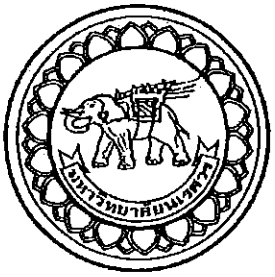


เครื่องสำรองไฟฉุกเฉินภายในอาคาร

AUTOMATIC EMERGENCY LIGHT

นายเรวัตร วัดภู่ รหัส 50381321

นายพงษ์เทพ อินชัย รหัส 50382489

นายไพบูลย์ วินาพา รหัส 50382601

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 17 พ.ย. 2554
เลขทะเบียน 1570599X
เลขเรียกหนังสือ ว5.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ร7699 ว 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

1570599X
ว5.
ร7699
2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครื่องสำรองไฟฉุกเฉินภายในอาคาร

ผู้ดำเนินโครงงาน นายเรวัตร วัดภู่ รหัส 50381321

นายพงษ์เทพ อินชัย รหัส 50382489

นายไพบูลย์ วินาพา รหัส 50382601

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.ยงยุทธ ชนบดีเฉลิมรุ่ง)

.....กรรมการ

(อ.ศิษฐ์ภัณฑ์ แดนลา)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องสำรองไฟฉุกเฉินภายในอาคาร		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเรวัตร	วัดภู่	รหัส 50381321
	นายพงษ์เทพ	อินชัย	รหัส 50382489
	นายไพบูลย์	วินาพา	รหัส 50382601
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับการทำวงจรเครื่องสำรองไฟฉุกเฉินภายในอาคาร และพัฒนาปรับปรุงให้วงจรเครื่องสำรองไฟฉุกเฉินทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดย เครื่องสำรองไฟฉุกเฉินเป็นการให้แสงสว่างฉุกเฉินเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติล้มเหลวรวมถึงการให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัย เช่น เกิดเพลิงไหม้ แผ่นดินไหว เป็นต้น โดยเฉพาะเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินของทางเดิน ถือว่ามีความสำคัญมาก ในการให้แสงสว่าง ที่จะบอกทางให้คนจากภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคารได้ ดังนั้นเครื่องสำรองไฟฉุกเฉินจึงมีบทบาทสำคัญในการให้แสงสว่างเมื่อไฟปกติดับ หรือเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน โดยเมื่อสภาวะปกติ เครื่องสำรองไฟฉุกเฉินก็จะไม่ทำงาน

Project title	Automatic Emergency Light		
Name	Mr. Rewat	Watpoo	ID. 50381321
	Mr.Pongthep	Inchai	ID. 50382489
	Mr.Paiboon	Winapa	ID. 503682601
Project advisor	Mr. Akaraphunt Vongkunghae, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2010		

Abstract

This thesis presents the project relating to a circuit within the building, and emergency backup power development cycles, Automatic Emergency Light work effectively Automatic Emergency Light and emergency power supply usually fail, including lighting for evacuation, such as earthquake, fire, etc., especially Automatic Emergency Light of the hallway. Considered very important.In a new light.To tell the people from the interior to the exterior of buildings. So Automatic Emergency Light has an important role in emergency lighting when the regular power failure or when an emergency situation. When normal conditions. Automatic Emergency Light, it will not work.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจาก ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแหซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คอยให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ และให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน

ขอขอบคุณนายมนทนต์ ฟักเอมที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ในระหว่างดำเนินโครงงาน

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้

นายเรวัตร วัดภู่

นายพงษ์เทพ อินชัย

นายไพบูลย์ วินาพา

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3ขอบเขตของโครงงาน.....1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน.....2
1.6งบประมาณ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 จุดประสงค์การใช้ทำงาน.....4
2.2 หลักการทำงานของไฟแสงสว่างฉุกเฉินคือ.....4
2.3 ขั้นตอนการใช้งานที่ถูกต้อง.....5
2.4 การบำรุงรักษาไฟแสงสว่างฉุกเฉิน.....6
2.5ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น.....6
2.6 การเลือกโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน.....7
2.7 ชนิดของหลอดไฟที่นิยมใช้ในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน.....8
2.8 ข้อดีของหลอด LED.....8
2.9 ข้อดีของหลอดฮาโลเจน.....9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 การดูแลรักษาเครื่องและการตรวจสอบโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 10
2.11 การดูแลรักษาไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ถูกต้อง 10
2.12 ข้อควรระวังในการใช้งานไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 11
2.13 วิธีการชาร์จแบตเตอรี่อย่างถูกหลักวิชาการ 11
2.14 การเก็บแบตเตอรี่อย่างถูกวิธี 13

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 14
3.1 แผงวงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 14
3.2 วงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 15
3.3 หลักการทำงานของวงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 16
3.4 แผงวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 17
3.5 วงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 17
3.6 หลักการทำงานของวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 18
3.7 แผงวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 19
3.8วงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 19
3.9หลักการทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 20
3.10 แผงวงจรแสดงการชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 21
3.11 วงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 21
3.12หลักการทำงานของวงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็ม 22
3.13 ตารางแสดงรุ่น/ขนาดของอุปกรณ์ในแผงวงจร 22
3.14 รายละเอียดอุปกรณ์ภายในแผงวงจร 24
3.15 ส่วนที่ปรับปรุงของวงจร 24
3.16 ขั้นตอนการทดลอง 27
3.17 การทดลองที่ 1 การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ 27
3.18การทดลองที่2 การทดสอบการใช้งาน 27
3.19การทดลองที่ 3 การทดสอบการทำงานของซีเนอร์ไดโอด และการต่อ R//C 27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 28

4.1 ตารางทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ 28

4.2 กราฟแสดงการชาร์จแบตเตอรี่ 29

4.3 ตารางทดสอบการใช้งาน 30

4.4 กราฟแสดงการใช้งาน 31

4.5 ตารางทดสอบการทำงานของซีเนอร์ไดโอด และการต่อวงจรโดยใช้ R//C 31

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 32

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 32

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 32

5.3 แนวทางและการพัฒนาต่อไป 33

เอกสารอ้างอิง 35

ภาคผนวก ก รายละเอียดของ LM317 36

ภาคผนวก ข รายละเอียดของ MJE2955 48

ภาคผนวก ค รายละเอียดของไดโอดหมายเลข 1N4007 52

ภาคผนวก ง รายละเอียดของทรานซิสเตอร์เบอร์2N2222 56

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 65

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น 6
3.1 ตารางแสดงรุ่น/ขนาดของอุปกรณ์ในแผงวงจร 22
4.1 ตารางทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ 28
4.2 ตารางทดสอบการใช้งาน 30
4.3 ตารางทดสอบการการต่อวงจรด้วยซีเนอร์ไดโอด และการต่อวงจรโดยใช้ R//C 31

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงภาพจริงของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินในปัจจุบัน 4
2.2 แสดงให้เห็นถึงไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้หลอดไส้ธรรมดา 5
2.3 แสดงแบตเตอรี่ที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นแต่ระบบชาร์จไฟต้องสม่ำเสมอตามปกติ 6
2.4 ภาพชุดไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ออกแบบไว้ใช้กับสำนักงานและที่บ้าน 7
3.1 แผงวงจรรวมภายในของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 14
3.2 วงจรรวมภายในของเครื่องสำรองไฟฉุกเฉิน 15
3.3 แผงวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 17
3.4 วงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 17
3.5 แผงวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 19
3.6 วงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 19
3.7 แผงวงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 21
3.8 วงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน 21
3.9 วงจรการต่อ R//C 25
3.10 วงจรการต่อหลอด LED 26
3.11 หลอด LED ที่ทำสร้างขึ้น 26
4.1 กราฟแสดงแรงดันการชาร์จแบตเตอรี่ 29
4.2 กราฟแสดงกระแสการชาร์จแบตเตอรี่ 29
4.3 กราฟแสดงการใช้งาน 31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน มีบทบาทสำคัญในการให้แสงสว่างเมื่อเกิดกรณีไฟฟ้าดับขึ้น อันเนื่องมาจากสาเหตุกระแสไฟฟ้าที่ผิดปกติ เช่น เกิดจากความบกพร่องของระบบจ่ายไฟเอง หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ-ฝนฟ้าคะนอง พายุฝน หรือจากการรบกวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารที่ใช้กระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจากความผิดปกติของกระแสไฟฟ้านี้อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดับได้ ดังนั้น เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินจึงถูกนำมาติดตั้งภายในอาคารและสถานที่ต่างๆ ภายในห้อง ทางเดิน เพื่อให้แสงสว่างในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ เนื่องจากในขณะที่ไฟฟ้าดับจะไม่สามารถทำกิจกรรมใดๆได้ เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินจึงมีบทบาทสำคัญในการให้แสงสว่าง หรือเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น เกิดเพลิงไหม้ โดยเฉพาะเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินของทางเดิน ถือว่ามีความสำคัญมาก ในการให้แสงสว่าง ที่จะบอกทางให้คนจากภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคารได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงมีการคิดที่จะทำวงจรภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินขึ้น และปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าวงจรของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่มีอยู่ เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งาน ในยามที่ไม่มีแสงสว่างจากไฟฟ้าปกติ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาหลักการทำงานของวงจรภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน
2) เพื่อสร้างวงจรการทำงานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน
3) เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการทำงานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ศึกษาหลักการทำงานของวงจรภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน
2) ทำการสร้างวงจรการทำงานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน
3) พัฒนาและปรับปรุงการทำงานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2553							ปี 2554				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค
1. ศึกษาหลักการทำงานของวงจรไฟเครื่องสำรองไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน												
2. ศึกษาและเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้ทำโครงงาน												
3. ทำการสร้าง พัฒนา และปรับปรุงวงจรไฟแสงสว่างฉุกเฉิน												
4. ทดลองและปรับปรุงเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน												
5. สรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1) ได้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

2) ได้ความรู้เกี่ยวกับการสร้าง พัฒนา และปรับปรุงวงจรไฟแสงสว่างฉุกเฉินให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น

3) ทำให้วงจรภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 งบประมาณ

1) แบตเตอรี่และอุปกรณ์ภายในวงจรเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน	1,500	บาท
2) ค่าใช้จ่ายอื่นๆในการสร้างชิ้นงาน	500	บาท
3) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	3,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การให้แสงสว่างของไฟแสงสว่างฉุกเฉิน สามารถเลือกสภาวะการทำงานทั้งชนิดไฟแสงสว่างฉุกเฉินคงแสงและชนิดไฟแสงสว่างฉุกเฉินไม่คงแสง โดยมีอุปกรณ์สำหรับการให้แสงสว่างฉุกเฉินในการทำงานเช่นแบตเตอรี่ หลอดไฟฟ้า ชุดควบคุม อุปกรณ์ทดสอบ และอุปกรณ์แสดงสภาวะ

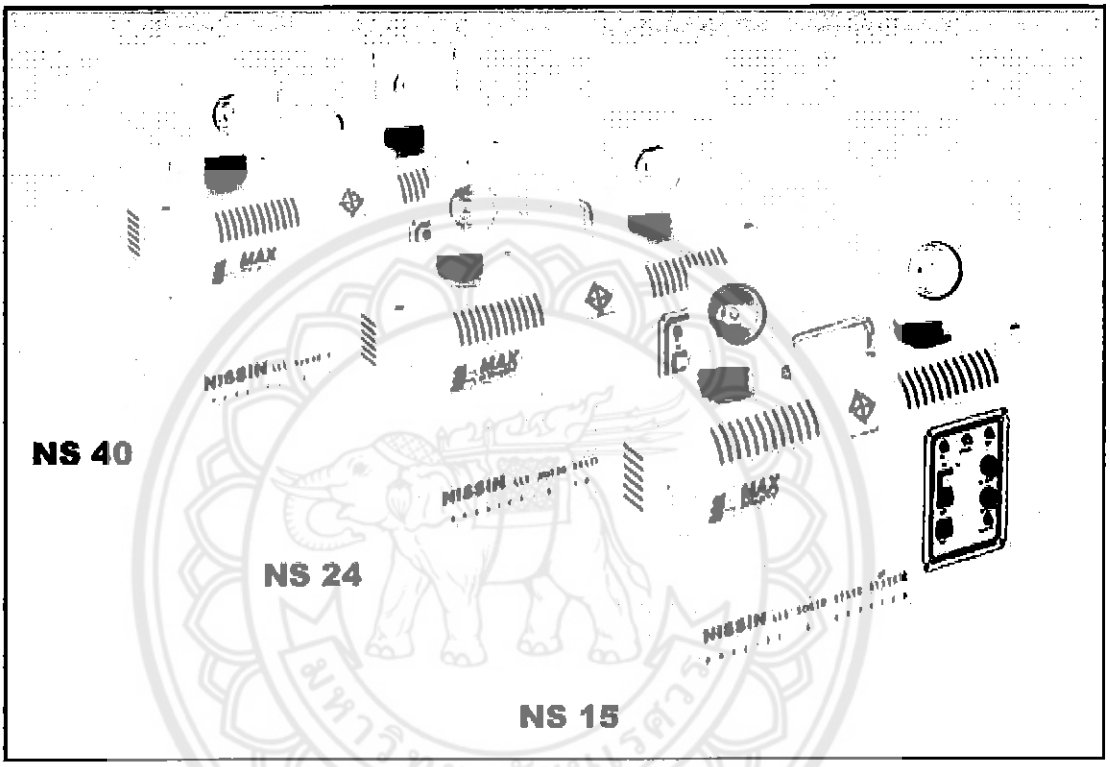
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินได้ผ่านการออกแบบและคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงเข้ามาเป็นส่วนประกอบทำให้ไฟแสงสว่างฉุกเฉินมีประสิทธิภาพสูงและสวยงามพร้อมที่จะเป็นเครื่องประดับภายในอาคารหรือสถานที่ติดตั้งใช้งาน จากคุณภาพและประสิทธิภาพสูงของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินทำให้ผลิตภัณฑ์ไฟแสงสว่างฉุกเฉินรุ่นต่างๆได้ผ่านการรับรองตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001:2000 และได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรมและมาตรฐาน CE Mark (Germany) ดังนั้นมั่นใจได้ว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานโดยเฉพาะในขณะที่เกิดเหตุฉุกเฉินขัดข้องต่างๆเช่นกระแสไฟฟ้าขัดข้องหรือเกิดอัคคีภัย

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light System) เป็นการให้แสงสว่างฉุกเฉินเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติล้มเหลวรวมถึงการให้แสงสว่างเพื่อการหนีภัย (Escape Lighting) และการให้แสงสว่างฉุกเฉินสำรอง (Standby Lighting) โดยใช้โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Luminaries) โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินป้ายทางออก(Exit Sign Luminaries) และระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบส่วนกลาง (Central Unit Emergency Light) ที่ต้องต่อใช้งานร่วมกับหลอดไฟแสงสว่างฉุกเฉิน หรือดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน (Remote Lamp)

โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light) สำหรับติดตั้งภายในบ้านหรือโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นไฟสำรองในกรณีที่ไฟฟ้าดับฉุกเฉิน ในปัจจุบันโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินถือเป็นเรื่องจำเป็นโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆที่ต้องมีการใช้พลังงานแสงสว่างตลอดเวลาไฟฟ้ามักจะดับบ่อยๆดังนั้นโคมไฟฟ้าจึงเป็นทางเลือกสำหรับให้แสงสว่างในยามที่ไฟฟ้าส่วนกลางดับลง

2.1 จุดประสงค์การใช้ทำงาน

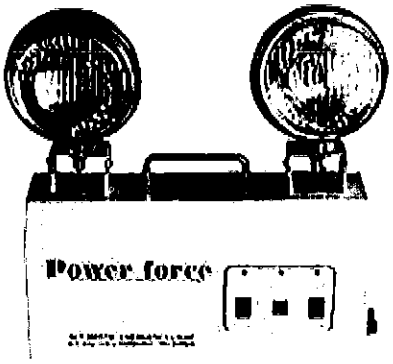
ไฟแสงสว่างฉุกเฉินใช้เป็นเครื่องมือให้แสงสว่างในกรณีที่ไฟฟ้าดับโดยเครื่องจะส่องสว่างอัตโนมัติเมื่อระบบไฟฟ้าปกติดับ



รูปที่ 2.1 แสดงภาพจริงของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินในปัจจุบัน

2.2 หลักการทำงานของไฟแสงสว่างฉุกเฉินคือ

เป็นอุปกรณ์ที่เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งแบตเตอรี่จะมี 2 แบบคือแบบชนิดเติมน้ำกลั่นและชนิดแห้งไม่ต้องเติมน้ำกลั่นและเมื่อไฟฟ้าดับจะใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไป on หน้า Contactของ Relay และจะทำให้หลอดไฟสว่างเมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้ไฟแสงสว่างฉุกเฉินก็จะมีวงจรลดแรงดันไฟฟ้าและแปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นกระแส DC เพื่อประจุให้แบตเตอรี่และมีวงจร off หน้า Contact relay เพื่อไม่ให้หลอดไฟสว่าง



รูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้หลอดไส้ธรรมดา

โดยมีข้อกำหนดพื้นฐานดังนี้Automatic Emergency Light, Automatic Charger, Sealed Lead Acid Battery Maintenance free, 12V. /4AMP.Back-Up time 2 hrs. , Head lamp 2 x 35 W.

2.3 ขั้นตอนการใช้งานที่ถูกต้อง

2.3.1 ก่อนใช้งาน

ควรศึกษาคู่มือการใช้งานแต่ละยี่ห้อให้เข้าใจ

การติดตั้งไฟแสงสว่างฉุกเฉินควรคำนึงถึงชนิดของแบตเตอรี่ของไฟฉุกเฉินนั้นๆเช่นถ้าแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่นควรจะติดตั้งบริเวณทางเดินหรือที่โล่งหรือพื้นที่ที่มีการระบายอากาศเป็นอย่างดีเพราะตลอดเวลาที่มีการประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่จะมีไอตะกั่วระเหยออกมาเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจถ้านำไปติดตั้งในห้องที่มีอากาศถ่ายเทไม่เพียงพอในห้องที่มีอากาศถ่ายเทไม่ดีหรือห้องที่เป็นระบบปิดควรติดตั้งไฟแสงสว่างฉุกเฉินแบบชนิดแบตเตอรี่แห้ง

2.3.2 ระหว่างการใช้งาน

ถ้าเป็นแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่นต้องตรวจสอบระดับน้ำกลั่นทุกๆ 1 เดือน

ทดสอบการใช้งานว่าเครื่องสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่โดยกดปุ่มTEST ทุกๆ 1 เดือนว่าหลอดไฟติดหรือไม่ถ้าเป็นรุ่นที่ไม่มีปุ่ม TEST ให้ถอดปลั๊กไฟฟ้า

ถ้าไฟดับในเวลากลางวันแล้วมีใครปิดสวิทซ์เพื่อไม่ให้หลอดไฟสว่างเมื่อไฟฟ้าจ่ายเป็นปกติแล้วให้เปิดสวิทซ์เพราะมิเช่นนั้นไฟฉุกเฉินจะไม่ประจุไฟเข้าแบตเตอรี่

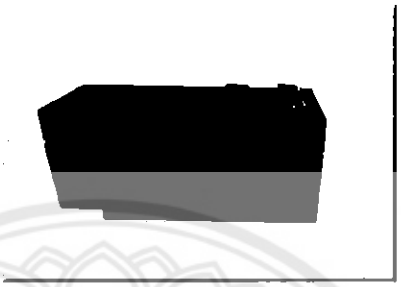
ควรให้แบตเตอรี่มีการคายประจุไฟฟ้าจนหมดเพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

2.4 การบำรุงรักษาไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

ทำความสะอาดดวงโคมทุก 2 สัปดาห์

ทดสอบการทำงานของเครื่อง TEST เครื่องทุกๆ 3เดือน

คายประจุแบตเตอรี่ให้หมดทุกๆ 6 เดือน

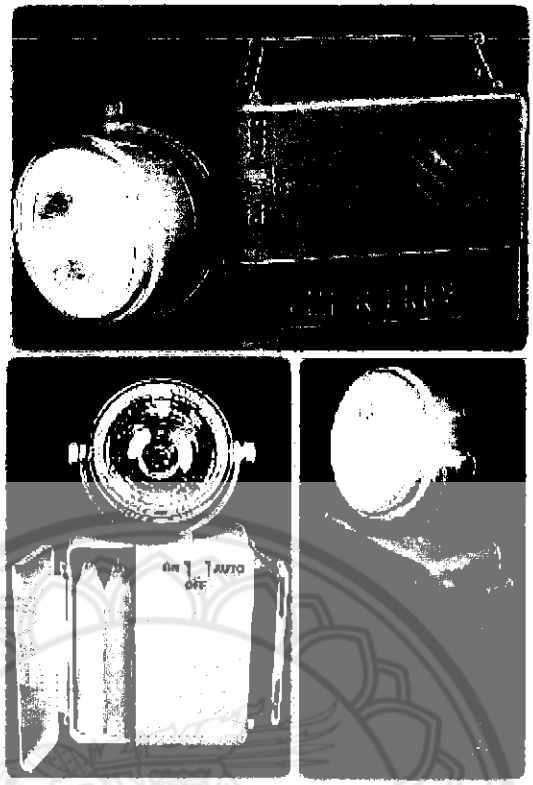


รูปที่ 2.3 แสดงแบตเตอรี่ที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นแต่ระบบชาร์จไฟต้องสม่ำเสมอตามปกติ

2.5 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น

ตารางที่ 2.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
ไฟฟ้าดับแล้วไฟแสงสว่างฉุกเฉินไม่ทำงานหลอดไฟไม่ติด	-ฟิวส์ DC ขาด -สวิทซ์ไม่ได้เปิด -แบตเตอรี่ไม่มีกระแส -หลอดไฟขาด	-เปลี่ยนฟิวส์ใหม่ -เปิดสวิทซ์ -นำไฟแสงสว่างฉุกเฉินไปประจุไฟฟ้า -เปลี่ยนหลอดไฟใหม่
ไฟฟ้าดับแล้วไฟแสงสว่างฉุกเฉินติดได้เพียงระยะเวลาสั้นๆและแสงไม่สว่าง	-แบตเตอรี่มีประจุน้อย -ดวงโคมมีฝุ่นละออง	-ให้นำไฟแสงสว่างฉุกเฉินไปประจุไฟฟ้า -ทำความสะอาดดวงโคม
แบตเตอรี่เก็บประจุไฟฟ้าไม่ได้	-แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ	-เปลี่ยนใหม่
แบตเตอรี่ไม่มีประจุไฟฟ้า	-วงจรประจุไฟฟ้าชำรุด	-ส่งให้ช่างตรวจซ่อม



รูปที่ 2.4 ภาพชุดไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ออกแบบไว้ใช้ตามสำนักงานและที่บ้านโดยมีชิ่งใส่เทียนไขไว้ด้วย

2.6 การเลือกโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

โดยเลือกระยะเวลาการใช้งาน(Duration) จำนวนชั่วโมงจำนวนหลอดไฟฉุกเฉินที่ใช้ชนิดของหลอดไฟฉุกเฉิน คือ หลอดไฟฉุกเฉินไดคออิกฮาโลเจน (Dichotic Halogen) และหลอดไฟฉุกเฉินทังสเตน ฮาโลเจน (Tungsten Halogen)

2.7 ชนิดของหลอดไฟที่นิยมใช้ในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

1.หลอด LED

หลอด LED ถือว่าเป็นทางเลือกของอนาคตได้เลยทีเดียวด้วยคุณสมบัติการทำงานที่ไม่มีการเผาไส้หลอด จึงไม่เกิดความร้อนแสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งพลังงานเปลี่ยนเป็นแสงสว่างได้เต็มที่ มีแสงหลายสีให้เลือกใช้งานขนาดที่เล็กทำให้ยืดหยุ่นในการออกแบบ การจัดเรียง นำไปใช้ด้านตกแต่งได้ดีมีความทนทาน ไม่ต้องห่วงเรื่องไส้หลอดขาดหรือหลอดแตกด้านอายุการใช้งานก็อยู่ได้ถึง 50,000-60,000 ชั่วโมงทั้งยังปรับหรี่แสงได้ง่ายกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ และที่สำคัญ ปราศจากปรอทและสารกลุ่มฮาโลเจนที่เป็นพิษ แต่มีข้อเสีย คือ ในปัจจุบันหลอด LED มีราคาสูงกว่าหลอดธรรมดาทั่วไปและมีความสว่างไม่มากนัก

2.หลอดฮาโลเจน

มีหลักการทำงานคล้ายกับหลอดไส้คือ กำเนิดแสงจากความร้อนโดยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดที่ทำจากทังสเตน แต่จะแตกต่างจากหลอดไส้ตรงที่มีการบรรจุสารตระกูลฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอลีน โบรมีน และฟลูออรีนลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ ซึ่งจะช่วยให้หลอดฮาโลเจนมีอายุการใช้งานปริมาณแสงสว่าง อุณหภูมิสี สูงกว่าหลอดไส้ และให้แสงสีขาวและให้ค่าความถูกต้องของสีถึง 100 % มีอายุการใช้งานประมาณ 1500-3000 ชมจึงนิยมใช้ให้แสงพวกเครื่องประดับ หรือให้แสงสำหรับการแต่งหน้า

2.8 ข้อดีของหลอด LED

1. LEDมีประสิทธิภาพการให้พลังงานแสงสว่างที่ระดับสูงถึง 70 ลูเมน/วัตต์ ยิ่งไปกว่านั้น LED ก้าวหน้าเร็วมาก ทำให้มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ในอนาคตอันใกล้

2. หลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากภายในบรรจุไอของปรอท ขณะที่หลอดไฟ LED มีผลกระทบน้อยกว่า

3. สามารถควบคุมคุณภาพของแสงให้ปล่อยออกมาได้ ดังนั้น จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการให้แสงสว่าง

4. จากการที่ LED ปล่อยความร้อนออกมาน้อยมาก ทำให้อาคารลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

5. อายุการใช้งานของหลอด LED ยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมง หรือ 11 ปี เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งมีอายุใช้งาน 30,000 ชั่วโมง หรือหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดที่มีอายุใช้งานเพียง 1,000 – 2,000 ชั่วโมงเท่านั้น

6. หลอด LED ยังมีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนมากกว่า นอกจากนี้ หลอด LED ไม่เปราะบางเหมือนกับหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์

7. หลอด LED เหมาะสำหรับหลอดไฟที่ต้องการให้เปิดปิดบ่อยครั้ง เนื่องสามารถเปิดปิดบ่อยๆ โดยไม่มีปัญหาแต่อย่างใด และเมื่อเปิดหลอดไฟ จะให้ความสว่างโดยทันที นับว่าแตกต่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่หากเปิดปิดบ่อยครั้งจะเสียง่าย หรือหลอด HID ซึ่งเมื่อเปิดสวิตซ์แล้วจะใช้เวลาช่วงหนึ่งกว่าจะให้แสงสว่างออกมา

แม้ปัจจุบันมีการนำ LED ไปใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย แต่กลับยังไม่ได้นำมาใช้แพร่หลายเพื่อให้แสงสว่างภายในบ้าน เนื่องจากมีข้อจำกัดสำคัญ คือ ยังไม่สามารถผลิต LED ที่เปล่งแสงสีขาวโดยแท้จริงได้ โดยปัจจุบันมี2 วิธี ที่นำมาใช้เพื่อผลิต LED ที่เปล่งแสงสีขาวโดยทางอ้อม

วิธีแรก การเคลือบ LED สีน้ำเงินด้วยสารเรืองแสงสีเหลือง

วิธีที่สอง การนำแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน มาผสมกันให้พอเหมาะเพื่อให้เป็นสีขาว

สำหรับข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง คือ ราคาหลอด LED สีขาวยังแพงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่มาก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับ LED ได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญได้คาดหมายว่าภายในปี 2553 ต้นทุนLEDสีขาวจะใกล้เคียงกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งจะทำให้ตลาด LED ขยายตัวอย่างรวดเร็ว

2.9 ข้อดีของหลอดฮาโลเจน

1. หลอดกำลังต่ำ ราคาค่อนข้างสูง ส่วนหลอดกำลังสูง ราคาต่ำที่สุด แต่มีค่าเสื่อมสภาพสูงทุกขนาด

2. ค่าดัชนีเทียบสีสูงที่สุด (Ra = 100)

3. ให้แสงสว่างทันทีที่เปิดใช้งาน

4. อุณหภูมิไม่มีผลต่อความสว่าง

5. ความเสื่อมของหลอดไฟต่ำที่สุด คือ ไม่ถึง 10%

6. หรี่แสงได้ง่ายโดยปรับลดแรงดันไฟฟ้าขาเข้า

2.10 การดูแลรักษาเครื่องและการตรวจสอบโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

ฝ่ายช่างหรือผู้ดูแลโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีการตรวจสอบระบบการทำงานของโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน ทุกๆ เดือน โดยวิธีทดสอบดังนี้

1. ทดสอบที่ตัวโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน โดยกดสวิตช์ TEST หลอดไฟฉุกเฉินที่ต่ออยู่กับเครื่องไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินจะติดสว่างปล่อยสวิตช์หลอดไฟฉุกเฉินที่ต่อกับเครื่องจะดับ

2. ถอดปลั๊กโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินออกหลอดไฟฉุกเฉินที่ต่ออยู่กับเครื่องไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินจะติดสว่าง ให้ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที หลังการทดสอบให้เสียบปลั๊กไฟของโคมไฟฟ้าฉุกเฉินเข้ากับเต้าเสียบเหมือนเดิมให้มีการอัดประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ของโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

2.11 การดูแลรักษาไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ถูกต้อง

1. ทำการเสียบปลั๊กเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินเข้ากับไฟ AC 220 V ตลอดเวลาเพื่อให้แบตเตอรี่ได้รับการชาร์จไฟอยู่ตลอดเวลา

2. ควรมีการทดสอบเครื่องเป็นระยะ ตามวสท. 2004-51 ได้ทำการกำหนดไว้ดังนี้

2.1 การตรวจสอบราย 3 เดือน สามารถทำการตรวจสอบโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินโดยการปิ้อนไฟจากแบตเตอรี่เข้าหลอดไฟเพื่อจำลองความล้มเหลวของการจ่ายไฟสักระยะหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าหลอดไฟทำงานเป็นปกติระยะเวลาทดสอบต้องไม่ต่ำกว่า 30 นาทีระหว่างช่วงเวลานี้ต้องตรวจสอบโคมทุกชุดด้วยตาเปล่า เพื่อให้แน่ใจว่าทำงานถูกต้อง

2.2 การตรวจสอบราย 1 ปี สามารถทำการตรวจสอบโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินโดยการป้อนไฟจากแบตเตอรี่เข้าหลอดไฟเพื่อจำลองความล้มเหลวของการจ่ายไฟสักระยะหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าหลอดไฟทำงานเป็นปกติ ระยะเวลาทดสอบต้องไม่ต่ำกว่า 60 นาทีระหว่างช่วงเวลานี้ต้องตรวจสอบโคมทุกชุดด้วยตาเปล่า เพื่อให้แน่ใจว่าทำงานถูกต้อง

3. หลังจากทำการทดสอบเครื่องไฟแสงสว่างฉุกเฉินตามขั้นตอนในข้อ 2 แล้วต้องทำการจ่ายไฟฟ้าปกติเข้ามาในระบบในทันทีเพื่อให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่ได้รับการประจุไฟอีกครั้ง

4. ไม่ควรทำการทดสอบโดยใช้ระยะเวลาเกินกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาทีเนื่องจากถ้าเกิดความล้มเหลวของระบบจ่ายไฟปกติขึ้นหลังจากทำการทดสอบไม่นานจะทำให้แบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายไฟได้ตามระยะเวลาที่กำหนด

5. ถ้าเครื่องไฟแสงสว่างฉุกเฉินเกิดการขัดข้องในการใช้งานขึ้นไม่ควรซ่อมเองให้ติดต่อผู้ผลิตเครื่องไฟแสงสว่างฉุกเฉินเพื่อที่เครื่องจะได้รับการแก้ไขที่ถูกต้อง

2.12 ข้อควรระวังในการใช้งานไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

1. ไม่ควรติดตั้งไฟแสงสว่างฉุกเฉินชนิดแบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่นไว้บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทไม่ดีเพราะจะทำให้ไอตะกั่วระเหยกระจายในอากาศเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ

2. การติดตั้งไฟแสงสว่างฉุกเฉินต้องมั่นคงแข็งแรงเพราะแบตเตอรี่จะมีน้ำหนักมากอาจจะร่วงหล่นเป็นอันตรายได้

3. ควรเสียบปลั๊กไฟฟ้าเพื่อประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่เต็มอยู่เสมอพร้อมใช้งานตลอดเวลาเมื่อไฟฟ้าปกติดับ

2.13 วิธีการชาร์จแบตเตอรี่อย่างถูกหลักวิชาการ

แบตเตอรี่แบบชาร์ตไฟใหม่ได้ ที่มีใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีอยู่ 4 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทก็มีวิธีดูแลรักษาและการชาร์ตที่ต่างกัน ดังนี้

1. แบตเตอรี่แบบ Nickel-cadmium (Ni-Cd หรือ Ni-Cad)

ใช้ไฟให้หมดเกลี้ยงก่อนแล้วจึงค่อยทำการชาร์ตไฟใหม่

ไม่ควรชาร์ตแบบเร็ว (Quick Charge)

นำแบตเตอรี่ออกจากที่ชาร์ตทันทีหลังจากชาร์ตเต็มแล้ว

2. แบตเตอรี่แบบ Nickel metal hydride (NiMH)

การชาร์ตเหมือนกับ Ni-Cd ทุกประการ แต่สามารถใช้งานกับเครื่องชาร์จแบบเร็ว (Quick Charge) ได้

ไม่ควรใช้กับเครื่องชาร์ตที่ไม่ตัดไฟเมื่อแบตเตอรี่เต็มหรือเครื่องชาร์ตที่จ่ายกำลังไฟน้อยกว่ามาตรฐาน

ในอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ NiMH หลายก้อนพร้อมกัน เมื่อแบตเตอรี่หมด ต้องนำแบตเตอรี่มาชาร์ตไฟใหม่ทันที

ในการใช้งานครั้งแรก หรือการใช้งานแบตเตอรี่เก่าเก็บไว้ไม่ได้ใช้งาน ต้องชาร์ตแบตเตอรี่ให้เต็มและใช้งานให้หมดไฟ 3-4 ครั้ง เพื่อกระตุ้นเซลล์แบตเตอรี่จึงจะได้ความจุแบตเตอรี่เต็มเหมือนปกติ

3. แบตเตอรี่แบบ Lithium ion (Li-Ion)

เป็นแบตเตอรี่ที่ไม่เกิด Memory Effect และไม่ต้องดูแลรักษาระหว่างใช้งานมากเหมือนแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ

สามารถชาร์ตได้บ่อยครั้งตามต้องการโดยไม่มีผลทำให้แบตเตอรี่เสื่อม

สามารถชาร์ตแบตเตอร์รี่ค้างเอาไว้นานตามต้องการโดยไม่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อม

อายุการใช้งานของแบตเตอรี่แบบ Li-Ion ไม่ขึ้นกับวิธีการชาร์ต และจำนวนครั้งที่ชาร์จเพราะแบตเตอรี่แบบนี้จะเสื่อมลงเองตามระยะเวลา โดยเริ่มเสื่อมตั้งแต่วันผลิตออกจากโรงงาน

แบตเตอรี่แบบ Li-Ion ไม่ควรใช้งานจนกระทั้งแบตเตอรี่หมดไฟ

4. แบตเตอรี่แบบ Lithium ion polymer (Li-Poly หรือ LiPo)

การดูแลรักษาและอายุการใช้งานเหมือนกับ Lithium ion (Li-Ion) สามารถชาร์ตไฟได้บ่อยตามที่ต้องการ และมีอายุการนับตั้งแต่วันที่ผลิตโดยที่รูปแบบการใช้งานและการชาร์ตจะไม่ส่งผลให้อายุการใช้งานสั้นลง

2.14 การเก็บแบตเตอรี่อย่างถูกวิธี

การเก็บแบตเตอรี่แห้ง (Dry Storage) เป็นการเก็บแบตเตอรี่ไว้โดยไม่มีสารละลายอยู่ในแบตเตอรี่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเก็บแบตเตอรี่ที่ผลิตออกมาจากโรงงานใหม่ๆ เมื่อต้องการจะใช้งานก็จะนำแบตเตอรี่ไปเติมสารละลายและประจุไฟฟ้าให้เต็ม แต่สำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วมีสารละลายอยู่ภายในแบตเตอรี่ การเก็บให้ถอดแบตเตอรี่ออกจากเครื่องนำไปชาร์จไฟให้เต็มที่แล้วเทน้ำยาทิ้ง ใช้น้ำกลั่นล้างแล้วคว่ำให้แห้ง เมื่อต้องการจะใช้แบตเตอรี่ก็นำไปเติมน้ำยาและชาร์จไฟใหม่

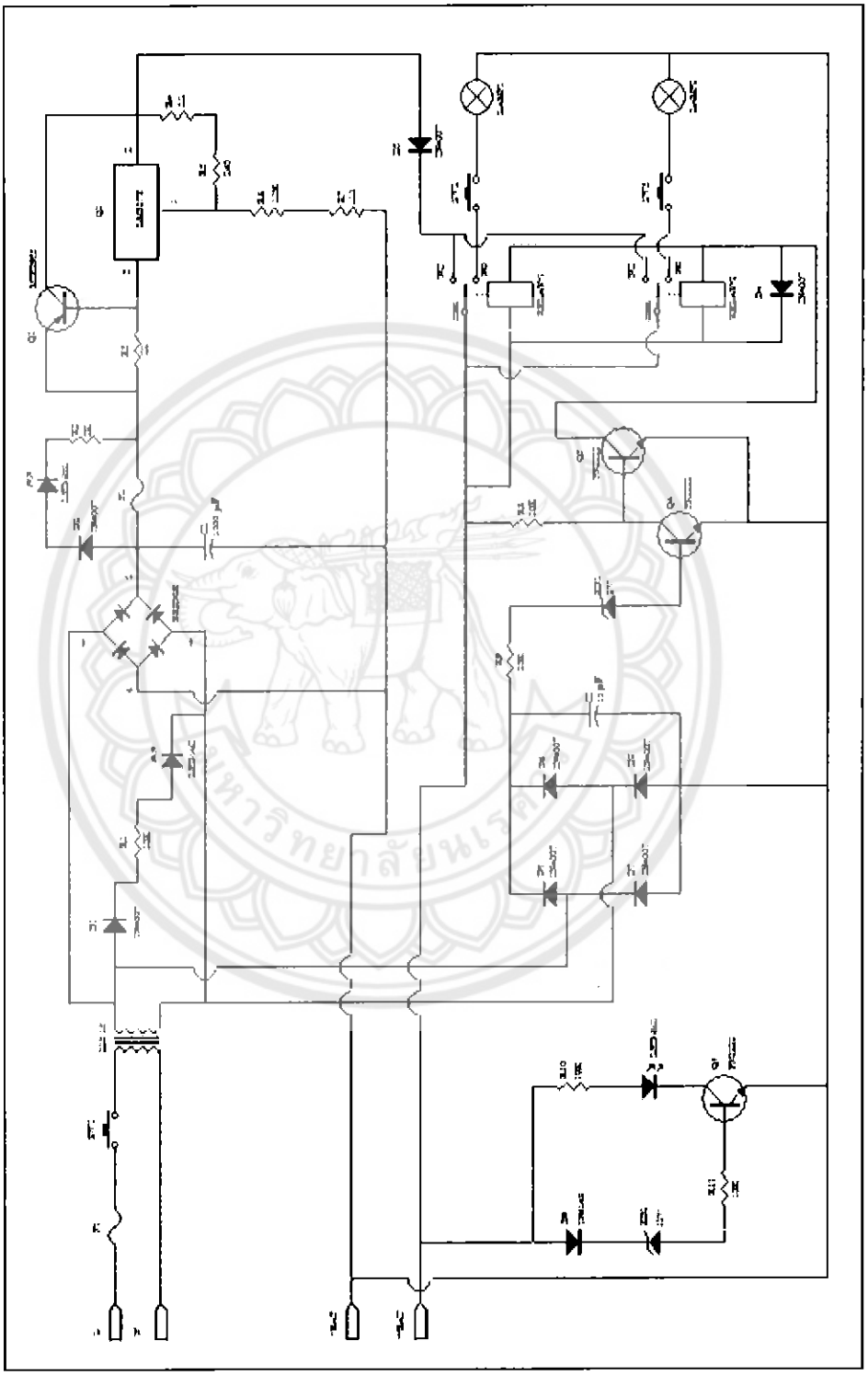
การเก็บแบตเตอรี่เปียก (Wet Storage) แบตเตอรี่ถึงแม้จะชาร์จไฟเต็มแล้ว ถ้าปล่อยทิ้งไว้ก็จะสามารถคลายประจุไฟออกมาเอง ดังนั้นการเก็บแบตเตอรี่ในขณะที่แบตเตอรี่มีน้ำกรดอยู่ภายใน ควรนำไปประจุทุกๆ 15 วัน การเก็บแบตเตอรี่แบบนี้ถือว่าเป็นการจัดเก็บแบบชั่วคราว เพื่อลดปัญหาแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผงวงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

รูปที่ 3.1 แผงวงจรรวมภายในของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.2 วงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน



รูปที่ 3.2 วงจรรวมภายในของเครื่องสำรองไฟฉุกเฉิน

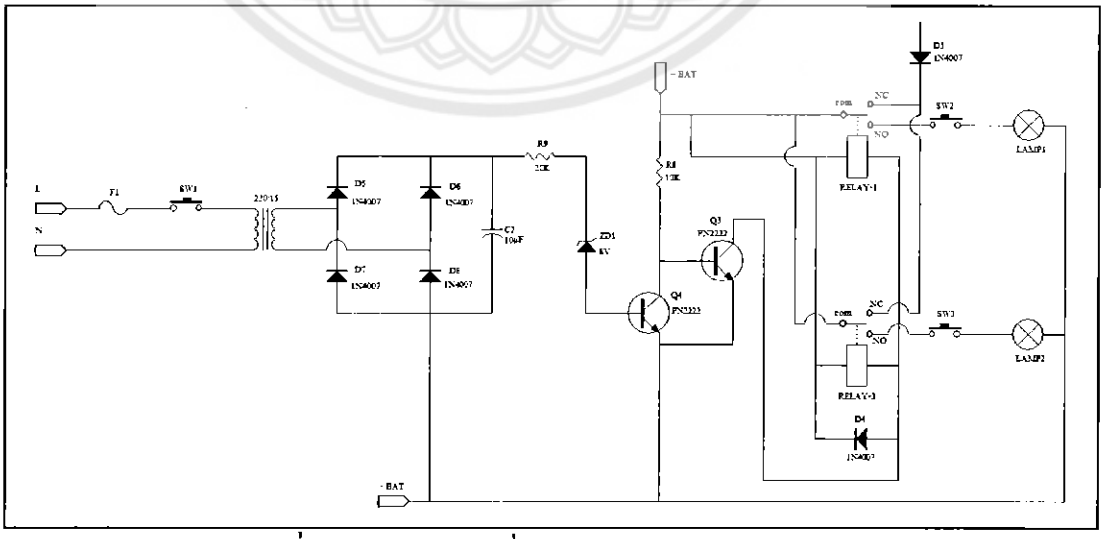
3.3 หลักการทำงานของวงจรรวมภายในเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

เมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้ามายังหม้อแปลง ทำการลดแรงดันลงมาเหลือ 15 V_{ac} และต่อหลอด LED/ac เพื่อแสดงสถานะกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรว่ามีกระแสไฟฟ้าเข้ามาหรือไม่ แล้วไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Bride Diode จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงก็จะผ่านฟิวส์ F2 เพื่อป้องกันการลัดวงจร โดยที่ LED/fail เป็นตัวแสดงสถานะในกรณีที่ฟิวส์ F2 ขาด เนื่องจากเกิดการลัดวงจร แล้วต่อเข้ากับ LM317T ที่ตำแหน่ง Q2 ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันชาร์จให้เหมาะสมกับแรงดันของแบตเตอรี่ (ประมาณ 13.29 V แต่เมื่อรวมวงจรทั้งหมดเจข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้แรงดันในการชาร์จลดลงเหลือประมาณ 12.81 V ซึ่งใกล้เคียงกับแรงดันของแบตเตอรี่ คือ 12.71 V และทำการต่อ MJE2955 ที่ตำแหน่ง Q1 เพื่อทำหน้าที่เพิ่มกระแสชาร์จให้มากขึ้น เนื่อง LM317T สามารถจ่ายไฟสูงสุดได้แค่ 1 A แต่วงจรต้องการกระแสชาร์จประมาณ 3 A จึงต้องต่อ MJE2955 เพื่อให้กระแสเพิ่มขึ้นเป็น 3 A ไหลผ่าน D3 เข้าสู่รีเลย์ และต่อ ZD1 เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบแรงดันกระแสไฟฟ้าตก ซึ่งในสภาวะปกติแรงดันจะมีค่าประมาณ 15 V_{ac} (เป็นแรงดันที่ได้จากหม้อแปลง) เมื่อแรงดันที่หม้อแปลงจ่ายออกมาเท่ากับ 15 V_{ac} ก็จะทำให้ Q4 ทำงาน และเมื่อ Q4 ทำงานก็จะทำให้ Q3 ไม่ทำงาน ทำให้ไม่กระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่ไปเลี้ยง Relay เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยง Relay หน้าสัมผัสขา com ของรีเลย์ ก็จะอยู่ที่ตำแหน่ง NC (ปกติปิด) จึงทำให้วงจรชาร์จทำการชาร์จแรงดันเข้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ โดยผ่านทางขา com ของรีเลย์และต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับไดโอด D9 และต่อเข้ากับตัวต้านทาน R10 ซึ่งถูกต่ออยู่กับ LED/full กับขา C ของQ3 ซึ่งไดโอด D9 จะเป็นตัวนำกระแส และต่อ ZD2 เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันชาร์จของแบตเตอรี่ ถ้าแรงดันของแบตเตอรี่มีค่าเท่ากับ 12 V กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่าน ZD1 เข้าสู่ขา B ของ Q3 และ ขา E ของ Q3 ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร ทำให้ LED/full สว่างขึ้น แสดงว่าแบตเตอรี่ถูกชาร์จเต็มแล้วเมื่อไฟดับ ZD1 สามารถตรวจสอบพบว่าแรงดันไฟตก ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 8 V โดยจะทำให้ Q4 ไม่ทำงาน เมื่อ Q4 ไม่ทำงานจะทำให้ Q3 ทำงาน และเมื่อ Q3 ทำงาน ก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าเข้าไปเลี้ยง Relay ทำให้ Relay ทำงาน หน้าสัมผัสขา com ของ Relay จะย้ายมาตำแหน่ง NO (ปกติเปิด) ซึ่งขา com ของ Relay จะต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ และขา NO (ปกติเปิด) ของ Relay จะต่อเข้ากับหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟสว่าง ซึ่งเป็นการดึงไฟจากแบตเตอรี่มาใช้งาน โดยมีการต่อ SW2 และ SW3 เพื่อใช้ในการเปิด-ปิดหลอดไฟและถ้าไฟฟ้ามาตามปกติ ZD1 ก็จะตรวจสอบแรงดันว่าเท่ากับ 15 V หรือไม่ ถ้าแรงดันเท่า 15 V ก็จะทำให้ Q4 ทำงานทันที ซึ่งผลทำให้ Q3 หยุดทำงาน เมื่อ Q3 หยุดทำงานก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยง Relay หน้าสัมผัสของขา com ของรีเลย์ก็จะย้ายกลับไปยังตำแหน่ง NC (ปกติปิด) ทำให้หลอดไฟดับ และทำการชาร์จแบตเตอรี่ทันที

3.4 แผงวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

รูปที่ 3.3 แผงวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.5 วงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

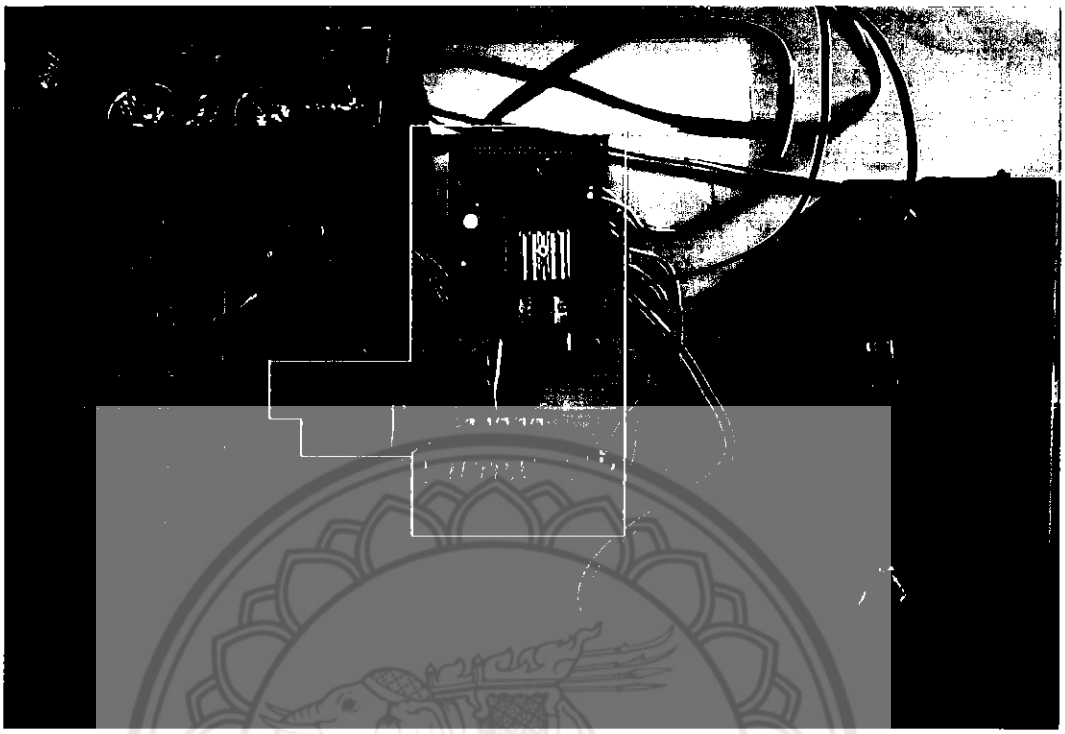


รูปที่ 3.4วงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.6 หลักการทำงานของวงจรใช้งานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

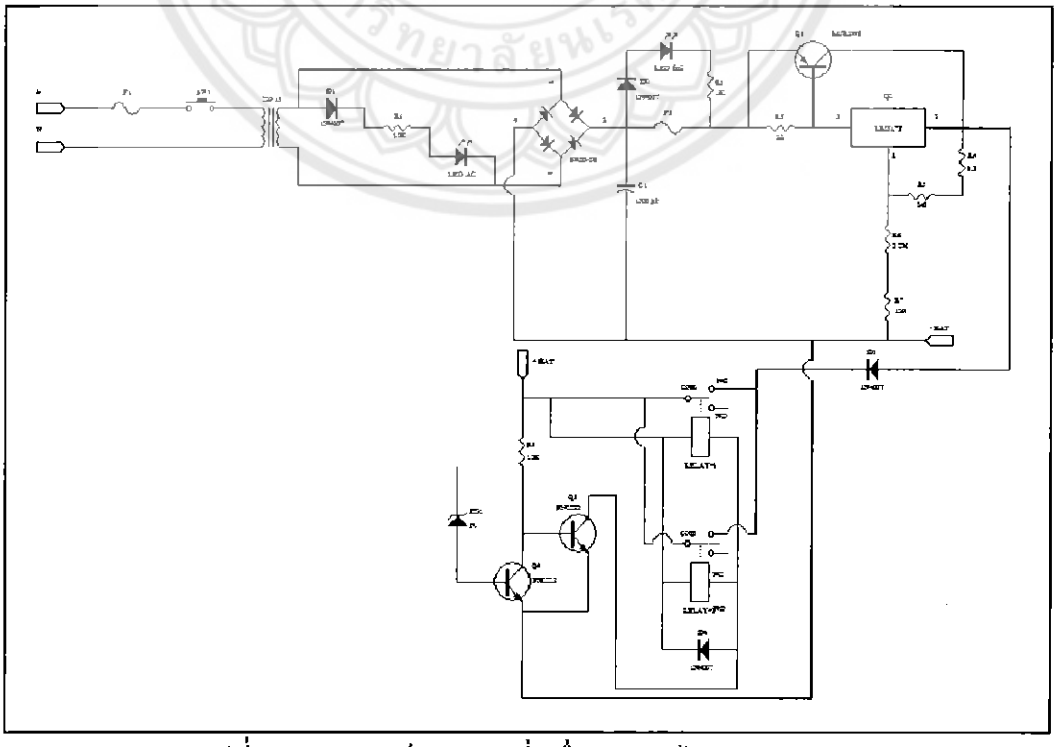
เป็นวงจรที่ใช้งานเมื่อไฟฟ้าปกติดับ หลักการทำงานคือ ให้ไฟ 220 V เข้าสู่ขั้ว L ผ่านฟิวส์ F1 ผ่านสวิตซ์ SW1 เข้าสู่หม้อแปลง เพื่อลดแรงดันให้เหลือ 15 V_{ac} แล้วต่อเข้ากับวงจรเรียงกระแสบริดจ์ ต่อเข้ากับ ZD1 เมื่อไฟดับ ZD1 สามารถตรวจสอบพบว่าแรงดันไฟตก ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 8 V โดยจะทำให้ Q4 ไม่ทำงาน เมื่อ Q4 ไม่ทำงานจะทำให้ Q3 ทำงาน และเมื่อ Q3 ทำงาน ก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าเข้าไปเลี้ยง Relay ทำให้ Relay ทำงาน หน้าสัมผัสขา com ของ Relay จะย้ายมาตำแหน่ง NO (ปกติเปิด) ซึ่งขา com ของ Relay จะต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่ และขา NO (ปกติเปิด) ของ Relay จะต่อเข้ากับหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟสว่าง ซึ่งเป็นการดึงไฟจากแบตเตอรี่มาใช้งาน โดยมีการต่อ SW2 และ SW3 เพื่อใช้ในการเปิด-ปิดหลอดไฟและถ้าไฟฟ้ามาตามปกติ ZD1 ก็จะตรวจสอบแรงดันว่าเท่ากับ 15 V หรือไม่ ถ้าแรงดันเท่า 15 V ก็จะทำให้ Q4 ทำงานทันที ซึ่งผลทำให้ Q3 หยุดทำงาน เมื่อ Q3 หยุดทำงานก็จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยง Relay หน้าสัมผัสของขา com ของรีเลย์ก็จะย้ายกลับไปยังตำแหน่ง NC (ปกติปิด) ทำให้หลอดไฟดับ และทำการชาร์จแบตเตอรี่ทันที

3.7 แผงวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน



รูปที่ 3.5 แผงวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.8 วงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

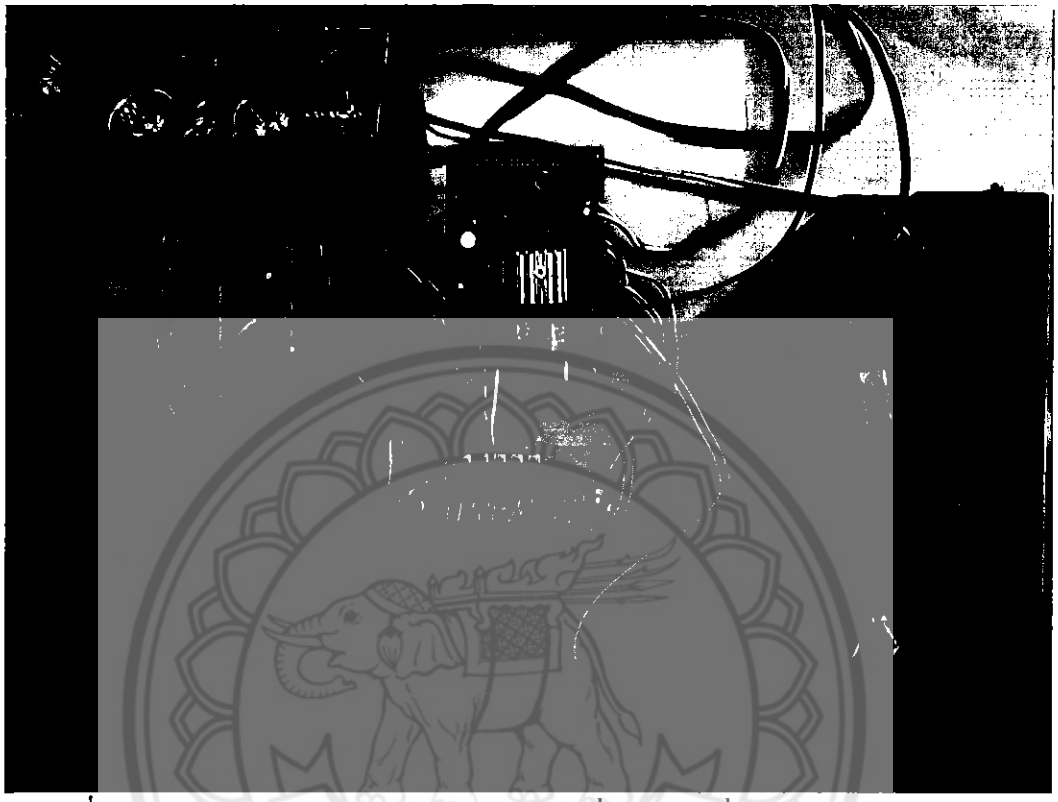


รูปที่ 3.6 วงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.9 หลักการทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

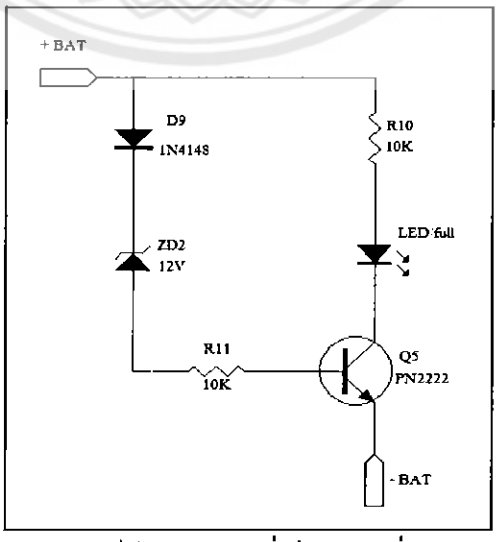
เมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้าสู่ขั้ว L ผ่านฟิวส์ F1 มายังสวิตซ์ SW1 ซึ่งเป็นแบบ NC (ปกติปิด) เมื่อกดสวิตซ์ SW1 จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสูงวงจร เนื่องจากสวิตซ์ SW1 จะเปลี่ยนเป็น NO (ปกติเปิด) ทำให้เปิดวงจร เมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ผ่าน SW1 เข้ามายังหม้อแปลงที่เป็นแบบ Step Down ที่ลดแรงดันจาก 220 V ให้เหลือแรงดันประมาณ 15-20 V ทำการลดแรงดันลงมาเหลือ 15 Vacและต่อหลอด LED/ac เพื่อแสดงสถานะกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรว่ามีกระแสไฟฟ้าเข้ามาหรือไม่ แล้วไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Bride Diode จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงก็จะถูก Rectifier ด้วย Bride Diode ผ่านฟิวส์ F2 เพื่อป้องกันการลัดวงจร โดยที่ LED/fail เป็นตัวแสดงสถานะในกรณีที่ฟิวส์ F2 ขาด เนื่องจากเกิดการลัดวงจรแล้วต่อเข้ากับ LM317T ที่ตำแหน่ง Q2 ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันชาร์จให้เหมาะสมกับแรงดันของแบตเตอรี่ (ประมาณ 13.29 V แต่เมื่อรวมวงจรทั้งหมดเจข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้แรงดันในการชาร์จลดลงเหลือประมาณ 12.81 V ซึ่งใกล้เคียงกับแรงดันของแบตเตอรี่ คือ 12.71 V) และทำการต่อ MJE2955 ที่ตำแหน่ง Q1 เพื่อทำหน้าที่เพิ่มกระแสชาร์จให้มากขึ้น เนื่อง LM317T สามารถจ่ายไฟสูงสุดได้แค่ 1 A แต่วงจรต้องการกระแสชาร์จประมาณ 3 A จึงต้องต่อ MJE2955 เพื่อให้กระแสเพิ่มขึ้นเป็น 3 A ไหลผ่าน D3 เข้าสู่รีเลย์ และต่อ ZD1 เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบแรงดันกระแสไฟฟ้าตก ซึ่งในสภาวะปกติแรงดันจะมีค่าประมาณ 15 V_{ac} (เป็นแรงดันที่ได้จากหม้อแปลง) เมื่อแรงดันที่หม้อแปลงจ่ายออกมาเท่ากับ 15 V_{ac} ก็จะทำให้ Q4 ทำงาน และเมื่อ Q4 ทำงานก็จะทำให้ Q3 ไม่ทำงาน ทำให้ไม่กระแสไฟฟ้าไหลจากแบตเตอรี่ไปเลี้ยง Relay เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยง Relay หน้าสัมผัสขา com ของรีเลย์ ก็จะอยู่ที่ตำแหน่ง NC (ปกติปิด) จึงทำให้วงจรชาร์จทำการชาร์จแรงดันเข้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ โดยผ่านทางขา com ของรีเลย์

3.10 แผงวงจรแสดงการชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน



รูปที่ 3.7 แผงวงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.11 วงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน



รูปที่ 3.8 วงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

3.12 หลักการทำงานของวงจรแสดงสถานะชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

เป็นวงจรแสดงสถานการณ์ทำงานของแบตเตอรี่ว่าถูกชาร์จเต็มแล้ว โดยมีหลักการทำงาน คือ ต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับไดโอด D9 และต่อเข้ากับตัวต้านทาน R10 ซึ่งถูกต่ออยู่กับ LED/full กับขา C ของQ3 ซึ่งไดโอด D9 จะเป็นตัวนำกระแส และต่อ ZD2 เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันชาร์จของแบตเตอรี่ ถ้าแรงดันของแบตเตอรี่มีค่าเท่ากับ 12. V กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่าน ZD1 เข้าสู่ขา B ของ Q3 และ ขา E ของ Q3 ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร ทำให้ LED/full สว่างขึ้น แสดงว่าแบตเตอรี่ถูกชาร์จเต็มแล้ว

3.13 ตารางแสดงรุ่น/ขนาดของอุปกรณ์ในแผงวงจร

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรุ่น/ขนาดของอุปกรณ์ในแผงวงจร

ลำดับ	ตำแหน่ง	รุ่น
1	D1	1N4007
2	D2	1N4007
3	D3	1N4007
4	D4	1N4007
5	D5	1N4007
6	D6	1N4007
7	D7	1N4007
8	D8	1N4007
9	D9	1N4148
10	R1	10 kΩ
11	R2	1 kΩ
12	R3	22 Ω
13	R4	0.2 Ω
14	R5	240 Ω
15	R6	2.2 kΩ
16	R7	120 Ω

17	R8	10 kΩ
18	R9	20 kΩ
19	R10	10 kΩ
20	R11	10 kΩ
21	Q1	MJE2955
22	Q2	LM317T
23	Q3	2N2222
24	Q4	2N2222
25	Q5	2N222
26	C1	1000 μF
27	C2	10 μF
28	ZD1	8 V
29	ZD2	12 V
30	F1	0.5 A
31	F2	5 A
32	RELAY1	10 A 24 V_{DC}
33	RELAY2	10 A 24 V_{DC}
34	LAMP1	35 W
35	LAMP2	35 W
36	SW1	-
37	SW2	-
38	SW3	-
39	LED/AC	-
40	LED/Fail	-
41	LED/Full	-

3.14 รายละเอียดอุปกรณ์ภายในแผงวงจร

Diode Bridgeคือไดโอดที่ต่อกันแบบ Bridge แล้วหล่ออยู่ในตัวถังเดียวกันมีขาออกมาให้ใช้งานทั้งหมด 4 ขา ลดความยุ่งยากในการเอาไดโอด 4 ตัวมาใช้งาน

LM317T เป็นวงจร Regulatorมีหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ โดย LM317 เป็นไอซีจ่ายไฟตรง สามารถให้แรงดันได้ประมาณ 1.25V-37V และจ่ายกระแสได้สูงสุด 1.5A

MJE2955 เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท NPN มีความต่างศักย์เป็นบวก (สนามไฟฟ้าแรง) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้

1N4007 เป็น diode rectifier สามารับแรงดันได้ 1000 V ทนกระแสได้มากว่า 1 A ใช้งานย่านความถี่สูง ไม่เกิน 1 KHz ไดโอดเมื่อนำไปต่อกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะมีแรงดันตกคร่อมที่ตัวมันประมาณ 0.6 V ใช้เป็นวงจรเรียงกระแส ใช้ป้องกันกระแสย้อนกลับ

1N4148 เป็นไดโอดชนิดซิลิกอนเป็น small signal diode ใช้งานความถี่สูงได้เป็นหลายๆ MHzรับกระแสได้ไม่เกิน 1-2 milliampใช้เป็นวงจรเรียงกระแส ใช้ป้องกันกระแสย้อนกลับ

2N2222 เป็นทรานซิสเตอร์แบบ NPN silicon เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถทำหน้าที่ ขยายสัญญาณไฟฟ้า เปิด/ปิดสัญญาณไฟฟ้า คงค่าแรงดันไฟฟ้า การทำงานของทรานซิสเตอร์เปรียบได้กับวาล์วที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟฟ้าขาเข้า เพื่อปรับขนาดกระแสไฟฟ้าขาออกที่มาจากแหล่งจ่ายแรงดัน

3.15 ส่วนที่ปรับปรุงของวงจร

1. ต่อวงจรโดยการต่อ R//C แทนซีเนอร์ไดโอด เพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยมีวิธีคำนวณหาค่า R ดังนี้

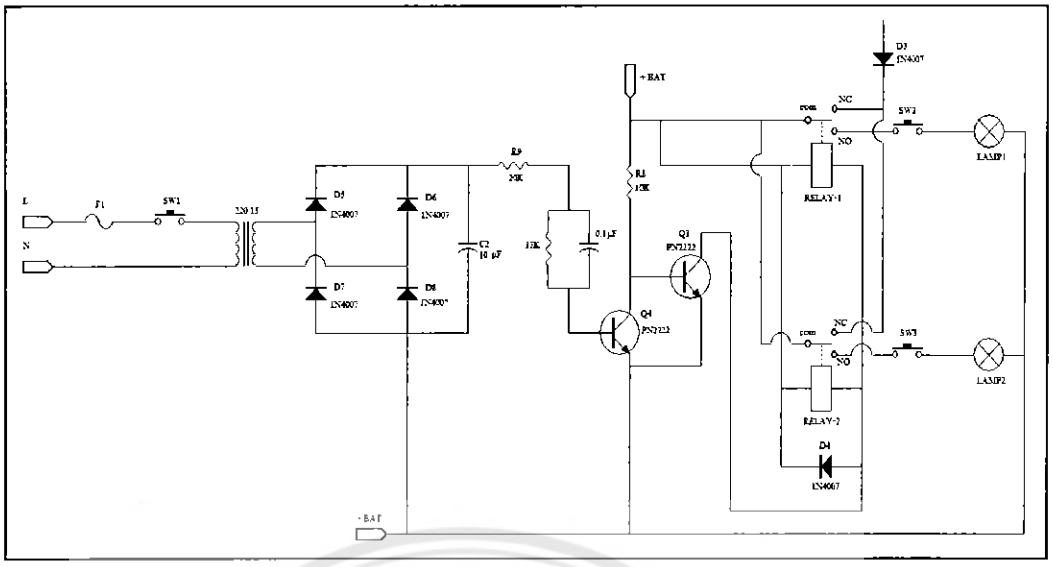
กระแส I เข้า $Q_3 = \frac{V_{R20k\Omega}}{20k\Omega} = \frac{11.83}{20k\Omega} = 0.592mA$

$V_{R20k\Omega} = V_C - 0.7 - 8 = 20.53 - 0.7 - 8 = 11.83V$

$I = \frac{V_C - V_{BE}}{R}, R = \frac{V_C - V_{BE}}{I} = \frac{20.53 - 0.7}{0.592m} = 33k\Omega$

ดังนั้น ใช้ R ขนาด 33 kΩในการต่อขนาดกับ C ขนาด $0.1\mu F$ $25V$

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 3.9 วงจรการต่อR//Cแทนซีเนอร์ไดโอด

2. เปลี่ยนหลอดฮาโลเจน 35 W จำนวน 2 หลอด เป็นหลอด LED โดยต่อขนานกัน 91 หลอด /1ดวงโคม ซึ่งแต่ละดวงโคมมีแรงดันตกคร่อม 12V และมีกระแสที่ไหลผ่านแต่ละดวงโคม 0.42 Aดังนั้นแต่ละดวงโคม จะใช้กำลังไฟฟ้า 5.04 W โดยใช้ทั้งหมดจำนวน 4 ดวงโคม ใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 18.48 Wเพื่อให้ประหยัดพลังงานและเพื่อยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

คิดที่ 1 ดวงโคม (LED 91 หลอด)

ใช้แรงดัน 12 V วัดค่ากระแสได้ 0.42 A

1 ดวงโคม ใช้กำลังไฟฟ้า P=VI

=12x0.42

=5.04 W

คิดที่ 4 ดวงโคม (LED 364 หลอด)

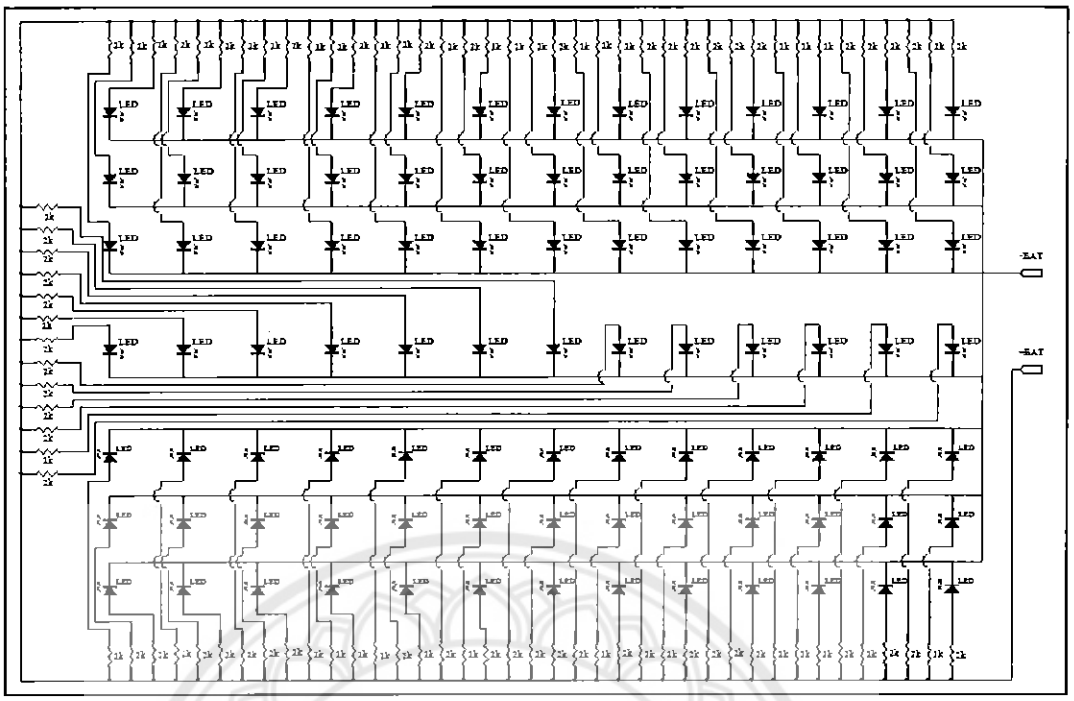
ใช้แรงดัน 12 V วัดค่ากระแสได้ 1.54 A

4 ดวงโคม ใช้กำลังไฟฟ้า P=VI

=12x1.54

=18.48 W

1570599X
ว.5.
ร769ก
2553



รูปที่ 3.10 วงจรการต่อหลอด LED

รูปที่ 3.11 หลอด LED ที่ทำสร้างขึ้น

3.16 ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์ในการประกอบเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

2. ประกอบเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินตามรูปที่ 3.1

3. ทำการวัดกระแสและแรงดัน Output ของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้น ว่ามีแรงดันและกระแสใกล้เคียงกับเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริงหรือไม่

4. เขียนกราฟเปรียบเทียบกระแสและแรงดันของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้นกับเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริง

3.17 การทดลองที่ 1 การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

1. ทำการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้น และทำการวัดกระแสและแรงดัน ทุก 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

2. ทำการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริง และทำการวัดกระแสและแรงดัน ทุก 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

3. เขียนกราฟเปรียบเทียบกระแสและแรงดันการชาร์จแบตเตอรี่ของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้นกับเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริง

3.18 การทดลองที่2 การทดสอบการใช้งาน

1. ทดสอบการใช้งานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้น และทำการวัดแรงดัน ทุกครึ่งชั่วโมง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

2. ทดสอบการใช้งานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริง และทำการวัดแรงดัน ทุกครึ่งชั่วโมง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

3. เขียนกราฟเปรียบเทียบแรงดันการใช้งานของเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่สร้างขึ้นกับเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินที่ใช้งานจริง

3.19 การทดลองที่ 3 การทดสอบการทำงานของซีเนอร์ไดโอด และการต่อ R//C

1. ประกอบเครื่องโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด เป็นตัวตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าตก และทำการวัดกระแสและแรงดัน Output แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

2. ประกอบเครื่องโดยใช้ต่อ R//C เป็นตัวตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าตก แทนการต่อซีเนอร์ไดโอด และทำการวัดกระแสและแรงดัน Output แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

หลังจากการศึกษาหลักการและทฤษฎีของบทที่ 2 และได้ออกแบบวงจรภายในของเครื่องสำรองไฟฉุกเฉินในบทที่3 แล้ว ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดสอบการทำงานของวงจรที่ได้ออกแบบ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3ส่วนดังนี้

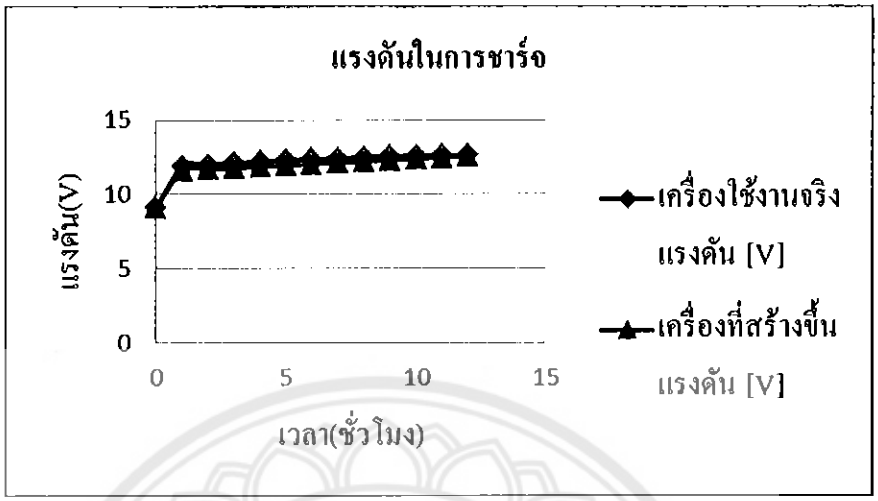
1. ทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่
2. ทดสอบการใช้งาน
3. ทดสอบการการต่อวงจรด้วยซีเนอร์ไดโอด และการต่อวงจรโดยใช้ R//C

4.1 ตารางทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

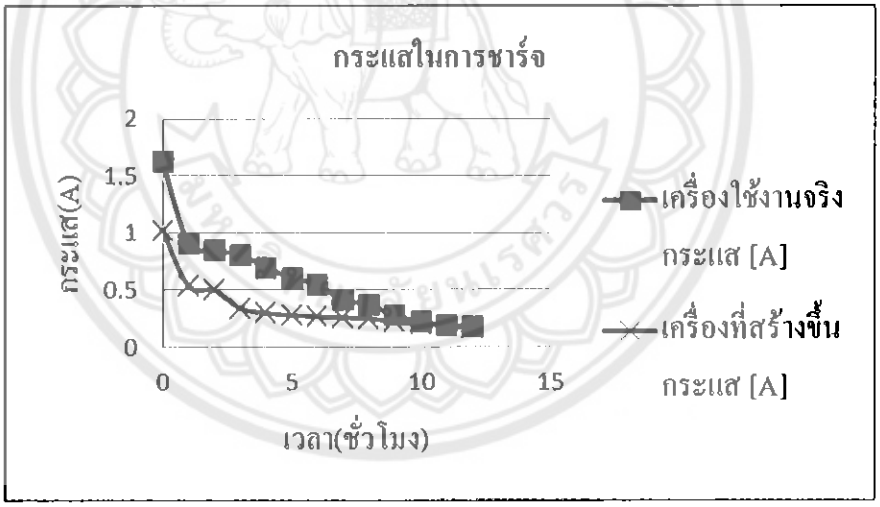
ตารางที่ 4.1 ตารางทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

เวลา [ชั่วโมง]	เครื่องใช้งานจริง		เครื่องที่สร้างขึ้น	
	แรงดัน [V]	กระแส [A]	แรงดัน [V]	กระแส [A]
0	9.11	1.62	9.11	1.02
1	11.84	0.91	11.57	0.54
2	11.98	0.85	11.66	0.50
3	12.09	0.81	11.75	0.34
4	12.20	0.70	11.84	0.30
5	12.28	0.61	11.91	0.28
6	12.34	0.55	12.00	0.27
7	12.41	0.42	12.09	0.26
8	12.49	0.37	12.18	0.25
9	12.54	0.28	12.27	0.22
10	12.56	0.22	12.36	0.20
11	12.59	0.19	12.45	0.19
12	12.61	0.18	12.54	0.17

4.2 กราฟแสดงการชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงแรงดันการชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงกระแสการชาร์จแบตเตอรี่

สรุปผลการทดลอง

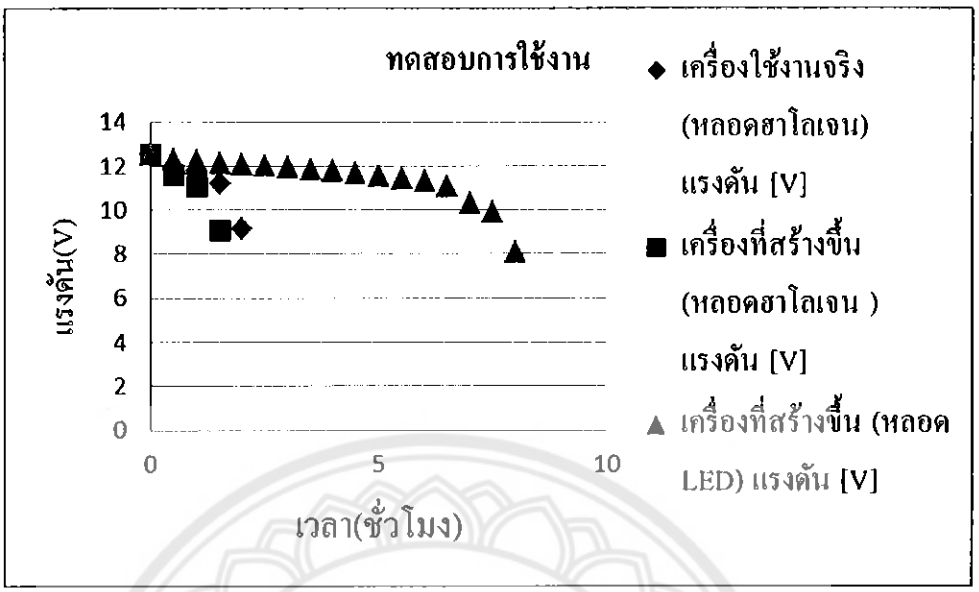
จากการทดลองจะได้ว่าเครื่องสำรองไฟที่ทำขึ้นมาสามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ได้แต่เมื่อเทียบกับเครื่องใช้งานจริงจะใช้เวลาในการชาร์จนานกว่าเพราะกระแสในการชาร์จน้อยกว่าแต่แรงดันในการชาร์จใกล้เคียงกัน

4.3 ตารางทดสอบการใช้งาน

ตารางที่ 4.2 ตารางทดสอบการใช้งาน

เวลา [ชั่วโมง]	เครื่องใช้งานจริง (หลอดเดิม)	เครื่องที่สร้างขึ้น (หลอดฮาโลเจน)	เครื่องที่สร้างขึ้น (หลอด LED)
	แรงดัน [V]	แรงดัน [V]	แรงดัน [V]
0	12.54	12.53	12.53
½	11.93	11.59	12.30
1	11.66	11.08	12.20
1 ½	11.20	9.07	12.13
2	9.11	-	12.06
2 ½	-	-	11.98
3	-	-	11.91
3 ½	-	-	11.83
4	-	-	11.74
4 ½	-	-	11.64
5	-	-	11.53
5 ½	-	-	11.42
6	-	-	11.27
6 ½	-	-	11.08
7	-	-	10.30
7 ½	-	-	9.88

4.4 กราฟแสดงการใช้งาน



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าหลอด LED ที่นำมาใช้สามารถใช้งานได้นานกว่าหลอดฮาโลเจนมาก ทำให้ประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่มาก ทำให้เครื่องสำรองไฟแสงสว่างสามารถใช้งานได้นานยิ่งขึ้นมาก

4.5 ตารางทดสอบการทำงานของซีเนอร์ไดโอด และการต่อวงจรโดยใช้ R//C

ตารางที่ 4.3 ตารางทดสอบการการต่อวงจรด้วยซีเนอร์ไดโอด และการต่อวงจรโดยใช้ R//C

การต่อวงจรด้วยซีเนอร์ไดโอด		การต่อวงจรโดยใช้ R//C	
แรงดัน [V]	กระแส [A]	แรงดัน [V]	กระแส [A]
12.84	**0.31**	**12.82**	**0.32**

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการวัดค่าแรงดันและกระแสในการใช้งานโดยการต่อตัวต้านทานขนานกับตัวเก็บประจุแทนซีเนอร์ไดโอด เพื่อเป็นตัวตรวจสอบแรงดันเมื่อเกิดไฟฟ้าดับจะได้ค่าแรงดันและกระแสมีค่าใกล้เคียงจึงสามารถใช้งานแทนกันได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการดำเนินโครงงานและพร้อมให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในการทำโครงงานนี้ เป็นการทำวงจรเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน ซึ่งเป็นวงจรที่สามารถใช้งานได้จริง โดยต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าปกติ มีการทำงานใน 2 ลักษณะ คือ เมื่อระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าปกติดับ เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน เป็นอุปกรณ์ที่เก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ มีหลักการทำงาน คือ เมื่อระบบไฟฟ้าปกติดับ ไฟแสงสว่างฉุกเฉินก็จะทำงานทันที โดยจะใช้ไฟจากแบตเตอรี่ไป on หน้า contact ของ Relay และจะทำให้หลอดไฟสว่าง และเมื่อระบบไฟฟ้าปกติ ก็จะไม่มีการจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ หน้าสัมผัสของ Relay กลับสู่ตำแหน่งเดิม ทำให้หลอดไฟดับ และทำการชาร์จแบตเตอรี่ต่อไป

โดยวงจรเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน ที่ได้ทำขึ้น มีจุดเด่น คือ ประกอบด้วยวงจรย่อย ได้แก่ วงจรใช้งาน วงจรชาร์จและวงจรชาร์จไฟแบตเตอรี่เต็มซึ่งเมื่อเปรียบเทียบราคาเครื่องสำรองไฟแสงสว่างตามท้องตลาดแล้ว ถือว่าต้นทุนต่ำกว่ามาก ประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกัน อุปกรณ์ที่ประกอบในการทำวงจรหาซื้อง่าย และการประกอบวงจรรวมถึงมีขั้นตอนการทำไม่ซับซ้อนมากนัก

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. หลอดฮาโลเจนที่ใช้ทำโครงงานกินพลังงานไฟฟ้ามากเกินไป ทำให้เปลืองแบตเตอรี่ โดยหลอดฮาโลเจน 1 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าถึง 50 W ทำการแก้ไขโดย เปลี่ยนมาใช้หลอด LED แทน เนื่องจากให้ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่ใช้พลังงานไฟน้อยกว่า

2. หลอด LED ที่นำมาใช้งาน มีความสว่างไม่เพียงพอ หากไม่นำมาใส่ดวงโคม ทำการแก้ไขโดย ทำโดยโคมสำหรับใส่หลอด LED เพราะดวงโคมจะช่วยในการรวมแสงสว่างสว่าง ให้มีความสว่างมากยิ่งขึ้น เพียงพอสำหรับการใช้งาน

5.3 แนวทางและการพัฒนาต่อไป

ในการสร้างชิ้นงานเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน สามารถประยุกต์ใช้งานต่อไปได้ โดยสามารถยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

1. พัฒนาให้เครื่องสำรองไฟสามารถใช้งานได้หลายด้าน โดยปกติ เครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉินจะให้แสงสว่างเพียงอย่างเดียว เมื่อระบบไฟฟ้าปกติดับ ซึ่งอาจจะพัฒนาโดยการเพิ่ม Inverter เพื่อทำการแปลงไฟ DC 12 V ให้เป็น AC 220 V เพื่อให้สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นที่สำคัญ เช่น คอมพิวเตอร์ PC ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ภายใน กรณีที่ระบบไฟฟ้าปกติดับ เนื่องจากเครื่องสำรองไฟของคอมพิวเตอร์ จะสำรองไฟได้เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถให้แสงสว่างได้ หากมีการพัฒนาเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน ก็จะให้ใช้งานได้เป็นเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน และใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

2. สามารถพัฒนาเครื่องสำรองไฟแสงสว่างฉุกเฉิน เกี่ยวกับระบบการให้แสงสว่าง โดยแบ่งออกเป็น ระบบการให้แสงสว่างหลัก และระบบการให้แสงสว่างรอง ดังนี้

2.1 ระบบการให้แสงสว่างหลัก ซึ่งหมายถึงแสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งาน ซึ่งแยกออกได้เป็นระบบต่างๆดังนี้

ก) แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปเท่ากันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับการให้แสงสว่างไม่มากเกินไป แสงสว่างดังกล่าวไม่ได้เน้นเรื่องความสวยงามมากนัก ดังนั้นการประหยัดพลังงานสามารถทำได้ในแสงสว่างทั่วไปนี้

ข) แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized Lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณเฉพาะที่ทำงานเท่านั้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องให้สม่ำเสมอเหมือนแบบแรก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานโดยติดตั้งเฉพาะเหนือโต๊ะหรือบริเวณใช้งานให้ได้ความส่องสว่างตามต้องการ การให้แสงสว่างลักษณะนี้ประหยัดกว่าแบบ ก)

ค) แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป (Local Lighting + General Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานเพื่อส่องบริเวณทั่วไป และที่โต๊ะทำงานติดโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะต่างหาก เพื่อให้ได้ความส่องสว่างสูงมากตามความต้องการของงาน

2.2 ระบบการให้แสงสว่างรอง หมายถึงการให้แสงนอกเหนือจากการให้แสงหลัก เพื่อให้เกิดความสวยงามเพื่อความสบายตา ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

ก) แสงสว่างแบบส่องเน้น (Accent Lighting) เป็นการให้แสงแบบส่องเน้นที่วัตถุใดวัตถุหนึ่งเพื่อให้เกิดความสนใจ

ข) แสงสว่างแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หมายถึงแสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องเน้นวัตถุเพื่อเรียกร้องความสนใจ เช่น โคมที่ติดตั้งที่เพดานเพื่อสร้างรูปแบบของแสงที่กำแพง เป็นต้น

ค) แสงสว่างตกแต่ง (Decorative Lighting) เป็นแสงที่ได้จากโคมหรือหลอดที่สวยงามเพื่อสร้างจุดสนใจในการตกแต่งภายใน

ง) แสงสว่างงานสถาปัตย์ (Architectural Lighting) บางทีก็เรียก Structural Lighting ให้แสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม เช่น การให้แสงจากบังตา หรือการให้แสงจากที่ซ่อนหลอด

จ) แสงสว่างตามอารมณ์ (Mood Lighting) แสงสว่างประเภทนี้ไม่ใช่เทคนิคการให้แสงพิเศษแต่อย่างใด แต่อาศัยการใช้สวิตช์หรือตัวหรี่ไฟเพื่อสร้างบรรยากาศของแสงให้ได้ระดับความส่องสว่างตามการใช้งานที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

[1] วีระเชษฐ์ ขันเงินและวุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์ "อิเล็กทรอนิกส์กำลัง", ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ, 2547

[2] นภัทร วัจนเทพินทร์ "วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน", บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด, กรุงเทพ, 2547.

[3] ไชยะ แช่มช้อย"พื้นฐานวิศวกรรมการส่องสว่าง", กรุงเทพ, 2552.

[4] ศุลี บรรจงจิตร"วิศวกรรมการส่องสว่าง",กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544

[5] http://www.tieathai.org/know/application/ch5.htm

[6] http://www.allabout4.nw-house.com/index.php?topic=58.0

[7] http://www.thaienergies.com/wp/?p=90

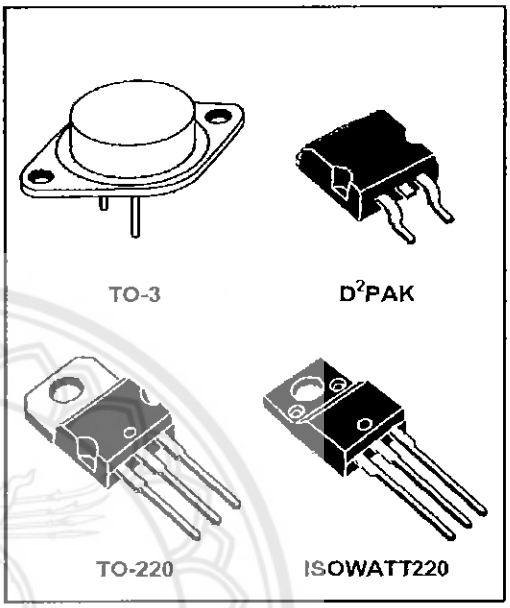
ภาคผนวก ก

รายละเอียดของ LM317

LM117/217
LM317

1.2V TO 37V VOLTAGE REGULATOR

- OUTPUT VOLTAGE RANGE : 1.2 TO 37V
- OUTPUT CURRENT IN EXCESS OF 1.5A
- 0.1% LINE AND LOAD REGULATION
- FLOATING OPERATION FOR HIGH VOLTAGES
- COMPLETE SERIES OF PROTECTIONS : CURRENT LIMITING, THERMAL SHUTDOWN AND SOA CONTROL



DESCRIPTION

The LM117/LM217/LM317 are monolithic integrated circuit in TO-220, ISOWATT220, TO-3 and D^2PAK packages intended for use as positive adjustable voltage regulators.

They are designed to supply more than 1.5A of load current with an output voltage adjustable over a 1.2 to 37V range.

The nominal output voltage is selected by means of only a resistive divider, making the device exceptionally easy to use and eliminating the stocking of many fixed regulators.

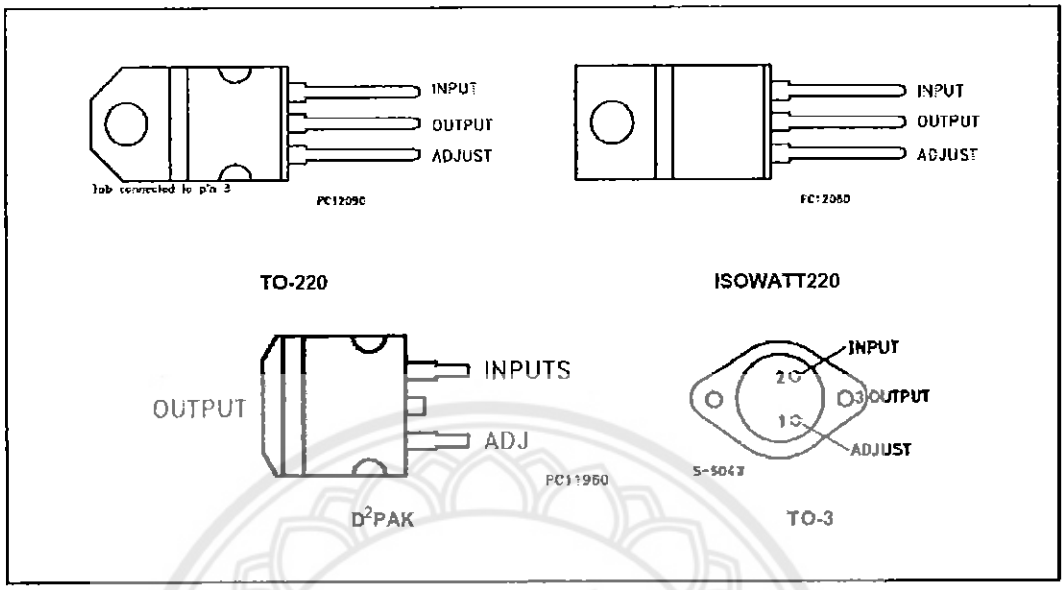
ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{i-o}	Input-output Differential Voltage	40	V
I_O	Output Current	Internally Limited	
T_{op}	Operating Junction Temperature for: LM117 LM217 LM317	-55 to 150 -25 to 150 0 to 125	°C °C °C
P_{tot}	Power Dissipation	Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature	- 65 to 150	°C

THERMAL DATA

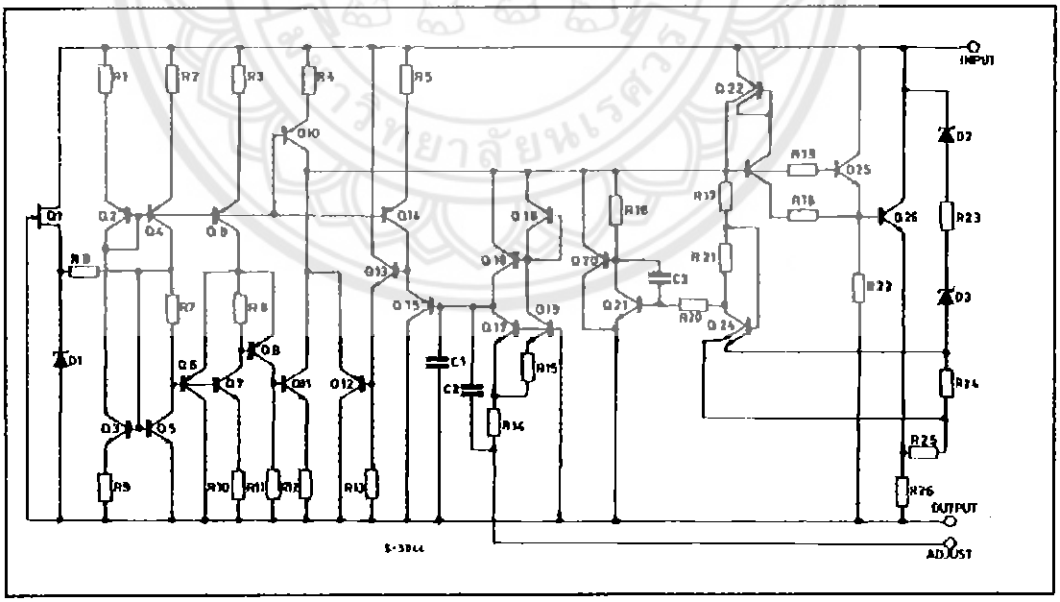
Symbol	Parameter		TO-3	TO-220	ISOWATT220	D^2PAK	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	4	3	4	3	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	35	50	60	62.5	°C/W

CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS (top view)

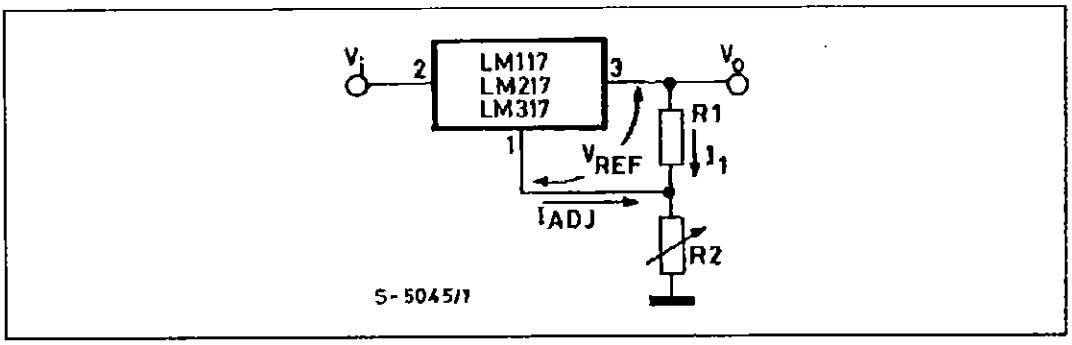


Type	TO-3	TO-220	ISOWATT220	D²PAK
LM117	LM117K			
LM217	LM217K	LM217T		LM217D2T
LM317	LM317K	LM317T	LM317P	LM317D2T

SCHEMATIC DIAGRAM



BASIC ADJUSTABLE REGULATOR



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_i - V_o = 5$ V, $I_o = 500$ mA, $I_{MAX} = 1.5$A and $P_{MAX} = 20$W, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions		LM117/LM217			LM317			Unit
				Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
ΔV_o	Line Regulation	$V_i - V_o = 3$ to 40 V	$T_j = 25$ °C		0.01	0.02		0.01	0.04	%/V
					0.02	0.05		0.02	0.07	%/V
ΔV_o	Load Regulation	$V_o \leq 5$V, $I_o = 10$ mA to I_{MAX}	$T_j = 25$ °C		5	15		5	25	mV
					20	50		20	70	mV
		$V_o \geq 5$V, $I_o = 10$ mA to I_{MAX}	$T_j = 25$ °C		0.1	0.3		0.1	0.5	%
					0.3	1		0.3	1.5	%
I_{ADJ}	Adjustment Pin Current				50	100		50	100	µA
ΔI_{ADJ}	Adjustment Pin Current	$V_i - V_o = 2.5$ to 40 V, $I_o = 10$ mA to I_{MAX}			0.2	5		0.2	5	µA
V_{REF}	Reference Voltage (between pin 3 and pin 1)	$V_i - V_o = 2.5$ to 40 V, $I_o = 10$ mA to I_{MAX}, $P_D \leq P_{MAX}$		1.2	1.25	1.3	1.2	1.25	1.3	V
$\frac{\Delta V_o}{V_o}$	Output Voltage Temperature Stability				1			1		%
$I_{o(min)}$	Minimum Load Current	$V_i - V_o = 40$ V			3.5	5		3.5	10	mA
$I_{o(max)}$	Maximum Load Current	$V_i - V_o \leq 15$ V, $P_D < P_{MAX}$		1.5	2.2		1.5	2.2		A
		$V_i - V_o = 40$ V, $P_D < P_{MAX}$, $T_j = 25$ °C			0.4			0.4		A
e_N	Output Noise Voltage (percentance of V_O)	B = 10Hz to 10KHz, $T_j = 25$ °C			0.003			0.003		%
SVR	Supply Voltage Rejection (*)	$T_j = 25$ °C, f = 120 Hz	$C_{ADJ}=0$		65			65		dB
			$C_{ADJ}=10\mu F$	66	80		66	80		dB

(*) CADJ is connected between pin 1 and ground.

Note:

(1) Unless otherwise specified the above specs, apply over the following conditions : LM 117 $T_j = -55$ to 150°C; LM 217 $T_j = -25$ to 150°C ; LM 317 $T_j = 0$ to 125°C.

Figure 1 : Output Current vs. Input-output Differential Voltage.

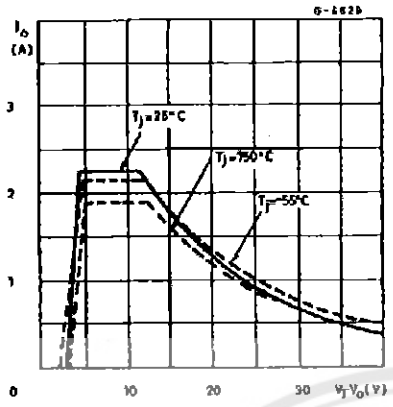


Figure 2 : Dropout Voltage vs. Junction Temperature.

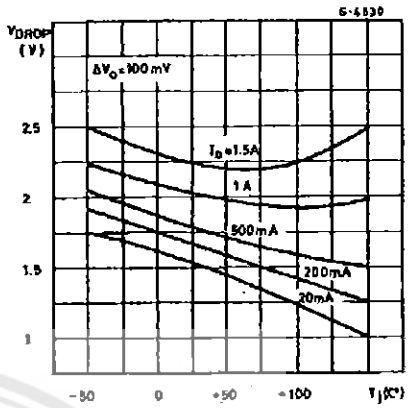


Figure 3 : Reference Voltage vs. Junction

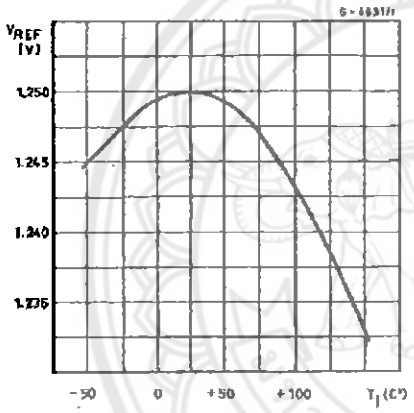
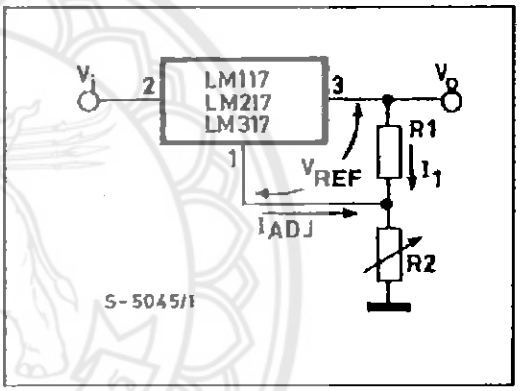


Figure 4 : Basic Adjustable Regulator.



APPLICATION INFORMATION

The LM117/217/317 provides an internal reference voltage of 1.25V between the output and adjustments terminals. This is used to set a constant current flow across an external resistor divider (see fig. 4), giving an output voltage V_O of:

$$V_O = V_{REF}\,(1+\frac{R_2}{R_1}) + I_{ADJ}\,R_2$$

The device was designed to minimize the term I_{ADJ} (100µA max) and to maintain it very constant with line and load changes. Usually, the error term $I_{ADJ} \cdot R_2$ can be neglected. To obtain the previous requirement, all the regulator quiescent current is returned to the output terminal, imposing a minimum load current condition. If the load is insufficient, the output voltage will rise.

Since the LM117/217317 is a floating regulator and "sees" only the input-to-output differential voltage, supplies of very high voltage with respect to ground can be regulated as long as the maximum input-to-output differential is not exceeded. Furthermore, programmable regulator are easily obtainable and, by connecting a fixed resistor between the adjustment and output, the device can be used as a precision current regulator.

In order to optimise the load regulation, the current set resistor R1 (see fig. 4) should be tied as close as possible to the regulator, while the ground terminal of R2 should be near the ground of the load to provide remote ground sensing.

Performance may be improved with added capacitance as follow:

An input bypass capacitor of 0.1µF

An adjustment terminal to ground 10µF capacitor

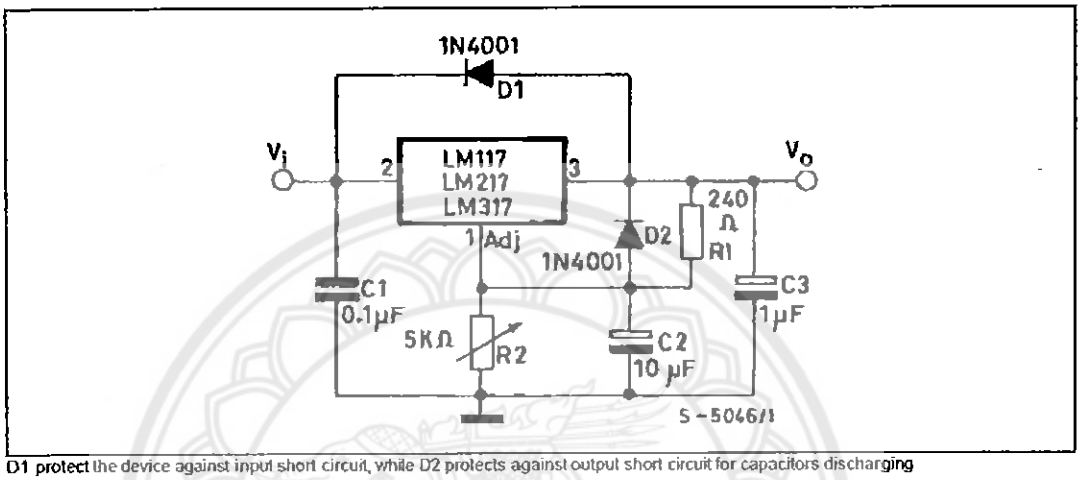
to improve the ripple rejection of about 15 dB (C_{ADJ}).

An 1µF tantalium (or 25µFAluminium electrolitic) capacitor on the output to improve transient response.

In additional to external capacitors, it is good practice to add protection diodes, as shown in fig.5.

D1 protect the device against input short circuit, while D2 protect against output short circuit for capacitance discharging.

Figure 5 : Voltage Regulator with Protection Diodes.



D1 protect the device against input short circuit, while D2 protects against output short circuit for capacitors discharging

Figure 6 : Slow Turn-on 15V Regulator.

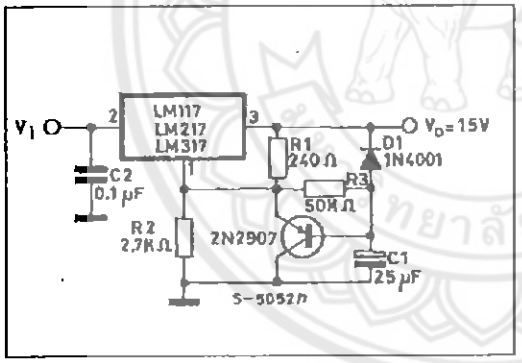


Figure 7 : Current Regulator.

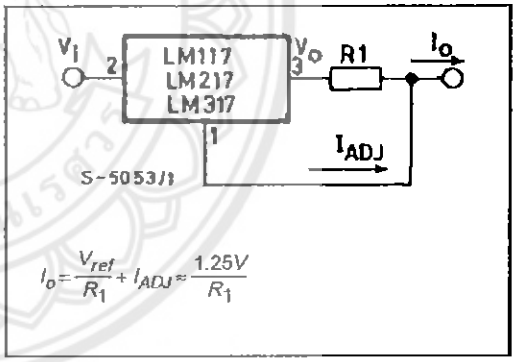


Figure 8 : 5V Electronic Shut-down Regulator

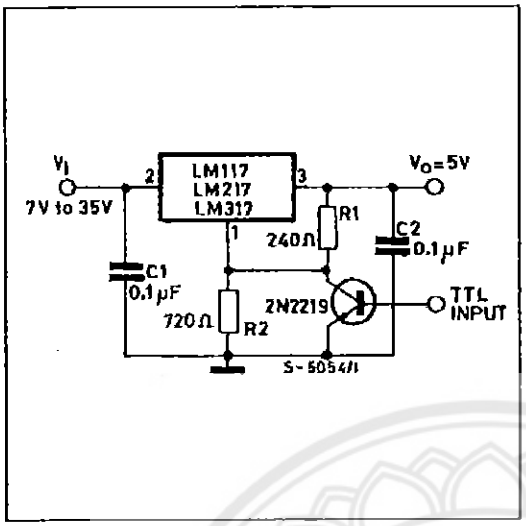


Figure 9 : Digitally Selected Outputs

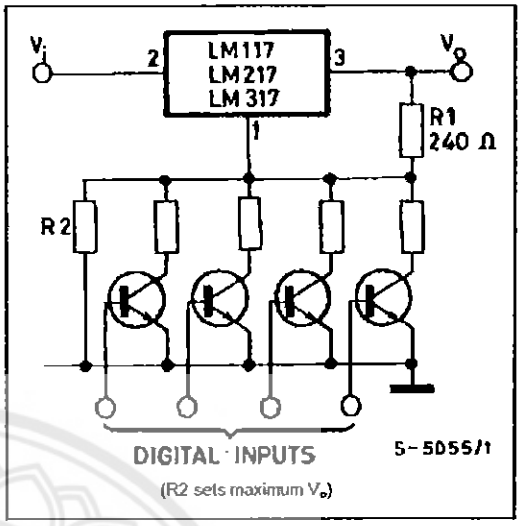


Figure 10 : Battery Charger (12V)

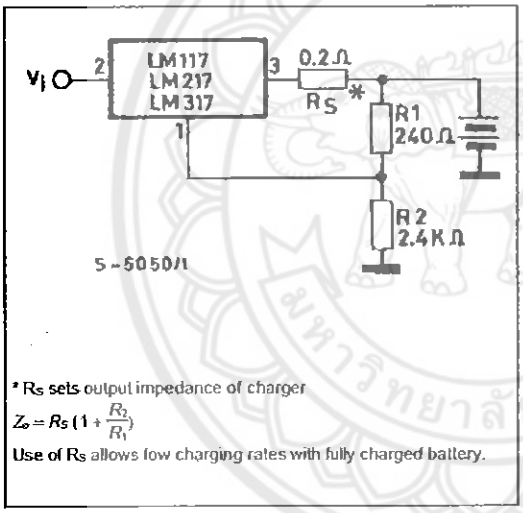
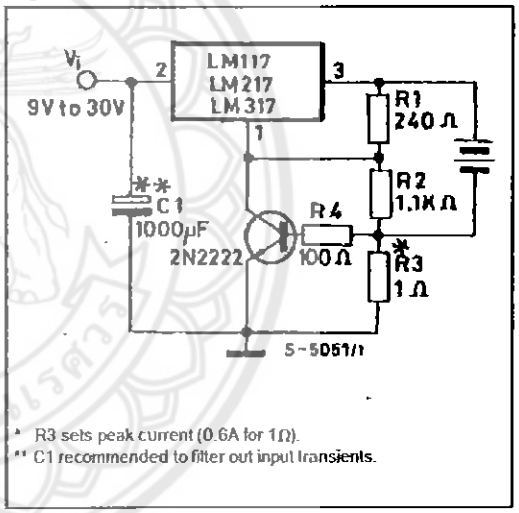
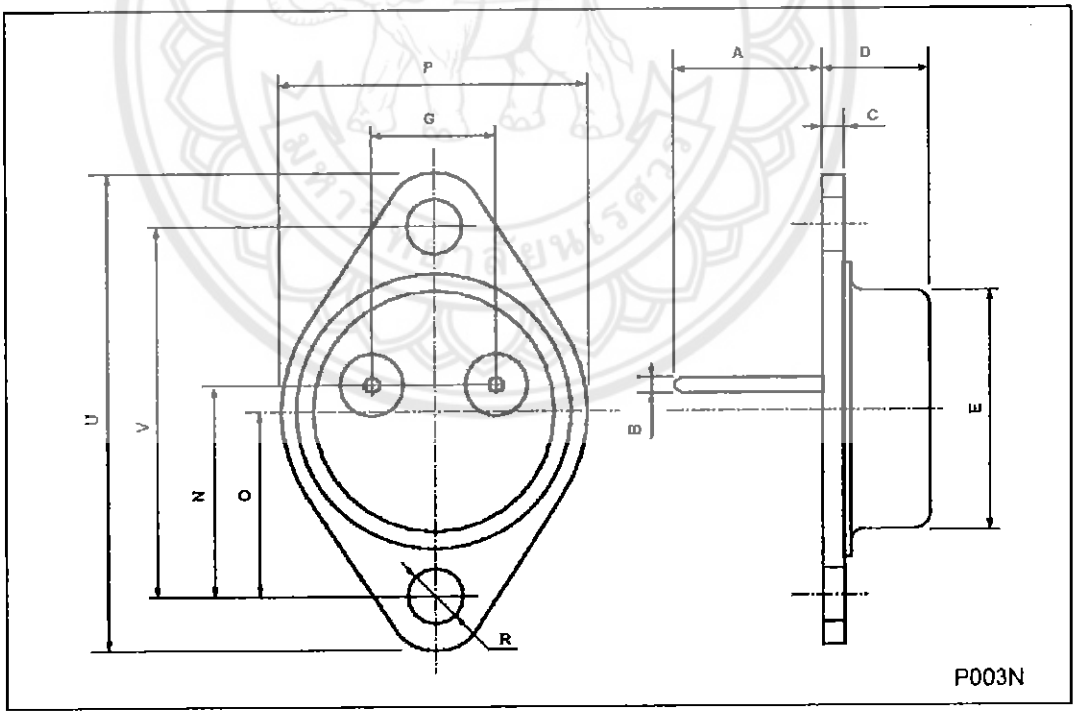


Figure 11 : Current Limited 6V Charger



TO-3 (R) MECHANICAL DATA

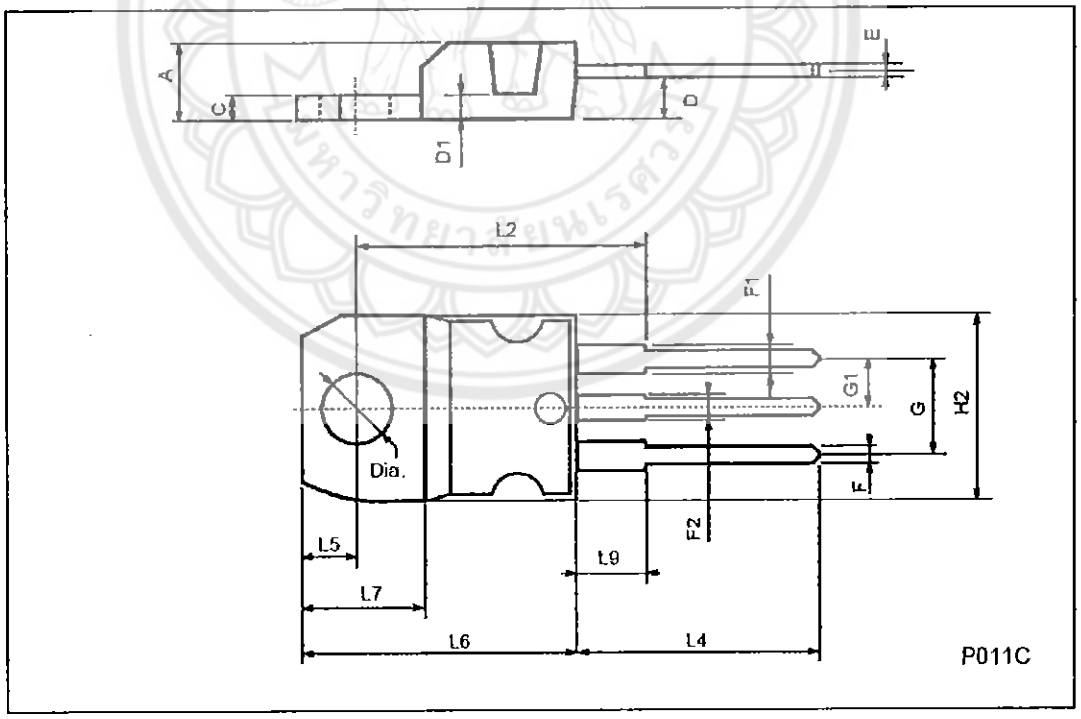
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.7			0.460	
B	0.96		1.10	0.037		0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.50			1.555
V		30.10			1.185	



P003N

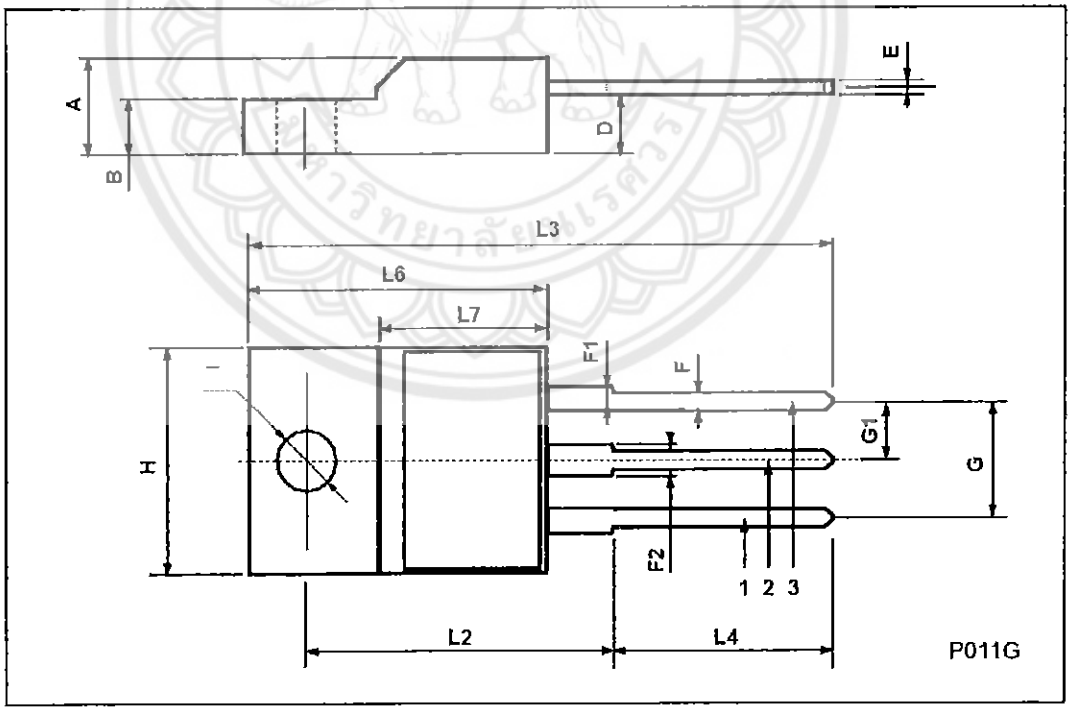
TO-220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



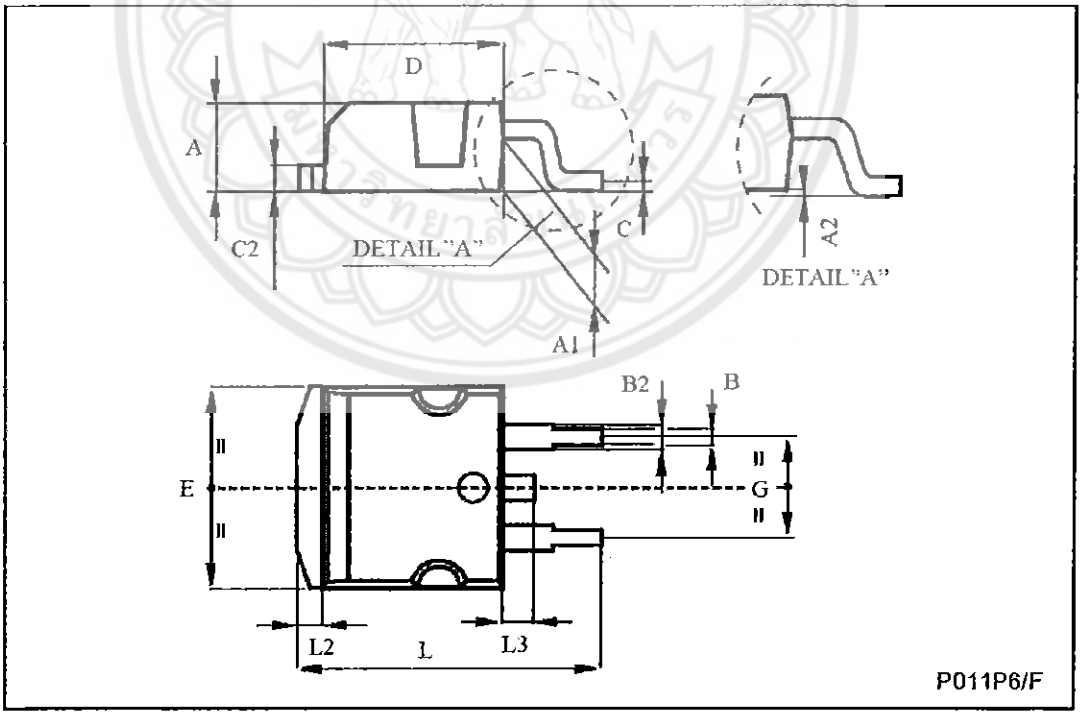
ISOWATT220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.4		0.7	0.015		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.7	0.045		0.067
F2	1.15		1.7	0.045		0.067
G	4.95		5.2	0.195		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10		10.4	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
Ø	3		3.2	0.118		0.126



TO-263 (D^2PAK) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	2.49		2.69	0.098		0.106
B	0.7		0.93	0.027		0.036
B2	1.14		1.7	0.044		0.067
C	0.45		0.6	0.017		0.023
C2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
E	10		10.4	0.393		0.409
G	4.88		5.28	0.192		0.208
L	15		15.85	0.590		0.624
L2	1.27		1.4	0.050		0.055
L3	1.4		1.75	0.055		0.068



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

http://www.st.com

ภาคผนวก ข

รายละเอียดของ MJE2955

MOSPEC

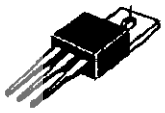
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

...designed for use in general-purpose amplifier and switching applications

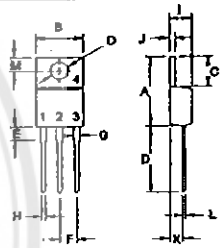
FEATURES:
* Power Dissipation - P_D = 75 W @ T_C = 25°C
* DC Current Gain hFE = 20 ~ 100 @ I_C = 4.0 A
* $V_{CE(sat)}$ = 1.1 V (Max.) @ I_C = 4.0 A, I_B = 400 mA

PNP MJE2955T NPN MJE3055T

10 AMPERE COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS 60 VOLTS 75 WATTS



TO-220



PIN 1.BASE
2.COLLECTOR
3.EMITTER
4.COLLECTOR(CASE)

DIM	MILLIMETERS MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.06	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.98
J	1.14	1.38
K	2.20	2.97
L	0.33	0.55
M	2.48	2.98
Q	3.70	3.90

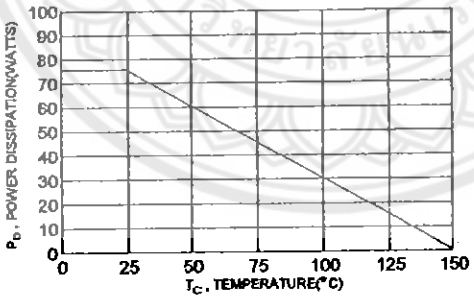
MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5.0	V
Collector Current-Continuous	I_C	10	A
Base Current	I_B	6.0	A
Total Power Dissipation @T_C=25°C Derate above 25°C	P_D	75 0.6	W W/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J,T_{STG}	- 55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	RΘjc	1.67	°C/W

FIGURE -1 POWER DERATING



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C unless otherwise noted)

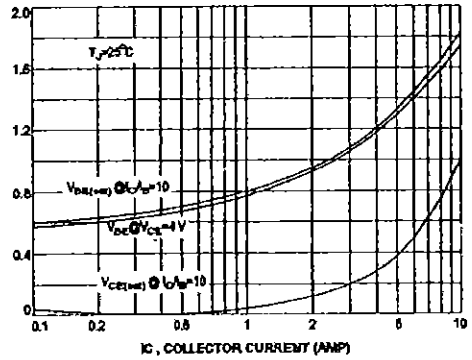
Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector - Emitter Sustaining Voltage (1) (I_C = 200 mA, I_B = 0)	$V_{CEO(SUS)}$	60		V
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 30 V, I_B = 0)	I_{CEO}		0.7	mA
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 70 V, $V_{BE(off)}$ = 1.5 V) (V_{CE} = 70 V, $V_{BE(off)}$ = 1.5 V, T_C = 150°C)	I_{CEX}		1.0 5.0	mA
Collector Cutoff Current (V_{CB} = 70 V, I_E = 0) (V_{CB} = 70 V, I_E = 0, T_C = 150°C)	I_{CBO}		1.0 10	mA
Emitter Cutoff Current (V_{EB} = 5.0 V, I_C = 0)	I_{EBO}		5.0	mA
ON CHARACTERISTICS (1)				
DC Current Gain (I_C = 4.0 A, V_{CE} = 4.0 V) (I_C = 10 A, V_{CE} = 4.0 V)	hFE	20 5.0	100	
Collector - Emitter Saturation Voltage (I_C = 4.0 A, I_B = 0.4 A) (I_C = 10 A, I_B = 3.3 A)	$V_{CE(sat)}$		1.1 8.0	V
Base - Emitter On Voltage (I_C = 4.0 A, V_{CE} = 4.0 V)	$V_{BE(on)}$		1.8	V
DYNAMIC CHARACTERISTICS				
Current Gain - Bandwidth Product (2) (I_C = 500 mA, V_{CE} = 10 V, f_t = 500 KHz)	f_T	2.0		MHz

(1) Pulse Test: Pulse width = 300 us, Duty Cycle ≤ 2.0%

(2) $f_T = |h_{fe}| \cdot f_{test}$

FIG-2 "ON" VOLTAGE

MJE2955T



MJE3055T

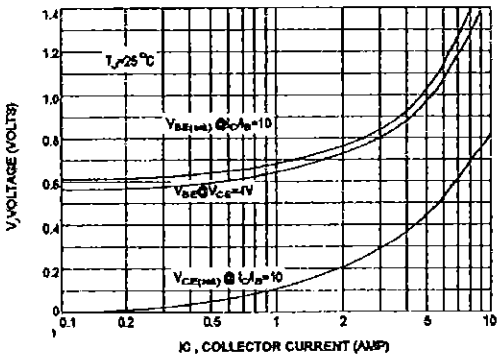
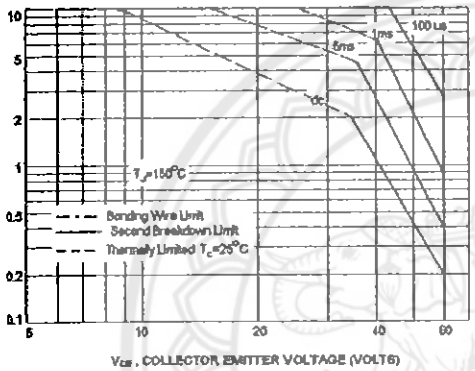


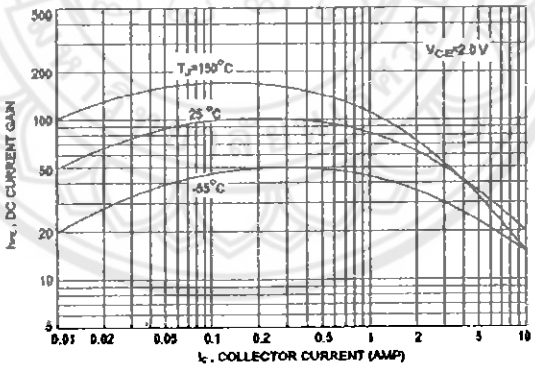
FIG-3 ACTIVE-REGION SAFE OPERATING AREA



There are two limitation on the power handling ability of a transistor:average junction temperature and second breakdown safe operating area curves indicate I_C-V_{CE} limits of the transistor that must be observed for reliable operation i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than curves indicate.

The data of FIG-3 is base on $T_{J(PK)}$=150 °C;T_C is variable depending on conditions second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided $T_{J(PK)}$≤150°C ,At high case temperatures, thermal limita tion will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.

FIG-4 DC CURRENT GAIN



ภาคผนวก ค

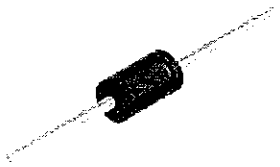
รายละเอียดของไดโอดหมายเลข 1N4007

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers

Absolute Maximum Ratings*

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics

T_A = 25°C unless otherwise noted

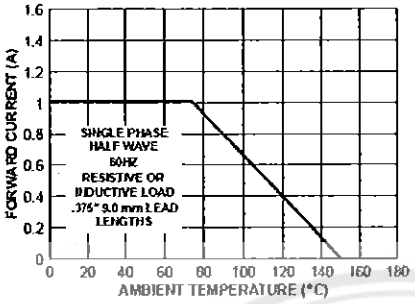
Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

©2003 Fairchild Semiconductor Corporation

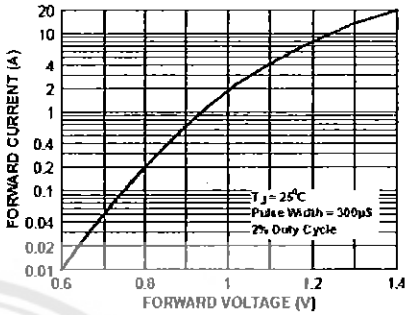
General Purpose Rectifiers
(continued)

Typical Characteristics

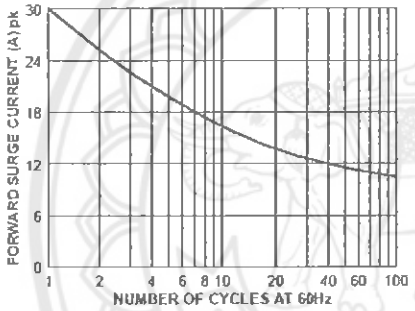
Forward Current Derating Curve



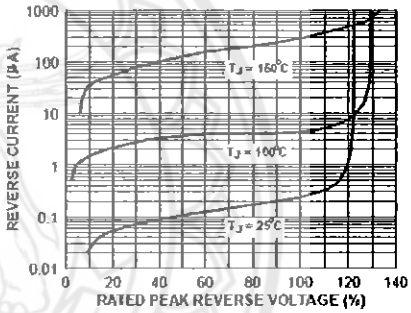
Forward Characteristics



Non-Repetitive Surge Current



Reverse Characteristics



©2003 Fairchild Semiconductor Corporation

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FACT™	ImpliedDisconnect™	PACMAN™	SPM™
ActiveArray™	FACT Quiet Series™	ISOPLANAR™	POP™	Stealth™
Bottomless™	FAST®	LittleFET™	Power247™	SuperSOT™-3
CoolFET™	FASTr™	MicroFET™	PowerTrench®	SuperSOT™-6
CROSSVOLT™	FRFET™	MicroPak™	QFET™	SuperSOT™-8
DOME™	GlobalOptoisolator™	MICROWIRE™	QS™	SyncFET™
EcoSPARK™	GTO™	MSX™	QT Optoelectronics™	TinyLogic®
E²CMOS™	HiSeC™	MSXPro™	Quiet Series™	TruTranslation™
EnSigna™	I²C™	OCX™	RapidConfigure™	UHC™
Across the board. Around the world.™		OCXPro™	RapidConnect™	UltraFET®
The Power Franchise™		OPTOLOGIC®	SILENT SWITCHER®	VCX™
ProgrammableActive Droop™		OPTOPLANAR™	SMART START™	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Rev. I2

ภาคผนวก ง

รายละเอียดของทรานซิสเตอร์เบอร์2N2222

DATA SHEET

2N2222; 2N2222A
NPN switching transistors

Product specification
Supersedes data of September 1994
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 May 29

Philips
Semiconductors

PHILIPS

NPN switching transistors 2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

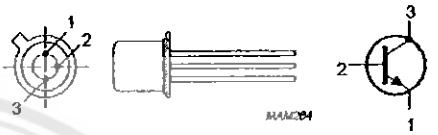


Fig.1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	2N2222		–	60	V
	2N2222A		–	75	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	2N2222		–	30	V
	2N2222A		–	40	V
I_C	collector current (DC)		–	800	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C	–	500	mW
h_{FE}	DC current gain	I_C = 10 mA; V_{CE} = 10 V	75	–	
f_T	transition frequency	I_C = 20 mA; V_{CE} = 20 V; f = 100 MHz			
	2N2222		250	–	MHz
	2N2222A		300	–	MHz
t_{off}	turn-off time	I_{Con} = 150 mA; I_{Bon} = 15 mA; I_{Boff} = −15 mA	–	250	ns

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	2N2222		–	60	V
	2N2222A		–	75	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	2N2222		–	30	V
	2N2222A		–	40	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector			
	2N2222		–	5	V
	2N2222A		–	6	V
I_C	collector current (DC)		–	800	mA
I_{CM}	peak collector current		–	800	mA
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C	–	500	mW
		$T_{case} \leq 25$ °C	–	1.2	W
T_{stg}	storage temperature		−65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	200	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		−65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\,j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	in free air	350	K/W
$R_{th\,j\text{-}c}$	thermal resistance from junction to case		146	K/W

CHARACTERISTICS

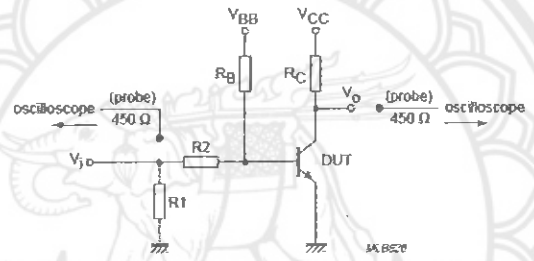
$T_j = 25$ °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current				
	2N2222	$I_E = 0$; $V_{CB} = 50$ V	–	10	nA
		$I_E = 0$; $V_{CB} = 50$ V; $T_{amb} = 150$ °C	–	10	µA
I_{CBO}	collector cut-off current				
	2N2222A	$I_E = 0$; $V_{CB} = 60$ V	–	10	nA
		$I_E = 0$; $V_{CB} = 60$ V; $T_{amb} = 150$ °C	–	10	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0$; $V_{EB} = 3$ V	–	10	nA
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 0.1$ mA; $V_{CE} = 10$ V	35	–	
		$I_C = 1$ mA; $V_{CE} = 10$ V	50	–	
		$I_C = 10$ mA; $V_{CE} = 10$ V	75	–	
		$I_C = 150$ mA; $V_{CE} = 1$ V; note 1	50	–	
		$I_C = 150$ mA; $V_{CE} = 10$ V; note 1	100	300	
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10$ mA; $V_{CE} = 10$ V; $T_{amb} = -55$ °C			
	2N2222A		35	–	
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 500$ mA; $V_{CE} = 10$ V; note 1			
	2N2222		30	–	
	2N2222A		40	–	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage				
	2N2222	$I_C = 150$ mA; $I_B = 15$ mA; note 1	–	400	mV
		$I_C = 500$ mA; $I_B = 50$ mA; note 1	–	1.6	V
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage				
	2N2222A	$I_C = 150$ mA; $I_B = 15$ mA; note 1	–	300	mV
		$I_C = 500$ mA; $I_B = 50$ mA; note 1	–	1	V
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage				
	2N2222	$I_C = 150$ mA; $I_B = 15$ mA; note 1	–	1.3	V
		$I_C = 500$ mA; $I_B = 50$ mA; note 1	–	2.6	V
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage				
	2N2222A	$I_C = 150$ mA; $I_B = 15$ mA; note 1	0.6	1.2	V
		$I_C = 500$ mA; $I_B = 50$ mA; note 1	–	2	V
C_c	collector capacitance	$I_E = i_e = 0$; $V_{CB} = 10$ V; $f = 1$ MHz	–	8	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = i_c = 0$; $V_{EB} = 500$ mV; $f = 1$ MHz			
	2N2222A		–	25	pF
f_T	transition frequency	$I_C = 20$ mA; $V_{CE} = 20$ V; $f = 100$ MHz			
	2N2222		250	–	MHz
	2N2222A		300	–	MHz
F	noise figure	$I_C = 200$ µA; $V_{CE} = 5$ V; $R_S = 2$ kΩ;			
	2N2222A	$f = 1$ kHz; $B = 200$ Hz	–	4	dB

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
Switching times (between 10% and 90% levels); see Fig.2					
t_{on}	turn-on time	I_{Con} = 150 mA; I_{Bon} = 15 mA; I_{Boff} = −15 mA	–	35	ns
t_d	delay time		–	10	ns
t_r	rise time		–	25	ns
t_{off}	turn-off time		–	250	ns
t_s	storage time		–	200	ns
t_f	fall time		–	60	ns

Note

1. Pulse test: $t_p \leq 300\ \mu s$; $\delta \leq 0.02$.

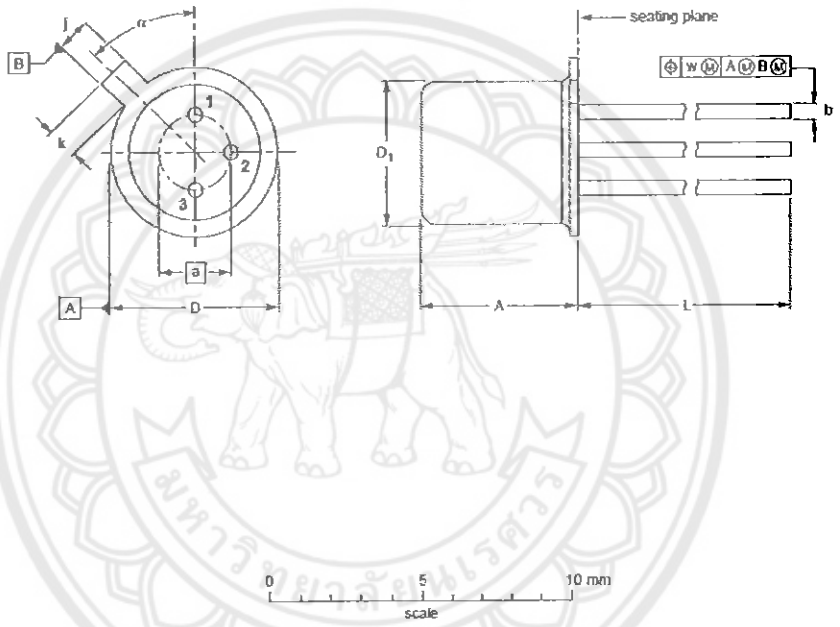


V_i = 9.5 V; T = 500 µs; t_p = 10 µs; $t_r = t_f \leq 3$ ns.
R1 = 68 Ω; R2 = 325 Ω; R_B = 325 Ω; R_C = 160 Ω.
V_{BB} = −3.5 V; V_{CC} = 29.5 V.
Oscilloscope input impedance Z_i = 50 Ω.

Fig.2 Test circuit for switching times.

PACKAGE OUTLINE

Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads **SOT18/13**



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

UNIT	A	a	b	D	D_1	j	k	L	w	α
mm	5.31 4.74	2.54	0.47 0.41	5.45 5.30	4.70 4.55	1.03 0.94	1.1 0.9	15.0 12.7	0.40	45°

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT18/13	B11/C7 type 3	TO-18				97-04-18

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2636, Fax. +45 31 57 0044

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615800, Fax. +358 9 61580920

France: 4 Rue du Port-aux-Vins, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 60, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 339/239, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Shivsagar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
Worli, MUMBAI 400 018, Tel. +91 22 4938 541, Fax. +91 22 4938 722

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lutiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rocio 220, 5th floor, Suite 51,
04552-903 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1849

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 6312, Fax. +34 3 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2686, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2865, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax.+381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications, Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1997 SCA54

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands 117047/00/02/pp8 Date of release: 1997 May 29 Document order number: 9397 750 02181

Let's make things better.

Philips Semiconductors

PHILIPS

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายเรวัตร วัดภู่

ภูมิลำเนา 85/7 หมู่4 ต.ไกรกลาง อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกงไกรลาศวิทยา จ.สุโขทัย

— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **watwa_electrical50@hotmail.com**

ชื่อ นายพงษ์เทพ อินชัย

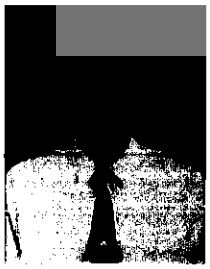
ภูมิลำเนา 319 หมู่ 1 ต.ผาทอง อ.ท่าวังผา จ.น่าน

ประวัติการศึกษา

— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จ.น่าน

— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **Pongthap_kim@hotmail.com**



ชื่อ นายไพบูลย์ วินาพา

ภูมิลำเนา 7 หมู่ 8 ต.ลี้ อ.ลี้ จ.ลำพูน

ประวัติการศึกษา

— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา จ.ลำพูน

— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **Bom_6850@hotmail.com**