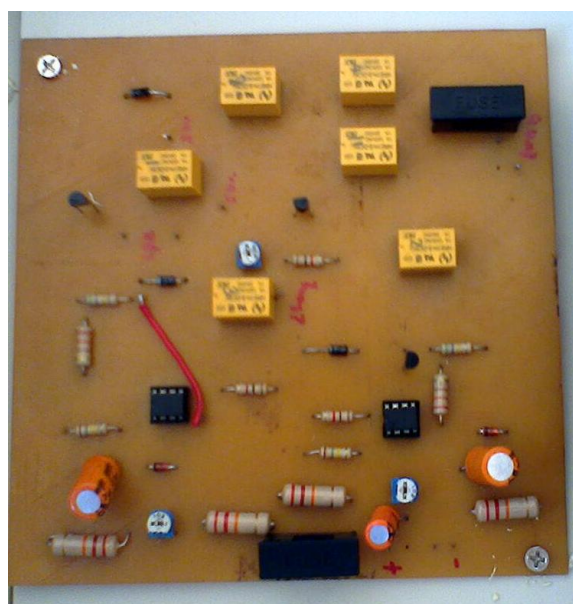
การสร้าง

เมื่อได้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ ให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นถนนผลิตไฟฟ้าแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างวงจรแผ่นปริ้น โดยใช้โปรแกรม PCB wizard ในการออกแบบลายแผ่นปริ้น และได้ทำการกัดแผ่นปริ้นดังภาพที่ 3.2



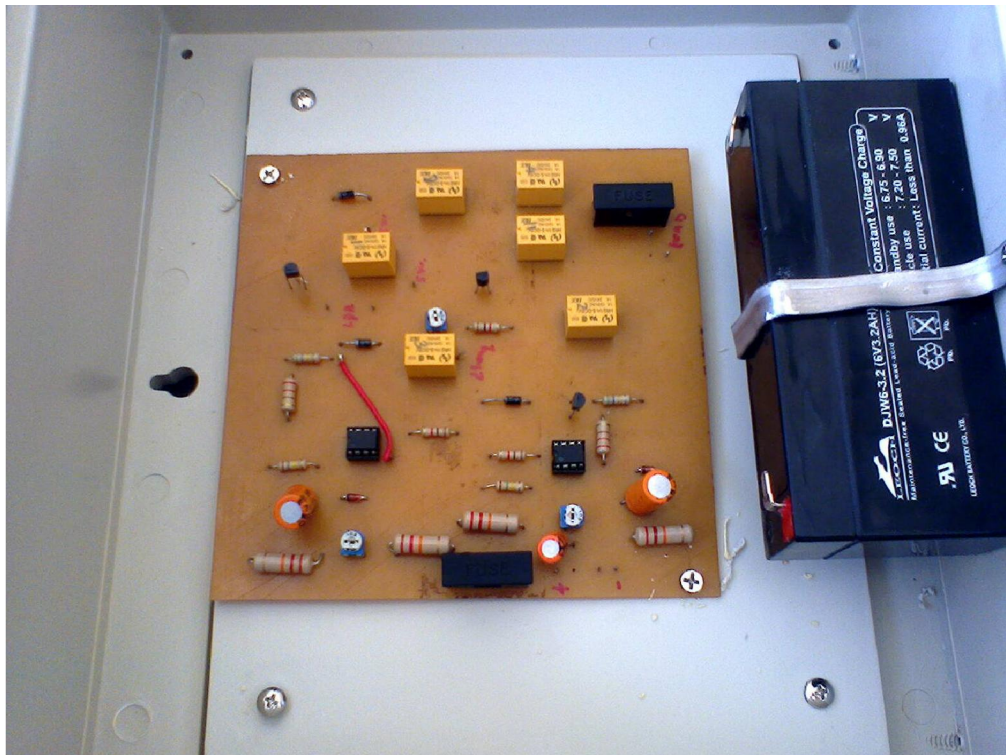
ภาพที่ 3.2 ลายวงจรแผ่นปริ้นสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เมื่อได้แผ่นปริ้นที่กัดลายวงจรแล้ว จึงได้นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บัดกรีลงในแผ่นปริ้น ตามที่ออกแบบวงจรไว้ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บัดกรีลงแผ่นปริ้น

นำแผ่นปริ๊นประกอบลงในตู้คอนโทรลดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แผ่นปริ๊นที่ประกอบลงในตู้คอนโทรล

ในส่วนของชุดโคมได้ทำการออกแบบให้ชุดโคมสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยออกแบบให้ชุดโคมมีล้อสำหรับเข็นไปได้ ดังภาพที่ 3.4 และ 3.5



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างฐานของชุดโคม



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างฐานของชุดโคมให้มีล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย
เมื่อได้ฐานและโครงสำหรับชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บลมผลิตไฟฟ้า จากนั้นนำตู้คอนโทรลและโคมหลอด LED ประกอบกับโครงของชุดโคม จึงได้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บลมผลิตไฟฟ้า สำเร็จพร้อมนำไปทดสอบและใช้งานได้ ดังภาพที่ 3.5



ดังภาพที่ 3.5 ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักเก็บลมผลิตไฟฟ้า

การทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

เป็นการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะในการทำงานด้านต่างๆ ของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะมีรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการทำงานของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ในเวลากลางคืนและเวลากลางวัน โดยที่ชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและชุดโคมจะหยุดให้แสงสว่างในเวลากลางวัน ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

วิธีการทดสอบ

1. ประจุแบตเตอรี่ให้มีพลังงานไฟฟ้าเต็มพิกัด พร้อมทั้งจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด
2. จ่ายพลังงานแบตเตอรี่ให้กับชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า สังเกตการณ์การทำงานของชุดโคม บันทึกการทำงานของชุดโคมลงในตารางบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 3.6 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าในเวลากลางวัน



ภาพที่ 3.7 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าในเวลากลางวัน

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกค่าการทำงานของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าในรอบ 1 สัปดาห์

วันที่	เวลาที่โคมหลอดแอลอีดี สำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าให้ แสงสว่าง	เวลาที่โคมหลอดแอลอีดี สำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า หยุดให้แสงสว่าง	หมายเหตุ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

**การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถ
จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้**

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการทำงานของชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้า ว่าจะมีการตัด
พลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ ที่ระดับ
แรงดันของแบตเตอรี่กี่โวลต์

วิธีการทดสอบ

1. ประจุแบตเตอรี่ให้มีพลังงานไฟฟ้าเต็มพิกัด พร้อมทั้งจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด
2. ทำการใช้ชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้า ตามปกติ แต่ใช้เทปพันสายไฟปิด
เซนเซอร์ความมืดของชุด โคม เพื่อให้ชุด โคมทำงานตลอดเวลา



ภาพที่ 3.8 แสดงการทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดของแบตเตอรี่

3. ทำการวัดค่าแรงดันจากแบตเตอรี่ บันทึกผลของแรงดันจากแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจาก
แบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับ โหลด

ครั้งที่	แรงดันที่แบตเตอรี่หยุดจ่ายพลังงานให้กับ โหลด(โวลต์)	หมายเหตุ
1		
2		
3		
4		
5		

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน โดยการประเมินครั้งนี้จะเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมิน

ตารางที่ 3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นหลุมผลิตไฟฟ้า ด้านรูปแบบ

ลำดับที่	ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน				
	ด้านรูปแบบ	5	4	3	2	1
1	ความสวยงาม					
2	ความประณีตในการสร้าง					
3	การเลือกวัสดุในการสร้าง					
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุม					
5	ความเหมาะสมของการเดินสายไฟฟ้าในกล่องควบคุม					

ตารางที่ 3.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดคอมพิวเตอร์แอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า
ด้านการใช้งาน

ลำดับที่	ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน				
ด้านการใช้งาน		5	4	3	2	1
1	ความปลอดภัยขณะใช้งาน					
2	ความสะดวกในการใช้งาน					
3	ความสะดวกในการบำรุงรักษา					
4	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
5	ความสะดวกในการติดตั้ง					

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ฉบับนี้ เป็นการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ ชุดคอมพิวเตอร์
แอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ทางด้านรูปแบบ และทางด้านการใช้งาน
ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินโดยการวัดค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ที่มา (ล้วนและอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบ และผลการทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า โดยมี การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า การทดสอบ การตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งผลการทดสอบเป็นดังนี้

การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการทำงานของชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ในเวลา กลางคืนและเวลากลางวัน โดยที่ชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและชุดโคมจะหยุดให้แสง สว่างในเวลากลางวัน ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

วิธีการทดสอบ

1. ประจุแบตเตอรี่ให้มีพลังงานไฟฟ้าเต็มพิกัด พร้อมทั้งจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด
2. จ่ายพลังงานแบตเตอรี่ให้กับชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า สังเกตการณ์ ทำงานของชุดโคม บันทึกการทำงานของชุดโคมลงในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้าในเวลากลางวัน



ภาพที่ 4.2 แสดงการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้าในเวลากลางคืน

3.ทำการบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกค่าการทำงานของชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้าในรอบ 1 สัปดาห์

วันที่	เวลาที่โคมหลอดแอลอีดี สำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้าให้ แสงสว่าง	เวลาที่โคมหลอดแอลอีดี สำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้า หยุดให้แสงสว่าง	หมายเหตุ
1	18.42 น	05.37 น.	
2	18.43 น	05.33 น.	
3	18.41 น	05.38 น.	
4	18.42 น	05.36 น.	
5	18.41 น	05.37 น.	
6	18.44 น	05.39 น.	
7	18.43 น	05.32 น.	

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นว่าในแต่ละวันชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถเปิดปิดเองได้อัตโนมัติตามที่ออกแบบไว้คือชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและชุดโคมจะหยุดให้แสงสว่างในเวลากลางวัน ซึ่งมีเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ มีมากหรือน้อยในแต่ละวันที่เซนเซอร์ของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าจะตรวจจับได้

การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการทำงานของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า ว่าจะมีการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ ที่ระดับแรงดันของแบตเตอรี่กี่โวลต์

วิธีการทดสอบ

1. ประจุแบตเตอรี่ให้มีพลังงานไฟฟ้าเต็มพิกัด พร้อมทั้งจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด
2. ทำการใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า ตามปกติ แต่ใช้เทปพันสายไฟปิดเซนเซอร์ความมืดของชุดโคม เพื่อให้ชุดโคมทำงานตลอดเวลา



ภาพที่ 4.3 แสดงการทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดของแบตเตอรี่

3.ทำการวัดค่าแรงดันจากแบตเตอรี่ บันทึกผลของแรงดันจากแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด

ครั้งที่	แรงดันที่แบตเตอรี่หยุดจ่ายพลังงานให้กับโหลด(โวลต์)	หมายเหตุ
1	4.5	
2	4.5	
3	4.5	
4	4.5	
5	4.5	

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลดพบว่า ระบบจะตัดการจ่ายพลังงานแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงมาที่แรงดัน 4.5 โวลต์

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน โดยการประเมินครั้งนี้จะเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นหลุมผลิตไฟฟ้า ด้านรูปแบบ

ลำดับที่	ตัวบ่งชี้	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ด้านรูปแบบ			
1	ความสวยงาม	3.9	ดี
2	ความประณีตในการสร้าง	3.5	ดี
3	การเลือกวัสดุในการสร้าง	3.9	ดี
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุม	3.7	ดี
5	ความเหมาะสมของการเดินสายไฟฟ้าในกล่องควบคุม	3.7	ดี
รวมระดับคะแนนเฉลี่ย		3.74	ดี

จากตารางที่ 4.3 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ด้านรูปแบบ มีค่าเฉลี่ย 3.74 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ด้านการใช้งาน

ลำดับที่	ตัวบ่งชี้	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
ด้านรูปแบบ			
1	ความปลอดภัยขณะใช้งาน	3.8	ดี
2	ความสะดวกในการใช้งาน	3.4	ปานกลาง
3	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	3.3	ปานกลาง
4	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	3.4	ปานกลาง
5	ความสะดวกในการติดตั้ง	3.7	ดี
รวมระดับคะแนนเฉลี่ย		3.52	ดี

จากตารางที่ 4.4 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.52 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 4.5 ตารางแบบสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

ลำดับที่	การประเมิน	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
1	ด้านรูปแบบ	3.74	ดี
2	ด้านการใช้งาน	3.52	ดี
สรุปคะแนนการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้		3.62	ดี

จากตารางที่ 4.5 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย 3.62 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบและสร้างชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยมีการทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข ข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการทดสอบ

การทดสอบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า ได้แบ่งการทดสอบของผู้วิจัย ดังนี้ การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมินสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- 1.การทดสอบการทำงานอัตโนมัติของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า จะเห็นว่าในแต่ละวันชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถเปิดปิดเองได้อัตโนมัติตามที่ออกแบบไว้คือชุดโคมจะให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและชุดโคมจะหยุดให้แสงสว่างในเวลากลางวัน ซึ่งมีเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ มีมากหรือน้อยในแต่ละวันที่เซนเซอร์ของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าจะตรวจจับได้ ซึ่งชุดโคมสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้และสามารถนำไปใช้งานจริงได้
2. การทดสอบการตัดพลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลง ไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ จากการทดสอบค่าแรงดันของแบตเตอรี่ที่ระบบตัดพลังงานจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลดพบว่า ระบบจะตัดการจ่ายพลังงานแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับโหลด เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงมาที่แรงดัน 4.5 โวลต์ ซึ่งพบว่าระบบสามารถทำงานได้ดี

3.การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมิน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ผลสรุปการประเมินในแต่ละด้าน มีดังนี้ ด้านรูปแบบได้ค่าเฉลี่ย 3.74 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ด้านการใช้งานได้ค่าเฉลี่ย 3.52 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี สรุปผลแบบประเมินความพึงพอใจทั้ง 2 ด้าน ได้ค่าเฉลี่ย 3.62 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ดังนั้นชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ที่สร้างขึ้น เมื่อมีการทดสอบแล้วสามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่ได้ออกแบบไว้ จึงสามารถนำไปใช้งานได้ และเป็นประโยชน์ที่จะพัฒนาเกี่ยวกับการลดใช้พลังงานในอนาคตต่อไป

ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

สภาพปัญหาของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า และแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีดังนี้

1.ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

1.1 ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ไม่สามารถปรับระดับ สูงหรือต่ำในการให้แสงสว่างได้

1.2 อุปกรณ์ชุดควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ไม่สามารถจ่ายพลังงานให้กับโหลดที่มีการใช้แรงดันมากกว่า 6 โวลต์

2.แนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

2.1 ควรออกแบบชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ให้สามารถปรับระดับ สูงหรือต่ำในการให้แสงสว่างได้

2.2 ควรออกแบบอุปกรณ์ชุดควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า ให้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดที่มีการใช้แรงดันมากกว่า 6 โวลต์ เช่น โหลด AC 220 โวลต์

ข้อเสนอแนะ

1.ควรออกแบบให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า สามารถใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่นได้เช่น พลังงานจากโซลาร์เซลล์

2. ควรออกแบบให้ชุดโคมหลอดแอลอีดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า สามารถปรับแรงดันการจ่ายโหลดให้ได้หลายระดับแรงดัน

บรรณานุกรม

เครื่องวัดทางไฟฟ้า.(2554 มีนาคม 16). Available URL :

http://rtc.ac.th/electronic/meaus/ac_voltmeter.html

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

ไดโอดเปล่งแสง (2555 มีนาคม 10) Available URL:

<http://www.thaipresentation.com/technology/movesign/index.php>

พลังงานลม.(2554 มีนาคม 10) Available URL :

http://www2.egat.co.th/re/egat_wind/pdf_wind/wind_energy.pdf

มนตรี ศิริปรัชญานันท์.(2548). **การออกแบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า**.นนทบุรี: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รีเลย์ . (2554 มีนาคม 20). Available URL :

<http://www.st.kmutt.ac.th/~s5400211/module4/contacto1.html>

ล□วน สายศ และอังคณา สายศ.(2538) **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร :

สำนักพิมพ์ □ สุวีริยาสา □ น.

วารสาร โอเอ็มเอ็มกาซีน.(2553).กรุงเทพฯ : schneider electric

สายไฟฟ้า.(2554 มีนาคม 18). Available URL :

<http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/wire/index.html>

สุจิตต์ สมองคุณ .(2542).**ไฟฟ้ารถยนต์**. กรุงเทพฯ : หจก.เม็คทรายปรีนติ้ง

อนุตร จำลองกุล.(2545). **พลังงานหมุนเวียน**. กรุงเทพฯ : โอเอสพรีนติ้งเฮ้าส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. (2554 มีนาคม 11). Available URL :

<http://accept.la.asu.edu/courses/phs110/expmts/exp13a.html>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุด โคมหลอดแอลอีดี
สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้า

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดคอมพิวเตอร์ดีสำหรับกักกันลมผลิตไฟฟ้า

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับคะแนนดังนี้

มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5

มาก มีค่าเท่ากับ 4

ปานกลาง มีค่าเท่ากับ 3

น้อย มีค่าเท่ากับ 2

น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1

ลำดับที่	ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน				
ด้านรูปแบบ		5	4	3	2	1
1	ความสวยงาม					
2	ความประณีตในการสร้าง					
3	การเลือกวัสดุในการสร้าง					
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ในกล่องควบคุม					
5	ความเหมาะสมของการเดินสายไฟฟ้าในกล่องควบคุม					
ด้านการใช้งาน						
1	ความปลอดภัยขณะใช้งาน					
2	ความสะดวกในการใช้งาน					
3	ความสะดวกในการบำรุงรักษา					
4	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
5	ความสะดวกในการติดตั้ง					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ข
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



ภาพที่ ข-1 แสดงชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้าส่องสว่างลานจอดรถ

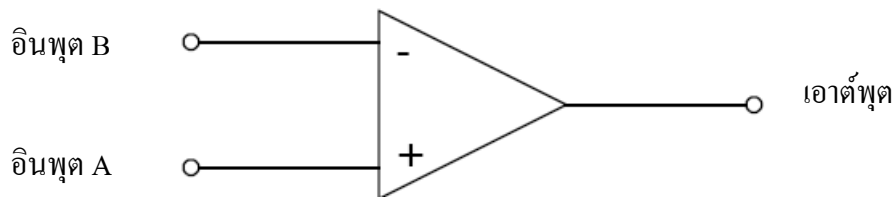


ภาพที่ ข-2 แสดงชุด โคมหลอดแอลอีดีสำหรับกั้นล้มผลิตไฟฟ้าส่องสว่างห้องน้ำ

ภาคผนวก ค
เนื้อหาที่ให้ความรู้กับนักศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

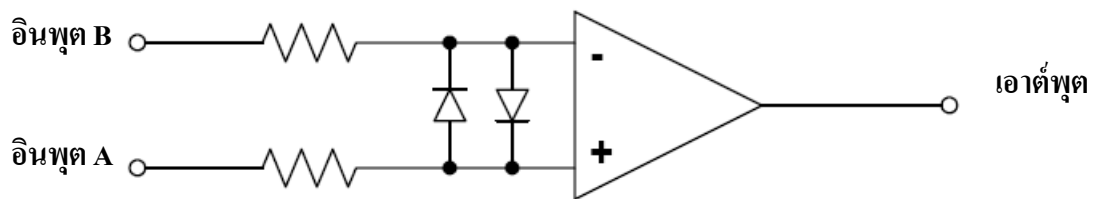
วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator Circuit)

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator) เป็นวงจรที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบ ในการเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันนี้ โดยมากจะใช้โอปแอมป์ (Op-Amp) มาเป็นตัวแสดงผลซึ่งสถานะ เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจะสามารถบอกได้ $\square$ ว $\square$ าสัญญาณ อินพุตสองสัญญาณ สัญญาณใดมีค่ามากหรือน้อยกว่ากัน ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจึงเป็นวงจรที่มีอินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog) และมี เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) ลักษณะของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่ายแสดงดังในภาพที่ ค-1



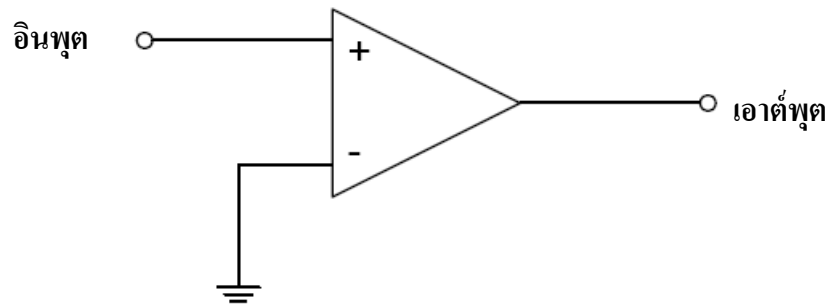
ภาพที่ ค-1 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่าย

รูปแบบหนึ่งของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ที่นำมาใช้งานมีลักษณะดังภาพที่ ค-2 วงจรตามรูปนี้มีการนำความต้านทานทานและไดโอดต่อเพิ่มเข้ามาที่ขาอินพุตของวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับวงจรภาคอินพุตของออปแอมป์ เมื่อผลต่างแรงดันอินพุตมีค่ามากเกินไป



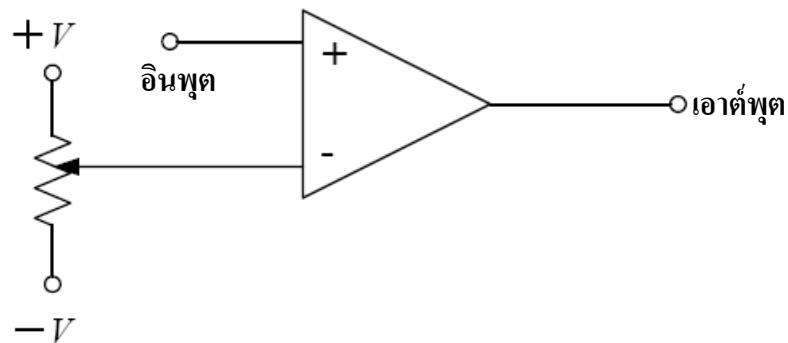
ภาพที่ ค-2 วงจรเปรียบเทียบแรงดันที่มีการป้องกันอินพุต

การประยุกต์ใช้วงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่พบบ่อยๆ เช่น นำมาใช้เพื่อแสดงว่าสัญญาณอินพุตที่เข้ามา มีค่ามากหรือน้อยกว่าศูนย์ โดยวงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่ทำหน้าที่เช่นนี้เรียกว่า วงจรตรวจจับผ่านศูนย์ (Zero crossing detector) ซึ่งการค $\square$ อวงจรมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ ค-3 นั่นคือจะมีขั้วอินพุตขั้วใดขั้วหนึ่ง ถูกป้อนอินพุตให้มีค่าระดับสัญญาณเป็นศูนย์ หรือค $\square$ อลงกราวด์นั่นเอง เพื่อใช้เป็นระดับสัญญาณแรงดันอ้างอิง (Voltage reference : $ref V$) ให้กับวงจรเปรียบเทียบ



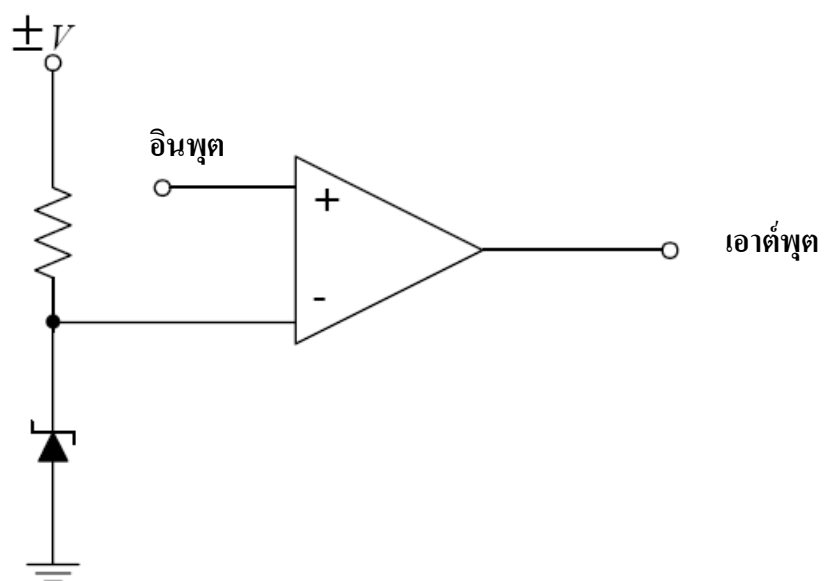
ภาพที่ ค-3 วงจรตรวจจับผ่านศูนย์

ปกติโดยทั่วไปแล้วค่าระดับแรงดันอินพุตที่ใช้สำหรับอ้างอิงไม่จำเป็นจะต้องมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์เสมอไป ทั้งนี้อาจจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าศูนย์ก็ได้ และอาจจะเป็นระดับแรงดันอ้างอิงที่มีค่าคงที่หรือมีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาก็ได้ □ สำหรับวงจรเปรียบเทียบที่มีแรงดันอ้างอิงเป็นสัญญาณที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้นี้เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแบบผลต่างหรือ ดิฟเฟอเรนเชียล คอมพาราเตอร์ (Differential Comparator) ซึ่งวงจรมีลักษณะดังภาพที่ ค-4



ภาพที่ ค-4 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลคอมพาราเตอร์

ส่วนในกรณีที่สัญญาณแรงดันมีค่าเป็นศูนย์ หรือเป็นระดับใดๆ ที่มีค่าคงที่เรียกว่าวงจรเปรียบเทียบ แบบซิงเกิลเอนด์ (Single-ended Comparator) ตัวอย่างวงจรในกรณีนี้มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ ค-5



ภาพที่ ค-5 วงจรเปรียบเทียบแบบซิงเกิลเอ็นที่มีระดับสัญญาณแรงดันอ้างอิงที่

ภาคผนวก ง

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นายเสริมศักดิ์ ทิพย์วงศ์ ที่อยู่ปัจจุบัน 39 หมู่ 6 ตำบลบ้านโสก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ 67110 เบอร์โทรศัพท์ 083-6236708

ประวัติการศึกษา

วศ.บ. (ไฟฟ้ากำลัง) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ปีที่จบ 2546

ค.อ.ม. (ไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่จบ 2553

สถานที่ทำงาน

อาจารย์ สังกัด สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ.2547-ปัจจุบัน Tel. 0-5673-7060 ต่อ 1702
e-mail : ssrjr2@hotmail.com