สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2533

EMERGENCY LIGHT SYSTEM

จัดทำโดย

นายพงศกร ศรีประทุมวงศ์

นายสาโรจน์ ไชยสมุทร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ภากร หุตะสังกาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028746

12 มี.ค. 2534

ปริญญานิพนธ์

ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ชื่อโครงงาน EMERGENCY LIGHT SYSTEM

ผู้จัดทำ

นายพงศกร ศรีประทุมวงศ์ 32.6213

นายสาโรจน์ ไชยสมุทร 32.6228

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ภากร หุตะสังกาส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028746

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 การศึกษาและออกแบบการทำงานของระบบไฟฉุกเฉิน	2
บทที่ 2 รีเลย์	19
การป้องกันหน้าคอนแทค	20
วงจรขับชนิดลิเนียร์ - แอมปลิฟลายเออร์	22
วงจรขับชนิดรีเจนเนอเรตีฟ - แอมปลิฟลายเออร์	25
วงจรหน่วงเวลา	27
วงจรแบบดิฟเฟอเรนเชียน	30
วงจรขับชนิดไฟสลับ	32
วงจรขับชนิดออปแอมป์	34
บทที่ 3 แบตเตอรี่	35
ส่วนประกอบของแบตเตอรี่	35
การทำปฏิกิริยาเคมีของแบตเตอรี่	37
แบตเตอรี่แห้ง	39
การบำรุงรักษาแบตเตอรี่	40
เครื่องชาร์จแบตเตอรี่	41
สาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมก่อนอายุใช้งาน	44
ข้อขัดข้องของแบตเตอรี่	45
บทที่ 4 วงจรบริดจ์แรคติฟลายเออร์	47
บทที่ 5 อุปกรณ์ต่างๆ	52
เซเนอร์ไดโอด	52
ตัวเก็บประจุ	56
สวิทช์และรีเลย์	62
ฟิวส์	63
บทสรุป	64
กิตติกรรมประกาศ	65
หนังสืออ้างอิง	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นการศึกษาการทำงานของระบบไฟฉุกเฉิน โดยใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อ ระบบไฟฉุกเฉินที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น สามารถแสดงการทำงานเป็นที่น่าพอใจ

ในบทความฉบับนี้ได้เสนอเทคนิคและกระบวนการสร้าง รวมทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบไฟฉุกเฉินไว้อย่างครบครัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT

THIS PAPER PRESENT THE RESULTS OF STUDYING THE OPERATION BEHAVIOUR OF EMERGENCY LIGHT SYSTEM, BY USED THE RELAY IN CONTRACTOR. ACCORDING TO THE DESIGN EMERGENCY LIGHT SYSTEM, IT CAN SHOW A VERY GOOD WORKING.

IT THIS PAPER, A SIMPLE PREPARATION PROCESS IS PROPOSED AND THE EXPERIMENTAL RESULTS IN COMPLETION OF EMERGENCY LIGHT SYSTEM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ระบบไฟฟ้าแสงสว่างก็เป็นตัวอย่างหนึ่งเหมือนกัน จะเห็นว่าในยามค่ำคืนนั้น เราต้องใช้แสงสว่างเพื่อการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา ถ้าคืนหนึ่งเกิดไฟฟ้าดับขึ้นมา ทุกอย่างรอบ ๆ ตัวเราก็จะมีแต่ความมืด เราไม่สามารถจะมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้เลย การทำงานทุกอย่างจะต้องหยุด อาจมีพวกนักฉวยโอกาส ขโมย นักย่องเบา โจรผู้ร้าย หรืออุบัติเหตุจากความมืดก็ได้

ทางผู้จัดทำคำนึงถึงเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้เหล่านี้เป็นสำคัญ จึงได้ร่วมมือกันจัดทำระบบไฟฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT SYSTEM) ขึ้นมาเพื่อใช้ในขณะที่ไฟฟ้าดับ

โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1. ระบบไฟฉุกเฉินจะทำงานทันทีเมื่อไฟฟ้าดับ
2. มีการชาร์จและดิสชาร์จของแบตเตอรี่ พร้อมตัวแสดงผล
3. สามารถตรวจสอบการทำงานของระบบได้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาระบบการทำงาน
2. ออกแบบวงจรการทำงาน
3. จัดซื้ออุปกรณ์
4. ประกอบวงจรบนแผ่น PROTO BOARD
5. ตรวจสอบพร้อมปรับแต่งวงจรการทำงาน
6. ทดลองใช้งาน
7. สรุปผลการทดลอง
8. ออกแบบนำอุปกรณ์ของวงจรลงแผ่นปรินส์
9. ประกอบวงจรพร้อมบัดกรี
10. ตรวจสอบการทำงาน
11. นำอุปกรณ์ทั้งหมดจัดลงในกล่อง
12. ประกอบวงจรทั้งระบบ
13. ตรวจสอบพร้อมทดลองใช้งาน
14. สรุปผลงาน

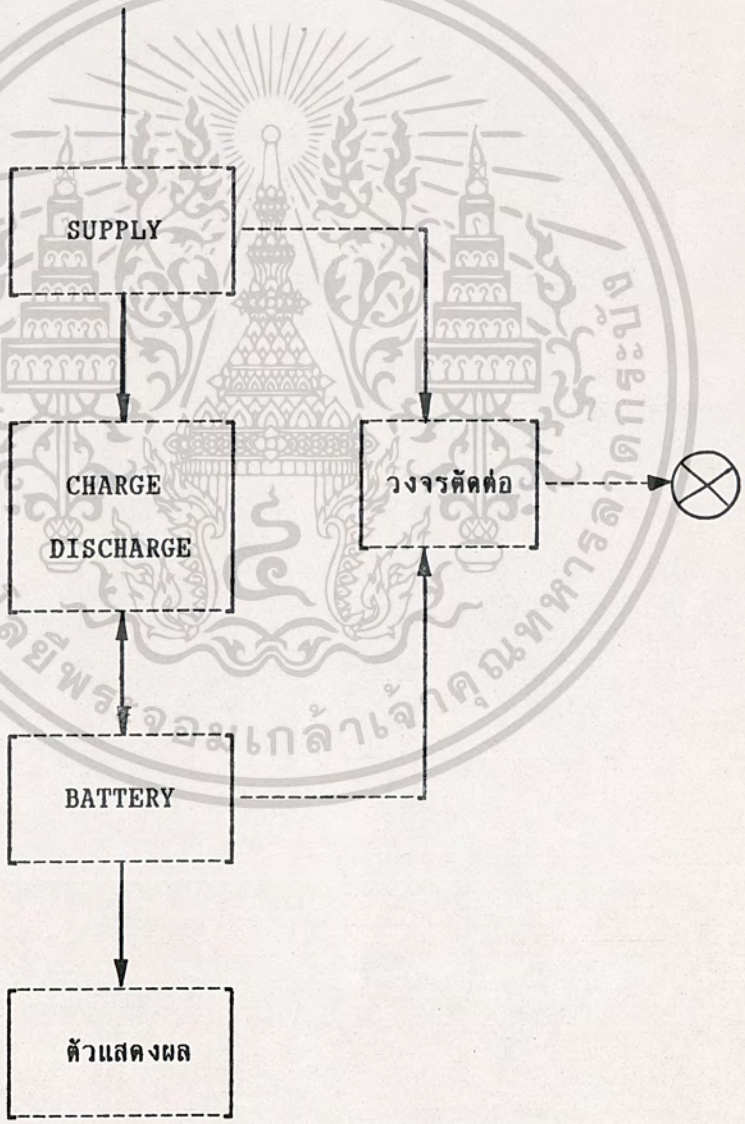
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ศึกษาการทำงานของวงจรของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

วงจรจะถูกแบ่งเป็น 5 ส่วนใหญ่คือ

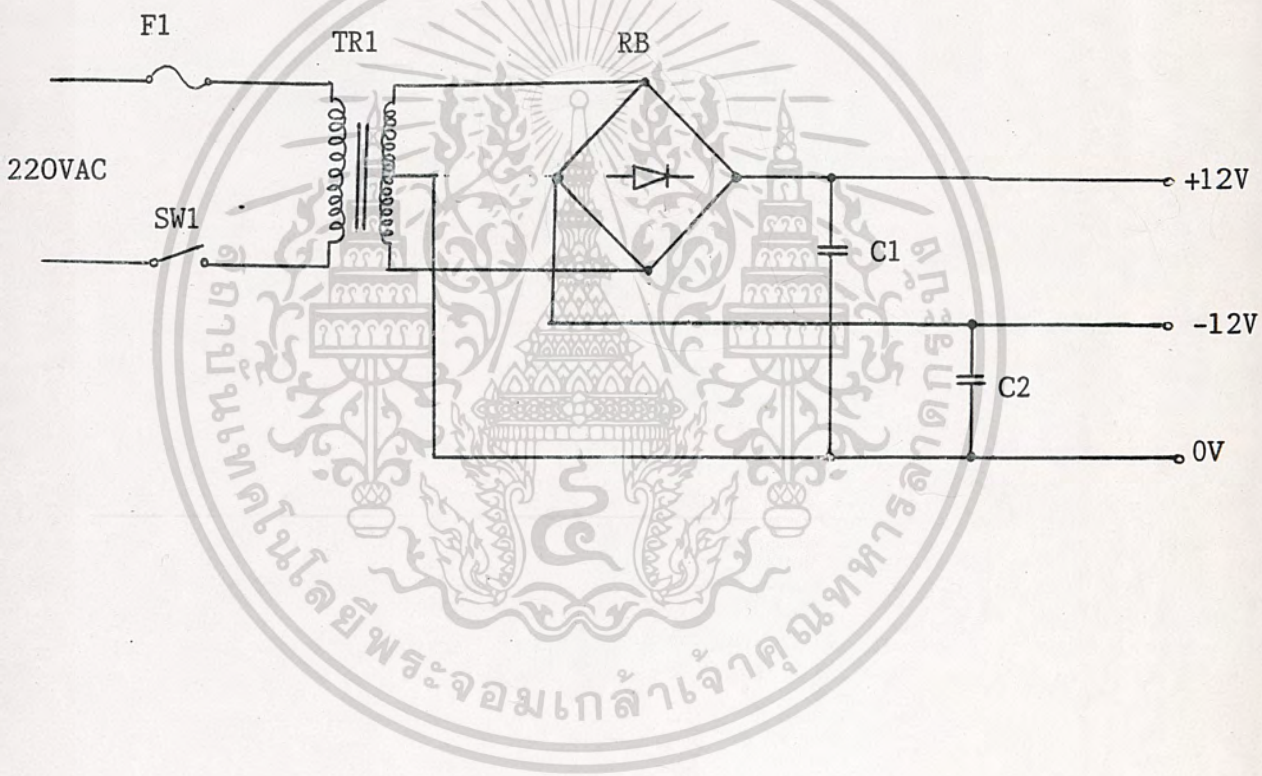
1. ภาคจ่ายไฟ
2. ภาค CHARGE และ DISCHARGE ของแบตเตอรี่
3. วงจรตัดต่อเมื่อไฟดับ
4. แบตเตอรี่
5. ตัวแสดงผลแบตเตอรี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานทั่วไปของระบบภาคจ่ายไฟเพื่อทำการประจุให้กับแบตเตอรี่ โดยผ่านวงจร CHARGE และ DISCHARGE เมื่อไฟดับ ตัวตัดต่อจะนำไฟจากแบตเตอรี่จ่ายให้หลอดไฟฉุกเฉินสว่าง ส่วนตัวแสดงผล จะบอกสภาพประจุของแบตเตอรี่

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ออกแบบวงจรการทำงาน



<u>ส่วนที่ 1</u> แหล่งจ่ายไฟ 12VDC เพื่อจ่ายให้กับวงจร

ประกอบด้วย 1. หม้อแปลง 220/12V 1A

2. บริดจ์เรคติไฟเออร์ 100V 1A

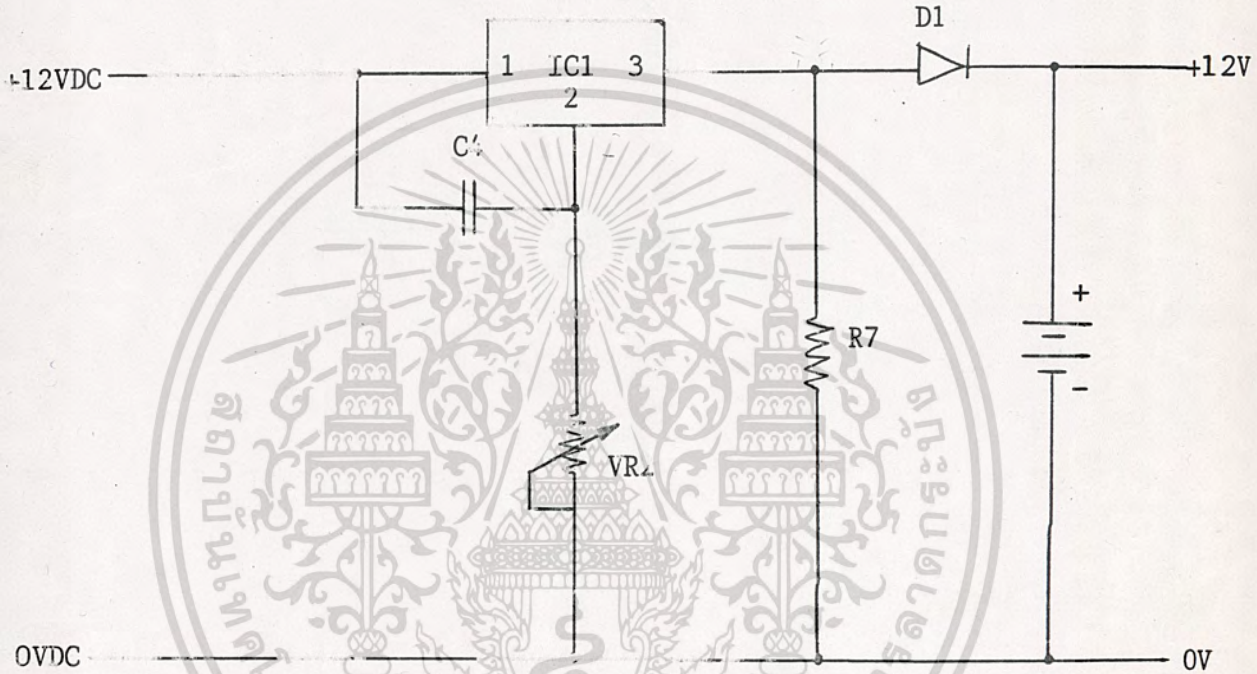
3. คาปาซิเตอร์

4. FUSE ป้องกันหม้อแปลง

5. สวิทช์เพาเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

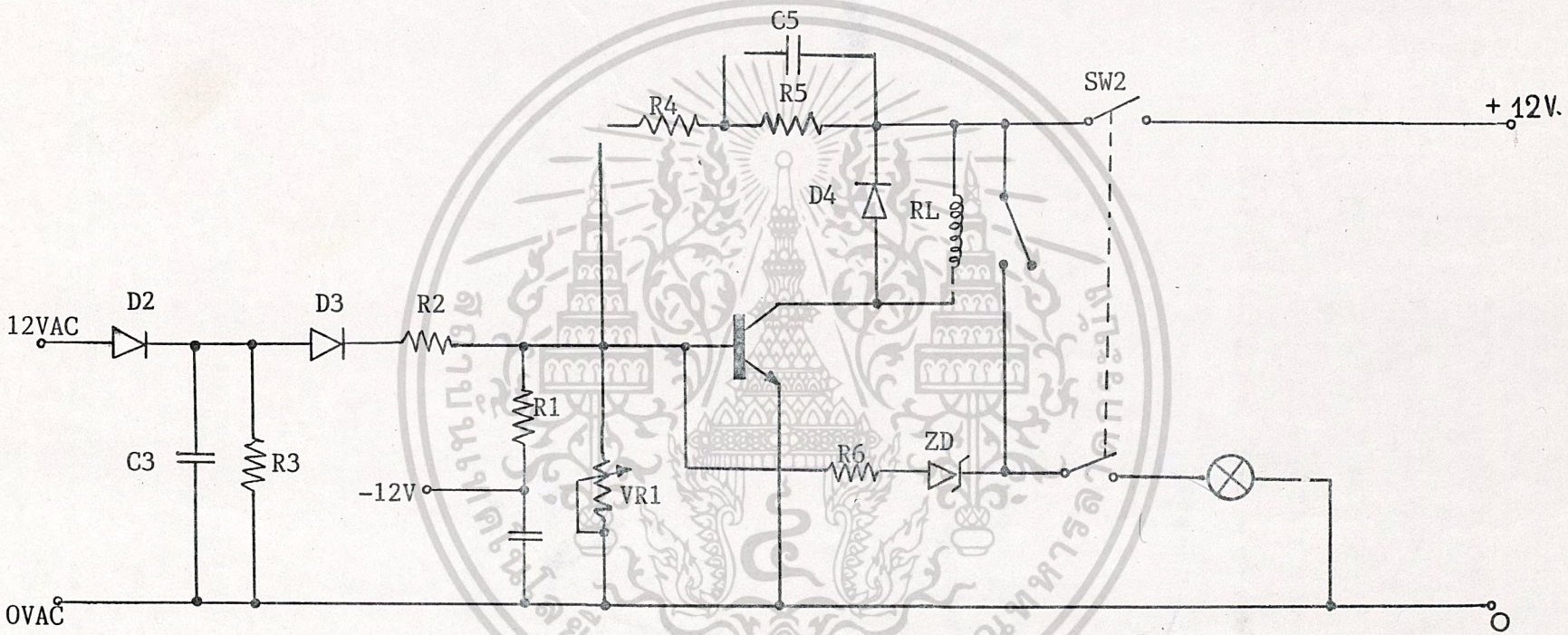
ส่ 1 2 ว่า CHARGE ประจุให้กับแบตเตอรี่



การทำงานของวงจร

ไฟ DC12V ที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟจะถูกปรับให้คงที่โดย IC REGULATOR(12V,1A) เพื่อ CHARGE ประจุให้กับ BATTERY โดยมี DIODE D1 เป็นตัวนำกระแส เมื่อแบตเตอรี่ถูก CHARGE จนเต็มแล้ว ศักย์ไฟที่ขั้วบวกของแบตเตอรี่จะสูงเท่ากับไฟที่ออกมาจากขา 3(OUT PUT) ของ IC REG.DIODE ก็จะหยุดนำกระแส ความต้านทาน R7 จะเป็นตัวช่วยดึงกระแส VR2 จะช่วยปรับแรงดันทางด้าน OUT PUT ให้พอเหมาะ ส่วน C4 นั้น จะช่วยทำให้ IC มีเสถียรภาพขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


C5
R5
R4
SW2
+ 12V.
D4
RL
D2
D3
R2
12VAC
R1
C3
R3
-12V
VR1
R6
ZD
OVAC

ส่วนที่ 3 วงจรตัดต่อเมื่อไฟดับ

สภาพปกติ SW2 ขณะที่มีไฟฟ้า รีเลย์จะยังไม่ทำงาน หลอดไฟยังดับอยู่ หลอดไฟจะติดได้ก็ต่อเมื่อมีไฟบวกประมาณ 0.6 มาจ่ายให้กับขาเบสของ Q1 ให้ QI นำกระแส รีเลย์ก็ทำงาน เมื่อครบวงจร หน้า CONTACT ก็จะต่อให้ไฟติด ไฟจากหน้า CONTACT ส่วนหนึ่งจะถูกป้อนกลับไปจ่ายให้ขาเบสของ Q1 เพื่อให้ Q1 ทำงานตลอดเมื่อไฟดับ

จากการออกแบบวงจรส่วนนี้ จะเห็นว่าขณะมีไฟฟ้านั้น ขาเบสของ Q1 จะได้รับไฟลบที่ได้มาจากแหล่งจ่ายไฟ ทำให้ Q1 ไม่ทำงาน ไฟอีกส่วนหนึ่งจะได้มาจากไฟ AC 12V ถูกแปลงเป็นไฟ DC โดย D2 และถูก CHARGE ประจุไว้ใน C3 จนเต็ม ขณะเมื่อไฟดับนั้น ที่ขาเบสของ Q1 จะเป็น 0 ทำให้ประจุที่ถูก CHARGE ไว้ใน C3 DISCHARGE ออกมาช้า ๆ โดยมี R3 เป็นตัวหน่วงประจุที่ DISCHARGE ออกมา จะจ่ายให้กับขาเบสของ Q1 ทำให้ Q1 นำกระแส รีเลย์จะทำงาน หลอดไฟก็จะติด ไฟที่ป้อนกลับผ่าน ZENER DIODE นั้น จะทำให้มีไฟจ่ายให้กับขาเบสตลอด ในขณะเดียวกัน ZENER DIODE ก็จะเป็นตัวตรวจสอบไฟจากแบตเตอรี่ด้วย ส่วน D4 จะเป็นตัวป้องกัน COIL ของรีเลย์ วงจรอีกส่วนหนึ่งก็คือ ตัวเก็บประจุ R4 R5 และ C5

วงจรส่วนนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อขณะไฟฟ้าดับนั้น ไฟจากแบตเตอรี่จะถูกนำมาใช้ให้หลอดไฟติด โดยมี SW2 เป็นตัวควบคุม ในบางครั้งเราต้องมีการ ON-OFF สวิทช์ SW2 ถ้าไม่มีวงจรส่วนนี้ ขณะที่เรา OFF สวิทช์ SW2 แล้ว ON ใหม่ หลอดไฟก็จะไม่ติดเนื่องจากไม่มีไฟจากส่วนอื่นไปจ่ายให้กับขาเบสของ Q1 ให้ทำงาน วงจรส่วนนี้จึงเป็นประโยชน์ในการจ่ายไฟให้กับขาเบสของ Q1 ขณะ ON-OFF สวิทช์ SW2

ส่วนที่ 4 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่นำมาใช้ในวงจรนี้เป็นชนิด DRY CELL ขนาด 12V 6.5AH สาเหตุที่ต้องเลือกชนิด DRY CELL นั้น เพื่อสะดวกในการดูแลรักษา ไม่ต้องมีการดูระดับน้ำกลั่นซึ่งเป็นการลำบาก เนื่องจากระบบไฟฉุกเฉิน เมื่อนำไปใช้งานนั้นต้องติดตั้งในที่สูง

ส่วนที่ 5 ส่วนแสดงผล

วงจรนี้จะเป็นตัวบอกสภาพแบตเตอรี่ว่ายังมีประจุเต็มหรือเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

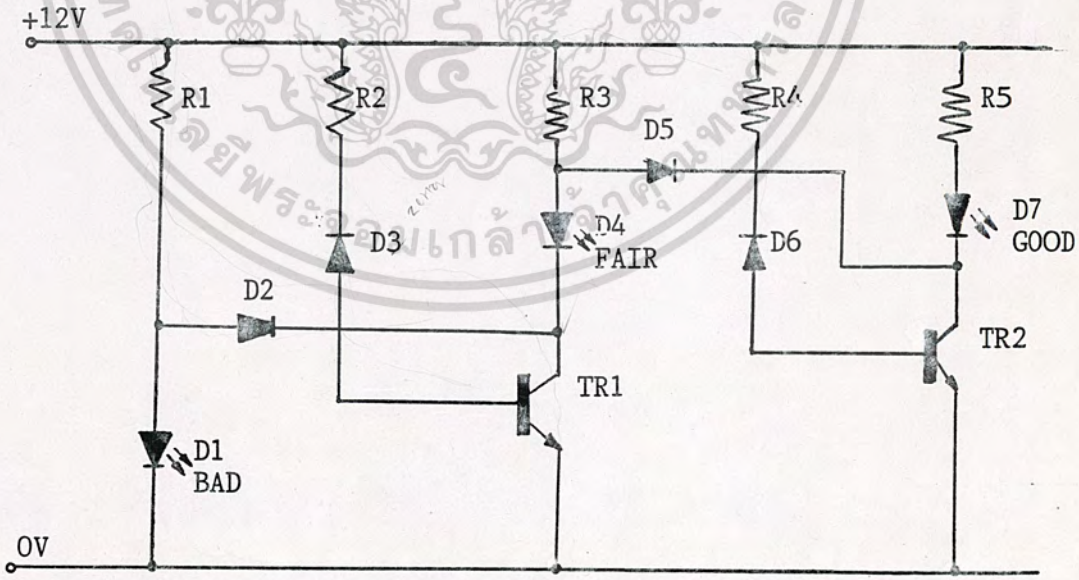
วงจรบอกสภาพแบตเตอรี่

การบอกสภาพ ใช้ DIODE เปล่งแสงเป็นตัวบอก กล่าวคือ ถ้าแรงดันตกลงต่ำกว่า 11.6V สีแดง (หรือ POOR ในวงจร) จะติด แสดงว่า อาจเกิดการขัดข้องในวงจรประจุไฟ สีเหลือง (หรือ FAIR ในวงจร) นั้นติดที่แรงดันกระแสแบตเตอรี่สูงกว่า 11.6V แต่กำลังเกิดการขัดข้องขึ้น และควรได้รับการแก้ไข ถ้าเป็นสีเขียว (หรือ GOOD ในวงจร) มันจะติดที่แรงดันสูงกว่า 12.6V เป็นการแสดงว่าแรงดันแบตเตอรี่ปกติ

วงจร

ตามวงจรในรูปที่ระดับแรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่า 11.6V ความสว่างของ DIODE เปล่งแสง D1 ปรับแต่งได้ด้วยตัวต้านทาน R1 เมื่อแรงดันเข้าใกล้ 11.6V แล้ว D4 จะเริ่มติด เมื่อ TRANSISTOR TR1 ทำงาน เป็นการดึงกระแสจาก D1 ทำให้มันดับ

ในทำนองเดียวกัน เมื่อแรงดันแบตเตอรี่สูงกว่า 12.6V D7 จะติดเป็นผลให้ D4 ดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 การจัดซื้ออุปกรณ์

อุปกรณ์ต่าง ๆ ของวงจรนั้น ส่วนใหญ่มีขายตามท้องตลาด หาง่าย ราคาถูก ค่าต่างของอุปกรณ์นั้น ได้มาจากการคำนวณโดยคร่าว ๆ โดยใช้กฎของโอห์ม ดังรายการต่อไปนี้

รายการอุปกรณ์

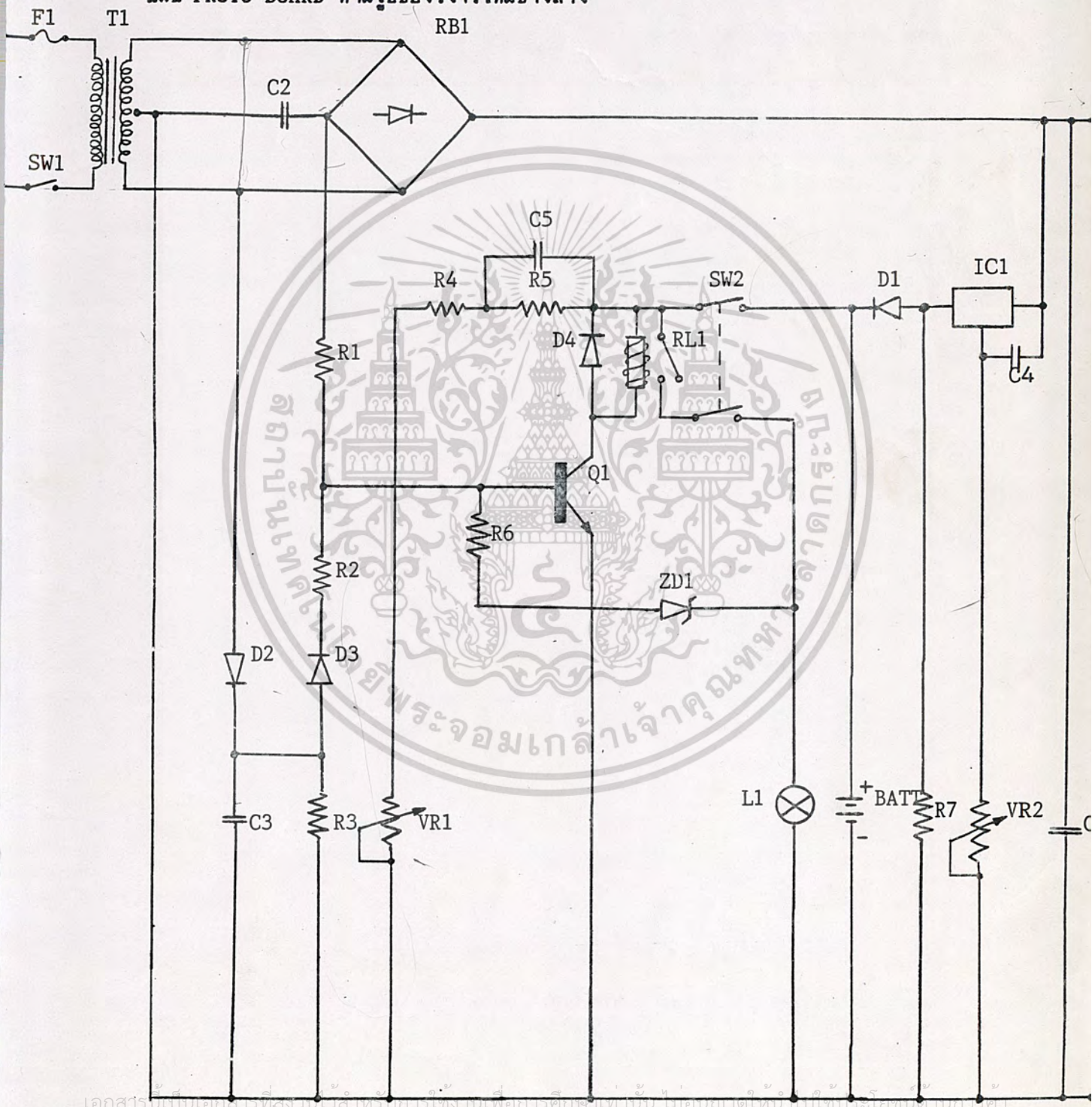
1. TR1 - TRANSFORMER 12V 1A
2. IC1 - RECULATOR NO.7812 (12V,1A)
3. D1-D4 - DIODE NO.1N4002 (100V,1A)
4. RB1 - BRIDGE RECTRIFIER NO.RB1510
5. VR1 - VARIABLE RESISTANCE 10K.
6. VR2 - VARIABLE RESISTANCE 1K.
7. R1,R4 - 1.4K 1/2W 5%
8. R2,R6,R8- 2.2K 1/2W 5%
9. R3 - 10K 1/2W 5%
10. R5 - 100K 1/2W 5%
11. R7 - 22K 1/2W 5% R8-270 โอห์ม
12. C1 - 470 ไมโครฟารัด 25V
13. C2 - 0.1 ไมโครฟารัด 50V
14. C3 - 47 ไมโครฟารัด 50V
15. C4 - 220 ไมโครฟารัด 50V
16. C5 - 10 ไมโครฟารัด 35V
17. Q1 - TRANSISTOR #BC547B
18. RC1 - RELAY 12VDC 150 โอห์ม
19. SW1,2 - SWITCH
20. L1 - LAMP DC 12V 2.5W
21. B1 - BATTERY (DRY CELL 12V 6.5AH)
22. ZD1 - ZENER DIODE 10V
23. ZD2 - ZENER DIODE 12V
24. LD1 - ไดโอดเปล่งแสง สีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. LD2 - ไดโอดเปล่งแสง สีเขียว

ขั้นตอนที่ 4 ประกอบวงจรลงแผ่น PROTO BOARD

เมื่อจัดซื้ออุปกรณ์จนครบแล้ว นำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบเป็นวงจรลงบนแผ่น PROTO BOARD ตามรูปของวงจรเต็มข้างล่าง



วงจรเต็มระบบไฟฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
028746

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบและปรับแต่งวงจร

การทำงานของวงจร

เมื่อมีไฟฟ้าตามปกติ ไฟ 220VAC จะถูกแปลงลงเหลือ 12-0-12 VAC โดย TRANSFORMER จะผ่าน BRIDGE RECTIFIER (ตามรูปวงจร) ที่ขั้วบวก REC. จะให้ VDC ประมาณ +18VDC ไฟ 18VDC นี้ จะถูกจ่ายให้กับ IC REGULATOR NO.7812 เพื่อปรับปรุงแรงดันให้คงที่ (12V 1A) และขา 3 จะ CHARGE BATTERY โดยผ่าน DIODE D1 (1N4002) เพื่อกรองกระแส เมื่อ BATTERY ถูก CHARGE เต็มแล้ว ศักย์ทางด้าน BATTERY จะสูงกว่าทางด้าน IC REG. DIODE ก็จะหยุดนำกระแส โดยมี R8 จะเป็นตัวช่วยดึงกระแส โดยต่อคร่อมระหว่างขา 3 ของ IC กับ GROUND ส่วนที่ขา 2 ของ IC นั้นจะต่อกับ VR2 ลงกราวด์ VR2 นี้จะเป็นตัวปรับการจ่าย VOLT ออกมาที่ขา 3 การปรับต้องระวังอย่าให้ VOLT DROP ที่ IC มาก เพราะจะทำให้ IC ร้อนจัด จะทำให้ IC เสียหายได้ (VOLT DROP IC ประมาณ 6V.) เพื่อให้ IC มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น C4 จะต่อคร่อมระหว่างขา 1 กับขา 2 ของ IC

ภาคตัดต่อเมื่อไฟดับ

จากรูปวงจรจะเห็นว่าขณะที่ไฟที่ขั้วหม้อแปลงด้านแรงต่ำ 12V จะถูก DIODE D2 จะเป็นตัวเรียงกระแสให้เป็นไฟ DC C3 จะ CHARGE ประจุเอาไว้ที่ขั้วลบของ RB1 จะจ่ายไฟลบออกมาประมาณ -23VDC จะถูก DROP โดย R1 เหลือประมาณ -5VDC เพื่อจ่ายให้กับขาเบสของ Q1 เพื่อไม่ให้ Q1 ทำงานขณะมีไฟ (Q1 ชนิด WPN ต้องการไฟบวก 0.6V. จ่ายให้กับขาเบสเพื่อให้ Q1 ทำงาน)

เมื่อไฟดับ VOLT ที่จ่ายให้กับขาเบสจะเป็น 0 C3 ก็จะถูกคายประจุออกมา โดยมี R3 เป็นตัวหน่วงเวลาคายประจุ ผ่าน D3 เพื่อเรียงกระแสไฟบวก ผ่าน R2ไปจ่ายให้กับขาเบสของ Q1 Q1 ก็จะนำกระแส ทำให้ RELAY ทำงาน (การทำงานของวงจรต้อง ON S1 ไว้ตลอด) หน้า CONTACT ของ RELAY จะต่อวงจรให้ไฟจาก BATTERY จ่ายให้กับ LAMP ทำให้เรามีแสงสว่างใช้ขณะไฟดับ ไฟจาก BATTERY ที่ผ่านหน้า CONTACT ของ RELAY ส่วนหนึ่งถูกป้อนผ่าน ZD1 และ R6 เพื่อจ่ายไฟ +0.6 ให้กับขาเบสของ Q1 เพื่อให้ Q1 ทำงานตลอดขณะไฟดับ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะเดียวกัน C5 ก็จะถูกชาร์จประจุไว้จนเต็มเหมือนกัน(ขณะ ON S1ไว้) เมื่อไฟฟ้าดับ L1 จะติด เมื่อเรา OFF S1 ไฟก็จะดับ เนื่องจาก Q1 ไม่ทำงาน เมื่อเรา ON S1 อีกครั้ง ประจุที่ถูกชาร์จเก็บไว้ใน C5 จะถูกชาร์จออกมาให้กับขาเบส Q1 ให้ทำงานอีกครั้งหนึ่ง (ศักย์ทางด้านขาเบสของ Q1 ต่ำกว่าทางด้านไฟจาก BATTERY ทางด้านขา+ของ C5) กรณีของ C5 นี้ อาจขึ้นในบางครั้งที่เรานำระบบไฟฉุกเฉินไปใช้แทนไฟฉายในที่มืด ซึ่งต้องมีการปิดเปิด ถ้าขาดวงจรจุดนี้ไป เราไม่สามารถใช้ไฟฉุกเฉินไปใช้ในกรณีนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ขณะนี้ระบบไฟฉุกเฉินอยู่ในระหว่างการทดลองใช้งาน จากการออกแบบการประกอบวงจรใช้งานทั้งระบบ ตลอดจนการปรับแต่งวงจรนั้น ผลออกมาเป็นที่น่าพึงพอใจมาก เพราะระบบไฟฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ เมื่อไฟฟ้าดับ ระบบไฟฉุกเฉินจะทำงานทันที โดยใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเอง ขณะ CHARGE ประจุให้ BATTERY ก็กินกระแสไฟน้อย

ปัญหาและอุปสรรค

ทางกลุ่มยังไม่พบปัญหาและอุปสรรคใด ๆ

ขั้นตอนต่อไป

ออกแบบนำอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

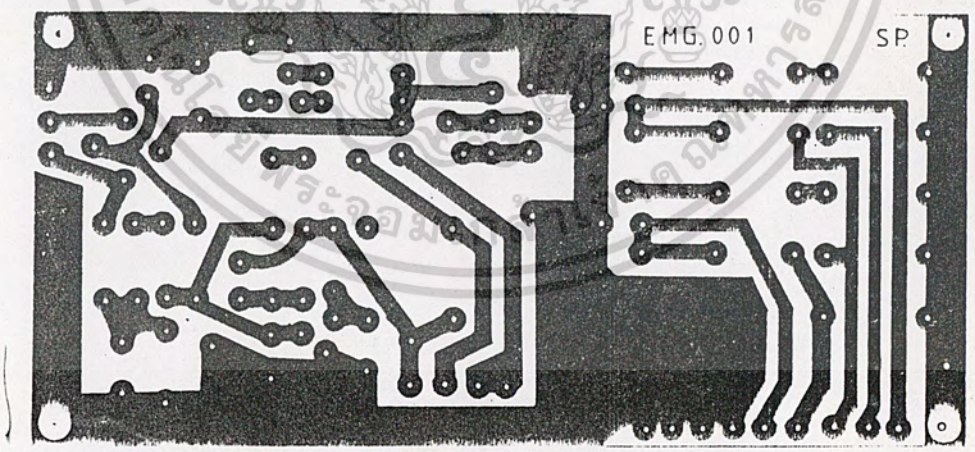
ขั้นตอนที่ 8 การออกแบบการนำอุปกรณ์ลงแผ่นลายวงจร

ทางกลุ่มได้ทำการศึกษาและออกแบบลายวงจรโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการจัดวางอุปกรณ์ หรือการนำไปติดตั้งในกล่อง ดังรูป

ขั้นตอนที่ 9 การประกอบวงจรและบัดกรี

เมื่อได้แผ่นลายวงจรแล้ว นำอุปกรณ์ที่จะมาประกอบไปทำการทดสอบว่าชำรุดหรือไม่ จากนั้นนำอุปกรณ์ที่ทดสอบแล้วประกอบลงแผ่นลายวงจร พร้อมบัดกรีตะกั่ว

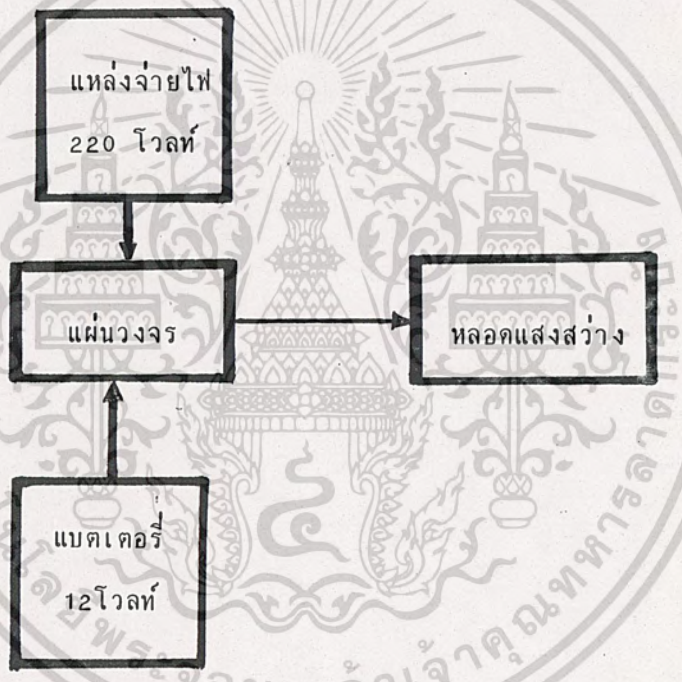
รูปแสดง แผ่นลายวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 10 การตรวจสอบการทำงาน

เมื่อประกอบวงจรบัดกรีเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำแผ่นวงจรสำเร็จประกอบเข้าเป็นระบบที่ทำจำลองไว้ จากนั้นทดสอบระบบพร้อมทั้งปรับแต่งวงจร ปรากฏว่าวงจรไม่ทำงาน จึงได้ทำการตรวจเช็ควงจรดูจึงพบว่ามีอุปกรณ์บางตัวชำรุดเนื่องจากความร้อนจากการบัดกรี จึงเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ และทำการทดสอบวงจรอีกครั้ง ระบบทำงานถูกต้อง



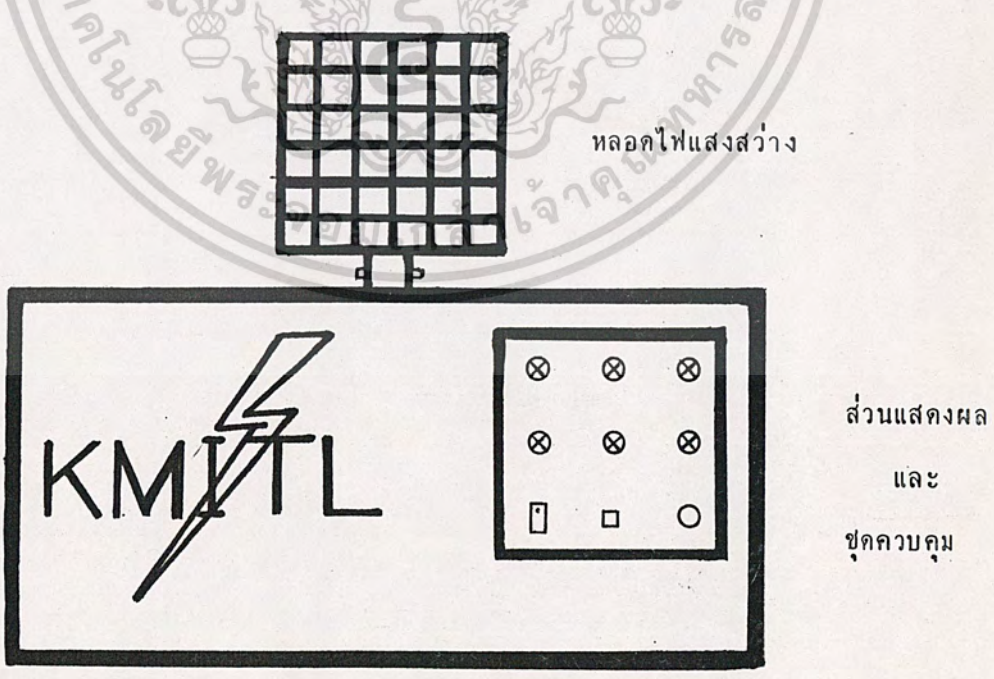
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 11 นำอุปกรณ์ติดตั้งลงกล่อง

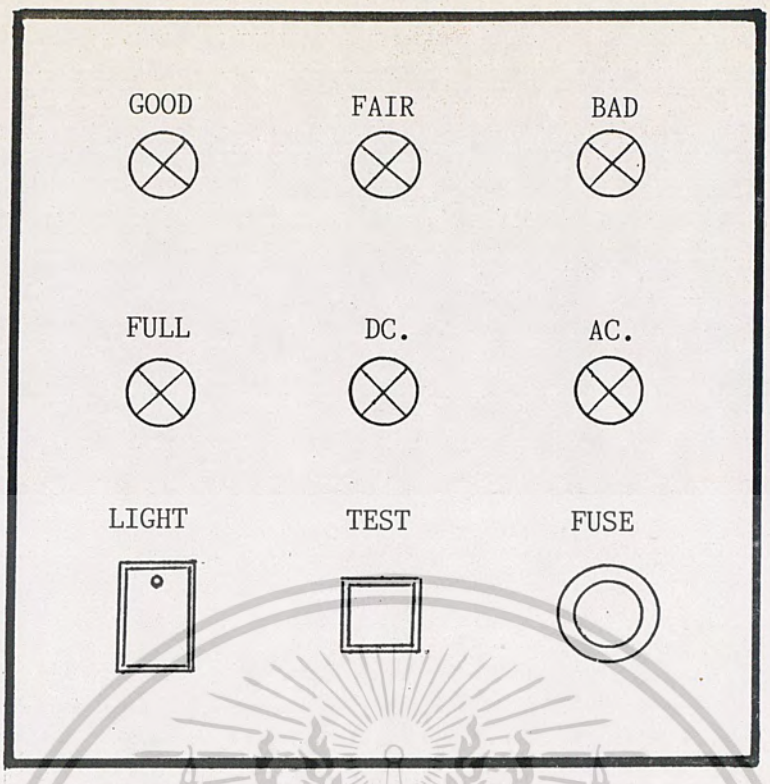
ขั้นตอนนี้ต้องจัดเตรียมกล่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ กล่องนี้เป็นกล่องเหล็กขนาด 10 25 15 กล่องนี้ต้องสั่งทำเนื่องจากห้องตลาดไม่มีจำหน่ายทำให้ต้องเสียเวลาคอยหลายสัปดาห์ และสาเหตุที่ไม่ใช้กล่องพลาสติกที่มีจำหน่ายตามห้องตลาดนั้นเนื่องจากแบตเตอรี่มีน้ำหนักมากและมีความร้อนพอประมาณถ้าใช้กล่องพลาสติกอาจเกิดการบิดตัวเสียรูปทรงได้ และไม่แข็งแรงเหมือนกล่องเหล็ก

เมื่อได้กล่องเหล็กตามขนาดที่ต้องการแล้วก้นำมาเจาะรูสำหรับยึดอุปกรณ์ เช่น แผ่นวงจร หลอดไฟแสดงผล หลอดไฟแสงสว่าง สวิทช์ควบคุม เป็นต้น ตามที่ได้ออกแบบไว้ (ดังรูป)

รูปแสดง ลักษณะภายนอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



"GOOD" แสดงสภาพประจุของแบตเตอรี่มีประจุเต็มที่

"FAIR" แสดงสภาพประจุของแบตเตอรี่มีประจุปานกลาง

"BAD" แสดงสภาพประจุของแบตเตอรี่ประจุใกล้หมดแล้ว

"FULL" แสดงว่าแบตเตอรี่ถูกประจุเต็มแล้ว

"DC." แสดงไฟดีซี 12 โวลท์ที่จ่ายให้กับวงจร

"AC." แสดงไฟเอซี 220 โวลท์ที่จ่ายให้กับระบบ

"LIGHT" สวิทช์ปิด-เปิด สำหรับหลอดแสงสว่าง

"TEST" สวิทช์กดทดสอบการทำงานของระบบ

"FUSE" ตัวป้องกันระบบเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 12 ประกอบวงจรทั้งระบบ

เมื่อจัดเตรียมกล่องเรียบร้อยแล้วก็นำชิ้นส่วนต่างๆของระบบไฟฉุกเฉินประกอบ ติดตั้งและยึดลงในกล่องที่ได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทั้งบัดกรีต่อสายส่วนต่างๆเข้าเป็นระบบเดียวกัน จัดสายตรวจสอบความเรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 13 การตรวจสอบระบบพร้อมทดลองใช้งาน

นำระบบไฟฉุกเฉินที่ประกอบลงกล่องสำเร็จแล้วทดสอบการใช้งานโดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

13.1 จ่ายไฟ 220 โวลท์ ให้กับระบบโดย"ON"สวิทช์LIGHT ไว้ตลอดเวลาขณะใช้เครื่องทดลองกดสวิทช์ TEST ดู หลอดแสงสว่างจะติดแสดงว่าวงจรตัดต่อนำไฟจากแบตเตอรี่มาใช้ วงจรทำงานถูกต้องและตอบสนองรวดเร็ว

13.2 ทดลองดึงปลั๊กไฟออกวงจรทำงานถูกต้อง

13.3 ทดลองON – OFF สวิทช์ LIGHT ดู หลอดไฟสามารถติดและดับ ตามความต้องการที่ตั้งไว้

13.4 ทดลอง ON สวิทช์ LIGHT ให้หลอดไฟติดตลอดเวลา สังเกตดูจะพบว่าช่วงแรกที่หลอดไฟติดนั้นจะสว่างมาก และหลอดไฟสีเขียว (GOOD) จะติดเมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้งานไปเรื่อย หลอดไฟจะค่อย ๆ หรี่ลง ไฟเหลืองจะติด (FAIR) และเมื่อถูกใช้ต่อ ๆ ไป หลอดไฟจะดับ ไฟสีแดง (BAD) จะติดแสดงว่าแบตเตอรี่ DISCHARGE ประจุหมดแล้ว

13.5 ทำการ CHARGE ประจุให้กับแบเตอรี่ใหม่ สังเกตดูจะพบว่าแบตเตอรี่ถูก CHARGE จนเต็มด้วยเวลาอันสั้น

สรุปผลการทดลอง

==========

ระบบไฟฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธภาพสูง และตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ คือ จะทำงานทันทีเมื่อไฟดับ มีวงจร CHARGE และ DISCHARGE แบตเตอรี่พร้อมส่วนแสดงผล และสามารถตรวจสอบระบบการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ในวงจรที่มีการควบคุมเข้ามาเกี่ยวข้อง มีอิเลคโตร-แมกเนติกรีเลย์ หรือก็คือรีเลย์ทางกลและไฟฟ้า จะติดอันดับเป็นที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ก็คงเป็นเพราะมีหลักการใช้งานอย่างง่าย ๆ และราคาถูกของมันนั่นเอง แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ว่า นักทดลองและนักออกแบบบางท่านยังไม่เข้าใจวิธีการอินเตอร์เฟสรีเลย์ด้วยวงจรทางอิเลคทรอนิคส์ได้อย่างถ่องแท้ ผลก็คือการทำงานของวงจรมักผิดปกติและเกิดข้อผิดพลาดได้ ไม่ว่าจะเป็นรีเลย์เองหรือส่วนประกอบตัวอื่น ๆ และไม่เพียงเท่านี้ บางครั้งยังมองข้ามการใช้รีเลย์ร่วมกับวงจรขับที่เหมาะสมที่แตกต่างกันไป

รีเลย์คืออะไร

ก่อนที่จะได้รู้ถึงการใช้วงจรขับชนิดต่าง ๆ ลองมาทบทวนความหมายของคำว่า "รีเลย์"ก่อน คำจำกัดความของอิเลคโตร-แมกเนติกรีเลย์ อย่างสั้น ๆ ง่าย ๆ ก็คือสวิทช์ทางกลแบบพื้นฐานที่ทำงานด้วยกำลังทางไฟฟ้าหน้าคอนแทคหรือหน้าสัมผัสของรีเลย์เข้าคู่อยู่กับอาร์เมเจอร์ของสารแม่เหล็ก ซึ่งถูกยึดให้วางอยู่ใกล้ ๆ ขดลวด เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด ก็จะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น และเกิดแรงดึงดูดให้อาร์เมเจอร์เข้าหาขดลวด เพื่อปิดหรือเปิดหน้าคอนแทค ซึ่งอาจมีหนึ่งหรือหลายชุดก็ได้ และเมื่อกระแสหยุดไหล ความเป็นแม่เหล็กก็จะหมดไปด้วย สปริงที่ยึดติดอยู่กับหน้าคอนแทค ก็จะดึงตัวกลับทำให้หน้าคอนแทคกลับไปอยู่ยังตำแหน่งเดิม

รีเลย์ที่ใช้กันอยู่นั้น มีทั้งชนิดกระแสตรงและกระแสสลับ สำหรับค่าของแรงดันที่เป็นตัวกำหนดการทำงานของรีเลย์มักจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 250 โวลท์ คือมีค่าเป็น 6,12,24, 48,117 และ 240 โวลท์ ที่สำคัญผู้ใช้ควรจะรักษาระดับของแรงดันให้มีค่าอยู่ภายในช่วง ± 20% ของค่าแรงดันขณะทำงาน ถ้าหากใช้ค่าแรงดันที่สูงมากจนเกินไป ขดลวดอาจจะไหม้ได้หรือถ้าหากใช้ค่าแรงดันที่มีค่าต่ำจนเกินไป ก็อาจจะทำให้การทำงานของรีเลย์ผิดปกติไป ดังนั้นในกรณีที่ผู้ใช้เกิดคิดอยากออกแบบวงจรขับเอง ก็ต้องระลึกอยู่เสมอว่าจะต้องให้ค่าของกำลังไฟฟ้าสำหรับการทำงานมีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 มิลลิวัตต์ ถึง 20 วัตต์ สำหรับค่ากระแสในขณะทำงานสามารถหาได้ด้วยการวัด หรือสังเกตจากค่ารวมความต้านทานของขดลวด

ก่อนอื่นมาทำความรู้จักกับความหมายของค่าพารามิเตอร์บางค่าของรีเลย์กันเสียก่อน

ค่าแรงดันหรือกระแสขณะทำงาน (OPERATING VOLTAGE OR CURRENT) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคสัมผัสกัน (หรือแตะกัน) ได้อย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพูล-อินของแรงดันหรือกระแส (PULL-IN VOLTAGE OR CURRENT) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคเกือบ ๆ จะสัมผัสกัน (แต่ยังไม่สัมผัส)

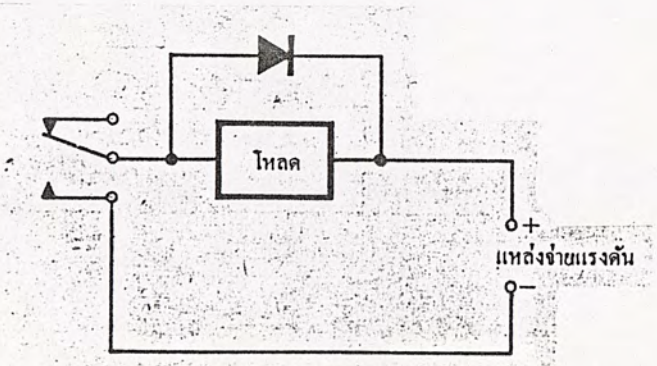
ค่าดรอป-เอาท์ของแรงดันหรือกระแส (DROP-OUT VOLTAGE OR CURRENT) เป็นค่าที่ทำให้หน้าคอนแทคใกล้ ๆ จะแยกออกจากกัน (แต่ก็ยังสัมผัสกันอยู่)

ค่าจำกัดของกระแส หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงาน เป็นสิ่งสำคัญ โดยปกติแล้วการปิด-เปิดหน้าคอนแทคจะขึ้นอยู่กับค่าของกระแสหรือจำนวนโวลท์-แอมป์สูงสุด (คือผลคูณของกระแสและแรงดันสูงสุด) ถ้าหากเรามีรีเลย์ที่จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าสูง ๆ แต่วงจรขับมีกำลังต่ำ เราก็สามารถพลิกแพลงโดยใช้รีเลย์ขนาดที่เหมาะสมกับวงจรขับนั้นเสียก่อน แล้วจึงอาศัยรีเลย์ตัวนี้ไปขับรีเลย์ที่ต้องการกระแสสูงอีกต่อหนึ่ง

การป้องกันหน้าคอนแทค

ในวงจรที่มีตัวเหนี่ยวนำต่อร่วมอยู่ด้วย เช่น ขดลวดหรือขดลวดรีเลย์ และต่อเข้ากับหน้าคอนแทคอย่างอนุกรม เมื่อหน้าคอนแทคแยกออกจากกันอย่างทันทีทันใดสนามแม่เหล็กในขดลวดจะลดลง ซึ่งทำให้เกิดแรงดันที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแส ($V = L\frac{di}{dt}$) แรงดันนี้จะตกคร่อมหน้าคอนแทคและมีค่าสูงพอที่จะทำลายหน้าคอนแทคของรีเลย์ได้

แรงดันที่เกิดขึ้นขณะที่หน้าคอนแทคแยกออกเราเรียกว่า แรงดันทรานเซี้ยนท์ ซึ่งเป็นค่าแรงดันในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในตอนเริ่มต้น เนื่องจากค่าแรงดันนี้อาจมีค่าสูงมากจนสามารถทำลายหน้าคอนแทคได้ จึงต้องอาศัยอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมาช่วยแก้ไขปัญหานี้

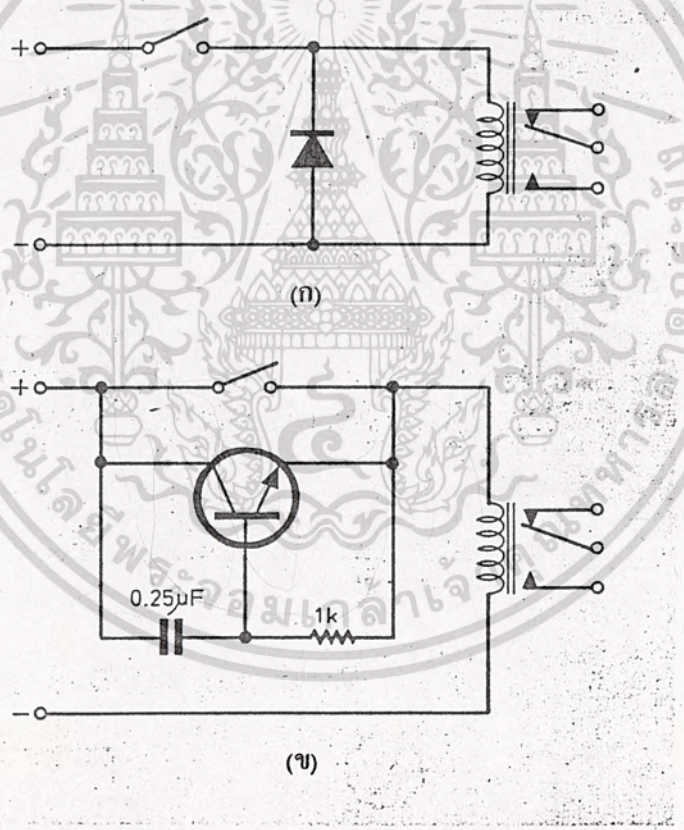


รูปที่ 1 การป้องกันหน้าคอนแทคของรีเลย์โดยใช้ไดโอดรับผลของแรงดันทรานเซี้ยนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มด้วยวงจรอย่างง่าย ๆ ในรูปที่ 1 เราใช้ไดโอดต่อคร่อมโหลดเอาไว้ เมื่อมีแรงดันทรานเซี้ยนท์ช่วงบวกมาปรากฏที่หน้าคอนแทค ไดโอดตัวนี้จะช่วยป้องกันแรงดันไม่ให้เกิดค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ และไดโอดที่ใช้ในวงจรต้องทนแรงดันย้อนกลับได้มากกว่าค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ อีกทั้งต้องทนกระแสได้อย่างน้อย 2 เท่า ของกระแสผ่านโหลดขณะใช้งาน

ถ้าหากจะไม่ใช้ไดโอด เราก็สามารถเลือกใช้วาริสเตอร์ (VARISTOR) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ตามแรงดันไฟฟ้า ค่าความต้านทานของตัววาริสเตอร์นี้ ที่อุณหภูมิปกติควรจะมีค่ามากกว่า 10 เท่า ขึ้นไปของค่าความต้านทานของขดลวด



รูปที่ 2 การป้องกันขดลวดของรีเลย์ (ก) ใช้ไดโอด และ (ข) ใช้วงจรทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

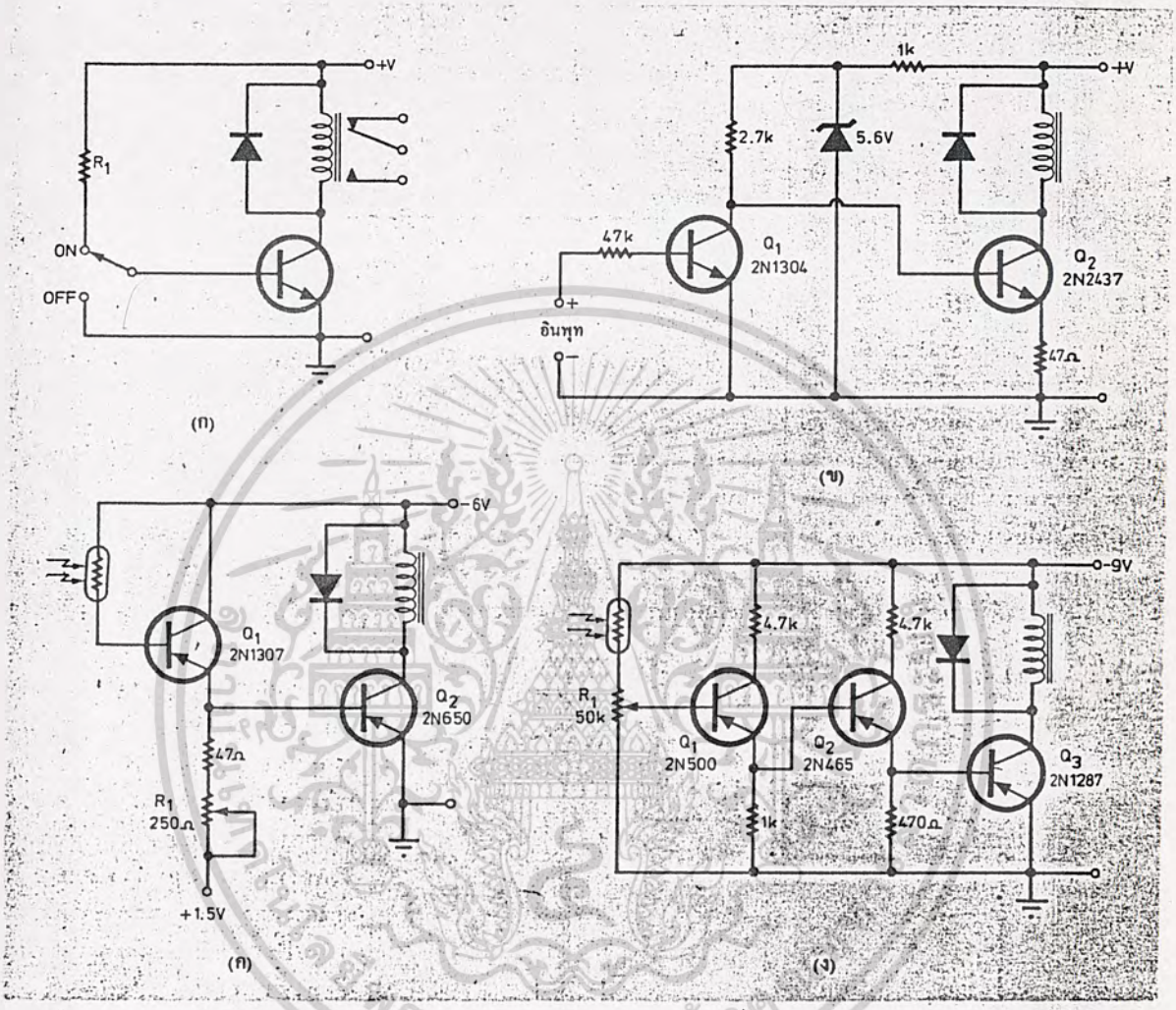
ในบางครั้งขดลวดของรีเลย์ที่ใช้อยู่วันดีคืนดีอาจเกิดการลัดวงจรโดยหาสาเหตุไม่ได้ ผลที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจาก "อินดัคตีฟสไปค์" ที่มีค่ามากเกินกว่าค่าอัตราทนได้ของฉนวนขดลวดที่กำหนดเอาไว้ วิธีแก้ไขก็คือ ต่อไดโอดเข้ากับวงจร ดังรูปที่ 2 ก. ด้วยวิธีนี้ขดลวดรีเลย์จะต้องทนต่อกระแสสูงได้นานสักหน่อย

แต่ยังมีวิธีที่ดีกว่านี้ คือ ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 2 ข. เมื่อสวิทช์ปิดวงจรอยู่ รีเลย์จะทำงาน แต่ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน แต่เมื่อสับสวิทช์เปิดวงจรออก ตัวเก็บประจุจะเก็บประจุเกิดกระแสไหลผ่านไปขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานแทน สวิทช์อยู่ได้จนกระทั่งกระแสไหลสะสมประจุตัวเก็บประจุลดลงมาก จนทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน วิธีนี้จะเหมือนกับว่าเป็นการเปิดวงจรสวิทช์อย่างช้า ๆ ทำให้ยืดระยะเวลาของอัตราการลดของกระแส $(\frac{di}{dt})$ จึงลดค่าแรงดันอันเกิดจากการเหนี่ยวนำให้มีค่าน้อยลง

วงจรขับชนิดลิเนียร์ – แอมปลิฟลาย เออร์

ในการขับกระแสของขดลวดรีเลย์ด้วยกระแสต่ำ ๆ สามารถทำได้โดยใช้วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ตัวหนึ่ง ดังรูปที่ 3 ก. เมื่อตั้งสวิทช์ S ไว้ที่ตำแหน่ง OFF ก็จะไม่มีกระแสเบสไหล ทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะไม่ทำงาน (ไม่นำกระแส) เมื่อทรานซิสเตอร์ไม่ทำงานก็จะไม่มีกระแสป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ รีเลย์จะไม่ทำงาน ต่อเมื่อเราเปลี่ยนให้ตำแหน่ง S ไปอยู่ที่ ON ขณะนี้ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว ทำให้รีเลย์ทำงานได้ด้วยการนำกระแสของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การใช้วงจรขยายเป็นวงจรขับรีเลย์ (ก) วงจรขยายภาคเดียว (ข) 2 ภาคแบบอินเวอร์ท (ค) 2 ภาคแบบนอนอินเวอร์ท (ง) 3 ภาคแบบนอนอินเวอร์ท

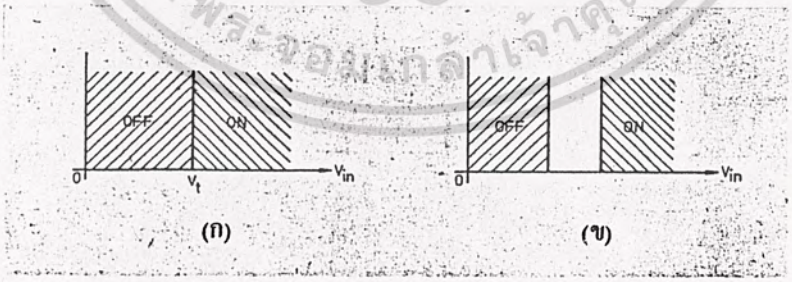
เพื่อให้มีการตอบสนองที่เร็วขึ้น ยังสามารถเพิ่มส่วนที่เป็นภาคขยายด้วยทรานซิสเตอร์อีกตัวหนึ่งตามรูปที่ 3 ข. ขณะที่ยังไม่มีแรงดันหรือกระแสทางอินพุทป้อนให้ Q_1 Q_1 จะอยู่ในสภาวะไม่ทำงาน ส่วน Q_2 จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว และเป็นตัวจ่ายกระแสนให้รีเลย์ทำงาน แต่เมื่อทำการไบแอส Q_1 คือให้ Q_1 อยู่ในภาวะอิ่มตัวบ้าง ด้วยการป้อนแรงดันต่ำเข้าทางอินพุท จะทำให้ Q_2 เปลี่ยนมาอยู่ในสภาวะหยุดทำงาน เป็นผลให้รีเลย์ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับรีเลย์อีกแบบหนึ่งที่ใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว ดังรูปที่ 3 ค. ในกรณีนี้ วงจรอาศัย LDR จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์ โดยที่ LDR จะเป็นตัวควบคุม Q_1 และ Q_1 จะควบคุม Q_2 อีกต่อหนึ่ง และกระแสคอลเลคเตอร์ของ Q_2 จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์ จากรูปจะเห็นว่า มีตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ ซึ่งมีไว้สำหรับช่วยปรับค่าแรงดันเทรสโฮลด์ (THRESHOLD VOLTAGE) ขณะที่ใช้ LDR และช่วยป้องกันกระแสรั่วไหลอันเกิดจากการใช้งานรีเลย์ภายใต้เงื่อนไขใช้งานที่อุณหภูมิสูง ๆ

ขออธิบายเกี่ยวกับแรงดันเทรสโฮลด์สักเล็กน้อย ความหมายของแรงดันเทรสโฮลด์ก็คือค่าแรงดันระหว่างสภาวะทำงาน (ON) และไม่ทำงาน (OFF) ของรีเลย์ ซึ่งสามารถเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4 ก. ถ้าหากว่า V_{in} มีค่าเท่ากับ V_T หรือก็คือแรงดันเทรสโฮลด์นั่นเอง ที่ค่าแรงดัน V_T นี้ รีเลย์อาจจะทำงานหรือไม่ทำงานก็ได้

เรายังมีวงจรขับอีกแบบหนึ่ง เป็นวงจรขยาย 3 ภาค คือ ใช้ทรานซิสเตอร์ 3 ตัว และใช้แหล่งจ่ายไฟตัวเดียวกันทั้งวงจร ดังรูปที่ 3 ง. การทำงานของวงจรนี้คล้ายกับวงจรในรูปที่ 3 ค. กล่าวคือใช้ LDR ในการควบคุมการทำงานของรีเลย์ พร้อมด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้เพื่อช่วยปรับค่าแรงดันเทรสโฮลด์ขณะรีเลย์ทำงาน ในช่วงที่ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะไม่ทำงานซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้กระแสเลย วงจรนี้จึงเหมาะสำหรับการใช้แบตเตอรี่เป็นตัวแหล่งจ่ายไฟ

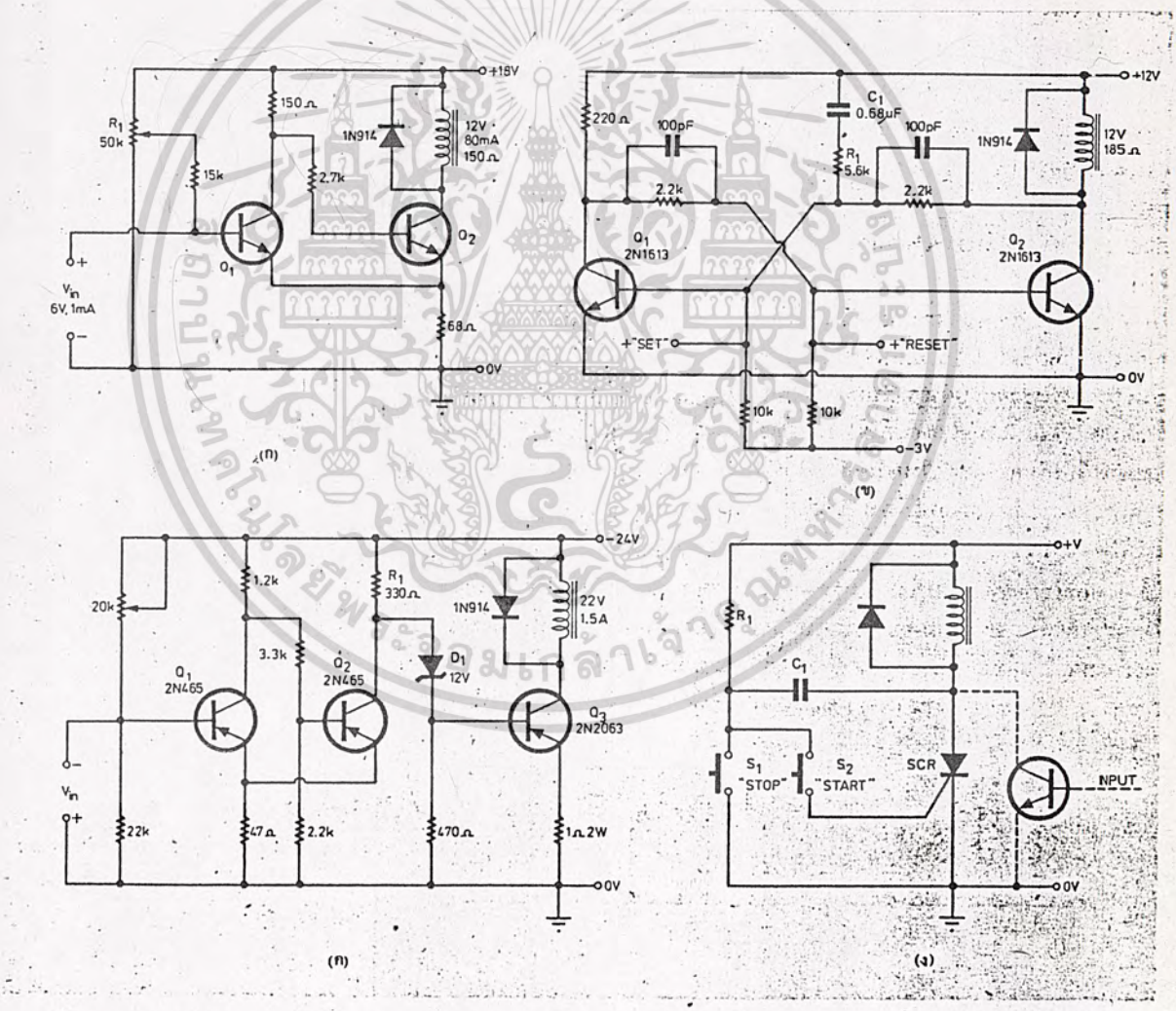


รูปที่ 4 กราฟแสดงแรงดันอินพุทกับสภาวะการทำงานของรีเลย์ของวงจรขับ (ก) ชนิดลิเนียร์ และ (ข) ชนิดรีเจนเนอเรตีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับชนิดรีเจนเนอเรตีฟ–แอมปลิฟลายเออร์

วงจรขับชนิดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ข้อบกพร่องที่ควรตระหนักถึงเป็นอย่างมาก คือ เส้นแบ่งเขตของอินพุทที่ค่าเทรสโฮลด์ ซึ่งสามารถทำให้รีเลย์เปลี่ยนภาวะระหว่าง "ทำงาน" และ "ไม่ทำงาน" ได้อย่างรวดเร็ว คืออยู่ในลักษณะที่เรียกว่า แชตเตอร์ (CHATTER) รวมทั้งค่าเทรสโฮลด์ที่แปรผันตามอุณหภูมิได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดใช้วงจรขับชนิดรีเจนเนอเรตีฟ เพื่อช่วยให้รีเลย์ทำงานหรือหยุดทำงานด้วยสภาวะที่ไม่ก้ำกึ่งกันดังแสดงได้ด้วยกราฟแสดงความสัมพันธ์ในรูปที่ 4 ข.



รูปที่ 5. วงจรขับชนิดรีเจนเนอเรตีฟ (ก) วงจรชมิทท์ ทริกเกอร์ (ข) วงจรไบสเตเบิ้ล (ค) วงจรชมิทท์ ทริกเกอร์พร้อมวงจรขับกระแสสูง และ (ง) ใช้ SCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแรกที่จะขอแนะนำ คือ วงจรในรูปที่ 5 ก. วงจรนี้เป็นวงจรชมิทท์ ทริกเกอร์ ต่อเข้ากับขดลวดของรีเลย์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นโหลด ตราบเท่าที่ระดับแรงดันอินพุทมีค่าไม่เกิน 6 โวลท์ Q_1 จะอยู่ในสภาวะไม่นำกระแส ส่วน Q_2 จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว เป็นผลให้รีเลย์ทำงาน แต่เมื่อใดที่ค่าแรงดันอินพุทเกิน 6 โวลท์ Q_1 จะเปลี่ยนมาสู่สภาวะอิ่มตัวได้อย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน Q_2 ก็จะอยู่ในสภาวะไม่นำกระแส ทำให้รีเลย์กลับมาอยู่ในสภาวะไม่ทำงาน สำหรับตัวต้านทานปรับค่าได้ มีไว้สำหรับกำหนดค่าแรงดันเทรสโฮลด์

ถ้าไม่ชอบวงจรแรก ลองมาใช้วงจรของรูปที่ 5 ข. ซึ่งก็เป็นวงจรรีเจนเนอเรตีฟแอมปลิฟลายเออร์อีกแบบหนึ่ง ซึ่งทำให้ขดลวดของรีเลย์เป็นโหลดของวงจรไบสเตเบิ้ล-มัลติไวเบรเตอร์ การออกแบบวงจรนี้ก็เหมือนกับลักษณะของ ไบสเตเบิ้ล-มัลติไวเบรเตอร์ทั่วไป เพียงแต่เราเพิ่มตัวเก็บประจุ C_1 และตัวต้านทาน R_1 เข้าไปในวงจร เพื่อให้แน่ใจว่า Q_1 จะถูกขับให้อยู่ในสภาวะอิ่มตัว และ Q_2 อยู่ในสภาวะไม่นำกระแส เพื่อป้องกันไม่ให้รีเลย์ทำงานในขณะที่เริ่มจ่ายไฟให้กับวงจร

สัญญาณบวกบนสายรีเซทต่อกับขาเบสของ Q_2 จะเป็นตัวกระตุ้นให้รีเลย์ทำงาน ขณะที่สัญญาณบวกบนสายเซทต่อกับขาเบสของ Q_1 จะเป็นตัวทำให้รีเลย์หยุดทำงาน

ในกรณีที่ใช้รีเลย์ที่มีกำลังสูง ๆ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มส่วนที่เรียกว่า "บัฟเฟอร์" เข้าไปในวงจรระหว่างส่วนของรีเลย์กับวงจรรีเจนเนอเรตีฟ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 5 ค. จะสังเกตเห็นว่ามีซีเนอร์ไดโอด D_1 ขนาด 12 โวลท์ เป็นตัวเชื่อมระหว่างส่วนของชมิทท์ทริกเกอร์ Q_1 Q_2 กับ Q_3 เมื่อสัญญาณควบคุมมีค่าเป็นลบด้วยขนาดที่เพียงพอ ถูกป้อนเข้าทางอินพุทของวงจร Q_1 จะนำกระแส ส่วน Q_2 จะหยุดนำกระแส รีเลย์จะทำงานได้ต้องอาศัยกระแสที่ได้จากการไหลผ่าน R_1 และ D_1 ส่งผ่านมายังเบสของ Q_3 เมื่อ Q_3 ทำงาน รีเลย์ก็จะทำงานด้วย

ในส่วนของ Q_3 Q_3 สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้แผ่นระบายความร้อน เป็นเพราะว่าค่าแรงดันต่ำสุดของ Q_3 ที่กระแส 1.5 แอมแปร์มีค่าน้อยกว่า 0.5 โวลท์ ซึ่งเป็นผลให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียเกิดที่ทรานซิสเตอร์มีค่าน้อยกว่า 1 วัตต์ด้วย แต่ถ้าหากว่า Q_3 ต้องทำงานในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง ก็ควรมีแผ่นหรือตัวระบายความร้อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับชนิดรีเจนเนอเรตีฟ-แอมปลิฟลายเออร์ แบบสุดท้ายที่จะขอแนะนำ คือวงจรในรูปที่ 5 ง. วงจรนี้ต่างกับ 3 แบบแรก คือ เราเลือกใช้ SCR ควบคุมการทำงานของรีเลย์ เรามาพิจารณาการทำงานของวงจรนี้กัน เริ่มด้วยการให้สวิทช์ S และ S เปิดอยู่ทั้งคู่ ลักษณะนี้ก็คือเราจะยังไม่ป้อนแรงดันทริกให้กับขาเกทของ SCR ฉนั้น ขณะนี้ SCR อยู่ในสภาวะไม่นำกระแส ต่อเมื่อเราปิดวงจรสวิทช์ S แล้ว แรงดันบวกก็จะถูกป้อนให้กับขาเกทของ SCR ซึ่งเป็นการทริกให้ SCR ทำงาน เป็นผลให้รีเลย์ทำงานด้วย

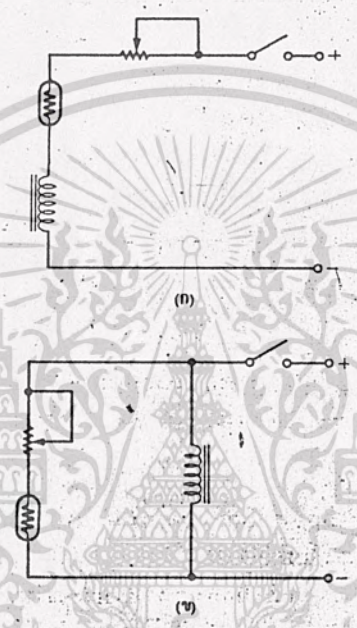
แม้ว่าเราจะเปิดวงจรสวิทช์ S ออก SCR จะยังคงทำงานต่อไป และจะมีแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับภาคจ่ายไฟ หลังจากนั้น เราปิดวงจรสวิทช์ S บ้าง ซึ่งเป็นการป้อนสัญญาณพัลส์ที่เป็นลบ ไปยังขั้วอาโนดของ SCR เพื่อหยุดการนำกระแส การหยุดทำงานของ SCR ยังมีวิธีอีกวิธีหนึ่งโดยการต่อทรานซิสเตอร์ตัวหนึ่งคร่อมระหว่างขั้วอาโนดกับคาโทดของ SCR (ดังรูป) เมื่อทรานซิสเตอร์เริ่มทำงานมันก็จะดึงกระแสจาก SCR ลดลงต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง (HOLDING CURRENT) SCR นี้ก็จะหยุดทำงาน ส่วนขดลวดรีเลย์จะหยุดการเหนี่ยวนำแม้ว่าแรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะหายไปแล้วก็ตาม

วงจรหน่วงเวลา

โดยทั่วไปส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเป็นตัวช่วยหน่วงเวลาสำหรับการทำงานของรีเลย์ จะขอเสนอบางตัวอย่างพอเป็นแนวคิด ตัวอย่างหนึ่งก็คือ การหน่วงแรงดันที่ป้อนให้กับส่วนของเพาเวอร์ในภาคขยายเสียงชนิดไฮไฟ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้เกิดแรงดันทรานเซี้ยนท์ขณะเปิดเครื่องให้วงจรทำงาน ซึ่งสังเกตได้จากการฟังเสียงดัง "ป๊ก" ในจังหวะที่เปิดเครื่อง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการทำงายลำโพงอันอาจเกิดจากแรงดันทรานเซี้ยนท์นี้ได้ วิธีที่ง่ายที่สุดวิธีหนึ่งที่เราใช้หน่วงการทำงานของรีเลย์ ดูรูปที่ 6 ก. ใช้เทอร์มิสเตอร์ต่อเข้ากับขดลวดอย่างอนุกรม เมื่อสวิทช์ปิดวงจร กระแสจะไหลผ่านเทอร์มิสเตอร์ ทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น เป็นผลให้ค่าความต้านทานลดลงจากค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่มีค่าสูงขณะที่มีอุณหภูมิที่เย็นกว่า เมื่อค่าความต้านทานค่อย ๆ ลดลง กระแสก็จะไหลได้มากขึ้น ๆ จนกระทั่งกระแสที่ไหลผ่านขดลวดรีเลย์มีค่าเพียงพอที่จะทำให้รีเลย์เริ่มทำงานสำหรับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้นั้น เราใช้สำหรับปรับค่าเวลาหน่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิห้อง เทอร์มิสเตอร์ที่เลือกใช้ควรจะมีค่าของความต้านทานเป็น 1 ถึง 3 เท่าของความต้านทานของขดลวดของรีเลย์ ตัวอย่างเช่น เทอร์มิสเตอร์ที่มีค่าความต้านทานขณะอุณหภูมิต่ำประมาณ 400 โอห์ม และลดลงเหลือ 25 โอห์ม ที่ 400 มิลลิแอมป์ สามารถนำมันมาใช้ได้กับรีเลย์ขนาด 12 โวลท์ 80 มิลลิแอมป์

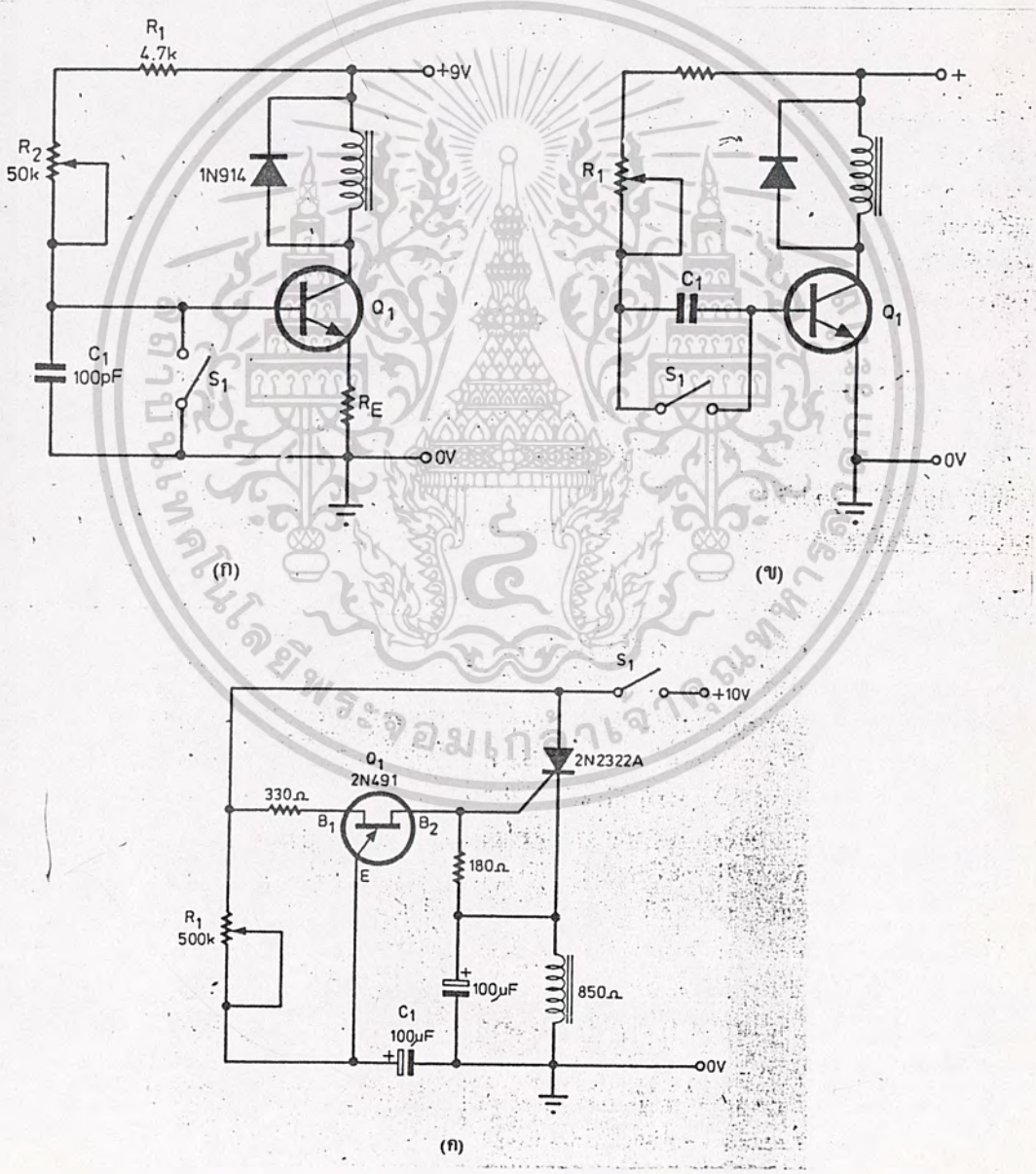


รูปที่ 6 วงจรหน่วงเวลาควบคุมด้วยเทอร์มิสเตอร์ (ก) แบบหน่วงขณะ ON (ข) แบบหน่วงขณะ OFF

จากรูปที่ 6 ก. จะเห็นได้ว่าเป็นวงจรที่ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการให้การทำงานของรีเลย์ช้าแต่หยุดทำงานโดยเร็ว แต่ถ้าหากต้องการให้การทำงานของรีเลย์อยู่ในลักษณะตรงกันข้ามกล่าวคือ เริ่มต้นทำงานเร็ว และหยุดทำงานช้า ก็เปลี่ยนลักษณะการต่อของวงจรให้เป็นดังรูปที่ 6 ข. คือนำเทอร์มิสเตอร์มาต่อขนานกับขดลวดของรีเลย์ และอีกเช่นกัน ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ขณะอุณหภูมิต่ำควรจะเป็น 3 ถึง 5 เท่าของความต้านทานของขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีวงจรแบบอื่นอีกที่ให้รีเลย์เริ่มทำงานช้าและหยุดทำงานโดยเร็ว อย่างเช่นวงจรในรูปที่ 7 ก. เมื่อสวิทช์ S_1 ปิดวงจรอยู่ ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะต่อลงกราวนด์ เป็นผลให้ Q_1 อยู่ในภาวะไม่นำกระแส รีเลย์จะอยู่ในสภาพหยุดทำงานด้วย แต่เมื่อ S_1 เปิดวงจรออก ตัวเก็บประจุ C_1 จะเริ่มสะสมประจุด้วยอัตราความเร็วที่คำนวณได้จากค่าเวลาคงที่คือ $C_1 (R_1 + R_2)$ จนกระทั่งแรงดันที่ขาเบสของ Q_1 มีค่าเพียงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์เข้าสู่ภาวะนำกระแสได้ และเป็นผลให้รีเลย์ทำงานด้วย ถ้า S_1 ปิดวงจรอีก ตัวเก็บประจุ C_1 ก็จะคายประจุอย่างรวดเร็ว และ Q_1 ก็จะกลับมาอยู่ในภาวะหยุดนำกระแสโดยทันทีเช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 7 ก. สามารถจัดวงจรใหม่ให้เป็นดังรูปที่ 7 ข. ได้ ซึ่งจะทำให้การทำงานของวงจรอยู่ในลักษณะทำงานเร็วและหยุดทำงานช้า มาดูการทำงานของวงจรนี้กัน ถ้าให้สวิทช์ S_1 ปิดวงจร ตัวเก็บประจุจะคายประจุออก และกระแสเบสที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟ ไหลผ่านตัวต้านทานจะมีค่ามากพอที่ทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะอิ่มตัว และทำให้รีเลย์ทำงานได้อย่างรวดเร็ว คราวนี้ถ้าสวิทช์เปิดวงจรออกบ้าง ตัวเก็บประจุจะจ่ายกระแสเบสให้กับ Q_1 แทน จนกระทั่ง C_1 คายประจุลดลงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์กลับมาอยู่ในสภาวะหยุดนำกระแส จะเห็นว่าลักษณะการหยุดทำงานของรีเลย์จะช้าลง

ยังไม่หมดเพียงเท่านี้ เรายังมีวงจรรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นไปได้อีกมาก อย่างเช่นวงจรในรูปที่ 7 ค. เป็นวงจรที่สภาวะการทำงานของรีเลย์ช้ามาก การทำงานของวงจรจะเป็นไปดังนี้ เมื่อให้สวิทช์ S_1 เปิดวงจร ตัวเก็บประจุทุกตัวจะคายประจุออกหมด ต่อเมื่อ S_1 ปิดวงจรแล้ว ตัวเก็บประจุ C_1 ก็จะเริ่มสะสมประจุผ่านตัวต้านทาน R จนกระทั่งได้ค่าแรงดันบนขา E ของ Q_1 สูงพอที่จะทำให้ Q_1 ทำงานได้ ขณะนี้ขา B_1 และ B_2 ของ Q_1 จะมีค่าความต้านทานต่ำลง และทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ให้กับขาเกทของ SCR ซึ่งจะทำให้รีเลย์ที่ต่อเข้ากับ SCR ทำงาน

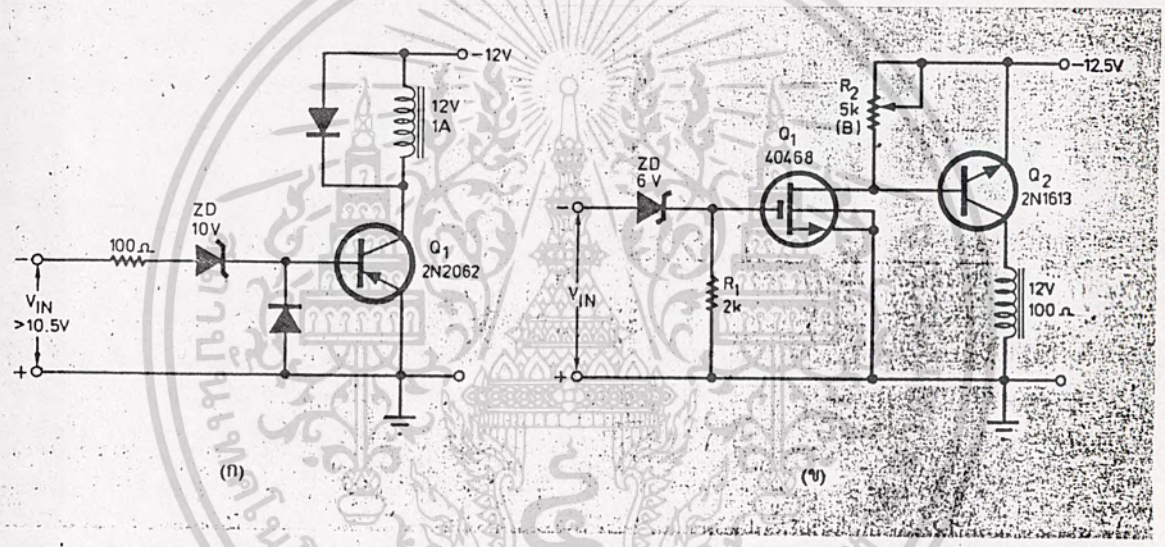
ขณะที่สวิทช์ S_1 เปิดวงจรออก แหล่งจ่ายไฟจะถูกตัดออก SCR จะหยุดนำกระแสและรีเลย์ก็จะหยุดทำงานด้วย วงจรนี้หน่วงเวลาได้ 40 วินาที (± 1 วินาที) ในช่วงของอุณหภูมิระหว่าง -25° C ถึง 75° C

วงจรขับแบบดิฟเฟอเรนเชียล

วงจรขับรีเลย์แบบต่าง ๆ เท่าที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างในด้านที่ว่ายังไม่สามารถสร้างสัญญาณควบคุมที่แน่นอนได้ และอาจเกิดสภาพของแบคแลช (BACKLASH) หรือฮิสเทอริสซิส (HYSTERISIS) ขึ้น คือ รีเลย์จะยังไม่หยุดทำงานแม้ว่าแรงดันที่ตกคร่อมรีเลย์จะมีค่าลดลงต่ำกว่าค่าแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงาน วิธีแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากค่าความแตกต่างระหว่างแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานและหยุดทำงานนี้ ด้วยการใช้วงจรชมิทท์ ทริกเกอร์ ที่มีค่าของฮิสเทอ-ริสซิสน้อย ๆ วงจรเหมือนกับในรูปที่ 5 ก. และ 5 ค. เพียงแต่แทนที่ตัวต้านทานที่ขาอิมิเตอร์ร่วมของทรานซิสเตอร์ทั้งสองด้วยซีเนอร์ไดโอดซึ่งมีค่าแรงดันเท่ากับค่าแรงดันที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่อินพุทสำหรับวงจรในรูปที่ 8 ก. ซึ่งอาศัยความแตกต่างเพียงเล็กน้อยในการทำงาน มีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางลบ ก็จะไม่มีกระแสเบสไหลผ่าน Q_1 จนกว่าค่าแรงดันอินพุท V_{in} จะมีค่ามากกว่าค่าแรงดันเบรคดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดซึ่งมีขนาด 10 โวลท์ รวมกับค่าแรงดันไบแอสตรงของเบส-อิมิเตอร์ สำหรับให้ Q_1 เริ่มนำกระแสโดยจะมีค่าอยู่ราว ๆ 0.3 ถึง 0.5 โวลท์ เมื่อแรงดันอินพุท V_{in} มีค่าเข้าใกล้ 11 โวลท์ Q_1 จะอยู่ในสภาวะอิ่มตัวและกระแสคอลเลคเตอร์ที่ได้นี้เอง จะเป็นกระแสที่ทำให้รีเลย์ทำงาน



รูปที่ 8 วงจรขับแบบดิฟเฟอเรนเชียล (ก) ใช้ทรานซิสเตอร์กับซีเนอร์ไดโอด (ข) ใช้เฟ็ทและทรานซิสเตอร์ร่วมกับซีเนอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 8 ก. จะเห็นว่ายังมีไดโอดอีกตัวหนึ่ง (ในที่นี้ใช้ชนิดซิลิกอน) ต่อคร่อมระหว่างขาเบสกับขาอิมิเตอร์ของ Q_1 ซึ่งมีไว้สำหรับป้องกันไม่ให้เกิดสภาพการขับเกินอัตรา กล่าวคือ ขณะที่แรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ยังไม่เกิน 0.6 โวลท์ ไดโอดจะยังไม่นำกระแส แต่ถ้ามีค่าเกินกว่า 0.6 โวลท์นี้เมื่อไร ไดโอดจะนำกระแส โดยแบ่งส่วนที่เกินของขาเบสของทรานซิสเตอร์

เมื่อจะให้รีเลย์หยุดทำงาน ก็ทำได้ด้วยการใช้แรงดันที่แตกต่างกันเพียงไม่กี่ร้อยมิลลิโวลท์ เพราะการเบรคดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดเป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วจากสภาวะของการไม่นำกระแสกับสภาวะการนำกระแส ซึ่งความแตกต่างของแรงดันในจังหวะของการเปลี่ยนแปลงนี้มีค่าเพียงนิดเดียว

ขอแนะนำอีกวงจรหนึ่งสำหรับกรณีนี้ คือ วงจรในรูปที่ 8 ข. เป็นวงจรที่ใช้มอสเฟทชนิดพี-แชนแนล ซึ่งมีค่าแรงดันเทรสโฮลด์ประมาณ 5 โวลท์ มาดูซิว่ามันทำงานกันอย่างไร เริ่มต้นด้วยค่าของ V_{in} หากมีค่ามากกว่า 6 โวลท์เมื่อไรละก้อ ซีเนอร์ไดโอดก็จะเริ่มนำกระแสทันที กระแสนี้จะไหลผ่าน R_1 แต่ตราบเท่าที่อินพุทยังคงมีค่าต่ำกว่า 11 โวลท์ ค่าแรงดันที่ตกคร่อม R_1 ก็จะต้องน้อยกว่า 5 โวลท์ด้วย และ Q_1 จะยังอยู่ในสภาวะไม่นำกระแส

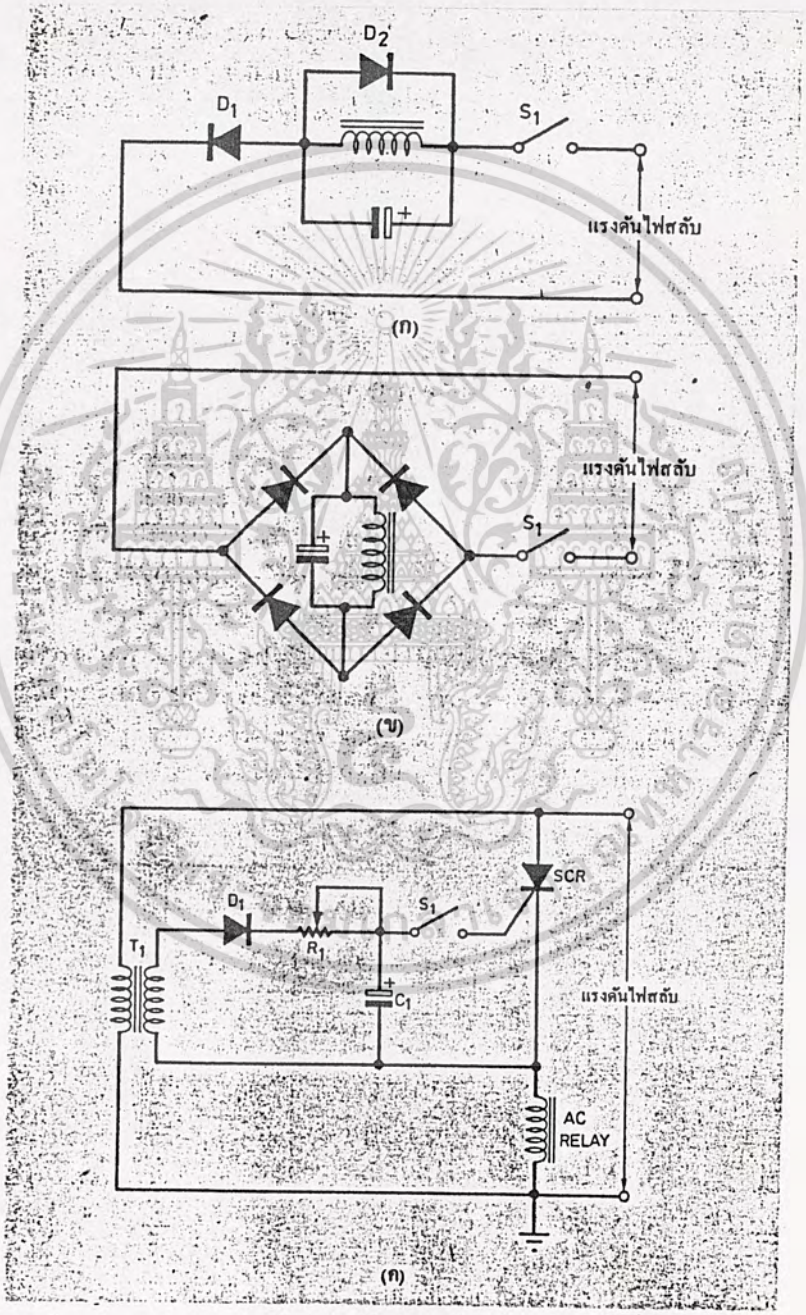
ในขณะที่ Q_1 ไม่นำกระแส Q_2 จะอยู่ในสภาพไม่นำกระแสด้วย และรีเลย์ก็จะยังไม่ทำงาน ต่อเมื่ออินพุทมีค่าแรงดันเกินกว่า 11 โวลท์ Q_1 จะนำกระแส ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R_2 และขาเบสของ Q_2 ซึ่งเป็นผลให้รีเลย์ทำงาน จะเห็นได้ว่ารีเลย์จะไม่ทำงาน ขณะที่ V_{in} ยังมีค่าต่ำกว่า 11 โวลท์ และจะทำงานได้อย่างเต็มที่ เมื่อ V_{in} มีค่าเกิน 12 โวลท์ และถ้าหากเติมเฟทเข้าไปอีกตัวหนึ่งหลังมอสเฟทตัวแรกมันจะช่วยลดค่าของความแตกต่างของแรงดันระหว่างการทำงานกับหยุดทำงานของรีเลย์ให้เหลือเพียง 0.1 โวลท์

วงจรขับชนิดไฟสลับ

ถ้าลองสังเกตตัวอย่างที่ผ่านมาทั้งหมด จะเห็นว่าใช้แหล่งจ่ายไฟตรงทั้งนั้น สำหรับรีเลย์ชนิดไฟตรง คราวนี้ถ้าเกิดว่าไม่มีแหล่งจ่ายไฟชนิดไฟตรง จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟชนิดไฟสลับ ก็สามารถทำได้ไม่ยาก เพียงแต่เพิ่มส่วนที่เป็นเรคติฟายเออร์ลงไปดังรูปที่ 9 ก. ให้ไดโอด D_1 เป็นตัวแปลงกระแส คือ ยอมให้เฉพาะกระแสบวกไหลผ่านตัวรีเลย์ ในด้านของไดโอด D_1 ควรจะให้มันมีค่าการทนต่อกระแสมากกว่ากระแสทำงานของรีเลย์หลาย ๆ เท่าจะเป็นการดี ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

รูปเราจะเห็นว่ายังมีไดโอดอีกตัวหนึ่ง คือ D_2 เป็นแคล้มปิ้งไดโอด (CLAMPING DIODE) ซึ่งไดโอด D_2 นี้จะมีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกระโชกของกระแส (SURGE) และมันไม่เพียงแต่ช่วยป้องกันหน้าคอนแทครีเลย์ หากยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแรงดันย้อนกลับที่มีค่าสูงเกินไปบนตัวไดโอด D_1 อีกด้วย



รูปที่ ๑ วงจรขับแบบไฟสลับ (ก) ใช้ไดโอดตัวเดียว (ข) ใช้ไดโอดต่อเป็นวงจรบริดจ์ และ (ค) ใช้ไทริสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่ชอบวงจรในรูปที่ 9 ก. ก็ยังมีวงจรแบบอื่นให้เลือกอีกดัง เช่น รูปที่ 9 ข. หรือ 9 ค. สำหรับรูปที่ 9 ข. เป็นวงจรที่ต้องใช้ไดโอดถึง 4 ตัว ต่อเข้าด้วยกันในลักษณะที่เรียกว่า ฟูลเวฟบริดจ์ การใช้วงจรบริดจ์นี้จะมีข้อดีตรงที่ช่วยป้องกันการเกิดอินดัดตีฟสไปค์ได้

ส่วนในรูปที่ 9 ค. เป็นวงจรชนิดที่เลือกใช้รีเลย์ไฟสลับทำงานร่วมกับ SCR จากรูปจะเห็นว่ามีสวิทช์ S_1 ต่อเข้ากับขาเกทของ SCR สวิทช์ตัวนี้จะมีส่วนในการกำหนดการทำงานของรีเลย์ กล่าวคือ เริ่มด้วยการให้ S_1 เปิดวงจรออก ซึ่งทำให้ไม่มีสัญญาณมาที่ขาเกทของ SCR เป็นผลให้มันไม่สามารถนำกระแสได้ ขณะเดียวกันกระแสจากหม้อแปลง T ซึ่งถูกแปลงให้เป็นกระแสไฟตรง โดยผ่านไดโอด D_1 และให้ค่าแรงดันไฟตรง ซึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ในตัวประจุ C_1 เมื่อเราปิดวงจรสวิทช์ S_1 ค่าแรงดันบวกที่ตกคร่อม C_1 จะเริ่มจ่ายกระแสให้ขาเกทของ SCR SCR ก็จะนำกระแสได้ และยังรักษาสภาพการนำตลอดไปตราบเท่าที่สวิทช์ S_1 ยังคงปิดวงจรอยู่ ในช่วงนี้รีเลย์จะทำงานได้ และจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อเราเปิดวงจรสวิทช์ S_1 ออก ซึ่งเป็นผลให้ SCR กลับมาอยู่ในสภาพหยุดนำกระแส เมื่อไซเกิ้ลของไฟสลับลดลงมาเป็นศูนย์

วงจรขับชนิดออปแอมป์

อันเนื่องมาจากชนิดและระดับของสัญญาณอินพุทที่นำมาป้อนให้กับวงจรขับตัวรีเลย์มีค่าน้อย ๆ เราจึงมักจะนิยมสร้างส่วนภาคขยายของรีเลย์ด้วยออปแอมป์ ซึ่งสามารถให้ค่าอัตราขยายสูงมาก ฉะนั้นในการแก้ปัญหาที่ว่าระดับสัญญาณอินพุทของเรามีค่าต่ำ เราก็ทำได้โดยใช้ออปแอมป์มาเป็นส่วนของวงจรขับด้วย ไม่เพียงแต่เท่านี้ยังอาศัยคุณสมบัติของออปแอมป์มาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อีก ในกรณีที่จะให้รีเลย์ทำงานหรือหยุดทำงาน ด้วยค่าความแตกต่างของแรงดันที่กำหนดได้ ซึ่งเป็นค่าที่จะได้จากการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้ามากับสัญญาณอ้างอิงที่รู้ค่า

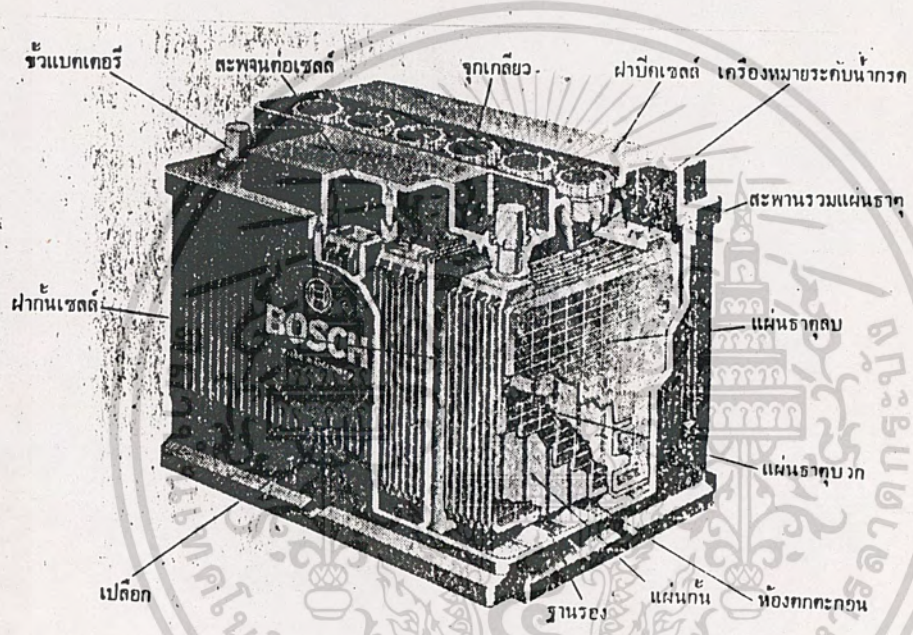
นอกจากนี้ หากเราเพิ่มส่วนของการป้อนกลับชนิดรีแอคตีฟให้กับออปแอมป์ที่มีค่าอัตราขยายสูง ก็จะมีส่วนช่วยให้รีเลย์ทำงานในช่วงความถี่ของสัญญาณอินพุทที่คงที่ได้ สำหรับตัวอย่างวงจรขับรีเลย์ที่ไวต่อความถี่ก็มี เช่น เฟสล็อคลูป (PHASE LOCKED LOOP : PLL) เบอร์ 567 เนื่องจากออปแอมป์โดยส่วนมากแล้วยังให้กระแสเอาท์พุทในการขับรีเลย์โดยตรงไม่เพียงพอ เราจึงต้องเพิ่มส่วนของทรานซิสเตอร์ชนิดขยายกำลังเข้าไประหว่างส่วนของออปแอมป์กับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แบตเตอรี่และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

3.1 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 เซลล์ (CELLS) คือส่วนประกอบของช่องแบตเตอรี่ 1 ชุด ซึ่งเป็นแบบเซลล์เปียก (ถ่านไฟฉายเป็นเซลล์แห้งแรงดัน 1.5 โวลท์) มีแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบแช่อยู่ในน้ำกรดกำมะถันอย่างเจือจาง แรงดันไฟฟ้าทุก ๆ เซลล์ประมาณ 2.1 โวลท์

3.1.2 แผ่นธาตุ (ELEMENT) ประกอบด้วงผงตะกั่วบริสุทธิ์ ผสมสารกาวอัดแน่นอยู่ในช่องตะแกรง (GRIDS) ซึ่งทำด้วยตะกั่วผสมพลวง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแต่ละเซลล์จะมีแผ่นธาตุหลายแผ่น ประกอบเป็นแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบอย่างละชุด

แผ่นธาตุบวก (POSITIVE PLATE) ประกอบด้วยผงตะกั่วเปอร์ออกไซด์ (PbO_2) มีสีน้ำตาลแก่เป็นส่วนสำคัญในการเก็บประจุไฟ แผ่นธาตุที่ดีต้องสะอาดและมีรูพรุนมาก ๆ เพื่อให้น้ำกรดกำมะถันเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ง่าย

แผ่นธาตุลบ (NAGATIVE PLATE) ประกอบด้วยผงตะกั่วบริสุทธิ์ (Pb) มีสีเทา โครงสร้างเช่นเดียวกับแผ่นบวก แต่ละเซลล์จะมีแผ่นลบมากกว่าแผ่นบวกอยู่แผ่นหนึ่ง นั่นคือแผ่นลบจะอยู่ริมนอกทั้งสองข้าง เพราะการทำปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับแผ่นบวกมีมากกว่าแผ่นลบ

3.1.3 แผ่นกั้น (TEPARATOR) ทำด้วยสารฉนวนประเภทไม้, ยาง, แก้ว หรือเซลลูโลสทำเป็นลูกฟูกหรือมีรูทั่วไป ใช้กั้นมิให้แผ่นธาตุสัมผัสกัน แผ่นธาตุจะสัมผัสกันไม่ได้ เพราะจะเกิดการลัดวงจรทำให้สูญเสียพลังไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแผ่นธาตุทั้งสองการที่แผ่นธาตุบวกทำปฏิกิริยามาก แผ่นธาตุบวกจะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าแผ่นธาตุลบ ดังนั้นทางด้านแผ่นธาตุบวกจะต้องใช้แผ่นกั้นแบบเป็นลูกคลื่น ส่วนทางด้านแผ่นธาตุลบ ใช้แผ่นเรียบแต่มีรูให้น้ำกรดผ่านไปมาได้สะดวก

3.1.4 น้ำกรด (ELECTROLYTE) เป็นส่วนผสมของกรดกำมะถัน (H_2SO_4) กับน้ำกลั่นบริสุทธิ์ (H_2O) เป็นสื่อไฟฟ้าระหว่างแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ หากไม่มีน้ำกรดนี้ พลังไฟฟ้าเกิดขึ้นที่แผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบก็ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ น้ำกรดที่ใช้ในเมืองร้อน เช่น ประเทศไทย ควรใช้กรดกำมะถันอย่างเจือจาง ที่มี ถ.พ. ระหว่าง 1.240-1.260 ที่ 20 องศาเซลเซียส

3.1.5 เปลือกหม้อแบตเตอรี่ (CASE) ทำด้วยสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำกรด มีความต้านทานต่ออุณหภูมิร้อนและเย็นได้ดี ต้านทานต่อความดูดซึมของน้ำกรดและเป็นฉนวนอย่างดี เช่น ยางแข็งหรือพลาสติกหล่อขึ้นเป็นรูปผนังกั้นไว้เป็นช่อง ๆ สำหรับบรรจุเซลล์ โดยแต่ละเซลล์จะกั้นไว้ไม่ให้น้ำกรดรั่วถึงกันได้ ตอนล่างของเปลือกหม้อนี้จะมีสันขึ้นมารองรับแผ่นธาตุ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรของแผ่นธาตุ อันเนื่องจากการทำปฏิกิริยาของแผ่นธาตุ เกิดความร้อนมีการกัดกร่อนของน้ำกรดและจากการกระทบกระเทือน ผงตะกั่วของแผ่นธาตุจะหลุดล่วงตกไปสู่ส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นไม่ควรคว่ำแบตเตอรี่ เพราะตะกอนจะทำให้แผ่นธาตุลัดวงจร

3.1.6 ฝาหม้อแบตเตอรี่และจุกเปิด (CELL COVER AND VENT PLUG) ฝาหม้อทำด้วยยางแข็งหรือพลาสติก เช่น เดียวกับเปลือกหม้อ ปัจจุบันฝาหม้อมักหล่อรวมกับเปลือกหม้อเป็นชิ้นเดียวกัน ทำหน้าที่ปิดฝาหม้อตอนบนไม่ให้น้ำกรดรั่วไหล จุกปิดทำเป็นเกลียว เพื่อเติมน้ำกลั่นที่ระเหยไประหว่างใช้งาน จุกปิดนี้จะมีรูเล็ก ๆ ระบายความร้อนและแก๊ส คือ ไฮโดรเจน และออกซิเจน

3.2 การทำปฏิกิริยาเคมีของแบตเตอรี่

การทำปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในแผ่นธาตุกับน้ำกรด เพราะแผ่นธาตุทั้งสองเป็นวัตถุไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ตะกั่วเปอร์ออกไซด์เป็นรูปของตะกั่ว 1 อะตอม และ ออกซิเจน 2 อะตอม ส่วนกรดกำมะถันมีไฮโดรเจน 2 อะตอม กำมะถัน 1 อะตอม และออกซิเจนอีก 4 อะตอม ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างแบตเตอรี่จ่ายกระแสจะเป็นดังนี้

แผ่นธาตุบวก $PbO_2 + H_2SO_4 + H_2 \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

แผ่นธาตุลบ $Pb + H_2SO_4 + O \longrightarrow PbSO + H_2O$

จะเห็นว่าแผ่นธาตุบวกจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต แผ่นธาตุลบจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟตเช่นเดียวกัน และน้ำกรดจะค่อยเจือจางลง เพราะโมเลกุลของกรดกำมะถันแยกออกเป็น H_2 และ SO_4 นั่นคือ SO_4 ส่วนหนึ่งไปรวมกับ Pb_2 ในแผ่นบวกคือไปแทนที่ O_2 ปฏิกิริยานี้ทำให้ O_2 จำนวน 2 อะตอม เป็นอิสระจากแผ่นธาตุบวก เคลื่อนย้ายเข้ารวมกับ H_2 ซึ่งเหลือจากที่ SO_4 ไปรวมเข้ากับแผ่นธาตุบวก O_2 และ H_2 รวมตัวกันเป็นน้ำ (H_2O) และ SO_4 อีกส่วนหนึ่งไปรวมกับ Pb ในแผ่นธาตุลบ คงทิ้งไว้แต่ H_2 ให้รวมตัวกับ O_2 จะเห็นว่าที่กล่าวมานี้ เป็นเพียงไม่กี่โมเลกุลในเซลล์แบตเตอรี่ ดังนั้นแผ่นธาตุของแบตเตอรี่มีเป็นพัน ๆ ล้านโมเลกุล พลังงานที่ได้เกิดจากอีเลคตรอนเคลื่อนย้าย (IONS) จากแผ่นธาตุบวกไปสู่แผ่นธาตุลบ ผลอันนี้ทำให้แผ่นธาตุลบมีอีเลคตรอนจำนวนมาก แต่แผ่นธาตุบวกสร้างอีเลคตรอนขาดแคลน เมื่อวงจรภายนอกของขั้วแบตเตอรี่บวกและลบครบวงจร เช่น ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ อีเลคตรอนจะไหลจากขั้วลบผ่านวงจรไฟฟ้าไปครบวงจรที่ขั้วบวก ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นตลอดเวลา ทั้งใช้กระแสไฟ และไม่ใช้ ถ้าใช้ไฟมากแผ่นธาตุจะเป็นตะกั่วซัลเฟต น้ำกรดจะเหลือเป็นน้ำ ไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป ต้องนำไปประจุไฟใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

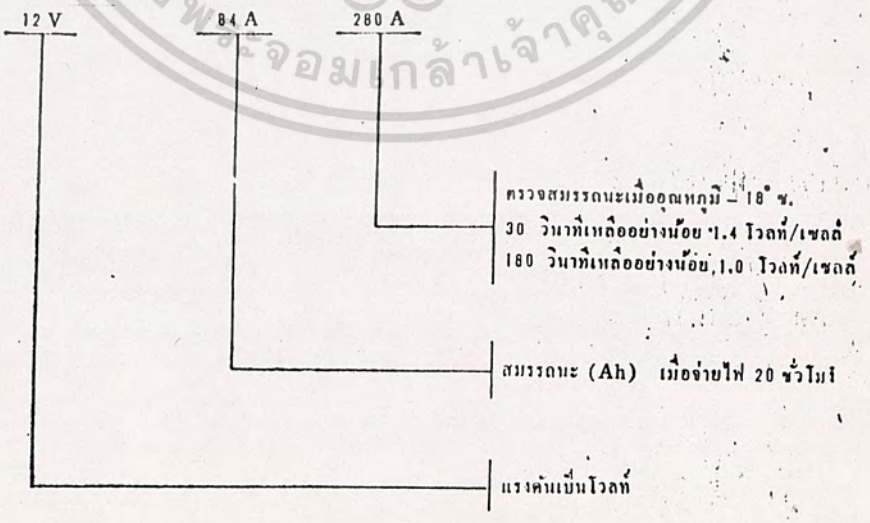
3.2.1 การประจุไฟแบตเตอรี่ คือการใช้แรงดันอีเลคตรอนเข้าไปในแผ่นธาตุลบ โดยให้อีเลคตรอนดันกลับในทิศทางที่จ่ายกระแส เพื่อให้น้ำแตกตัวเป็น H_2 และ O_2 พร้อมกับ SO_4 คลายตัวจากแผ่นธาตุทั้งสองกลับไปรวมตัวกับ H_2 เป็น H_2SO_4 ขณะเดียวกันอะตอมของ O_2 จะกลับไปยังแผ่นธาตุบวก กลายเป็นแผ่นธาตุตะกั่วเปอร์ออกไซด์อีกเช่นเดิม ส่วนแผ่นธาตุลบจะกลับเป็นแผ่นธาตุลบบริสุทธิ์ เมื่อ SO_4 หายไปจากแผ่นธาตุหมด ไปรวมตัวกับ H_2 ก็เท่ากับแบตเตอรี่อยู่ในสภาพไฟเต็ม ในระหว่างการประจุก็คือ การทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นย่อมเกิดความร้อนขึ้นระหว่างทำการประจุไฟ H_2 และ O_2 ซึ่งเป็นแก๊สจะหนีออกทางรูระบายที่ฝาปิดแก๊สทั้งสองนี้เป็นแก๊สติดไฟ ดังนั้น ไม่ควรให้มีประกายไฟเกิดขึ้นระหว่างทำงาน เพราะอาจทำให้เกิดแบตเตอรี่ระเบิดแตกได้ จะเห็นได้ว่าแก๊สที่ระเหยออกนี้คือไอน้ำ แบตเตอรี่ที่ใช้งานไปนาน ๆ น้ำกรดจะมีระดับลดลงจากแผ่นธาตุ แสดงว่าน้ำกลั่นได้ระเหยออกไปจากน้ำกรด เวลาจะเพิ่มระดับน้ำกรดให้เติมเฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้น การทำปฏิกิริยาขณะประจุไฟมีดังนี้

แผ่นธาตุบวก $PbSO_4 + SO_4 + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + 2H_2SO_4$

แผ่นธาตุลบ $PbSO_4 + H_2 \longrightarrow Pb + H_2SO_4$

ขนาดแบตเตอรี่กำหนดตามลักษณะ

คือ กว้าง ยาว สูง และแรงดันซึ่งเครื่องหมายต่าง ๆ ย่อมขึ้นอยู่กับผู้ผลิต เช่น แบตเตอรี่ของ BOSCH 12 V 84 Ah 280 A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แบตเตอรี่แห้ง (DRY CHARGED BATTERIES)

แบตเตอรี่ที่ผลิตออกจำหน่ายตามห้องตลาดไม่จำเป็นต้องเติมน้ำกรดไว้ล่วงหน้า เพราะจะได้สะดวกต่อการขนส่ง และกว่าจะขายออกไปใช้งานย่อมต้องมีระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น การผลิตแบตเตอรี่ต้องเป็นแบตเตอรี่สำเร็จ พร้อมที่จะใช้งาน ขบวนการผลิตต้องเอาแผ่นธาตุลบที่ผลิตเอาแช่น้ำกรดพร้อมจะใช้งานได้ นำไปล้างน้ำกลั่นให้สะอาดเสร็จแล้วนำเข้าเครื่องดูดความชื้นออกให้หมดจากแผ่นธาตุ จากนั้นนำเข้าเครื่องอบอีกครั้งหนึ่งที่ 150 องศาเซลเซียส แผ่นธาตุนี้จะต้องป้องกันความชื้นเป็นอย่างดีจึงจะสามารถเก็บไว้ได้นาน หากมีความชื้น อาจทำให้แผ่นธาตุเป็นออกไซด์ช้า ๆ แบตเตอรี่ที่ทำ DRY CHARGED แล้วจะรักษาความแห้งไว้ได้ประมาณ 1 ปี ถ้าปล่อยไว้นาน ๆ คุณสมบัติของแผ่นธาตุแห้งจะเสื่อมลง ต้องเสียเวลาประจุไฟนาน ทั้งนี้ไม่ได้หมายถึงแผ่นธาตุเสื่อมคุณภาพ ก่อนใช้งานต้องบรรจุน้ำกรดในกรณีฉุกเฉินก็นำไปใช้งานได้เลย วิธีปฏิบัติควรกระทำดังนี้

3.3.1 เติมน้ำกรดลงในทุก ๆ ช่องจนสูงกว่าขอบบนของแผ่นธาตุประมาณ 10-15 มม. โดยใช้น้ำกรดที่มีความถ่วงจำเพาะดังนี้ :-

	อุณหภูมิของภูมิประเทศ	
	เขตหนาวต่ำกว่า 32 C	เขตร้อนสูงกว่า 32 C
ถ.พ.ของน้ำกรดที่ใช้เติมแบตเตอรี่ใหม่	1.260	1.230
ถ.พ.ของน้ำกรดที่ประจุไฟแล้ว	1.270 - 1.285	1.240 - 1.255

3.3.2 เมื่อเติมน้ำกรดแล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำกรดซึมเข้าไปในแผ่นธาตุทั่วถึงส่วนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ตรวจระดับน้ำกรด ถ้าต่ำลงให้เติมน้ำกรดลงไปอีกจนถึงระดับ โดยใช้ ถ.พ. เท่าเดิม

3.3.4 ต่อขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ของเครื่องชาร์จไฟเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่ให้ตรงกัน

3.3.5 หลังจากอุณหภูมิของน้ำกรดลดลงต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียส ให้เริ่มประจุไฟตามตารางที่กำหนดไว้

3.3.6 ขณะประจุไฟควรจะวัดอุณหภูมิของน้ำกรดไม่ควรสูงเกิน 42 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่านี้ให้ลดอัตรากระแสที่ประจุลง โดยใช้เวลาเพิ่มขึ้น

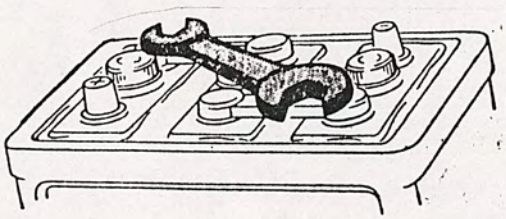
3.3.7 แบตเตอรี่ที่ได้รับการประจุไฟเต็ม น้ำกรดจะร้อนและมีแก๊สเกิดขึ้นมาก จะเห็นผุดขึ้นมา ถ.พ. ของน้ำกรดทำการวัดทุก ๆ ชั่วโมง 3 ครั้งติดต่อกันจะเท่ากัน ให้เปรียบเทียบตามตารางที่กล่าวมาแล้ว

3.3.8 หลังจากประจุไฟแล้ว ปล่อยทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ตรวจระดับของน้ำกรด ถ้าระดับต่ำลงให้เติมด้วยน้ำกลั่น เสร็จแล้วจึงนำไปใช้งานได้

3.4 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

3.4.1 การติดตั้งแบตเตอรี่ต้องแน่นแข็งแรงไม่กระทบกระเทือนมากในที่ ๆ สะดวกต่อการบริการ ไกลความชื้น และไม่อับร้อนเกิน 60 องศาเซลเซียส หรือเย็นจนเกินไป

3.4.2 ปลอดภัยจากการลัดวงจร เช่น สายแบตเตอรี่ห่างท่อไอเสีย หรืออย่าวางเครื่องมือบนแบตเตอรี่



อย่าวางสิ่งของบนแบตเตอรี่ เพราะจะเปื้อนน้ำกรด และอาจเป็นอันตรายลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ไม่ควรห่างมอเตอร์สตาร์ทและเยนเนอเรเตอร์มาก เพราะอาจเกิดการลัดวงจร และทำให้แรงดันตกในสายมาก

3.4.4 การต่อสายเข้าขั้วแบตเตอรี่ต้องสะอาดและแน่น เพื่อให้กระแสไฟเดินสะดวก ไม่เกิดออกไซด์ แล้วทาด้วยจารบีกันน้ำกรด

3.4.5 หมุนจุกปิดให้แน่นและรูระบายอากาศไม่ปิดตัน

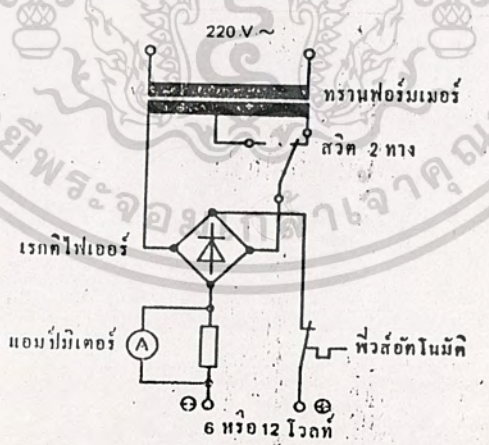
3.4.6 หมั่นตรวจระดับน้ำกรดทุกสัปดาห์ ถ้าระดับลดลดลง ให้เติมเฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้น

3.4.7 ถ้าเก็บแบตเตอรี่ไว้ไม่ได้ใช้งาน ไฟจะตกวันละประมาณ 1% ควรประจุไฟให้เต็มทุก ๆ เดือนในฤดูร้อน และเดือนละ 2 ครั้งสำหรับฤดูหนาว

3.4.8 รักษาแบตเตอรี่ให้สะอาดและแห้งอยู่เสมอ ไม่เปื้อนน้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันเชื้อเพลิง

3.5 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่

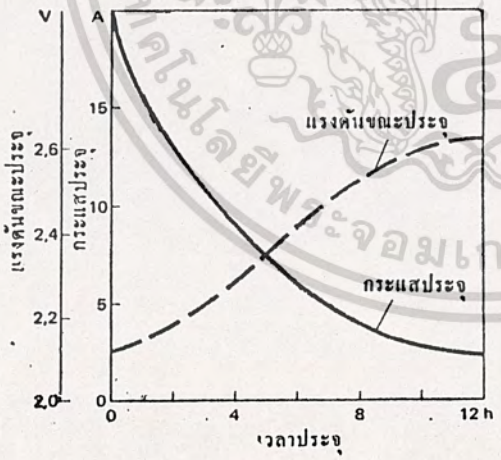
การประจุแบตเตอรี่



เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ (Battery charger) ประกอบด้วยทรานฟอร์มเมอร์ลดไฟ 220 โวลท์ ให้เหลือไฟแรงต่ำ เข้าเรียงกระแสไฟสลับเป็นไฟตรงด้วยเรกติไฟเออร์ ควบคุมกระแสประจุแบตเตอรี่ทางขดลวด เซคคันดารี (Secondary coil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประจุแบตเตอรี่ คือ ขบวนการทำให้แบตเตอรี่ที่ไม่มีไฟ ซึ่งอาจถูกนำกระแสไฟไปใช้มากหรือ แบตเตอรี่ทิ้งไว้นานไม่ได้รับการประจุไฟ กลับจ่ายกระแสไฟได้อีก แบตเตอรี่ที่ไม่มีไฟคือ แผ่นธาตุเป็นซัลเฟต หากปล่อยไว้นานจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพหรือใช้งานไม่ได้เลย เพราะไฟจะหมดไปวันละประมาณ 1% ดังนั้น แบตเตอรี่ที่ไม่ได้ใช้งานต้องประจุไฟไว้ให้เต็มเดือนละครั้ง แม้แต่แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถ ทุกวันก็ควรจะได้รับประจุใหม่ให้เต็มทุกเดือนหรือทุก ๆ 3,000 ก.ม. เช่นเดียวกัน การที่จะสร้างพลังงานไฟฟ้าให้แบตเตอรี่คืนสภาพปกติ คือการใช้แรงดันอีเลคตรอนเข้าไปในแผ่นธาตุลบ และกำจัดอีเลคตรอนจากแผ่นธาตุบวก โดยกระแสไฟตรงอัดให้ไหลผ่านแบตเตอรี่ในทิศทางตรงกันข้ามกับการจ่ายกระแสไฟออก กระแสไฟตรงนี้อาจได้จาก เยนเนเรเตอร์ หรืออัลเตอร์เนเตอร์ในรถเองตามโรงงานทั่วไปใช้เครื่องชาร์จซึ่งเป็นแบบของทรานฟอร์มเมอร์ (STEP DOWN) ต่อกับไฟฟ้าสลับให้เป็นกระแสตรงไหลได้ทิศทางเดียว มีรีโอสเตท (RHEOSTAT) ปรับขนาดกระแสที่ใช้ประจุแบตเตอรี่



ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าเข้าประจุแบตเตอรี่กับเวลา ขณะแบตเตอรี่ไม่มีไฟ แรงดันไฟฟ้าต่ำจะประจุเข้าได้สูง เมื่อเวลาผ่านไปแรงดันไฟในแบตเตอรี่สูงขึ้น กระแสที่เข้าประจุจะลดลง ถ้าแบตเตอรี่เริ่มมีแก๊สระเหยออก ต้องลดกระแสประจุหรือแบตเตอรี่มีไฟเต็มแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 การประจุแบตเตอรี่ด้วยอัตราประจุกระแสต่ำแบบกระแสคงที่ (CONSTANT CURRENT) มีใช้ในโรงงานซ่อมทั่วไป

เครื่องชาร์จแบบนี้ เป็นแบบที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้าตามแบตเตอรี่ที่ต้องการประจุไฟ ส่วนกระแสที่ต้องการประจุต้องขึ้นอยู่กับความต้านทานภายในแบตเตอรี่ จะลดหรือเพิ่มขึ้นอยู่กับการปรับรีโอสเตท แรงดันระหว่างประจุของแต่ละเซลล์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถ้ายิ่งเร่งกระแสประจุมากแบตเตอรี่ก็จะได้รับประจุเต็มเร็ว ปกติจะใช้ประจุแบตเตอรี่ค้างคืนไว้ นั่นคือ แบตเตอรี่จะได้รับประจุไฟเต็มประมาณ 8-12 ชั่วโมง การปรับแต่งกระแสประจุ ถ้ายิ่งให้ประจุอัตราต่ำเท่าไร ยิ่งเป็นการรักษาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่เท่านั้น ปฏิกิริยาทางเคมีจะได้สมบูรณ์ แต่ต้องสิ้นเปลืองเวลามาก อย่างไรก็ตามไม่ควรเร่งประจุเกิน 10% ของความจุ (แอมแปร์-ชั่วโมง) ถ้าไม่ทราบความจุหรือในกรณีมีแบตเตอรี่หลายลูกต้องต่ออนุกรมกัน ให้ถือกำหนดความจุแบตเตอรี่ลูกเล็กที่สุดหรืออัตราเฉลี่ย 5 แอมแปร์ ระหว่างประจุต้องคอยตรวจด้วยว่ามีแก๊สระเหยออกจากเซลล์ และ ถ.พ. ของน้ำกรดไม่เพิ่มขึ้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แสดงว่าแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็มที่แล้ว อุณหภูมิของกรดขณะประจุไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส ถ้าเดือดไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส

ข้อควรจำ

1. การประจุแบตเตอรี่หลายลูก ขนาดแรงดันต่างกันได้ ต้องต่ออนุกรมกันเพื่อลดกระแสที่เครื่องชาร์จจะต้องจ่าย และยังทำให้แบตเตอรี่แต่ละลูกที่มีความต้านทานภายในไม่เท่ากันได้รับการประจุด้วยกระแสต่างกัน ปลอดภัยจากการใช้กระแสจำนวนมาก

2. เพื่อป้องกันประกายไฟเกิดขึ้นระหว่างทำการชาร์จแบตเตอรี่ เพราะการระเหยของแก๊สจากเซลล์แบตเตอรี่เป็นไฮโดรเจนที่ขั้วลบ และออกซิเจนที่ขั้วบวก ($H + O$) เป็นแก๊สระเบิดอาจทำให้เกิดการรวมตัวขึ้นจนเปลือกหม้อแบตเตอรี่แตก ดังนั้น ให้ต่อสายเครื่องชาร์จก่อนแล้วจึงต่อสวิทช์ และตรงกันข้าม เมื่อเลิกประจุต้องตัดสวิทช์เครื่องชาร์จก่อน แล้วจึงนำแบตเตอรี่ไปใช้งาน

3. เปิดจุกเกลียวไว้ทุกเซลล์ เพื่อให้แก๊สที่เกิดขึ้นระเหยได้สะดวก

4. ระหว่างทำการประจุ ควรเฝ้าดูอุณหภูมิ และเมื่อไฟเต็มต้องหยุดประจุ เพราะการประจุมากเกินไป จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่

5. ห้องประจุแบตเตอรี่ ต้องมีทิศทางระบายอากาศได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การประจุแบตเตอรี่ด้วยอัตรากระแสปกติแบบแรงดันคงที่ (CONSTANT VOLTAGE) เช่น ใช้เครื่องชาร์จ เยนเนอเรเตอร์หรืออัลเตอร์เนเตอร์ ประจุแบตเตอรี่ที่อยู่ในรถยนต์

เครื่องชาร์จแบบนี้จะปรับแรงดันไฟฟ้าด้วยเรกกูเลเตอร์โดยอัตโนมัติตามแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ดังนั้น แรงดันของเครื่องชาร์จและแรงดันของแบตเตอรี่จะมีความแตกต่างกันคงที่ กระแสที่เข้าประจุแบตเตอรี่ก็จะคงที่ เป็นการประจุแบตเตอรี่ด้วยยอัตรากระแสปกติ แต่ใช้เวลาสั้น จะเห็นว่าแรงดันของเซลล์ที่มีแก๊สระเหยออกสูง 2.4 โวลท์ต่อเซลล์ แรงดันของเครื่องชาร์จคงที่ แต่กระแสที่ประจุลดลง แบตเตอรี่ที่ไม่มีไฟจะได้รับประจุกระแสสูง เมื่อได้รับประจุไฟเต็ม แรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้น ในที่สุดแบตเตอรี่จะได้รับประจุจนเต็ม เมื่อไฟเต็มแล้วแบตเตอรี่จะได้รับประจุต่อไป เพียงกระแสจำนวนน้อยเท่านั้น เครื่องชาร์จแบบนี้จะมีกำลังประจุได้มาก 20-30 แอมแปร์ และมักจะเป็นขนาดสำหรับประจุไฟได้ 2.4-2.5 โวลท์/เซลล์ เมื่อประจุได้ในอัตรากระแสสูง จะประจุทีละหลายลูก หรือแรงดันมาก ๆ ไม่ปลอดภัย

3.6 สาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมก่อนอายุใช้งาน

แบตเตอรี่ควรจะได้รับประจุเต็มอยู่ตลอดเวลา และได้รับบริการที่ถูกต้อง เช่น แบตเตอรี่ในรถยนต์ เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ติดแล้ว ไม่ควรให้แบตเตอรี่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ แต่จะมีหน้าที่รับประจุไว้ให้เต็มเท่านั้น ตลอดเวลาที่เครื่องยนต์ติด แบตเตอรี่จะได้รับประจุตลอดเวลา เพียงแต่เมื่อแบตเตอรี่ได้รับประจุเต็มแล้วก็รับประจุลดลง เยนเนอเรเตอร์ หรืออัลเตอร์เนเตอร์ จะต้องจ่ายกระแสที่ถูกควบคุมแรงดันแล้วแทนแบตเตอรี่ และต้องจ่ายให้กับแบตเตอรี่ด้วย

3.6.1 แบตเตอรี่ได้รับการประจุมากเกินควร (OVER CHARGING) คือเมื่อแบตเตอรี่ได้รับการประจุเต็มแล้ว ก็ยังให้รับประจุต่อไป เมื่อเป็นเช่นนี้จะทำให้

1. เกิดการสึกกร่อนของแผ่นธาตุบวกมาก พร้อมกันนั้นจะเกิดแก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนทำให้สูญเสียส่วนประกอบแผ่นธาตุบวก เซลล์จะบวมใหญ่ดันฝาปิดเซลล์ทางด้านบวกสูงขึ้น

2. จะทำให้อุณหภูมิของแบตเตอรี่สูงมาก ในบางครั้งอาจร้อนเกิน 50 องศาเซลเซียส ผลของอุณหภูมิสูงนี้ มันจะทำลายแผ่นธาตุทั้งบวกและลบ ตลอดจนแผ่นกั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่ออุณหภูมิสูงเกินปกติอยู่นาน ๆ อาจทำให้แผ่นธาตุบิดงอได้ การบิดงอของแผ่นธาตุจะบีบแผ่นกั้นระหว่างแผ่นธาตุลบและแผ่นธาตุบวก เป็นสาเหตุแห่งการลัดวงจร

4. การแตกตัวระหว่างไฮโดรเจนและออกซิเจน ยังเกิดขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อจะไปทำปฏิกิริยากับแผ่นธาตุทั้งสอง แต่เมื่อแผ่นธาตุอิ่มตัวแล้ว จึงลอยตัวผ่านน้ำกรดออกสู่อากาศ แก๊สทั้งสองเป็นส่วนประกอบของน้ำ แต่แปรสภาพเป็นแก๊ส ทำให้ระดับน้ำกรดลดลงรวดเร็วกว่าปกติ

5. ลดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ เช่น เมื่อระดับน้ำกรดลดลง ต่ำกว่าส่วนบนของแผ่นธาตุ แผ่นธาตุส่วนดังกล่าวจะสัมผัสกับอากาศ แผ่นธาตุแห้งจะแข็งตัวทั้งความร้อนภายในแบตเตอรี่ก็สูงอยู่แล้ว แผ่นธาตุจะเสื่อมคุณภาพ แผ่นธาตุส่วนที่แช่ในน้ำกรดจะถูกน้ำกรดกัดกร่อนอย่างแรง เพราะน้ำกรดที่เหลือมีความเข้มข้นกว่าปกติ และจะมีผลกับแผ่นกั้นด้วย แผ่นกั้นจะด่างและกรอบ อาจหมดสภาพจนแผ่นธาตุลัดวงจร

3.6.2 แบตเตอรี่ใหม่แต่เก่าเก็บ หรือมีสิ่งสกปรกประเภทสื่อไฟฟ้าหล่นลงไปในเซลล์แบตเตอรี่ เซลล์ไม่ยอมทำปฏิกิริยากับน้ำกรดหรือแผ่นธาตุลัดวงจร รวมทั้งแบตเตอรี่ที่มีการซ่อม เพราะการซ่อมมักมีข้อบกพร่องอยู่เสมอ

3.7 ข้อขัดข้องของแบตเตอรี่

สาเหตุ	แก้ไข
แบตเตอรี่แรงดันตกที่ขั้วมาก	
1. หัวสายและขั้วแบตเตอรี่หลวมหรือสกปรกเป็น OXIDE	1. ถอดสายและขั้วแบตเตอรี่ทำความสะอาดแล้วทาจารบีกันกรด กวดหัวสายให้แน่น
แบตเตอรี่ไม่มีกำลังและแรงดันตกมาก	
1. แบตเตอรี่ไม่มีไฟ	1. ประจุแบตเตอรี่
2. สายไฟลัดวงจร	2. ตรวจสายไฟและแก้ไข
3. แบตเตอรี่ขนาดเล็กเกินไป เพราะต้องการใช้ไฟมาก	3. ตั้งให้ไฟประจุมากขึ้น เปลี่ยนใช้แบตเตอรี่ใหญ่ขึ้น ตรวจขนาดการใช้ไฟ
4. ไฟหมดเองเร็วผิดปกติและน้ำกรดสกปรก	4. แบตเตอรี่รับประจุไฟไม่พอและให้เปลี่ยนน้ำกรดใหม่ ด้วยความถ่วงจำเพาะเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

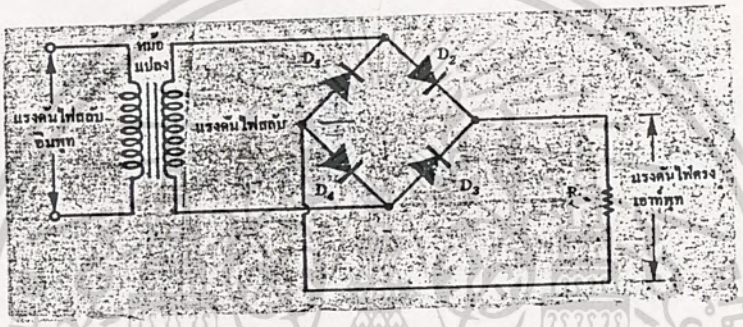
สาเหตุ	แก้ไข
5. แผ่นธาตุเป็นซัลเฟตหมด มองเห็นสีเทาขาวเกาะคลุมแผ่นธาตุ	5. ประจุแบตเตอรี่อย่างช้า เพื่อให้แผ่นธาตุคืนสภาพเดิม
6. แบตเตอรี่หมดอายุหรือผงแผ่นธาตุหล่นตกตะกอน ลัดวงจรระหว่างแผ่นธาตุ	6. เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่
แบตเตอรี่ได้รับประจุไม่พอ	
1. เยนเนอเรเตอร์ไม่จ่ายกระแสไฟ	1. ตรวจการจ่ายกระแสไฟของเยนเนอเรเตอร์
2. เรกกูเลเตอร์หรือสายไฟชำรุด	2. ซ่อมเยนเนอเรเตอร์หรือเรกกูเลเตอร์ ตรวจระบบสายไฟ
แบตเตอรี่ประจุมากเกินไป	
1. เรกกูเลเตอร์ไม่ปกติ	1. ตั้งหรือเปลี่ยนเรกกูเลเตอร์
คอนแทคคัทเอาท์ไหม้ละลาย	
1. ต่อขั้วแบตเตอรี่ผิด	1. กลับขั้วแบตเตอรี่และเปลี่ยนเรกกูเลเตอร์
2. เยนเนอเรเตอร์กลับขั้วบวก-ลบ	2. กระตุ้นเยนเนอเรเตอร์ให้ถูกขั้วไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

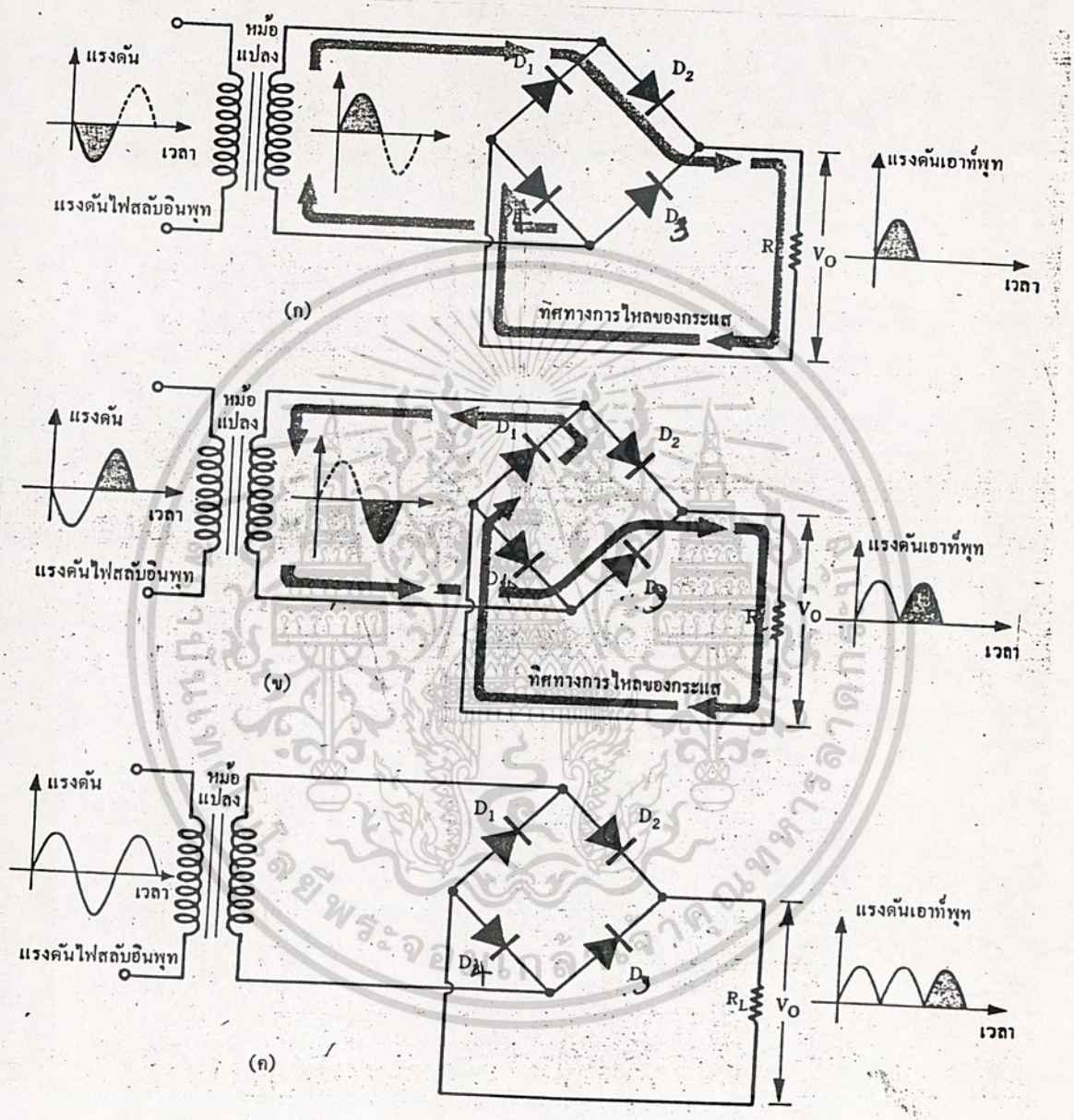
วงจรบริดส์เรคติไฟเออร์ (BRIDGE RECTIFIER)

วงจรที่ให้สัญญาณออกเป็นรูปฟูลเวฟ (FULL WAVE) อีกแบบหนึ่งคือ วงจรบริดส์-เรคติไฟเออร์ แรงดันไฟสลับจะต่อเข้าที่สองมุมของวงจรบริดส์ และเอาท์พุทจะถูกนำออกที่สองมุมที่เหลือดังวงจรในรูป



ในแต่ละครึ่งไซเคิลของวงจรอินพุท สมมุติว่าเมื่อขั้วบนของหม้อแปลงมีค่าเป็นบวกและขั้วล่างมีค่าเป็นลบ หรือครึ่งไซเคิลลบถูกป้อนเข้าทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลง ไดโอด D_2 และ D_4 จะอยู่ในลักษณะไบแอสตรง ดังนั้นกระแสจึงไหลครบวงจร จากขั้วบนของหม้อแปลงผ่านไดโอด D_2 ความต้านทานโหลด ไดโอด D_4 แล้วกลับเข้าขั้วล่างของหม้อแปลง (ดูรูป ก) และเมื่อแรงดันไฟสลับเปลี่ยนข้างมาเป็นบวกที่ขั้วล่าง และเป็นลบที่ขั้วบนของทุติยภูมิ การนำกระแสของไดโอดจะเป็นไปโดยเริ่มจากจุดล่างของหม้อแปลงผ่านไดโอด D_3 ความต้านทานโหลด ไดโอด D_1 กลับเข้าขั้วบนของหม้อแปลง ทิศทางแรงดันคร่อมโหลดจะมีทิศทางเดียวกันกับตอนแรกคือ มีทิศบวกอยู่ข้างบน ดังนั้น การนำกระแสของไดโอดจะเกิดสลับกันทีละสองตัว คือ D_2 กับ D_4 และ D_1 กับ D_3 ดังรูป ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟตรงที่โหลดสามารถหาได้จาก

$$Vdc(full\ wave) = Vp \times 0.637$$
$$= \sqrt{2 \times 0.637}\ Vrms$$

เมื่อกำหนดหม้อแปลงให้วงจรบริดส์เรคติไฟเออร์ วงจรสามารถทำให้แรงดันเอาท์พุทมีค่าได้เป็นสองเท่าของวงจรฟูลเวฟแบบมีแท็ปกึ่งกลางขดทุติยภูมิ ทั้งนี้เป็นเพราะแรงดันที่คร่อมหม้อแปลงทั้งหมดไม่มีการแบ่งครึ่ง แต่จะป้อนเข้ายังวงจรบริดส์ได้โดยตรง จึงทำให้ V_P ของวงจรบริดส์มีค่าเป็นสองเท่าของวงจรหม้อแปลงที่มีแท็ปกึ่งกลาง

เมื่อพิจารณาขณะที่ไดโอดบางตัวถูกไบแอสกลับ สมมุติว่าไดโอด D_2 และ D_4 นำกระแส ไดโอด D_1 และ D_3 จะไม่นำกระแส ขณะที่ไดโอด D_3 , D_1 ไม่นำกระแสนั้น แรงดันที่ตกคร่อมไดโอด D_3 และ D_4 จะมีค่ามากที่สุดได้เพียงค่า V_P เท่านั้น ซึ่งมีค่าน้อยกว่าวงจรฟูลเวฟแบบหม้อแปลงมีแท็ปกึ่งกลาง ซึ่งเป็นข้อดีอีกประการหนึ่งที่ไดโอดที่ใช้ไม่ต้องให้ทนแรงดันไบแอสกลับได้สูงมากเกินไปนัก ทนแรงดันได้ $V_P/2$ ก็พอเพียง

จึงเห็นได้ว่า วงจรฟูลเวฟแบบบริดส์ให้ผลดี จึงมีผู้นิยมใช้กันมากในวงจรจ่ายไฟกระแสตรง

วงจรกรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ (FILTER)

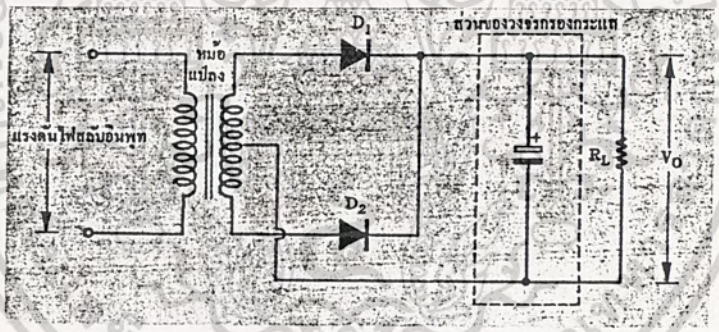
เราได้รู้ถึงการเรคติไฟเออร์ หรือการเปลี่ยนค่าแรงดันไฟสลับที่อินพุทให้เป็นค่าแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุท ค่ากระเพื่อมของแรงดันไฟตรงเอาท์พุทที่กระเพื่อมไปจากค่าแรงดันไฟเฉลี่ยหรือแรงดันไฟตรงเรียกว่า ริปเปิล (RIPPLE) ในวงจรฮาล์ฟเวฟเรคติไฟเออร์ ความถี่ของแรงดันริปเปิลมีค่าเท่ากับความถี่ของแรงดันไฟกระแสสลับอินพุท ทั้งนี้เพราะสัญญาณฮาล์ฟเวฟให้ลูกคลื่น 1 ลูก ทุก ๆ หนึ่งไซเคิลของแรงดันไฟสลับอินพุท ในวงจรฟูลเวฟเรคติไฟเออร์ความถี่ของแรงดันริปเปิลจะมีค่าเป็นสองเท่าของแรงดันไฟสลับอินพุท นั่นคือ ถ้าความถี่ของไฟสลับอินพุทมีค่า 50 Hz ความถี่ของสัญญาณริปเปิลจากวงจรฮาล์ฟเวฟจะเป็น 50 Hz ด้วย ส่วนของวงจรฟูลเวฟจะเป็น 100 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมืออิเลคทรอนิคส์ตลอดจนวงจรส่วนใหญ่ต้องการไฟตรงที่ราบเรียบเลี้ยงวงจร ดังนั้น เอาท์พุทที่ออกจากวงจรเรคติไฟเออร์จึงยังไม่สามารถที่จะป้อนเลี้ยงวงจรเครื่องมือต่าง ๆ ได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องผ่านวงจรกรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ ทำให้แรงดันไฟตรงที่จะจ่ายออกมีค่าราบเรียบพอเพียงกับการนำไปเลี้ยงวงจร

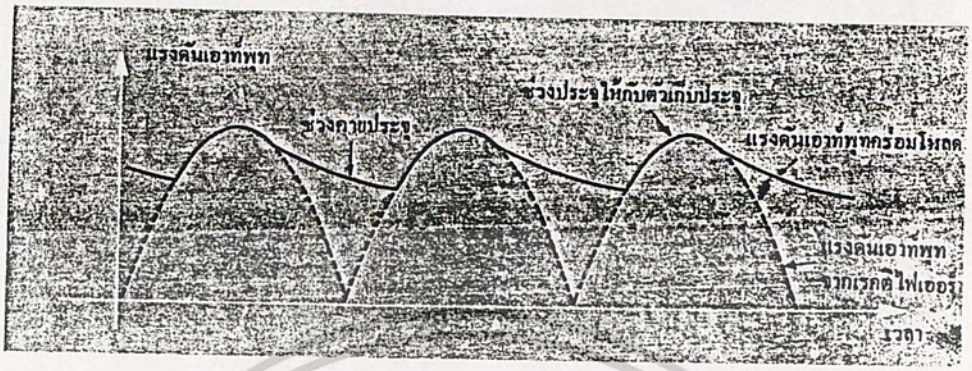
การกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ (CAPACITOR FILTER)

แรงดันริปเปิลมีผลเสมือนกับการจ่ายกระแสโหลดเป็นรูปพัลส์ แรงดันริปเปิลนี้สามารถทำให้ลดลงได้ ถ้ามีพลังงานบางส่วนที่เอาท์พุทถูกเก็บไว้พร้อมที่จะจ่ายออกเมื่อถึงจังหวะที่ไม่มีพลังงานจ่ายออกจากตัวเรคติไฟเออร์ ซึ่งหลักการนี้เป็นหลักการเบื้องต้นของวงจรกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ



วงจรกรองแรงดันแบบนี้ ประกอบด้วยตัวเก็บประจุต่อเชื่อมคร่อมเอาท์พุท ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่เก็บประจุไว้ในตัวมัน ในขณะที่แรงดันเอาท์พุทเพิ่มขึ้นจึงถึงค่าสูงสุด แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจะมีค่าสูงสุดด้วย เมื่อแรงดันเอาท์พุทลดลงมาเป็นศูนย์ ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่ช่วยจ่ายประจุให้โหลด ทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งแรงดันเอาท์พุทของเรคติไฟเออร์มีค่ามากกว่า ก็ประจุเข้าไปยังตัวเก็บประจุอีกครั้งเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อย่างไรก็ดี อัตราการคายประจุจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ดังนั้น แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจึงยังไม่ลดลงมาถึงศูนย์ กระแสจากเรคติไฟเออร์ก็จะมาประจุให้กับตัวเก็บประจุอีกครั้ง เพื่อให้การกรองแรงดันได้เรียบยิ่งขึ้น ตัวเก็บประจุจะต้องมีค่ามาก โดยทั่วไปจึงใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลติค ปกติวงจรกรองแรงดันแบบนี้ไม่สามารถจ่ายกระแสให้กับโหลดได้เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะถูกจำกัดด้วยจำนวนประจุที่ถูกสะสมไว้ที่ตัวเก็บประจุ เมื่อตัวเก็บประจุต้องจ่ายประจุให้โหลด จะทำให้แรงดันคร่อมตัวมันลดลงอย่างรวดเร็วก่อนที่มันจะรับประจุอีกครั้งหนึ่ง จึงทำให้ค่าริปเปิลมีค่าสูงและแรงดันเอาท์พุทจะลดค่าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

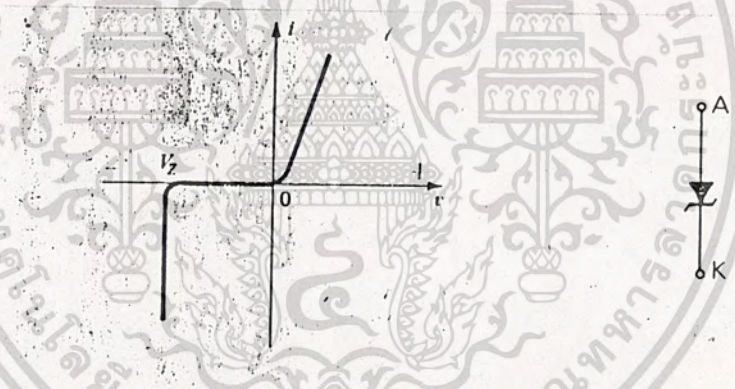
บทที่ 5

เซเนอร์ไดโอด (ZENER DIODE)

โครงสร้างและลักษณะสมบัติของเซเนอร์ไดโอด

โครงสร้างของเซเนอร์ไดโอดไม่ได้แตกต่างไปจากไดโอดสารกึ่งตัวนำ แต่เซเนอร์-ไดโอดจะต่างจากไดโอดสารกึ่งตัวนำทั่วไปตรงที่มีค่าแรงดันพังทลายที่ค่อนข้างแน่นอน และควบคุมได้ ค่าแรงดันพังทลายดังกล่าว อาจจะมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 200 โวลท์ และอาจมีค่าผิดพลาดได้ตั้งแต่ 1% ถึง 20% แล้วแต่ราคา

จากรูป แสดงให้เห็นสัญญลักษณ์ และลักษณะสมบัติของเซเนอร์ไดโอด จะเห็นว่าที่จุดแรงดันพังทลายกระแสไหลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่แรงดันแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง



ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าและสัญลักษณ์ของเซเนอร์ไดโอด

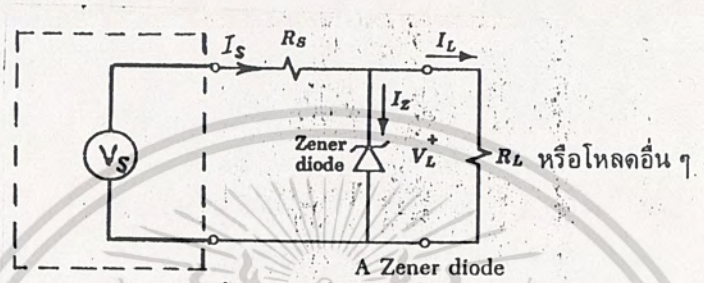
แรงดันพังทลายของเซเนอร์ไดโอด บางครั้งเราก็เรียกว่า แรงดันเซเนอร์ (ZENER VOLTAGE)

จากลักษณะสมบัติในรูป เราจะพบว่า ในส่วนช่วงไบแอสตามนั้น เซเนอร์ไดโอดแทบจะไม่แตกต่างไปจากไดโอดสารกึ่งตัวนำทั่วไปเลย แต่ในช่วงไบแอสย้อนนั้น เมื่อค่าแรงดันถึงจุดพังทลายแล้ว ค่ากระแสที่ไหลผ่านเซเนอร์ไดโอด จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่แรงดันคร่อมไดโอดแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ลักษณะสมบัติเช่นนี้ของเซเนอร์ไดโอด ทำให้ไดโอดชนิดนี้เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในวงจรแหล่งจ่ายไฟที่ให้แรงดันคงตัว (VOLTAGE REGULATION CIRCUIT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน

1. วงจรควบคุมแรงดันอย่างง่าย แสดงให้เห็นวงจรควบคุมแรงดันอย่างง่าย



A Zener diode voltage regulator circuit.

ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้

แหล่งไฟตรงขาเข้า (V_S) ซึ่งเป็นแหล่งไฟตรง ที่ค่ามีการแปรเปลี่ยนเพิ่ม หรือลดลงได้ (ค่า V_S นี้จะต้องมีค่าสูงกว่าแรงดันเซเนอร์)

ความต้านทานโหลด (R_L) เป็นค่าความต้านทานสมมูล (EQUIVALENT RESISTANCE) ของโหลดซึ่งคำนวณได้จากค่ากระแสที่ไหลผ่านโหลด (I_L) และแรงดันคร่อมโหลด (V_L) ค่า R_L นี้อาจจะมีการแปรเปลี่ยนได้

แรงดันคร่อมโหลด (V_L) โดยความจริงแล้วก็คือ ค่าแรงดันเซเนอร์ (หรือแรงดันพังทลายของเซเนอร์ไดโอด) ซึ่งค่านี้จะแม่นยำถูกต้องแค่ไหน ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเซเนอร์ไดโอดที่ใช้ (ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับราคาไดโอดนั้น ๆ ด้วย)

ความต้านทาน (R_S) ทำหน้าที่ควบคุมกระแส (I_S) ให้อยู่ในค่าที่ต้องการ เพื่อที่จะไม่ทำให้เซเนอร์ไดโอดต้องเสียหาย

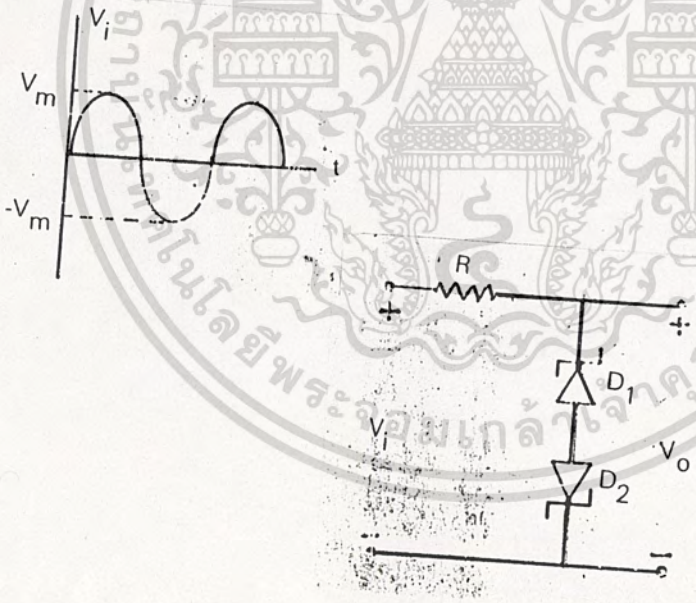
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

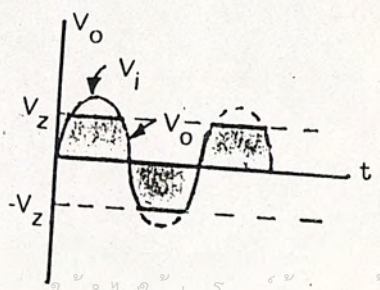
หน้าที่สำคัญของวงจรคงค่าแรงดัน (VOLTAGE REGULATOR) ก็คือ เพื่อรักษาแรงดันคร่อมโหลดให้มีค่าคงตัวที่สุด เท่าที่จะเป็นได้ โดยไม่ให้เปลี่ยนแปลง เมื่อ

1. กระแสที่ไหลผ่านโหลด หรือ
2. แรงดันของแหล่งจ่าย (SUPPLY VOLTAGE) V_S เปลี่ยนแปลงไป

สมมุติว่า กระแสในวงจรตามรูป มีค่าคงที่ แต่ค่า V_S เพิ่มขึ้น เมื่อค่า V_S เพิ่มขึ้นก็จะยังผลให้ I_S เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มของ I_S ไม่ได้ทำให้ I_L เพิ่มเติม ทั้งนี้เพราะกระแสส่วนเกินนี้จะไหลผ่านเซเนอร์ไดโอด (ซึ่งในตอนนี้ถูกไบแอสย้อนจนอยู่ในสภาพพังทลาย)

2. วงจรชลิบ (CLIPPING CIRCUIT)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป เป็นตัวอย่างการใช้เซเนอร์ไดโอดในวงจรขลิบ โดย V_Z เป็นค่าแรงดันเซเนอร์ (สมมุติให้ V_m ค่าสูงกว่า V_Z) หลักการทำงานของวงจรเป็นดังนี้

เมื่อสัญญาณขาเข้า (V_i) อยู่ในช่วงบวก D_1 จะถูกไบแอสย้อนข ณะที่ D_2 ถูกไบแอสตาม เนื่องจาก D ไบแอสย้อนอยู่ จึงไม่มีกระแสไหลผ่าน (ซึ่งก็ทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน D_2 ด้วย) ในช่วงที่สัญญาณเข้ามีค่าบวกน้อยกว่า V_Z อยู่นั้น จะไม่มีกระแสไหลผ่าน D_1 และ D_2 สัญญาณออกจึงมีรูปร่างเหมือนสัญญาณเข้า

เมื่อสัญญาณเข้าเป็นบวกเพิ่มสูงขึ้นเกินค่า V_Z ไดโอด D_1 จะถูกไบแอสย้อนจนเกินแรงดันเซเนอร์ทำให้กระแสไหลผ่านได้ จึงมีกระแสไหลผ่าน D_1 , D_2 สัญญาณออกจึงมีค่าเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อม D_1 และ D_2 ซึ่งในกรณีนี้ก็คือค่า V_Z

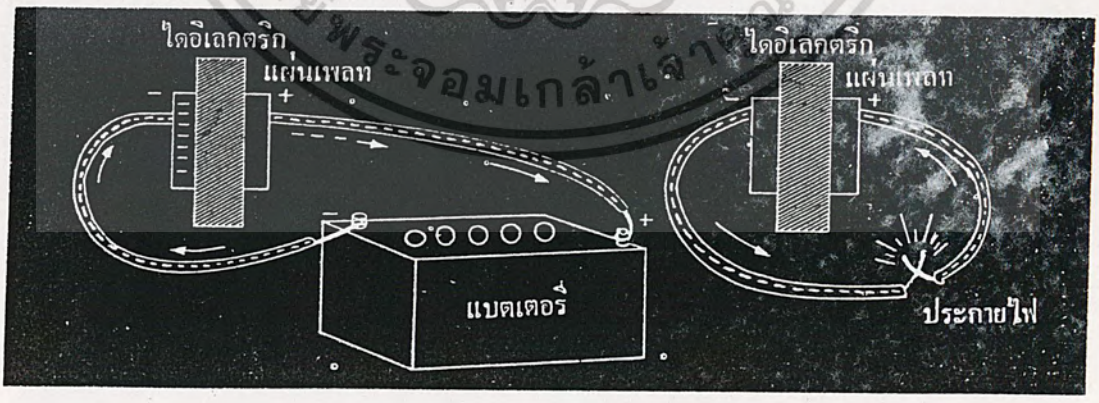
ในกรณีที่แรงดันเข้าอยู่ในช่วงลบ เราก็อาจจะอธิบายได้ด้วยหลักการทำนองเดียวกันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุ (CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุเป็นอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์ที่ทำหน้าที่เก็บสะสม หรือคายประจุไฟฟ้าให้กับวงจรหรืออุปกรณ์อื่น ตัวเก็บประจุจึงมีคุณสมบัติพิเศษทางด้านไฟฟ้าคือ ตัวเก็บประจุจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน นั่นหมายความว่าถ้าแรงดันป้อนให้กับตัวเก็บประจุเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้น ตัวเก็บประจุจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงนี้ ดังนั้น แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุจะเพิ่มขึ้นทันทีทันใดไม่ได้ แต่จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลง ดังเช่น เมื่อป้อนแรงดันไฟตรง 10 โวลท์ให้กับตัวเก็บประจุ ตัวเก็บประจุจะมีแรงดันเพิ่มขึ้นจาก 0 ขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 10 โวลท์ เมื่อแรงดันที่ตัวเก็บประจุคงที่แล้ว กระแสจะไม่สามารถไหลเข้าไปสะสมในตัวเก็บประจุได้อีก ดังนั้น กระแสไฟตรงจึงไหลเข้าไปในตัวเก็บประจุได้ในช่วงการสะสมประจุเท่านั้น แต่เมื่อประจุมีเต็มที่แล้ว กระแสนั้นก็จะไหลต่อไปอีกไม่ได้ จึงเห็นว่าตัวเก็บประจุไม่ยอมให้กระแสไฟตรงไหลผ่าน ส่วนในกระแสไฟสลับนั้นแรงดันเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตัวเก็บประจุจึงพยายามเปลี่ยนค่าแรงดันที่คร่อมตัวเก็บประจุตามด้วยตลอดเวลา จึงเห็นเสมือนว่ากระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุได้

หลักการเบื้องต้นของตัวเก็บประจุแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างและรูปร่าง ดังรูปที่ 1 โดยใช้แผ่นโลหะสองแผ่นวางประกบกันโดยมีฉนวนหรือที่เรียกว่า ไดอิเลคตริค (DIELECTRIC) คั่นกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุที่ใช้กันในวงจรอิเลคทรอนิคส์มีด้วยกันหลายแบบหลายขนาด แต่ละชนิดแต่ละแบบก็เหมาะกับงานที่แตกต่างกัน ซึ่งพอจะแยกอธิบายได้ดังนี้

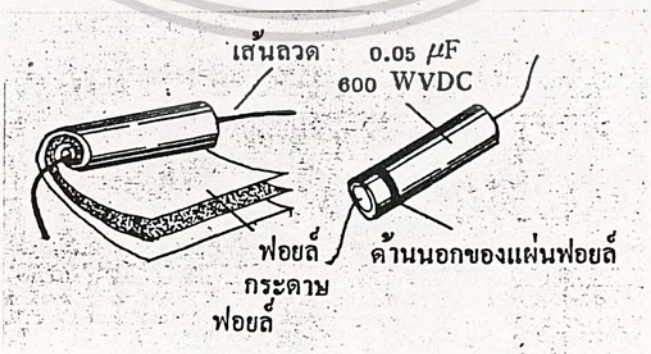
ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ (FIXED CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่เป็นชนิดที่ใช้กันมาก ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะได้รับการผลิตให้มีค่าคงที่และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าตัวเก็บประจุได้อีกเลย นอกจากจะนำตัวเก็บประจุหลาย ๆ ตัวมาต่อกันในลักษณะขนานกัน อนุกรมหรือผสม ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่มีด้วยกันหลายแบบหลายขนาด เช่น แบบกระดาษ แบบพลาสติค ไมก้า เซรามิค และอิเลคโตรไลติค การเรียกชื่อแต่ละแบบดังได้กล่าวแล้วนั้น จะเรียกตามวัสดุที่ใช้ทำเป็นฉนวนกั้นและหุ้มแผ่นตัวนำนั้น

ชนิดของตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่

ตัวเก็บประจุชนิดกระดาษหรือพลาสติค (PAPER CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุชนิดนี้ ภายในจะมีส่วนของกระดาษหรือพลาสติคกับตัวนำวางทาบกันเป็นแผ่น แล้วม้วนจนเป็นก้อนกลมแล้วหล่อด้วยสารจำพวกพลาสติคอีกครั้ง โดยมีขั้วปลายสองข้างโผลออกมาภายนอก ตัวอย่างของตัวเก็บประจุชนิดนี้ แสดงให้เห็นดังรูปข้างล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะมีค่าตัวเก็บประจุอยู่ในช่วง 0.001 ถึง 1.0 ไมโครฟารัดและรูปร่างภายนอกของตัวเก็บประจุขนาด 0.05 F จะมีขนาดความยาวประมาณ 1.5 นิ้ว มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว ตัวเก็บประจุชนิดนี้ไม่จำเป็นจะต้องต่อขั้วกับแรงดันบวกหรือลบโดยเฉพาะ

ค่าของตัวเก็บประจุจะเขียนบอกไว้ที่ผิวของตัวเก็บประจุนั้น นอกจากนี้ยังบอก % ของช่วงผ่อนผัน หรือค่าผิดพลาดไว้เป็นตัวเลข เขียนต่อกับค่าตัวเก็บประจุ เช่น 1 F $\pm$ 10% หมายความว่าตัวเก็บประจุนี้มีค่า 1 ไมโครฟารัด และมีช่วงผ่อนผัน 10% และสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เขียนบอกไว้ที่ผิวคือ อัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุว่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุสูงสุดเท่าใดโดยไม่เกิดการเสียหาย

ตัวเก็บประจุชนิดไมก้า (MICA CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุชนิดไมก้า โดยทั่วไปจะทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีแผ่นไมก้าบาง ๆ คั่นอยู่ระหว่างกลางของแผ่นโลหะตัวนำ ค่าของตัวเก็บประจุอาจเขียนบอกเป็นค่าตัวเลขหรือเป็นโค๊ดสีก็ได้ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ถ้าเป็นโค๊ดสี สัญญลักษณ์สีที่ใช้แทนตัวเลขจะเหมือนกับโค๊ดสีของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุชนิดนี้ มักจะมีค่าอยู่ในช่วง 50 ถึง 500 F โดยมีขนาดความยาวของตัวเก็บประจุน้อยกว่า 3/4 นิ้ว มีความหนาน้อยกว่า 1/8 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิค (CERAMIC CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะมีรูปลักษณะได้ 4 แบบ คือเป็นแบบแท่งกลมคลายตัวต้านทาน แบน แบบจาน แบบเหรียญที่มีขั้วต่อออกที่บริเวณขอบ และเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบน ตัวอย่างของตัวเก็บประจุชนิดเซรามิคได้แสดงให้เห็นดังรูปข้างล่าง ค่าของตัวเก็บประจุชนิดนี้จะมีค่าโดยทั่วไปน้อยกว่า 0.01 F ค่าของตัวเก็บประจุจะถูกพิมพ์ติดบนตัวเก็บประจุเช่นเดียวกับตัวเก็บประจุอื่น ๆ

ตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลติค (ELECTROLYTIC CAPACITOR)

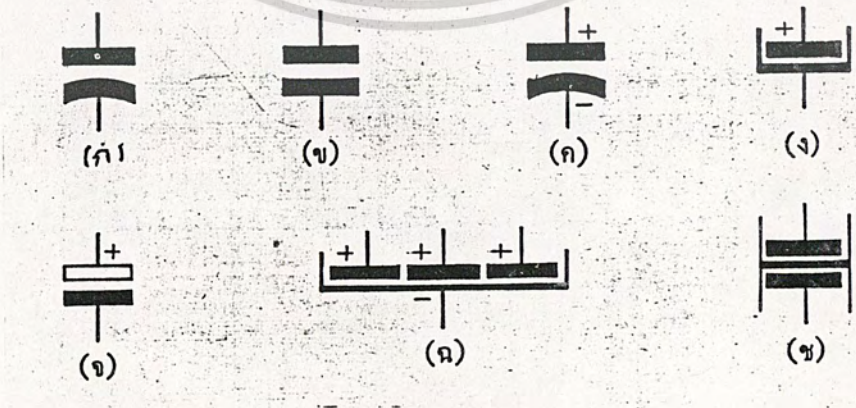
ตัวเก็บประจุแบบนี้จะให้ค่าความจุของประจุได้สูงมาก โดยใช้สารละลายที่เป็นฉนวนบางอย่างบรรจุในหลอดปิดเคลือบด้วยพลาสติคหรือหุ้มด้วยโลหะ ค่าของตัวเก็บประจุจะพิมพ์ติดไว้บนตัว นอกจากนี้ยังมีค่าช่วงผ่อนผันและอัตราทนแรงดันพิมพ์ติดไว้ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างของตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลติคแสดงให้เห็นดังรูปที่ 5 ค่าของตัวเก็บประจุชนิดนี้จะมีค่าโดยทั่วไปจาก 1 ไมโครฟารัดถึงค่าหลาย ๆ พันไมโครฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือ เมื่อนำตัวเก็บประจุชนิดนี้ไปใช้งาน จะต้องต่อขั้วให้ถูกต้องกับวงจร ทั้งนี้เพราะขั้วของตัวเก็บประจุทั้งสองจะต้องมีศักดาไฟฟ้าต่างกัน โดยที่ขั้วใดขั้วหนึ่งจะต้องถูกกำหนดให้มีศักดาไฟฟ้าสูงกว่าอีกขั้วหนึ่ง มิเช่นนั้นแล้วโอกาสที่ตัวเก็บประจุจะเกิดการเสียหายย่อมเกิดขึ้นได้ง่าย โดยปกติที่บริเวณตัวเก็บประจุตรงบริเวณขั้วจะมีเครื่องหมายพิมพ์บอกขั้วไว้ว่าขั้วใดต่อเข้ากับวงจรทางด้านบวกหรือลบ

สัญญลักษณ์ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุทุกตัวที่มีค่าคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญลักษณ์ที่ใช้มากที่สุดสำหรับตัวเก็บประจุที่มีค่าคงที่ คือ สัญญลักษณ์ ก และ ข ส่วนสัญญลักษณ์ ค ง และ จ แทนตัวเก็บประจุชนิดอิเลคโตรไลติค

ตัวเก็บประจุที่เปลี่ยนค่าได้ (VARIABLE CAPACITOR)

ตัวเก็บประจุพวกนี้ก็เหมือนกับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้นั่นเอง โดยทั่วไปตัวเก็บประจุที่ปรับค่าได้มักใช้ในวงจรจูนนิ่ง หรือวงจรปรับแต่งสัญญาณทางอิเลทรอนิคส์ ตัวเก็บประจุชนิดนี้ที่ใช้กันมากเป็นแผ่นโลหะประกอบบนแกนเดียวกัน เมื่อหมุนแกนแผ่นโลหะจะเลื่อนเข้าหากัน ทำให้ค่าตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลง สิ่งที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือตัวเก็บประจุชนิดนี้ มักเป็นตัวเก็บประจุชนิดใช้อากาศเป็นสารไดอิเลคตริก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

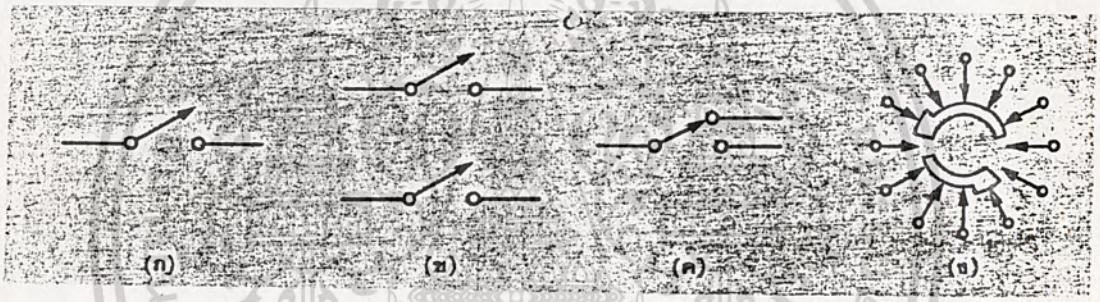
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์และรีเลย์

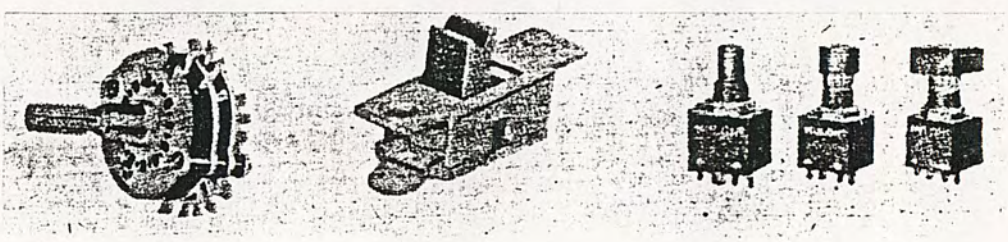
เมื่อเราปิดวงจร กระแสสามารถไหลผ่านครบวงจร และในขณะที่วงจรเปิดวงจร กระแสจะไหลไม่ได้ในวงจรสวิทช์และรีเลย์ทำหน้าที่เป็นตัวปิดเปิดวงจรให้กระแสไหลในวงจร

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิดเปิดวงจร สวิทช์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียวหรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปสวิทช์มักจะใช้เป็นตัวปิดเปิดให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงาน

สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนสวิทช์แสดงให้เห็น ดังรูป ก. เป็นสวิทช์ขั้วเดียว รูป ข. เป็นสวิทช์สองขั้วแยกวงจร รูป ค. เป็นสวิทช์สองทาง รูป ง. เป็นสวิทช์เลือก



รีเลย์ก็เป็นสวิทช์แบบหนึ่ง แต่รีเลย์แตกต่างจากสวิทช์ทั่วไปคือ ต้องมีกระแสไหลผ่านขดลวดรีเลย์เป็นจำนวนพอเพียงเสียก่อน สวิทช์รีเลย์จึงจะเปลี่ยนตำแหน่ง ดังนั้น ตัวสวิทช์ที่อยู่กับตัวรีเลย์จึงมีจำนวนขั้วได้หลายแบบ เช่นเดียวกับสวิทช์ทั่ว ๆ ไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิวส์

วงจรหรือเครื่องมือทางอิเลคทรอนิคส์จำเป็นจะต้องมีสิ่งป้องกันมิให้กระแสไหลผ่านวงจรมากเกินไป อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวป้องกันคือฟิวส์ ฟิวส์จะทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อกระแสไหลผ่านตัวมันมากเกินกำหนด

ค่าของฟิวส์จึงขึ้นอยู่กับค่าของกระแสที่ทำให้ฟิวส์ตัดวงจร ฟิวส์จึงมีหลายขนาด อีกทั้งรูปร่างก็ต่างกันไป เพื่อให้เลือกใช้งานได้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

จากการศึกษาและทดลองการนำแบตเตอรี่มาใช้งานแทนไฟฟ้าจากการไฟฟ้าทันที เมื่อไฟฟ้าดับนั้น จากผลการศึกษาและทดลองนั้น ได้ผลดีเป็นอย่างมาก สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทำงานรวดเร็ว กินกระแสไฟน้อย ใช้เวลาน้อย ขณะชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่

ปัญหาและอุปสรรค

1. ขาดเครื่องมือในการทำกล่องเพื่อบรรจุชิ้นงาน
2. แบตเตอรี่แห้งหาซื้อยาก มีราคาค่อนข้างสูง
3. อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ประกอบวงจรไม่ได้คุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คือ อาจารย์ภากร หุตะสังกาส และคณะอาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ท่านได้ให้คำแนะนำและความรู้ต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง ระบบไฟฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT SYSTEM) จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. INTRODUCTION TO SOLID STATE POWER ELECTRONICS.
WESTINGHOUSE.

2. ELECTRONIC CIRCUITS AND APPLICATIONS.
STEPHEN D SENTURIA.
BRUCE D WEDLOCK.

3. POWER ELECTRONICS
BW. WILLIAMS.

4. SEMICONDUCTOR DEVICE.
ส.ส.ท.

5. BATTERY
อำพล, ชื่อตรง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้