เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC BATTERY CHARGER

โดย

นายไกรพงศ์ พงศ์บารุงเนตร

นายเรืองวิทย์ สิทธิวงศ์

นายสมบัติ สลามเต๊ะ

นายสุเนตร จงเทพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032638

ปีการศึกษา 2535

เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ

โดย

นายไกรพงศ์ พงศ์บารุงเนตร. 33.102904 /

นายเรืองวิทย์ สิทธิวงศ์. 33.102924 /

นายสมบัติ สลามเต๊ะ. 33.102930 /

นายสุเนตร จงเทพ. 33.102934 /

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.วิริยะ พิเชษจาเริญ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032633

ปริญญาพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ (Automatic Battery Charger)

ผู้จัดทำ

1.นายไกรพงศ์ พงศ์บำรุงเนตร. 33.102904

2.นายเรืองวิทย์ สิทธิวงศ์. 33.102924

3.นายสมบัติ สลามเต๊ะ. 33.102930

4.นายสุเนตร จงเทพ. 33.102934

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.วิริยะ พิเชษฐาเริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ

Automatic Battery Charger

รศ.ดร.วิริยะ พิเชษฐาเริญ

ไกรพงศ์ พงศ์บำรุงเนตร

เรืองวิทย์ สิทธิวงศ์

สมบัติ สลามเต๊ะ

สุเนตร จงเทพ

ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ.

ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงาน และการออกแบบของ เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ โดยใช้เอสซีอาร์ (SCR:Silicon Control Rectifier) ซึ่งทำหน้าที่เป็น UPS (Uninterrupttable Power Supply)ของไฟฟ้ากระแสตรง กล่าวคือสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไปเก็บสะสมที่แบตเตอรี่ได้ทั้งการอัดประจุแบบปกติ (Float Charge)และการประจุแบบรุนแรง (Equalizing Charge) พร้อมกับจ่ายโหลดที่ต้องการไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีระบบไฟฟ้าผิดปกติ หรือเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ผิดปกติ แบตเตอรี่จะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่โหลดแทน แรงดันที่เอาท์พุทของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะมีค่าคงที่ โดยใช้วงจรกำลังแบบ Single Phase Half Control Bridge และการควบคุมแรงดันเอาท์พุท โดยใช้วิธีเฟสคอนโทรล (Phase Control) ควบคุมมุมทริกที่มุมต่าง ๆ เพื่อให้แรงดันเอาท์พุทคงที่เสมอ เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Battery Charger.

Associate Professor Wiriya Phichetchumroen Advisor

Kraipong Pongbumrungnate.

Rueangwit sittiwong.

Sombat Slamtae.

Sunate jongtheap.

Year Education 1992

Abstract.

This Project Describe about operation and design of Automatic Battery Charger type used device SCR (Silicon Control Rectifier). It device used for function UPS (Uninterruptable Power Supply) of dc current.So that it supply direct current to storage at battery for float charge or equalizing charge and simulneous supply to load when load demand direct current. Whenever have appear electrical system fault or automatic battery fault so that battery to be supply current to load. Output voltage of automatic battery charger have constant voltage used for single phase half control bridge circuit and output voltage control by phase control type which varience trigger angle tyrister control. So that output steady constant voltage which suitable electrical equiment have demand direct current.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ชื่อ		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการออกแบบและการทำงาน	3
บทที่ 3	แบตเตอรี่และการใช้งาน	5
	-แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด	6
	-แบตเตอรี่ด่าง	25
	-ทฤษฎีและหลักการอัดประจุแบตเตอรี่	36
	-การเลือกแบตเตอรี่	39
บทที่ 4	ส่วนประกอบของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่	42
	-หม้อแปลง (Transformer)	44
	-วงจรเรียงกระแส (Main Control Rectifier)	50
	-วงจรกรองแรงดัน (Filter Circuit)	57
	-วงจรควบคุมการขวางกั้นแรงดันโดยใช้ไดโอดกำลัง (Power Diode Dropper Control Circuit)	60
	- วงจรควบคุมการจุดชนวน (Firing Control Circuit)	67
	- แหล่งจ่ายไฟ (power Supply)	72
	- วงจรตั้งเวลาการอัดประจุ (Charger timer Circuit)	74
บทที่ 5	การทดลองและการดำเนินงาน	87
บทที่ 6	สรุปผลและวิจารณ์	99
	- กิตติกรรมประกาศ	100
	- หนังสืออ้างอิง	101
	- ภาคผนวก	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในสภาวะปกติเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ จะมีหน้าที่อยู่ 3 อย่างคือ

1. ทำหน้าที่จ่ายกระแสตรงให้กับ Load current ในสภาวะปกติในกรณี AC line หรือเครื่องอัดประจุไม่เกิดการผิดปกติ

2. ทำหน้าที่จ่ายกระแสตรงให้วงจรแบตเตอรี่เพื่อหยุดสภาพน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ภายในเซลล์ให้คงที่สภาพทางเคมี ในลักษณะประจุเต็ม (Full charge) ตลอดเวลาหากเกิดระบบไฟ AC line หรือเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่เกิดผิดปกติ (Fault) ขึ้นจะทำให้แบตเตอรี่นั้น มีประจุ (Capacity) พร้อมที่จ่ายไฟได้อย่างสมบูรณ์ให้กับโหลดที่ต่ออยู่

3. ทำหน้าที่อัดประจุชุดของแบตเตอรี่นั้น ๆ ให้กลับคืนสู่สภาพทางเคมีในลักษณะประจุเต็มอีกครั้งในกรณีแบตเตอรี่นั้นถูกจ่ายกระแส (Discharge) ออกไป

ซึ่งเครื่องอัดประจุนี้มีใช้ตามลักษณะของงาน เช่น ตามสถานีย่อยที่ใช้ในการควบคุมการผลิตและการจ่ายกระแสไฟฟ้า ในระบบคอมพิวเตอร์ ระบบวิทยุโทรคมนาคม ระบบไฟฉุกเฉินในอาคารหรือห้องควบคุมระบบป้องกันต่าง ๆ เป็นต้น

ในขั้นแรกจะกล่าวถึงการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจในส่วนใหญ่ ๆ รวมกัน

โดยทั่ว ๆ ไป เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ จะมีการออกแบบได้หลายระดับ แต่ที่นิยมและให้ได้ตามโหลดที่มีอยู่ จึงนิยมที่ระดับแรงดันตามตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dc voltage	นิกเกิ้ล-แคดเมี่ยม	ตะกั่ว-กรด
12	9-10	5-7
24	18-20	11-13
48	36-44	22-26
60	44-50	28-31
110	80-92	50-56
220	160-180	100-110

โดยที่แบตเตอรี่แบบนิเกิล-แคดเมี่ยม (Ni-Cd) = 1.00-1.6 V/cell

แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Lead-Acid) = 1.75-2.4 V/ cell

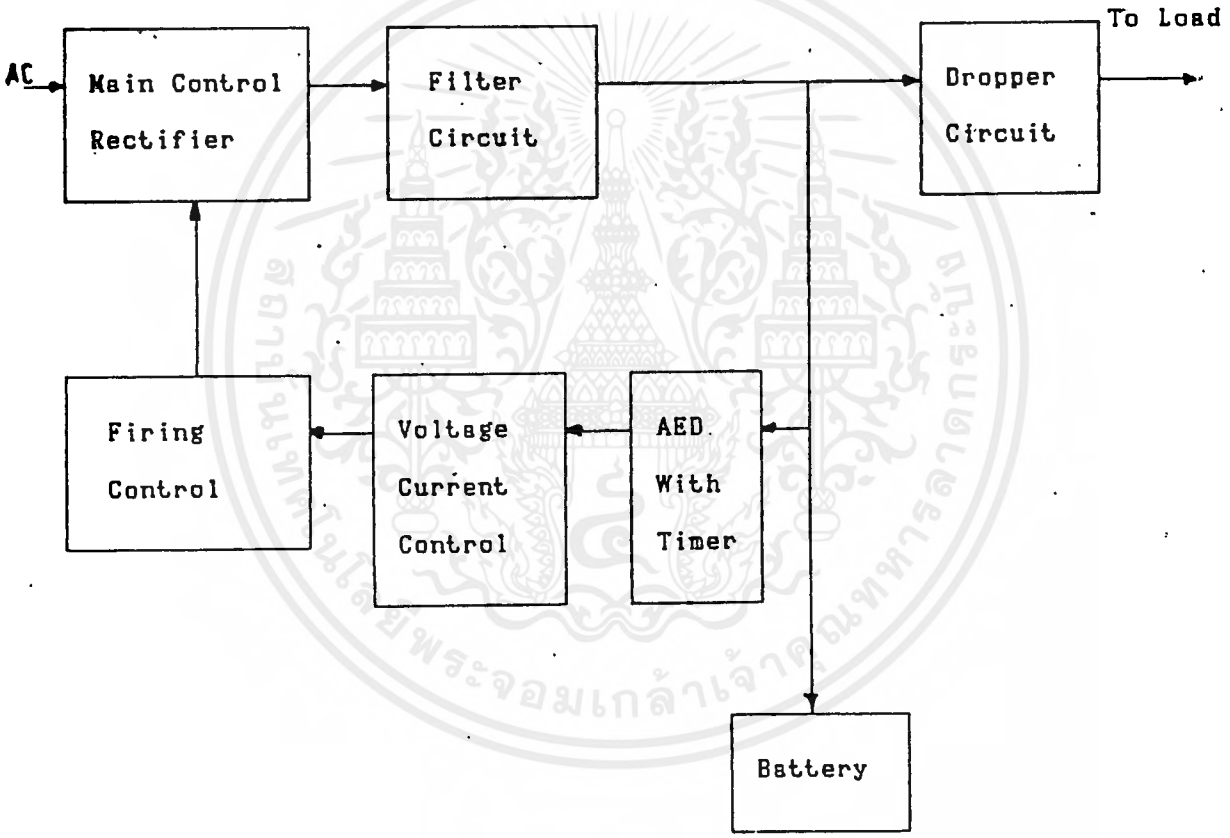
เราสามารถออกแบบให้ได้ตามระดับแรงดันที่ต้องการได้ สำหรับในโครงงานนี้ จะเป็นการศึกษาและออกแบบ ที่ระดับแรงดัน 48 Vdc และจ่ายโหลดที่พิกัดกระแส 20 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการออกแบบและการทำงาน

จาก Block diagram การทำงานแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติแบบใช้เอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาวะปกติเมื่อระบบไฟ ac ถูกแปลงให้เป็นระบบไฟ dc แล้วพลังงานไฟฟ้าเหล่านี้จะถูกเก็บสะสมในหม้อแบตเตอรี่ และจ่ายไฟ dc ให้กับโหลดพร้อมกัน ในสภาวะที่ระบบไฟ ac ผิดปกติ. เช่น ไฟตก ไฟเกิน หรือไฟดับ แบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่โหลดทันที และเมื่อไฟ ac ของการไฟฟ้ากลับสู่สภาวะปกติใหม่อีกครั้ง เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ก็จะทำหน้าที่ประจุแบตเตอรี่ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการประจุแบตเตอรี่แบบปกติ (Float charge) หรือประจุแบตเตอรี่แบบรุนแรง (Equalize charge) และพร้อม ๆ กับต้องจ่ายไฟให้โหลดด้วย ขึ้นอยู่กับการออกแบบขณะเดียวกับที่ความสามารถในการควบคุมระดับแรงดันไฟ dc ที่จ่ายให้แก่โหลดให้มีระดับคงที่อยู่เสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ Dropper Circuit ซึ่งจะกล่าวถึงการทำงานต่อไป

ประเภทของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ที่ใช้งานตามมาตรฐานกำหนดเราจะให้มีระดับแรงดันที่ต้องการอัดประจุอยู่ 2 ระดับ คือ ระดับการอัดประจุแบบปกติ ประมาณ 2.15-2.25 โวลท์ต่อเซลล์ สำหรับแบตเตอรี่แบบกรด-ตะกั่ว และ 1.35-1.45 โวลท์ต่อเซลล์ สำหรับแบตเตอรี่แบบนิเกิ้ล-แคดเมี่ยมของแรงดันปกติ และระดับเมื่อมีการอัดประจุแบบรุนแรง ประมาณ 2.25-2.40 โวลท์ต่อเซลล์สำหรับแบตเตอรี่แบบกรด-ตะกั่ว และ 1.50-1.60 โวลท์ต่อเซลล์สำหรับแบตเตอรี่แบบนิเกิ้ล-แคดเมี่ยมของแรงดันปกติ ฉนั้นถ้าต้องการที่ระดับแรงดันปกติ 48 โวลท์ ในโครงงานนี้เราจะใช้ 51.6 โวลท์ สำหรับการอัดประจุแบบปกติ และ 55.6 โวลท์สำหรับการอัดประจุแบบรุนแรง เครื่องอัดประจุจะมีการจ่ายกระแสและแรงดันในอัตราที่ต่ำมาก ทั้งนี้เพราะชุดของแบตเตอรี่ที่ต่ออยู่กับเครื่องอัดประจุจะต่ออยู่ในลักษณะขนานกัน ดังนั้นเครื่องอัดประจุในระบบนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมให้แบตเตอรี่เต็มเท่านั้น และมีในบางครั้งที่เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ต้องจ่ายกระแสสูง ๆ ในช่วงระยะสั้น แต่ไม่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง คือในกรณีที่แบตเตอรี่ถูกจ่ายพลังงานจนหมดตัว การจ่ายพลังงานในลักษณะนี้อันเนื่องมาจากเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ผิดปกติหรือเสีย หรือไฟ ac ขาดหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แบตเตอรี่และการใช้งาน.

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งทางด้านไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จ่ายออกมาให้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ แบตเตอรี่บางชนิดสามารถอัดไฟเข้าไปเพื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ให้เป็นพลังงานเคมี แล้วค่อย ๆ ปล่อยพลังงานออกมาให้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

โครงสร้างของแบตเตอรี่

เซลล์ของแบตเตอรี่ประกอบด้วยแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ และสารละลายที่เป็นของเหลวหรือวุ้น ซึ่งเรียกว่า "อีเล็คโตรไลท์" เซลอาจมีการปิดสนิท หรือมีช่องให้สารระเหยได้ แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบจะวางอยู่คู่กัน ในเซลล์แบตเตอรี่ลูกหนึ่ง ๆ อาจมีแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบหลาย ๆ ชุด วางขนานกันเป็นคู่ ๆ เพื่อให้ได้ขนาดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกมาสูงขึ้น ปริมาณขนาดกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ ระยะห่างระหว่างแผ่น ค่าความเข้มข้นของสารละลาย ความจุของแบตเตอรี่มักวัดเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-hour;Ah) การวัดความจุโดยให้เวลาคงที่ แล้ววัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกมาในช่วงเวลาดังกล่าว เช่น แบตเตอรี่ลูกหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้า 20 A ในเวลา 8 ชม.จะมีความจุ 160 Ah เป็นต้น

ประเภทของแบตเตอรี่

วัสดุที่นำมาทำแผ่นธาตุบวก (แผ่น Anode) มีหลายชนิด เช่น ตะกั่ว แคดเมี่ยม แมกนีเซี่ยม และสังกะสี ซึ่งเป็นสารที่ปล่อยอิเล็คตรอนได้ง่าย ส่วนแผ่นธาตุลบ (แผ่น Cathode) อาจทำด้วยตะกั่วออกไซด์ นิเกิ้ล ปรอท และ เงิน ซึ่งจะรับอิเลคตรอนได้ง่าย จากคุณสมบัติที่ใช้วัสดุต่างกันเราจึงแบ่งแบตเตรี่ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ เช่น แบตเตอรี่ที่ทำจาก สังกะสี-คาร์บอน ปรอท และลิเที่ยม เป็นแบตเตอรี่ที่ใช้งานได้ครั้งเดียว เมื่อจ่ายไฟหมดแล้วต้องทิ้งไปไม่สามารถอัดไฟกลับเข้าไปใช้งานได้อีก

2.แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ เช่น แบตเตอรี่ที่ทำขึ้นจากตะกั่ว-กรด นิเกิ้ล-แคดเมี่ยม และประเภทต่าง ๆ แบตเตอรี่ประเภทนี้สามารถอัดไฟเข้าไปใหม่เมื่อไฟหมด ทำให้สามารถใช้งานได้นาน แบตเตอรี่ที่นิยมใช้งานกันมากคือ ชนิดที่ทำจากตะกั่ว-กรด และแบบ นิเกิ้ล-แคดเมี่ยม ซึ่งมีราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพงแต่อายุการใช้งานได้ยาวนานกว่าแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด และอีกชนิดคือ แบบเงิน-สังกระสี ราคาแพงมากแต่ใช้ไฟมากที่สุด

แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด

การแบ่งชนิดของแบตเตอรี่กรด

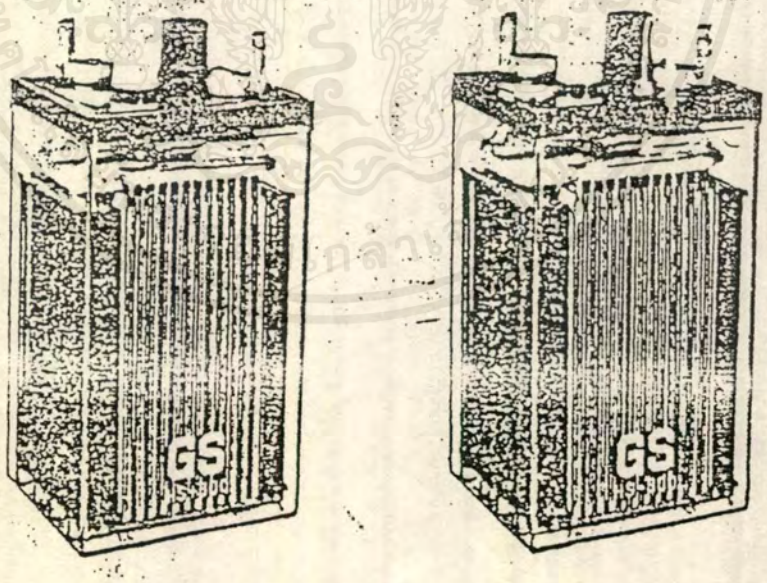
แบตเตอรี่กรด (Lead-Acid) สามารถที่จะแบ่งตามลักษณะการใช้งาน อายุของแบตเตอรี่ ตลอดจนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเลคโตรไลท์ออกเป็นสองชนิดคือ

1. **แบตเตอรี่แบบเพาเวอร์ดี (POWER-D)** ซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้เป็นแบบที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศเป็นส่วนมากเช่น ขององค์การแบตเตอรี่ กระทรวงกลาโหม เป็นต้น แบตเตอรี่ประเภทนี้เราเรียกกันว่า 1ชุด หรือ 1 หม้อ ภายในของแบตเตอรี่ 1 หม้อ จะประกอบไปด้วยช่องของกรุ๊ปเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้คือ ขนาด 3 ช่องและขนาด 6 ช่อง ใน 1 ช่องแบตเตอรี่ชนิดนี้ประกอบด้วยกรุ๊ปของแผ่นเพลทบวกและกรุ๊ปของแผ่นเพลทลบ บรรจุลงอยู่ในช่องเซลล์และในหนึ่งช่องเซลล์มีแรงเคลื่อนเท่ากับ 2 โวลท์ ดังนั้น 3 ช่องเซลล์และ 6 ช่องเซลล์มีค่าแรงเคลื่อนเท่ากับ 6 และ 12 โวลท์ ตามลำดับ การบรรจุเซลล์ลงในชุดแบตเตอรี่ทำได้โดยการนำเอากรุ๊ปของเซลล์มาวางลงในหม้อเซลล์ แล้วนำกรุ๊ปของเซลล์มาต่อกันในแบบอนุกรม (Series) กันแล้วเทยางมะอยสีดำปิดด้านบน แต่จะมีขั้วบวกของเซลล์แรก และขั้วลบของเซลล์สุดท้ายโผล่ออกมาเพื่อเป็นจุดต่อนำเอาพลังงานของแบตเตอรี่นี้ไปใช้งาน ส่วนน้ำยาอิเล็คโตรไลท์ที่ใช้ ใช้ส่วนผสมระหว่างกรดกับน้ำที่ผสมกันอย่างเจือจางโดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.220 ซึ่งนับว่าเป็นค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงมากหรือที่เราเรียกว่าเข้มข้นมาก แบตเตอรี่ชนิดนี้นิยมใช้กันเป็นส่วนมากในระบบที่ต้องการใช้กระแสสูง ๆ ในระยะเวลาอันสั้นเช่น ในงานสตาร์ทเครื่องยนต์ในรถยนต์ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดนี้ มีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 2-3 ปีเท่านั้น ทั้งนี้เพราะแบตเตอรี่ประเภทนี้ใช้น้ำยาอีเล็คโตรไลท์ที่เข้มข้นมาก ตลอดจนวัสดุที่นำมาทำแผ่นเพลท เป็นวัสดุที่ไม่ดีเท่าที่ควรดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่าแบตเตอรี่ชนิดนี้ไม่เหมาะสมที่จะเป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่มาตรฐาน เช่น ในระบบควบคุมกลไกต่าง ๆ และในระบบสื่อสาร เป็นต้น

2. **แบตเตอรี่ชนิดสเตชั่นนารี่แบตเตอรี่ (STATIONARY BATTERY)** เป็นแบตเตอรี่กรดเหมือน

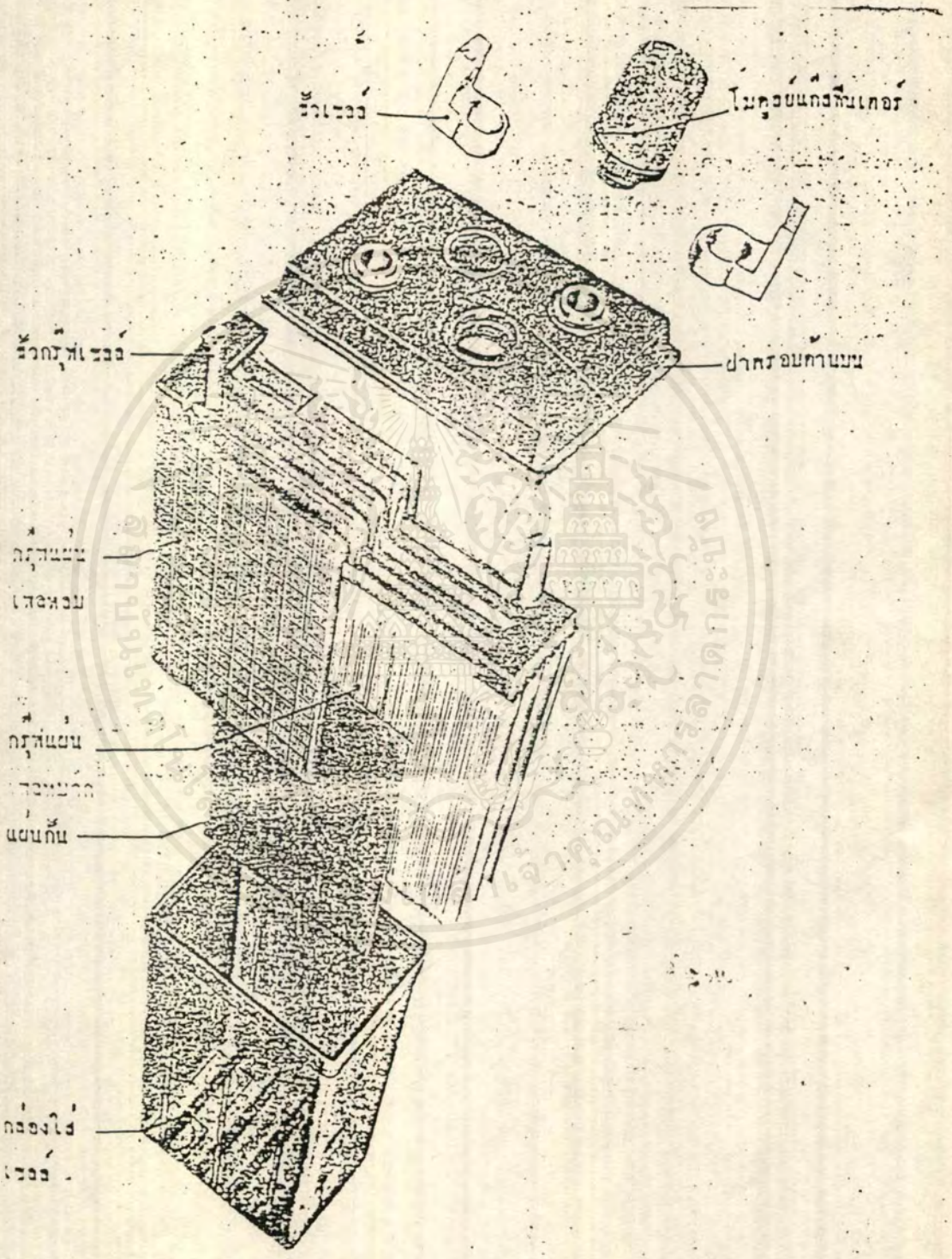
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดที่ 1 ทั้งสูตรของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์แต่แบตเตอรี่แบบนี้ใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ระหว่าง 1.200 เท่านั้น แบตเตอรี่ชนิดนี้ภายในหนึ่งชุดประกอบไปด้วยกรุ๊ปของแผ่นเพลทบวกและลบ ที่บรรจุอยู่ในกล่องใส่เซลล์เมื่อประกอบกันแล้วเราเรียกว่า 1 เซลล์ในหนึ่งเซลล์มีค่าแรงเคลื่อนเท่ากับ 2 โวลท์ แบตเตอรี่ชนิดนี้มีอายุการใช้งานยาวนานมาก อยู่ระหว่าง 15-20 ปี ดังนั้นแบตเตอรี่ชนิดนี้จึงเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานที่มาตรฐาน ทั้งในระบบควบคุมห้องกลไกและระบบสื่อสารดังนั้นแบตเตอรี่ชนิดที่ 2 นี้มีการใช้งานกันมากในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ เพื่อที่จะให้แบตเตอรี่ชนิดนี้มีอายุการใช้งานอย่างยาวนานและคุ้มค่าต่อราคาของแบตเตอรี่เพราะแบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงมาก ถ้าหากผู้ใช้งานมีการบำรุงรักษาไม่ถูกต้องตามหลักการ จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการเสียหายก่อนกำหนด ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะแบตเตอรี่ชนิดสเตชั่นนารี่แบตเตอรี่เท่านั้น



รูปที่ 2 แสดงเซลล์แบตเตอรี่ชนิดสเตชั่นนารี่แบตเตอรี่แบบกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงชิ้นส่วนประกอบของแบตเตอรี่กรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิทยบริการ

หลักการทำงานของแบตเตอรี่กรด

จากที่ 2 และรูปที่ 3 เป็นโครงสร้างของแบตเตอรี่กรด ชนิดสเตชั่นนารี่แบตเตอรี่มาแล้ว ต่อไปนี้เราจะได้ทำความเข้าใจการทำงานของแบตเตอรี่ในทางเคมีในการทำปฏิกิริยาทางเคมีจนเกิดพลังงานนำไปใช้งาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อันเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่ตลอดเวลาที่แบตเตอรี่ใช้งานอยู่ ได้อย่างถูกต้องต่อไป

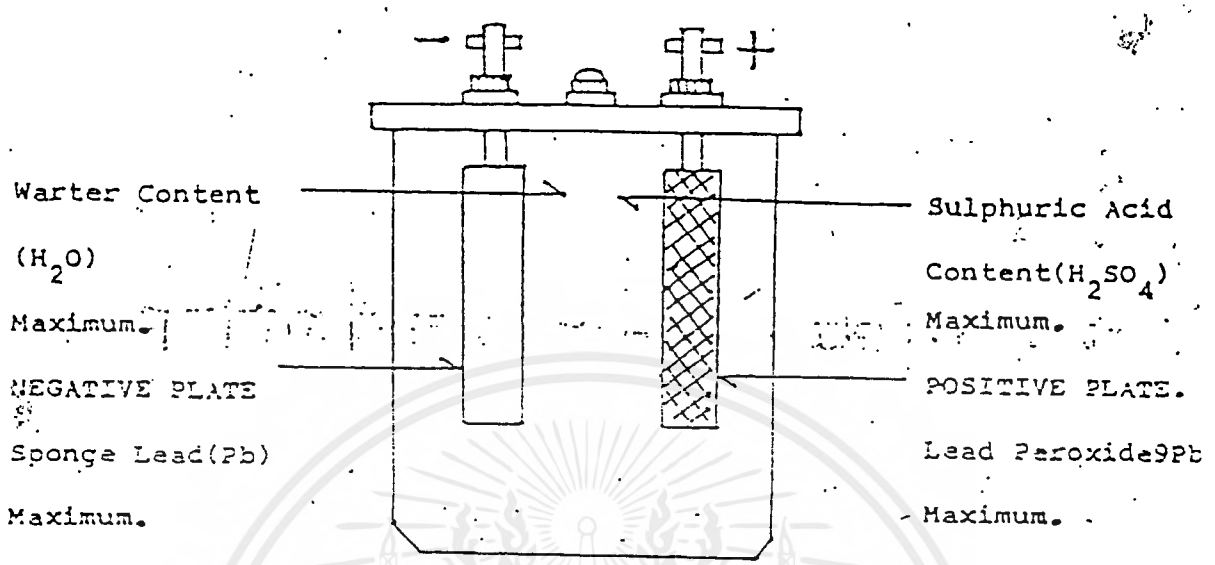
การเกิดพลังงานของแบตเตอรี่ในทางเคมีจนเกิดกระแสไฟฟ้านั้น เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างวัสดุ (Active Material) หรือที่เราเรียกกันว่า แผ่นเพลทลบและบวกที่จุ่มอยู่ในกรดซัล-ฟูริกเอซิด หรือที่เราเรียกกันว่า น้ำยาอีเล็คโตรไลท์ เมื่อจุ่มแผ่นเพลทลงในน้ำยาอีเลคโตรไลท์จะเกิดการแยกตัวหรือการแตกตัว ทำให้เกิดเป็นไอออนบวกและลบขึ้นภายในเซลล์ ไอออนนี้จะวิ่งจากวัสดุแผ่นหนึ่งไปยังวัสดุอีกแผ่นหนึ่งโดยใช้น้ำยาอีเลคโตรไลท์เป็นตัวกลางในขณะที่ทำการชาร์จไอออนลบจะวิ่งจากแผ่นเพลทบวกไปยังแผ่นเพลทลบ ในทำนองเดียวกันขณะที่แบตเตอรี่ถูกดิสชาร์จหรือที่เราเรียกว่าแบตเตอรี่คายประจุ ไอออนลบจะวิ่งจากแผ่นเพลทลบไปยังแผ่นเพลทบวก

รูปที่ 4 แสดงการทำงานในทางเคมีของแบตเตอรี่กรดในขณะที่แผ่นเพลทจุ่มอยู่ในน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ในลักษณะที่มีประจุเต็ม จากปรากฏการทางเคมีจะทำให้แผ่นเพลทแผ่นบวกเป็นลีดเปอร์อ็อกไซด์ (Lead per Oxide) หรือ PbO_2 และแผ่นเพลทแผ่นลบเป็นสปองลีด (Spong Lead) หรือ Pb จะทำให้ปริมาณเนื้อกรดภายในเซลล์ของแบตเตอรี่หลุดออกมา รวมตัวกับน้ำซึ่งจะทำให้สภาพของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ภายในเซลล์ของแบตเตอรี่มีเนื้อกรดมากที่สุด จากปรากฏการที่กล่าวมานี้จึงสรุปได้ว่าขณะที่แบตเตอรี่มีประจุเต็ม ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ภายในเซลล์จะมีค่าสูงสุด

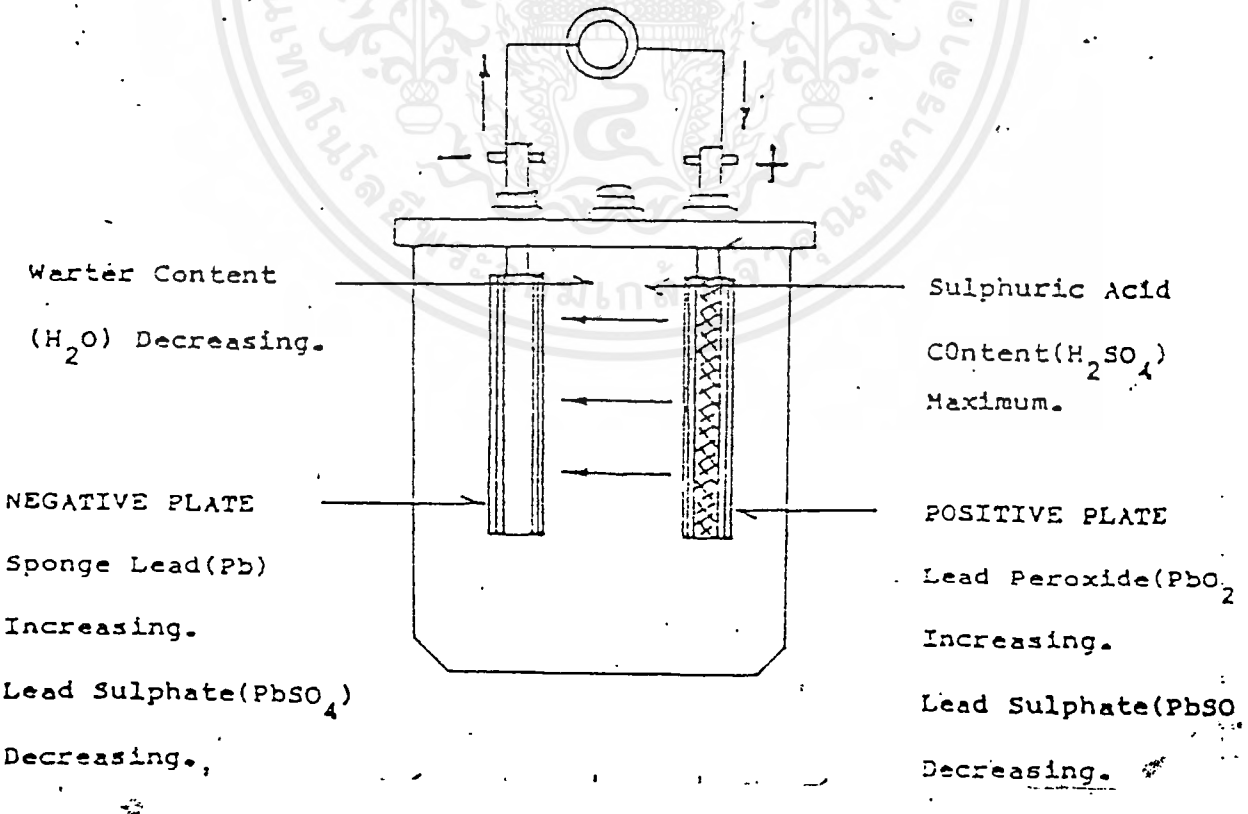
การที่จะทำให้แบตเตอรี่มีสภาพประจุเต็มตลอดเวลา ทำได้โดยให้แบตเตอรี่ได้รับแรงดันหรือการชาร์จโดยให้มีการไหลของกระแสภายในวงจรแบตเตอรี่ จากแผ่นเพลทบวกไปยังแผ่นเพลทลบอยู่ตลอดเวลา ในลักษณะนี้เราเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าการชาร์ทแบตเตอรี่ด้วยเครื่องชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032638

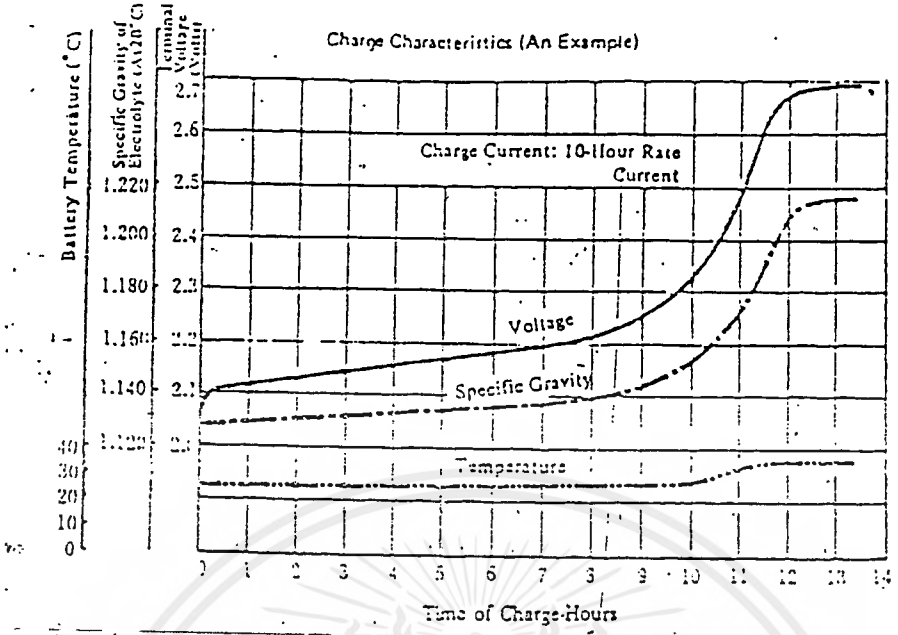


รูปที่ 4 แสดงเซลล์ของแบตเตอรี่ที่มีประจุเต็ม(Full Charge)

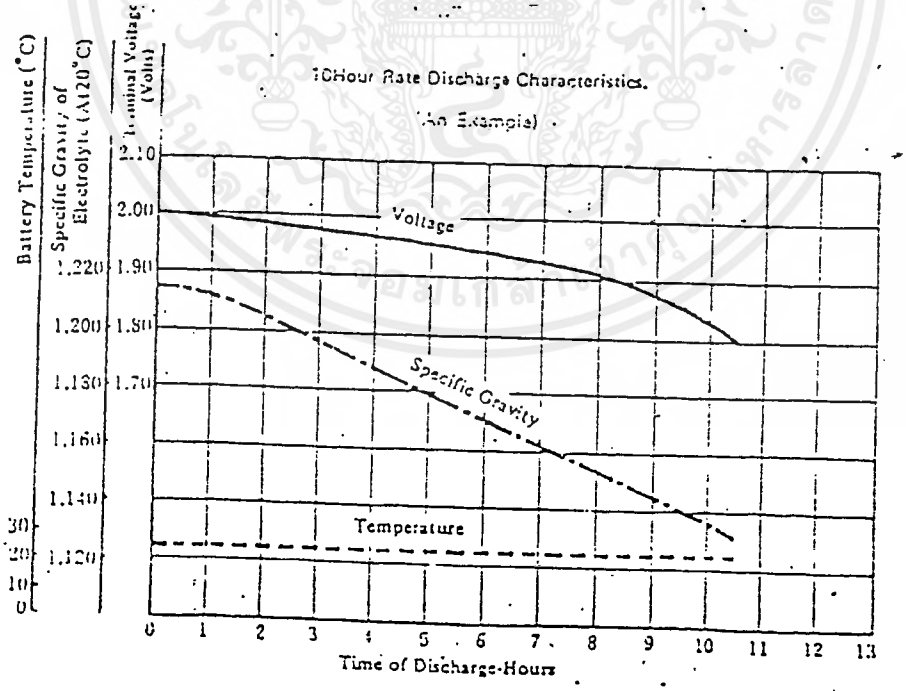


รูปที่ 5 แสดงถึงเซลล์ของแบตเตอรี่ในขณะที่มีการชาร์จ(Charge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



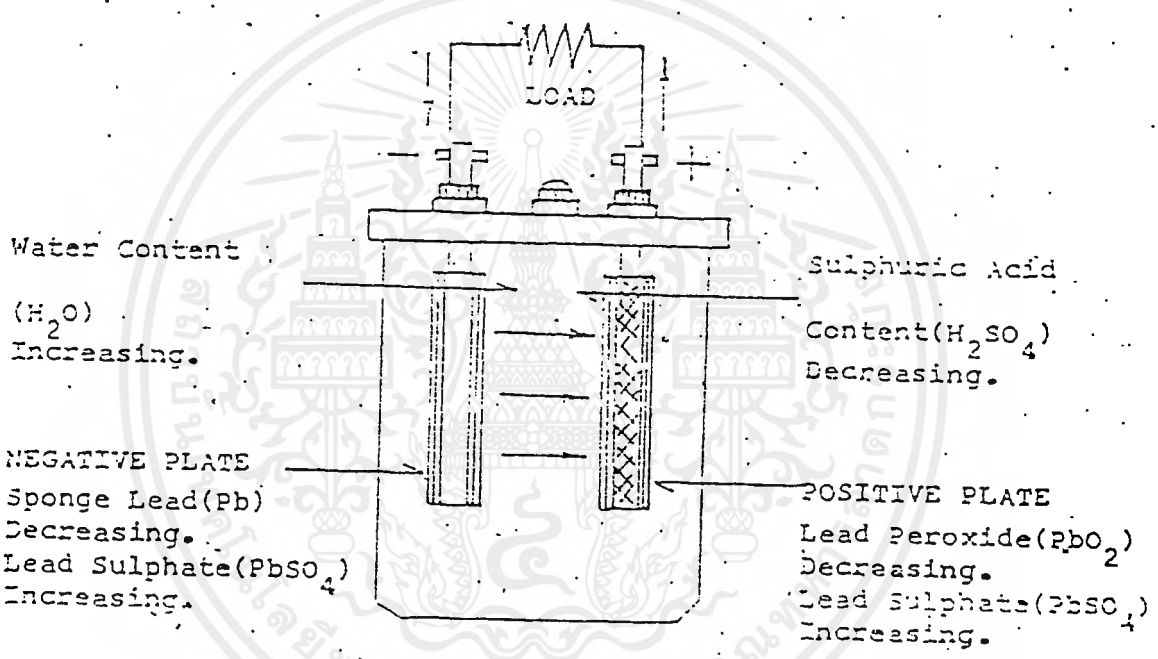
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของโวลท์เตจและค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่กรดระหว่างที่มีประจุเต็ม



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของโวลท์เตจและค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ในเซลล์แบตเตอรี่ในสภาวะที่แบตเตอรี่ถูกดิสชาร์จจนหมดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่เราทำการชาร์จแบตเตอรี่จะมีกระแสไหลในวงจรแบตเตอรี่ ทำให้เกิดปรากฏการขึ้นที่เราเรียกกันว่า Electrolysis นั่นคือน้ำที่เป็นส่วนผสมของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ถูกแยกออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนและอ๊อกซิเจน โดยกระแสไฟฟ้าจะระเหยออกมาทางช่องระบายอากาศออกสู่ภายนอกเซลล์ การระเหยของแก๊สทั้งสองนี้ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำภายในเซลล์ ซึ่งส่งผลทำให้เราต้องมีการเติมน้ำกลั่นลงในช่องเซลล์ในระหว่างที่แบตเตอรี่ใช้งานอยู่



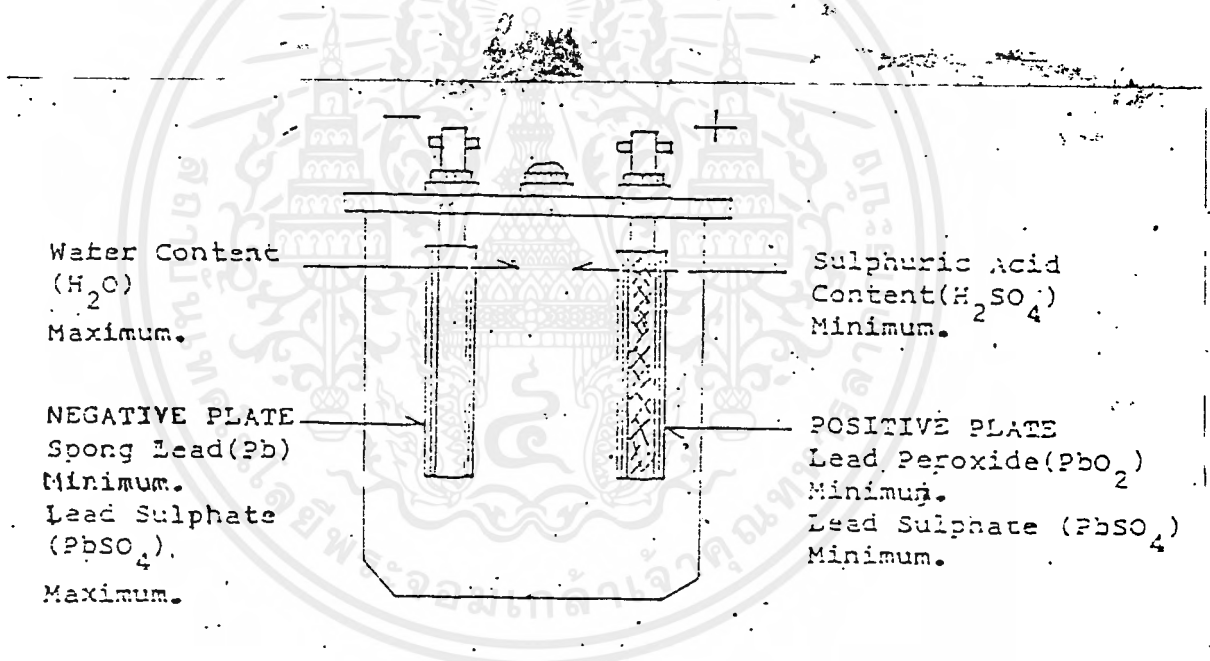
รูปที่ 8 แสดงการดิสชาร์จของเซลล์แบตเตอรี่

จากรูปที่ 8 แสดงถึงเซลล์แบตเตอรี่ที่ถูกดิสชาร์จหรือการที่ทำให้เกิดกระแสไหลในวงจรแบตเตอรี่ไหลจากแผ่นเพลทลบไปยังแผ่นเพลทบวก ซึ่งจะทำให้น้ำยาอีเล็คโตรไลท์แตกตัวออกไปเป็นไฮโดรเจนและซัลเฟต (Sulphate) หรือ (SO_4) ไฮโดรเจนที่แตกตัวออกมานี้จะไปทำปฏิกิริยากับแผ่นเพลททั้งสองทำให้เกิดเป็นน้ำ (H_2O) ส่วนซัลเฟตจะไปทำปฏิกิริยากับแผ่นเพลททั้งสองเช่นกัน ทำให้แผ่นเพลทลบเป็นลีดซัลเฟต (Lead Sulphate) หรือ ($PbSO_4$) และแผ่นเพลทบวกเป็นลีดซัลเฟตเช่นกัน หรือนั่นคือมีซัลเฟตเกาะจับที่แผ่นเพลททั้งสอง ปริมาณซัลเฟตนี้ จะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อย ๆ เป็นลำดับตราบเท่าที่แบตเตอรี่มีการดิสชาร์จอยู่ การดิสชาร์จแบตเตอรี่จะไม่เกิดผลก็ต่อเมื่อซัลเฟตที่เกาะจับแผ่นเพลทลบ และบวกมีปริมาณที่เท่ากัน นั่นคือการทำปฏิกิริยาระหว่างแผ่นเพลทกับน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ จะหยุดทันทีในสภาวะเช่นนี้ น้ำยาอีเล็คโตรไลท์จะมีสภาพกลายเป็นน้ำ

ในขณะที่เราทำการชาร์จแบตเตอรี่อยู่นั้น จะพบว่าโวลท์เตจภายในเซลล์แบตเตอรี่จะค่อย ๆ ลดลงมาเรื่อย ๆ ในขณะเดียวกันค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่จะลดลงมาเช่นกัน ดังนั้นเราจึงพอที่จะสรุปได้ว่าขณะที่แบตเตอรี่ถูกดิสชาร์จจนหมดตัว (Full Discharge) ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์จะมีค่าต่ำที่สุดหรือมีสภาพเป็นน้ำนั่นเอง



รูปที่ 9 แสดงถึงเซลล์แบตเตอรี่ที่ถูกดิสชาร์จจนหมดพลังงาน

ในการดิสชาร์จเซลล์แบตเตอรี่ในแต่ละครั้งจงพยายามอย่าให้โวลท์เตจตกคร่อมภายในเซลล์แบตเตอรี่โดยเฉลี่ยแล้วต่ำกว่า 1.75 โวลท์ต่อเซลล์ ทั้งนี้เพราะจะทำให้ซัลเฟตที่เกาะจับแผ่นเพลทมีปริมาณมากซึ่งจะทำให้เป็นการยุ่งยาก ในเวลาที่เราจะทำการชาร์จ หรือใช้เวลาในการชาร์จนานนั่นเอง และอีกประการหนึ่งถ้าการดิสชาร์จแบตเตอรี่ต่ำกว่า 1.75 โวลท์บ่อยครั้งจะส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลทำให้กระทบกระเทือนต่ออายุของแบตเตอรี่ในอนาคต

ขนาดโวลท์เตจของเซลล์แบตเตอรี่

ขนาดโวลท์เตจสำหรับเซลล์แบตเตอรี่กรดที่มาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นบริษัทใด ๆ สร้างก็ตาม จะมีค่าแรงเคลื่อนทางไฟฟ้าหรือโวลท์เตจปกติเท่ากับ 2 โวลท์ต่อเซลล์ เมื่อวงจรปิด

เราจะเห็นว่าโวลท์เตจขนาด 2 โวลท์นับว่าเป็นขนาดโวลท์เตจที่น้อยมากไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้งานได้ ดังนั้นการที่เราจะนำแบตเตอรี่ไปใช้งานทำได้โดย การนำเอาแบตเตอรี่หลาย ๆ เซลล์มาต่อกันในลักษณะอนุกรม (Series) โดยการต่อแบบขั้วบวกของเซลล์ที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วลบของเซลล์ที่ 2 และต่อกันในลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ จนมีขนาดของโวลท์เตจพอกับความต้องการ ผลสุดท้ายจะเหลือขั้วบวกของเซลล์ที่ 1 และขั้วลบของเซลล์สุดท้าย ขั้วทั้งสองที่กล่าวมานี้เป็นจุดต่อที่จะนำเอาพลังงานของแบตเตอรี่ไปใช้งาน ขนาดของเซลล์และปริมาณของโวลท์เตจให้ดูจากตารางข้างล่างนี้เป็นหลัก

จำนวนเซลล์	ขนาดของโวลท์เตจ
3	6
6	12
12	24
24	48
30	60
60	120
120	240

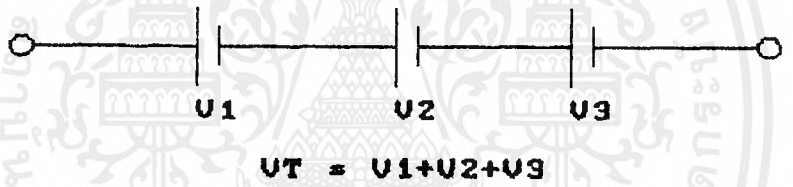
ตารางขนาดของเซลล์แบตเตอรี่และขนาดของโวลล์เตจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

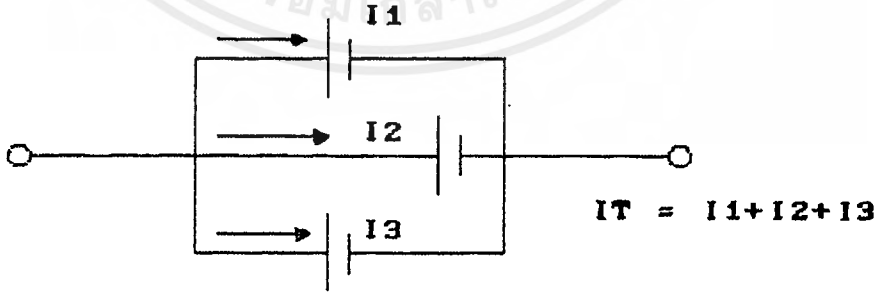
การนำเซลล์แบตเตอรี่ไปใช้งาน

เซลล์แบตเตอรี่กรดไม่ว่าจะเป็นบริษัทใด ๆ ผลิตขึ้นก็ตาม มีค่าแรงเคลื่อนเท่ากับ 2 โวลท์ต่อเซลล์ ดังนั้นการนำเซลล์แบตเตอรี่ไปใช้งานทำได้ดังนี้

1. ในกรณีที่เราต้องการเพิ่มค่าโวลท์เตจทางไฟฟ้าให้สูง ขึ้นทำได้โดยการนำเอาเซลล์แบตเตอรี่หลายๆ เซลล์มาต่อกันในลักษณะอนุกรม ค่าโวลท์เตจทางไฟฟ้าที่ได้คือผลรวมของแรงดันหรือโวลท์เตจของทุก ๆ เซลล์รวมกัน ในการต่อแบบนี้จะใช้ขั้วบวกของเซลล์ที่ 1 ต่อเข้ากับขั้วลบของเซลล์ที่ 2 ต่อกันไปเรื่อย ๆ จนได้โวลท์เตจพอกับความต้องการ ผลสุดท้ายจะเหลือขั้วลบของเซลล์ที่ 1 และขั้วบวกของเซลล์สุดท้าย ขั้วทั้งสองนี้เป็นจุดต่อที่จะนำเอาพลังงานของแบตเตอรี่ไปใช้งาน



2. ในกรณีที่ต้องการค่ากระแสไฟฟ้าสูงๆ ทำได้โดยการนำเอาเซลล์แบตตเอรี่หลาย ๆ เซลล์มาต่อกันในลักษณะขนานกัน ค่าของกระแสรวมที่ได้คือ ค่าผลรวมของกระแสในแต่ละเซลล์รวมกัน

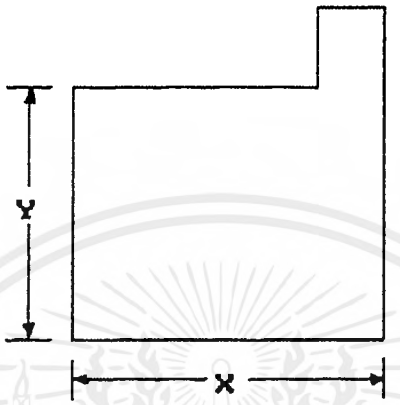


ค่าความจุของแบตเตอรี่กรด

ค่าความจุของแบตเตอรี่หรือ Capacity หมายถึงอัตราการจ่ายกระแสสูงสุดจนแบตเตอรี่ไม่สามารถที่จะจ่ายกระแสได้อีกต่อไป ค่าความจุของแบตเตอรี่มีหน่วยเป็น แอมแปร์ต่อชั่วโมง (Ampere per Hours; AH) ค่าความจุของแบตเตอรี่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ปริมาตรของแผ่นเพลท หรือความกว้างและยาวของแผ่นเพลท โดยเฉพาะแผ่นเพลทยิ่งมีความกว้างและยาวมากค่าความจุของแบตเตอรี่จะยิ่งสูงมาก



X : ความกว้างของแผ่นเพลท

Y : ความยาวของแผ่นเพลท

2.จำนวนแผ่นเพลท ที่นำมารวมกันเป็นเพลทกรุ๊ปของเซลล์แบตเตอรี่ เช่นแบตเตอรี่ที่มีแผ่นเพลทบวกและลบรวมกันเท่ากับ 15 แผ่น แต่จำนวนแผ่นเพลทลบจะมีมากกว่าแผ่นเพลทบวกอยู่หนึ่งแผ่นเสมอดังนั้นเมื่อแยกกรุ๊ปของแผ่นเพลททั้งสองจะได้จำนวนแผ่นเพลทลบเท่ากับ 8 แผ่นและแผ่นเพลทบวกเท่ากับ 7 แผ่น ดังนั้นเราสมมติว่าแผ่นเพลทบวกแผ่นหนึ่งมี Capacity เท่ากับ 40 แอมแปร์ต่อชั่วโมง ฉนั้นเมื่อนำเอาแผ่นเพลทบวกมารวมกันค่าความจุของแบตเตอรี่จะเป็น 7 เท่าหรือเท่ากับ 7 คูณด้วย 40 เท่ากับ 240 แอมแปร์ต่อชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามค่าความจุของแบตเตอรี่บริษัทผู้ผลิตจะมีบอกไว้ที่เซลล์ของแบตเตอรี่นั้น ๆ

3. น้ำหนักของตะกั่วกรด ที่นำมาทำแผ่นเพลท ฉนั้นแผ่นเพลทของแบตเตอรี่ยิ่งมีน้ำหนักมากแสดงว่าปริมาณเนื้อตะกั่วกรดที่นำมาทำแผ่นเพลทมากกว่าโลหะที่นำมาทำแผ่นเพลท ดังนั้นน้ำหนักแผ่นเพลทยิ่งมาก ค่าความจุของแบตเตอรี่ยิ่งสูง

<u>การชาร์จแบตเตอรี่กรด</u>

การชาร์จแบตเตอรี่ คือ การนำไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่ายภายนอกมาประจุให้แบตเตอรี่เพื่อที่จะเปลี่ยนพลังงานทางไฟฟ้ามาเป็นพลังงานทางเคมีกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปนี้จะขับเนื้อกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแผ่นเพลททั้งลบและบวกให้หลุดออกมา ซึ่งส่งผลทำให้แผ่นเพลททั้งสองมีสภาพความเป็นโลหะที่แตกต่างกัน กรดที่ถูกขับออกมานี้จะกลับไปรวมตัวกับน้ำ ทำให้สภาพของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์มีสภาพเป็นน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ดังเดิม ในสภาพของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์เช่นนี้แบตเตอรี่จะมีประจุเต็มและพร้อมที่จะจ่ายพลังงานออกมาในเวลาที่เราต้องการใช้งาน

ระบบการชาร์จแบตเตอรี่กรดเราจะใช้การชาร์ทแบบโวลท์เตจคงที่การชาร์จแบบนี้คือการทำให้โวลท์เตจหรือแรงดันของเครื่องชาร์จคงที่อยู่ตลอดเวลาของการชาร์จ ส่วนปริมาณของกระแสในการชาร์จเข้าวงจรแบตเตอรี่ จะเริ่มต้นจากปริมาณกระแสสูงสุดในช่วงแรกของการชาร์จแล้วลดลงมาสู่กระแสต่ำ ๆ ในภายหลัง ในสภาวะที่แบตเตอรี่มีประจุเต็มกระแสของเครื่องชาร์จที่ป้อนเข้าวงจรแบตเตอรี่จะต่ำที่สุด

ระดับโวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่กรด

ระดับโวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่กรดโดยทั่ว ๆ ไปจะแบ่งออกเป็นสองระดับคือ

1. ระดับโวลท์เตจปกติ (Float Charge)
2. ระดับโวลท์เตจรุนแรง (Equalize Charge)

1.ระดับโวลท์เตจปกติ (Float Charge) คือการชาร์จในสภาวะปกติ เป็นประจำในทุก ๆ วันในขณะที่แบตเตอรี่ใช้งานอยู่ โดยตั้งระดับโวลท์เตจของเครื่องชาร์จให้จ่ายโวลท์เตจที่พอดี ให้กับแบตเตอรี่ ในขณะเดียวกันจะต้องมีกระแสส่วนหนึ่งของเครื่องชาร์จ จะต้องจ่ายกระแสไปยังโหลดที่ต่ออยู่ในวงจรแบตเตอรี่ตลอดเวลา การชาร์จในระดับนี้นับว่ามีความสำคัญอย่างมากต่ออายุของแบตเตอรี่ เช่น ถ้าเราใช้โวลท์เตจในการชาร์จสูงเกินไป จะไม่เป็นผลดีต่อแบตเตอรี่เลยแต่กลับแต่กลับเป็นผลเสียต่อแบตเตอรี่ ซึ่งจะส่งผลทำให้แผ่นเพลทของแบตเตอรี่โป่งบวมและคดงอในภายหลังตลอดจนการเกิดตะกอนร่วงหล่นที่ก้นเซลล์จะมีปริมาณมากกว่าปกติ จนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แบตเตอรี่เสียเร็วกว่าที่ควรเป็นในทำนองเดียวกันถ้าเราตั้งระดับโวลท์เตจในการชาร์จต่ำกว่ากำหนด จะทำให้แบตเตอรี่ได้รับโวลท์เตจในการชาร์จไม่พอเพียง ไม่สามารถที่จะชดเชยกระแสที่สูญเสียที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่ กระแสที่สูญเสียนี้เราเรียกว่า Self Discharge และ Local Action ดังนั้นถ้าเราปล่อยให้แบตเตอรี่ได้รับโวลท์เตจในระดับนี้นานๆจะทำให้แผ่นเพลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองของแบตเตอรี่เกิดซัลเฟตเกาะจับ จนเป็นเหตุทำให้แบตเตอรี่เกิด Under Charge ขึ้นได้ การเกิด Self Discharge หรือ Local Action จะมีในแบตเตอรี่ทุก ๆ ชนิด อันเนื่องมาจากสารโลหะที่เป็นส่วนผสมของแผ่นเพลทและความชื้นของอากาศ ดังนั้นการชาร์จในระดับนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับโวลท์เตจในการชาร์จ ให้ถูกต้องอยู่ตลอดเวลาที่แบตเตอรี่ใช้งานอยู่ การปรับระดับโวลท์เตจที่ Float Charge ของแบตเตอรี่กรดจะใช้โวลท์เตจระหว่าง 2.15-2.20 โวลท์ต่อเซลล์ เช่นแบตเตอรี่ขนาด 24 เซลล์ โวลท์เตจในการชาร์จจะเป็น 2.15 คูณ 24 เท่ากับ 51.6 โวลท์ หรือ 2.20 คูณ 24 เท่ากับ 52.8 โวลท์ การหาโวลท์เตจในระดับ Float Charge ในแต่ละชุดของแบตเตอรี่จะเท่ากับระดับโวลท์เตจในการชาร์จต่อเซลล์คูณด้วยจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ในชุดนั้น ๆ

2.ระดับโวลท์เตจรุนแรง (Equalize Charge) การที่เราชาร์จแบตเตอรี่ในระบบ Float Charge อย่างเดียวเป็นระยะเวลานาน ๆ ยังไม่เป็นการเพียงพอที่จะรักษาแบตเตอรี่ ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ซึ่งพอที่จะสรุปเหตุผลย่อ ๆ ได้ดังนี้

ในระดับโวลท์เตจการชาร์จที่ Float Charge ไม่สามารถที่จะแก้ Self Discharge และ Local Action ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้โวลท์เตจที่ตกคร่อมเซลล์เกิดการแตกต่างกัน

เซลล์บางเซลล์ของแบตเตอรี่ได้รับความร้อน และเย็นจากอุณหภูมิโดยรอบเซลล์แบตเตอรี่ไม่เท่ากันซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ภายในเซลล์ทุก ๆ ตารางนิ้วไม่เท่ากัน

ขั้วต่อแบตเตอรี่บางส่วนได้รับโวลท์เตจที่ตกคร่อมไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจากการขันความตึงแน่นของขั้วแบตเตอรี่ไม่เท่ากัน

การทำ Equalize Charge คือการเพิ่มระดับโวลท์เตจในการชาร์จให้สูงกว่าระดับ Float Charge ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่มีการไหลของกระแสสูงขึ้น เพื่อแก้การสูญเสียกระแสภายในวงจรแบตเตอรี่ทั้งหมดและจะทำให้แบตเตอรี่มีประจุเต็มพร้อมที่จะเป็นตัวจ่ายพลังงานในเวลาที่เราต้องการจะใช้งานระดับโวลท์เตจในการทำ Equalize Charge ใช้โวลท์เตจที่ 2.33 โวลท์ต่อเซลล์ เช่น แบตเตอรี่ 24 เซลล์ จะใช้โวลท์เตจในการชาร์จเท่ากับ 24 คูณ 2.33 เท่ากับ 55.9 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางระดับโวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่กรด

เพื่อไม่ให้มีการปรับระดับโวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่กรดเกิดการผิดพลาด และเกิดปัญหาขึ้นกับแบตเตอรี่ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ขอให้ดูตารางโวลท์เตจในการชาร์จนี้เป็นหลักปรับเครื่องชาร์จดังต่อไปนี้

จำนวนเซลล์	ระดับโวลท์เตจในการชาร์จ	
	Float	Equalize
6	12.9	13.98
12	25.8	27.97
24	51.6	55.92
48	103.2	111.84
60	129.00	139.8
120	258.00	279.60

หมายเหตุ ระดับโวลท์เตจ Float Charge ใช้โวลท์เตจเท่ากับ 2.15 โวลท์ต่อเซลล์

ระดับโวลท์เตจ Equalize Charge ใช้โวลท์เตจเท่ากับ 2.33 โวลท์ต่อเซลล์

สภาวะการทำ Equalize Charge

-ทุก ๆ วันสิ้นเดือน ๆ ละหนึ่งครั้ง

-หลังจากที่ไฟ AC Line ที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ชาร์จเจอร์ดับนานกว่า 3 ชั่วโมง เพราะระหว่างไฟ AC ดับแบตเตอรี่จะถูกจ่ายกระแสให้กับโหลดทั้งหมดที่วงจรแบตเตอรี่ต่ออยู่ ซึ่งจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่เสียพลังงานที่สะสมไว้ ฉนั้นหลังจากที่ไฟ AC เข้าสู่สภาวะปกติจะต้องทำ Equalize Charge ทันที

-เมื่อตรวจพบว่าในชุดเซลล์แบตเตอรี่มีความแตกต่างในระดับโวลท์เตจเกินกว่า 0.05 โวลท์ หรือมากกว่านี้

-เมื่อตรวจพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ในชุดแบตเตอรี่ มีความแตกต่างกันมากกว่า 0.02

ระยะเวลาในการทำ Equalize Charge

1.ระยะเวลาในการทำ Equalize Charge นั้นเป็นการบอกกันได้ยากมาก ว่าจะใช้เวลาเท่าไร แต่พอที่จะสังเกตุได้ดังนี้

-มีฟองอากาศผุดขึ้นภายในชุดของเซลล์ทุก ๆ เซลล์ใกล้เคียงกัน

-ระดับโวลท์เตจที่ตกคร่อมเซลล์แตกต่างกันไม่เกิน 0.01 โวลท์

-กระแสที่ไหลในวงจรแบตเตอรี่ที่อ่านได้จากแอมป์มิเตอร์ที่เครื่องชาร์ทต่ำที่สุด

-แผ่นเพลทลบของเซลล์แบตเตอรี่มีสีส้ม

จากข้อมูลที่กล่าวมานี้จึงพอที่จะสรุประยะเวลาในการทำ Equalize Charge ในแต่ละครั้ง และทำให้แบตเตอรี่มีประจุสมบูรณ์ที่สุด จะใช้เวลาระหว่าง 8-12 ชั่วโมง ซึ่งนับว่าเป็นการเพียงพอที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.การทำ Equalize Charge ในทุก ๆ ครั้งควรจะตั้งเวลาในการชาร์จให้ถูกต้องโดยระมัดระวังอย่าให้การทำ Equalize เกินกว่าที่กำหนดไว้นี้ เพราะการทำ Equalize นานเกินไปจะทำให้แผ่นเพลทของแบตเตอรี่เกิดการคดงอ ตลอดจนเป็นการเปลืองน้ำโดยเปล่าประโยชน์ด้วยระบบ Eiectrolysis หรือการแยกน้ำออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนและอ๊อกซิเจน

ระดับโวลท์เตจกระทบกระเทือนต่ออายุของแบตเตอรี่

การปรับระดับโวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก ถ้าหากการปรับระดับโวลท์เตจในการชาร์จไม่ถูกต้อง ในขณะที่มีการชาร์จปกติประจำวันทุกๆ วันแบตเตอรี่จะได้รับโวลท์เตจในการชาร์จโดยตรงจากแบตเตอรี่อยู่ตลอดเวลา จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายขึ้น 2 ลักษณะคือ

1. Under Charge

2. Over Charge

1. Under Charge คือการใช้โวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่ ในระดับ Float Charge ต่ำกว่า 2.15 โวลท์ต่อเซลล์ ถ้าหากใช้โวลท์เตจในการชาร์จระดับนี้ไปนาน ๆ จะทำให้เกิดซัลเฟตเกาะจับที่แผ่นเพลททั้งบวกและลบ หากทิ้งไว้นานวันปริมาณซัลเฟตนี้ จะเพิ่มมากขึ้นจนเป็นสาเหตุให้การทำปฏิกิริยาระหว่างแผ่นเพลทบวก และลบกับน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ทั้งการชาร์จและดิสชาร์จเป็นไปด้วยความยากลำบาก ซึ่งส่งผลทำให้ Capacity ของแบตเตอรี่ลดลงตามลำดับ ถ้าหากทิ้งไว้นานวันจะส่งผลกระทบกระเทือนต่ออายุของแบตเตอรี่ ดังนั้นหากตรวจพบว่าแบตเตอรี่เกิดอันเดอร์ชาร์จขึ้นจะต้องรีบแก้ไข การเกิดอันเดอร์ชาร์จสังเกตุได้ดังนี้

-มีการปรับระดับน้ำยาอีเล็คโตรไลท์น้อยครั้งที่สุด ในระยะเวลาอันยาวนานหรือไม่มีการเติมน้ำกลั่นเลยตลอดเวลาที่แบตเตอรี่ใช้งานอยู่

-มีฟองอากาศผุดภายในเซลล์น้อยที่สุดหรือน้อยกว่าปกติ

-สีของแผ่นเพลทแบตเตอรี่ที่แผ่นเพลทลบมีสีขาวเกาะจับ

-ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ในเซลล์ต่ำกว่า 1.180

-วัดโวลท์เตจตกคร่อมในแต่ละเซลล์ต่ำกว่า 2.15 โวลท์

-ความร้อนในเซลล์แบตเตอรี่ต่ำกว่าปกติ

2. Over Charge คือการใช้โวลท์เตจในการชาร์จแบตเตอรี่ในระดับ Float Charge สูงกว่า 2.15 โวลท์ต่อเซลล์ ซึ่งเป็นระดับโวลท์เตจที่สูงกว่าปกติ ทำให้เกิดกระแสไหลในวงจรแบตเตอรี่สูงทำให้การทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาอีเล็คโตรไลท์กับแผ่นเพลทเป็นไปอย่างรุนแรงและรวดเร็วกว่าปกติ ซึ่งทำให้แผ่นเพลททั้งสองเกิดการสึกกร่อนอย่างรวดเร็วเช่นกัน

๗ <u>การชาร์จแบตเตอรี่กรด</u>

การชาร์จประจุแบตเตอรี่คือการนำแหล่งจ่ายไฟ DC จากแหล่งภายนอก เช่นเครื่องชาร์จดีซีเจนเนอเรเตอร์ เป็นต้น มาจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ การชาร์จแบตเตอรี่มีอยู่ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ชนิดคือ

1. การชาร์จแบบกระแสคงที่ (Constant Current Charge)

2. การชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ (Constant Voltage Charge)

1. การชาร์จแบบกระแสคงที่ การชาร์จแบบกระแสคงที่นับว่าเป็นการชาร์จที่มีประสิทธิภาพกว่าการชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ แต่การชาร์จแบบกระแสคงที่นี้ จะใช้ระยะเวลาในการชาร์จนานกว่าการชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ ทั้งนี้เพราะการชาร์จแบบกระแสคงที่นี้ จะถูกจำกัดปริมาณการชาร์จของกระแสในการชาร์จจากเครื่องชาร์จ เข้าวงจรแบตเตอรี่เป็นจำนวนแอมแปร์ต่อชั่วโมง ดังนั้นแบตเตอรี่จะได้รับกระแสในการชาร์จเป็นไปตามที่กำหนด เมื่อเป็นเช่นนี้บางท่านอาจจะตั้งปัญหาถามว่าทำไมไม่ตั้งกระแสในการชาร์จให้สูงขึ้น จะทำให้ใช้เวลาในการชาร์จน้อยลง ปัญหานี้ตอบได้ดังนี้คือ ถ้าเราใช้กระแสในการชาร์จสูงขึ้นถึงแม้แบตเตอรี่จะได้รับกระแสมากก็จริงอยู่ แต่ผลเสียหายจะเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่ในทันที ซึ่งความเสียหายนั้น คือความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่จะสูงขึ้น ตามปริมาณของกระแสที่ทำการชาร์จ และในที่สุดแผ่นเพลทของแบตเตอรี่ที่เป็น Active Material ของเซลล์แบตเตอรี่จะเกิดการคดงอ แตก หรือเกิดรอยร้าวอันเนื่องจากความร้อนนี้แต่อย่าลืมว่า ถ้าในเซลล์แบตเตอรี่เกิดความร้อนสูงกว่าปกติมาก ๆ หรือความร้อนในเซลล์สูงกว่ากำหนดจะทำให้เซลล์แบตเตอรี่นั้น ๆ เกิดระเบิดขึ้นได้ ส่วนการชาร์จกระคงที่มีข้อดีที่เกิดขึ้นกับแบตเตอรี่คือจะทำให้เซลล์ทุก ๆ เซลล์ในชุดของแบตเตอรี่ ได้รับในการประจุกระแสในการชาร์ทที่มีสัดส่วนที่เท่ากันทุก ๆ เซลล์ตลอดชุดของแบตเตอรี่ ซึ่งในการชาร์จด้วยกระแสคงที่นี้ทำให้การคำนวณหาค่าความจุของแบตเตอรี่ได้ง่ายและสดวก เช่น เรานำแบตูเตอรี่ที่มีค่าความจุขนาด 34 แอมแปร์ หากเราจะใช้ระยะเวลาในการชาร์จ 5 ชั่วโมงเต็ม เราจะต้องใช้กระแสในการชาร์จแบตเตอรี่เท่ากับ 6.5 แอมแปร์ต่อชั่วโมง ดังนั้นค่าความจุของแบตเตอรี่จะเท่ากับ 5 คูณด้วย 6.8 เท่ากับ 34 แอมแปร์ดังนั้นเราจึงพอที่จะสรุปได้ว่า เหตุผลที่ทำให้การชาร์จแบบกระแสคงที่ใช้เวลานานหรือช้าด้วยเหตุผลดังนี้

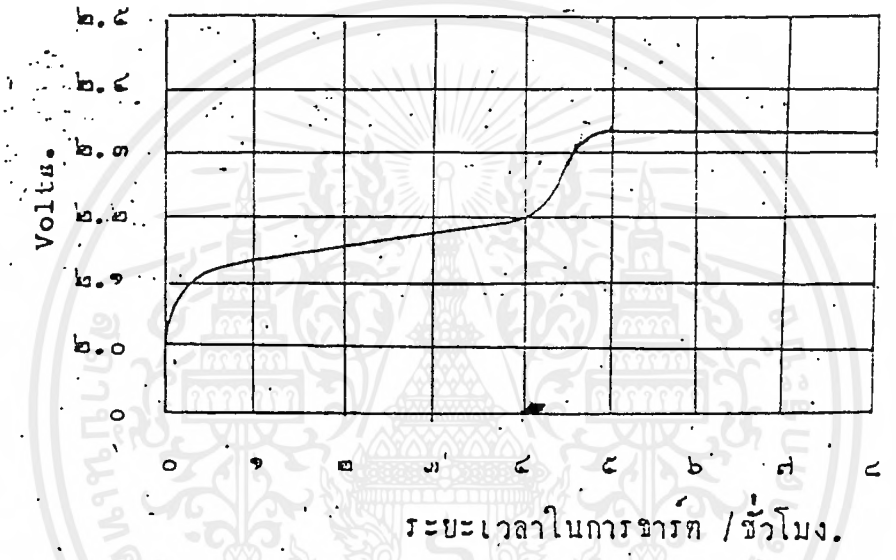
1. ขึ้นอยู่กับค่าความจุหรือขนาดของแบตเตอรี่ที่นำมาทำการชาร์จ

2. ขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสที่ทำการชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขึ้นอยู่กับสภาพของแบตเตอรี่ก่อนที่จะนำมาชาร์จ

จากการชาร์จแบบกระแสคงที่ เราไม่ได้กล่าวถึงโวลท์เตจที่ชาร์ทแบตเตอรี่เลย อย่างไรก็ตามในขณะที่เราทำการชาร์จแบตเตอรี่อยู่นั้น ระดับโวลท์เตจที่เซลล์ของแบตเตอรี่ จะเริ่มจาก 2.00 โวลท์ต่อเซลล์ จนถึง 2.33 โวลท์ต่อเซลล์ ดังนั้นโวลท์เตจในการชาร์จ ดังในรูปที่10

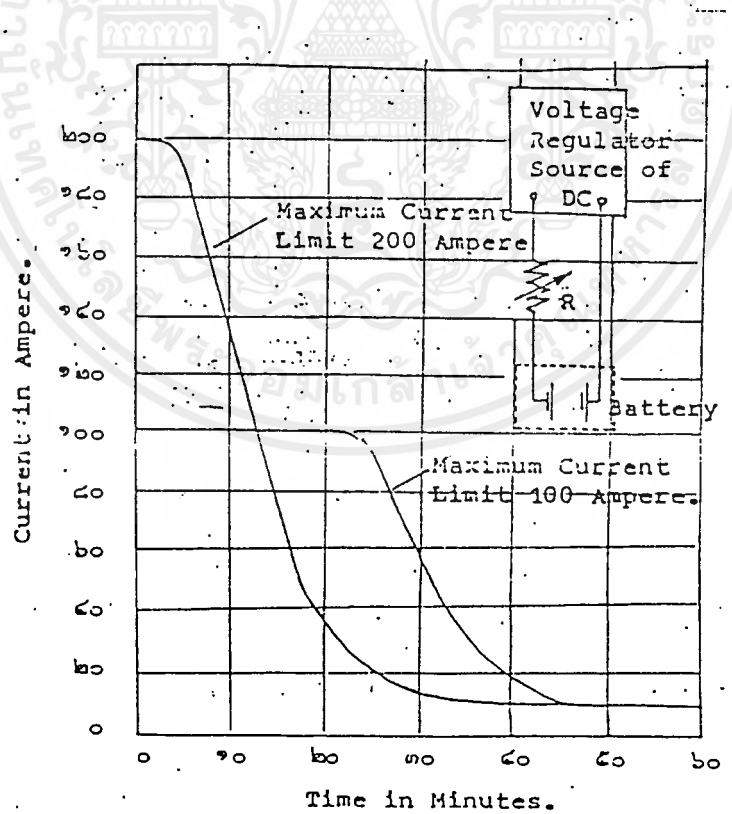


รูปที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของโวลท์เตจในการชาร์จแบบกระแสคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการชาร์จด้วยกระแสคงที่พอที่จะสรุปได้ดังนี้ การชาร์จจะทำอย่างรวดเร็วไม่ได้เพราะจะต้องถูกจำกัดปริมาณของกระแสในการชาร์จคงที่ตายตัว ตามที่หนังสือคู่มือของแบตเตอรี่ชนิดนั้นนั้นกำหนดมา และอีกประการหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของแบตเตอรี่ตลอดจนค่าความจุของแบตเตอรี่

2. **การชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่** จากที่เราได้ทราบมาแล้วว่าการชาร์ทแบบกระแสคงที่เราจะทำการชาร์จอย่างรวดเร็วไม่ได้ ต่อไปนี้เราจะได้ศึกษาถึงการชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ ในการชาร์จแบบนี้จะใช้ระยะเวลาในการชาร์จน้อยกว่าการชาร์จในแบบแรกหรือทำการชาร์จได้รวดเร็วกว่านั่นเองระยะเวลาในการชาร์จจะเร็วเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องชาร์จว่าจ่ายกระแสออกมายังวงจรแบตเตอรี่ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปเครื่องชาร์จจะต้องจ่ายกระแสออกมาได้ 50 % ของค่าความจุของแบตเตอรี่ที่จะนำมาทำการชาร์จ เช่น แบตเตอรี่ขนาด 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมง จะใช้เวลาในการชาร์จเท่ากับ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและเวลาในการชาร์จ

แบตเตอรี่กรดแบบโวลท์เตจคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชาร์จแบตเตอรี่เกิดจากเมื่อแบตเตอรี่ถูกนำเอาพลังงานออกไปใช้งานจะต้องมีการชาร์จหรือประจุไฟให้แบตเตอรี่มีประจุเต็มดังเดิม การชาร์จแบตเตอรี่โดยระบบโวลท์เตจคงที่ทำได้โดยการใช้เครื่องชาร์จหรือเจนเนอเรเตอร์ เป็นตัวกำเนิดโวลท์เตจขึ้นมาแล้วป้อนเข้าแบตเตอรี่ แต่การกำเนิดโวลท์เตจจากเครื่องชาร์จหรือเจนเนอเรเตอร์นั้น อาจจะมีโวลท์เตจที่ไม่คงที่อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีตัวควบคุมโวลท์เตจที่จะนำเข้าชาร์จแบตเตอรี่ ให้คงที่อยู่ตลอดเวลาของการชาร์จ ซึ่งตัวนี้เราเรียกกันทั่วๆไปว่า วงจรโวลท์เตจเร็คกูเลเตอร์ (Voltage-Regulator) ดังนั้นวงจรเร็คกูเลเตอร์นี้จะทำหน้าที่ให้แบตเตอรี่ได้รับการชาร์จที่คงที่ และนับว่าเป็นวงจรที่สำคัญยิ่งสำหรับการชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ และในทำนองเดียวกันถ้าหากวงจรเร็คกูเลเตอร์นี้เสียจะทำให้แบตเตอรี่ได้รับระดับโวลท์เตจในการชาร์จที่ไม่ถูกต้องซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่ได้รับโวลท์เตจในการชาร์จมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งระดับโวลท์เตจทั้งสองที่กล่าวมานี้จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการเสียหายซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อของระดับโวลท์เตจในการชาร์จ โดยทั่วๆ ไปนั้นการตั้งวงจรโวลท์เตจเร็คกูเลเตอร์ จะมีค่าโวลท์เตจเท่าไรนั้นให้ดูคู่มือของแบตเตอรี่นั้น ๆ เป็นหลัก ในกรณีที่ไม่มีหนังสือคู่มือให้ใช้หลักการดังนี้ ให้ใช้จำนวนโวลท์เตจในการชาร์จต่อเซลล์คูณด้วยจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ที่จะทำการชาร์จ เช่น แบตเตอรี่ 24 เซลล์จะปรับแต่งโวลท์เตจของเครื่องชาร์จเท่ากับ 2.15 คูณด้วย 24 เท่ากับ 51.6 โวลท์ ขณะที่ทำการชาร์จปกติ

แบตเตอรี่ด่าง นิเกิล-แคดเมี่ยม

(Nickle-Cadmium)

แบตเตอรี่ที่นิยมใช้กันโดยทั่ว ๆ มี 2 ชนิดคือ แบตเตอรี่กรดและแบตเตอรี่ด่างแบตเตอรี่ด่างมีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่กรดมากแต่การบำรุงรักษาง่ายกว่าแบตเตอรี่กรดและมีอายุการใช้งานได้ทนทานกว่าในที่นี้จะกล่าวถึงแบตเตอรี่ด่างชนิด นิเกิล-แคดเมี่ยม(Nickle-Cadmium Alkaline Storage Batery) เท่านั้น

แบตเตอรี่ด่างชนิด นิเกิล-แคดเมี่ยม (Nickle-Cadmium) เป็นแผ่นปฏิกิริยาทางไฟฟ้าได้ออกแบบสร้างไว้หลายแบบ โดยใช้ลักษณะของการใช้งานเป็นหลักคือ

-ใช้งานปกติ แต่บางครั้งใช้กระแสสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใช้งานที่กระแสสูง

-ใช้งานที่กระแสปานกลาง

-ใช้งานที่กระแสต่ำ

ในแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่ ประกอบด้วยแผ่นบวกและแผ่นลบ วางสลับกันแต่ละแผ่น มีขนาดเท่ากัน ผิดกันที่สารประกอบคือแผ่นบวกใช้ นิเกิลออกไซด์(Nickle-oxide)และกราไฟท์ส่วนแผ่นลบใช้แคดเมี่ยมหรือแคดเมี่ยมไฮดรอกไซด์(Cadmium or Cadmium Hydroxide) สารประกอบของขั้วบวกและขั้วลบนี้ ผนึกอยู่บนผิวของแผ่นนิเกิลและเรียงสลับกัน โดยมีช่องว่างระหว่างแผ่น แผ่นบวกต่อรวมกันกับอีเล็คโตรดของขั้วบวก และแผ่นลบต่อรวมกันกับอีเล็คโตรดของขั้วลบแล้วบรรจุลงในแต่ละเซลล์

<u>น้ำยาอีเล็คโตรไลท์</u> น้ำยาที่บรรจุในแบตเตอรี่ เป็นสารละลายของโปแตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์ (Potasium Hydroxide) หรือคัสติกโปแตส (Caustic Potash) ประมาณ 22 % ผสมกับลิเที่ยมไฮดรอกไซด์ (Lithium Hydroxide) อีกเล็กน้อยละลายในน้ำกลั่น (โดยการผสมทีละน้อย ๆ รักษาอัตราส่วนของน้ำหนักให้เป็น 1:4 ระหว่างอีเล็คโตรไลท์กับน้ำกลั่น) จนมีความถ่วงจำเพาะ 1.20 ที่ 20 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์นี้เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิคือเพิ่มขึ้น 0.0005 ต่ออุณหภูมิที่ลดลง 1 องศาเซลเซียส จาก 20 องศาเซลเซียส และลดลง 0.0005 ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จาก 20 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะนี้ยอมให้สูงสุดได้ไม่เกิน 1.23 ที่ 20 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมอายุและยอมให้ต่ำได้ไม่เกิน 1.16 ที่ 20 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้แบตเตอรี่มีความจุต่ำกว่าค่าที่กำหนด

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. น้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ที่ผสมแล้วไม่ควรทิ้งไว้ในที่ ๆ มีลมพัดแรง เพราะจะทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ในอากาศถูกดูดซึมลงในน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ซึ่งจะเป็นเหตุให้แบตเตอรี่มีกำลังคายไฟ (Power output) ต่ำ

2. ระวังอย่าให้น้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ถูกผ้าหรือผิวหนัง เพราะจะทำให้ผ้าเปื่อยและถ้าถูกผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนัง จะทำให้เกิดระคายเคือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอย่าให้กระเด็นเข้าตาจะเป็นอันตรายมากกว่าน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ที่เป็นกรด อีเล็คโตรไลท์ที่เป็นด่างจะเป็นกลางต่อสารที่เป็นกรดอ่อน ๆ เช่น กรดน้ำส้ม หรือกรดบอริก 3 %

<u>ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการประจุและการคายไฟ</u>(Charge & Discharge) ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการประจุและการคายไฟ (Electro chemical) เกิดขึ้นในรูปแบบของการให้และการรับอีเล็คตรอน (Redox reaction) ของตัวทำปฏิกิริยาของแผ่นบวกและแผ่นลบ น้ำยาอีเล็คโตรไลท์นี้ มีผลทางตรงน้อยมากในการประจุและการคายไฟของแบตเตอรี่ แต่จะทำหน้าที่เป็นสื่อไฟฟ้าเท่านั้น เพราะฉนั้นในการประจุและการคายไฟ ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์จะไม่เปลี่ยนแปลงแสดงได้ในรูปแบบสมการเคมีดังนี้

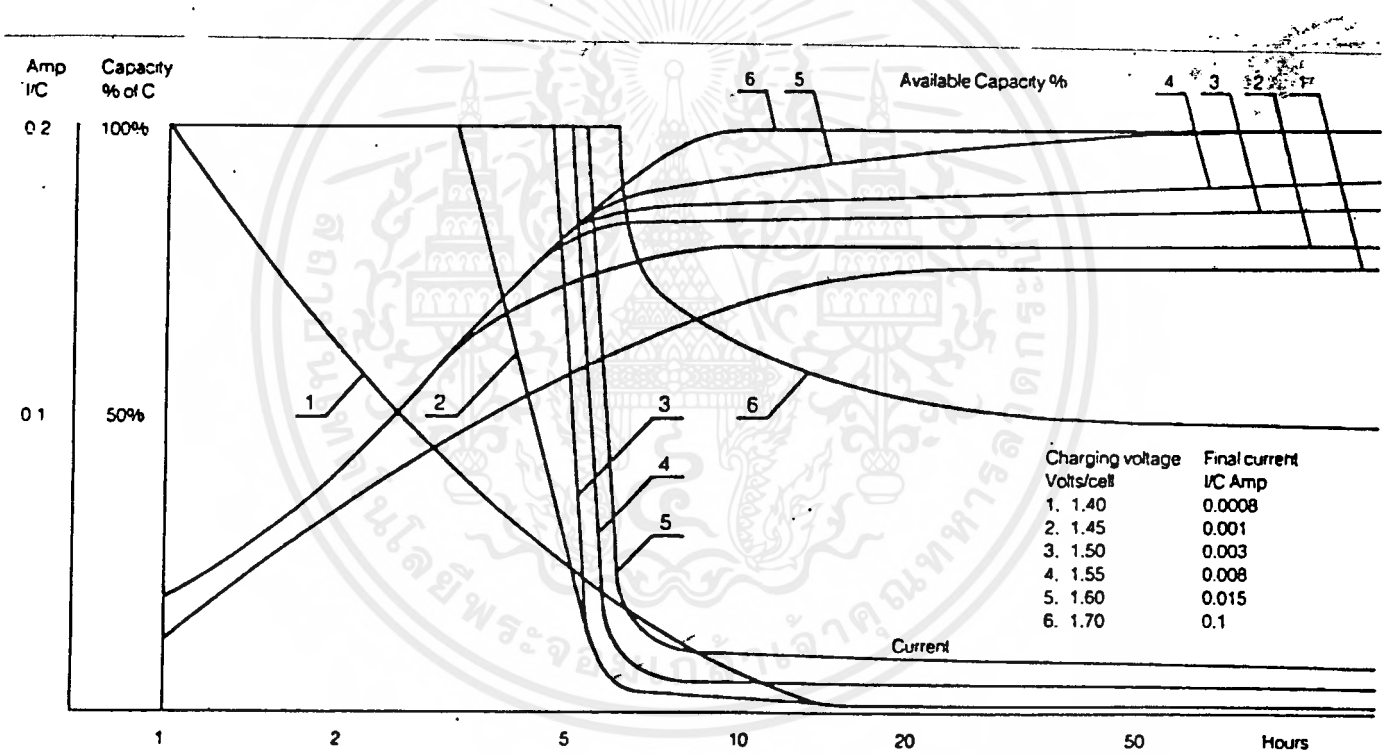
ภาวะการประจุ	ภาวะการคายไฟ
$2NiOOH+Cd+2H_2O \rightleftharpoons 2Ni(OH)_2+Cd(OH)_2$	
(Pos. Plate) (Neg. Plate)	(Pos. Plate) (Neg. Plate)

คุณลักษณะของแบตเตอรี่

ความจุ (Capacity) ความจุของแบตเตอรี่ คือ ค่าคงที่ของกระแสที่ได้จากการคายไฟจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้เต็มที่ โดยปกติมีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง(Ah) ซึ่งได่จากการคายไฟที่กระแส 1/5 ของค่าความจุ เป็นเวลา 5 ชั่วโมงหรืออาจใช้หน่วยเป็น วัตต์-ชั่วโมง(Wh) โดยใช้ค่าแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) คูณด้วยแรงดันเฉลี่ยขณะคายไฟ

แรงดัน โดยปกติแรงดันแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่ที่ไม่ใช้งาน จะมีค่าประมาณ 1.3-1.5 โวลท์ แต่ระยะเวลาของแบตเตอรี่ที่ทิ้งไว้หลังการประจุเต็มที่ สภาพการประจุกระแสที่ใช้คายไฟ อุณหภูมิ และความต้านทานภายในของแต่ละแบบที่แตกต่างกัน อาจทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลงไปจากค่าดังกล่าวได้และค่าแรงดันขณะใช้งานปานกลางตามปกติ จะประมาณ 1.2 โวลท์ต่อเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

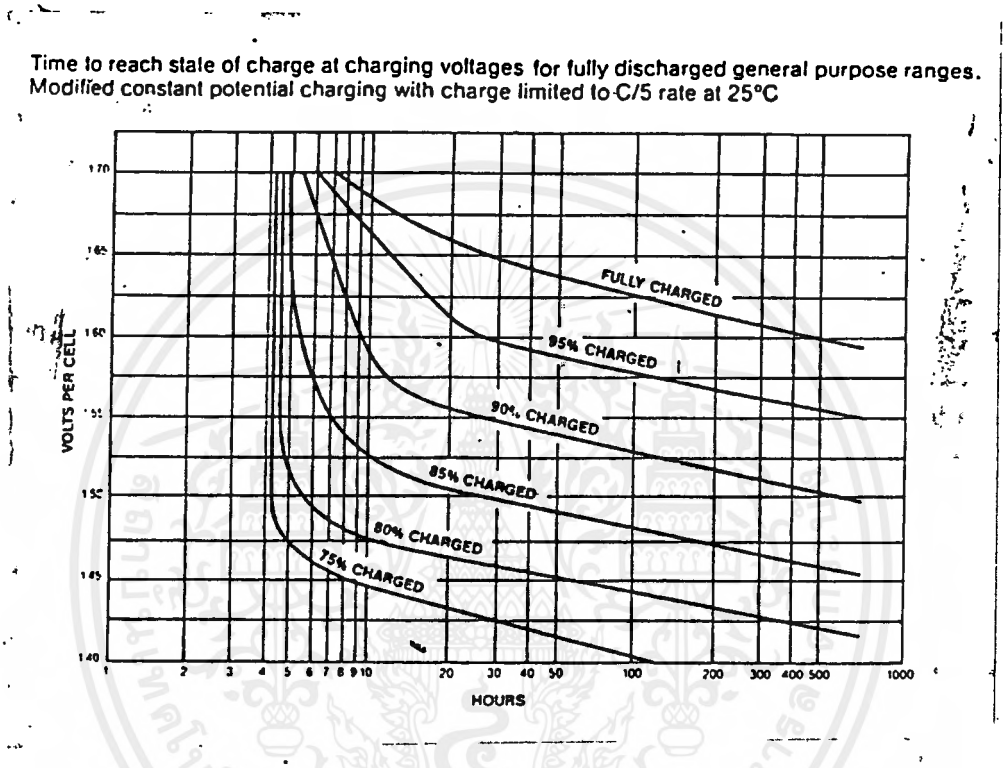


Typical constant voltage recharge characteristics for M-type cells.

รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์แรงดัน ,กระแส ,เวลา ของการอัดประจุ

จากรูปที่ 12 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงคุณสมบัติ เมื่ออัดประจุของแบตเตอรี่ แบบนิเกิ้ล-แคดเมี่ยม จะเห็นว่าเราจะทำการอัดประจุเพื่อให้ได้ค่าแรงดันเต็ม ต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งและเมื่อแรงดันเต็มแล้ว ค่ากระแสจะลดลงมาต่ำมาก

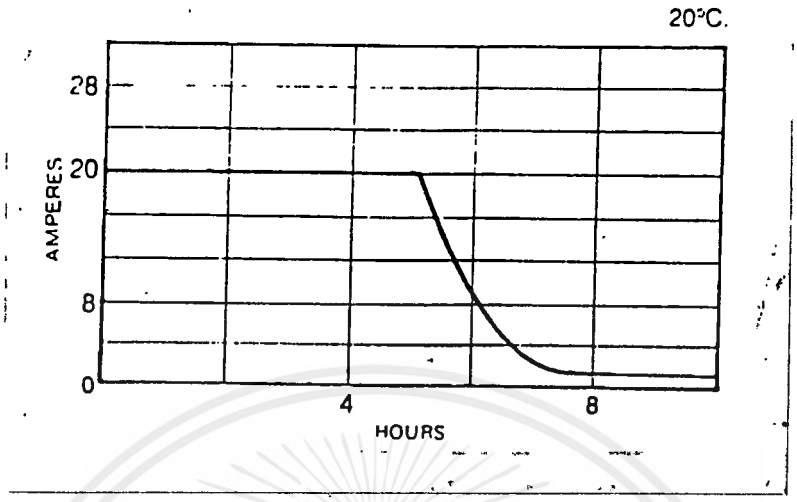
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและเวลา

จากรูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน และเวลาเมื่อมีการจ่ายกระแสให้ไหลด (Discharge) โดยที่แบตเตอรี่แต่ละลูกมีการอัดประจุที่มีค่าต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของค่ากระแสและเวลา

จากรูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของค่ากระแสและเวลา ของแบตเตอรี่แบบนิเกิ้ล-แคดเมี่ยม ขนาด 100 Ah C/5 จะเห็นได้ว่ากระแสจ่ายออกไปมีค่าคงที่อยู่ช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นกระแสจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในการออกแบบการปรับแต่งค่าต่าง ๆ ในการอัดประจุแบตเตอรี่ เราจะต้องศึกษาถึงคุณลักษณะของแบตเตอรี่ที่ใช้ เพื่อให้เราทราบว่าเมื่อเกิดไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้อง หรือเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ขัดข้อง เราจะสามารถใช้แบตเตอรี่จ่ายโหลดได้เป็นเวลาเท่าไหร่

<u>การอัดประจุแบตเตอรี่ใหม่และการเก็บรักษา</u>

ก่อนทำการอัดประจุแบตเตอรี่ควรต่อวงจรแบตเตอรี่ให้พร้อมและถูกต้อง ตรวจสอบระดับของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ วัดความถ่วงจำเพาะ ตรวจสอบเครื่องประจุ (Charger) และระบบไฟที่ใช้ต่อกับเครื่องประจุให้ถูกต้องด้วย วัดแรงดันรวม และแรงดันแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่ แล้วจึงทำการประจุ โดยให้ขั้วลบต่อกับขั้วลบและขั้วบวกต่อกับขั้วบวก ด้วยกระแสที่ใช้ประจุตามที่กำหนดและวิธีการดังนี้

1. ใช้กระแสประจุคงที่ 1/10 ของค่าความจุที่กำหนด (20 แอมแปร์ สำหรับแบตเตอรี่ที่มีความจุ 200 แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) ประจุติดต่อกันเป็นเวลา 20 ชั่วโมง)

2. แรงดันแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่ จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น กระแสที่ใช้ประจุจะค่อย ๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เร่งแรงดันของเครื่องประจุ เพื่อรักษาระดับของกระแสประจุให้คงที่อยู่เสมอ

3. การประจุแบตเตอรี่ จะทำให้อุณหภูมิของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ระวังอย่าให้เกิน 45 องศาเซลเซียส เพราะจะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่(ถ้าเกิน 45 องศาเซลเซียสให้หยุดพัก เพื่อให้อุณหภูมิลดลงแล้วประจุต่อ)

4. บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในตาราง ตลอดระยะเวลาที่ทำการประจุ

5. แรงดันของแต่ละเซลล์ จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น 1.5 โวลท์หรือมากกว่าในเวลา 10 ชั่วโมง และให้ประจุต่อไปจนครบ 20 ชม.

หลังจากการประจุครั้งแรก ถ้าหากมีการใช้งานแบตเตอรี่ไปบ้าง หากจะนำเข้ามาใช้งานอีกจะต้องทำการประจุอีกครั้ง ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วเป็นเวลา 14 ชม. หลังการประจุทุกครั้งต้องตรวจสอบระดับของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ให้ได้ระดับอยู่เสมอถ้าต่ำกว่าให้เติมน้ำกลั่นจนได้ระดับ

<u>การเก็บรักษาแบตเตอรี่</u>

ห้องที่ใช้เก็บแบตเตอรี่ควรเป็นห้องที่มีอากาศแห้งและเย็น แบตเตอรี่ที่คายไฟหมดและเอาน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ออก สามารถเก็บไว้ได้นานไม่มีกำหนด โดยการปิดให้สนิทจนไม่มีอากาศเข้าได้ ถ้านำมาใช้ให้ทำการประจุลักษณะเดียวกับแบตเตอรี่ใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าเป็นแบตเตอรี่ที่ถูกประจุจนเต็มแล้วนำมาเก็บโดยไม่เอาน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ออก จะเก็บไว้ได้นาน 1 ปี โดยในระหว่างการเก็บไม่จำเป็นต้องนำมาประจุใหม่อีก จนกว่าจะนำมาใช้งานใหม่ก็จำเป็นต้องทำการประจุอีกครั้งเช่นเดียวกัน

<u>การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ขณะใช้งาน</u>

โดยปกติแบตเตอรี่ จะต้องผ่านการประจุมาแล้วเป็นจำนวน 140 % ของค่าความจุที่กำหนด เพราะประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ต่าง จะใช้งานได้เพียง 71.5 % ของการประจุเท่านั้น จึงจำเป็นต้องประจุถึง 140 %เพื่อให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ 100 % ถึงแม้ว่าการประจุเต็มที่จะได้แรงดัน 1.6-1.8 โวลท์ก็ตาม ควรจะประจุต่อไปอีกอย่างน้อย 2.5-3 ชม.

<u>การอัดประจุแบบปกติ หรือโฟลทติ้งชาร์ท (Floating Charge)</u>

เมื่อต่อแบตเตอรี่เข้าใช้งาน และต่อขนานเข้ากับเครื่องทำประจุแบตเตอรี่แล้ว ก็จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีการประจุไว้ตลอดไป ด้วยกระแสจำนวนน้อยและคงที่เพื่อให้แบตเตอรี่ถูกประจุเต็มอยู่ตลอดเวลา การประจุนี้เรียกว่า Floating Charge โดยปกติแรงดันของ Floating Charge จะอยู่ประมาณ 1.35-1.45 โวลท์กระแสประมาณ 1/40 ของอัตรากระแสที่ 5 ชม. หรือ 1/200 ของค่าความจุ ค่าเหล่านี้อาจปรับไปได้ตามความจำเป็นของสภาพที่ใช้งาน สังเกตุได้จากปริมาณของแก๊สและน้ำที่ระเหยออกถ้ามากเกินไปแสดงว่าแรงดันในการ Floating Charge สูงเกินไป และค่าความจุของแบตเตอรี่ลดลงเรื่อย ๆ ก็แสดงว่าแรงดันในการประจุต่ำเกินไปแรงดันที่เหมาะสมจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ในแต่ละแบบของแบตเตอรี่ต่าง

อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นข้อหนึ่งที่มีผลต่อการทำประจุแบตเตอรี่ อุณหภูมิของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ที่เหมาะสมที่สุดอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส โดยปกติอุณหภูมิของน้ำยาจะค่อย ๆ สูงขึ้นในขณะทำการประจุต้องควรระวังอย่าให้เกิน 45 องศาเซลเซียสเพราะจะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลง และจะชำรุดได้ในระยะเวลาอันรวดเร็วถ้าอุณหภูมิของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ขึ้นถึง 50 องศาเซลเซียส

ระดับของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์

ระดับของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ต้องระวังให้อยู่ในระดับที่กำหนดเสมอ ถ้ามีการจดบันทึกและมีการสังเกตจะทำให้ทราบระยะเวลาที่ควรเติมน้ำกลั่นในแต่ละครั้ง อาจเป็น 1 เดือนต่อครั้งหรือมากว่า และในการเติมแต่ละครั้งไม่ควรเติมน้ำกลั่นให้ล้น เพราะจะทำให้ด่างจางลง

การเปลี่ยนน้ำยาอีเล็คโตรไลท์

ความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ จะค่อย ๆ ลดลงเป็นเพราะแก๊สเข้าไปผสมจากการเติมน้ำกลั่นมากเกินไปทำให้ล้นออกมา หรืออาจเกิดจากสิ่งสกปรก ฝุ่นละอองเข้าไปผสมอยู่ก็ได้ในการใช้งานจึงต้องมีการเปลี่ยนน้ำยาอีเล็คโตรไลท์เป็นครั้งคราวทุก ๆ 5-6 ปีต่อครั้งเหตุที่ทำให้กำลังคายประจุของแบตเตอรี่ต่ำ ส่วนมากเป็นเพราะกรดโปแตสเซี่ยมคาร์บอเนตเข้าไปปนอยู่ในน้ำยาอีเล็คโตรไลท์(ซึ่งยอมให้มีอยู่ได้ไม่เกิน 75 กรัมต่อลิตร) กรดบางชนิด เช่น จำพวกซัลเฟต จะทำให้เกิดผลเสียต่อแผ่นบวก และสิ่งสกปรกที่เป็นจำพวกโลหะที่มีประจุไฟฟ้าบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าทองแดงจะเกิดสะสมขึ้นที่แผ่นลบ จนเป็นเหตุให้เกิดการคายไฟขึ้นภายในแบตเตอรี่เอง เมื่อความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ต่ำจนถึงขีดต่ำสุด หรือสิ่งสกปรกเข้าไปสะสมอยู่มากจนถึงขีดที่จะยอมได้ต้องเปลี่ยนน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ทันที และก่อนที่จะเปลี่ยนน้ำยาต้องทำการคายประจุให้แบตเตอรี่มีแรงดันเหลือเพียง 0.6-0.8 โวลท์ต่อเซลล์ด้วยกระแสคายประจุ 5 ชม. ของอัตรากระแส (C/5) หลังจากคายไฟดังกล่าวเรียบร้อยแล้วให้ดูดน้ำยาอีเล็คโตรไลท์เก่าออกให้หมด และอย่าทิ้งไว้นานหรือใช้น้ำล้าง รีบเติมน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ใหม่ที่เตรียมไว้ทันที

ควรเปลี่ยนน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ใหม่เมื่อ

1. ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 1.16
2. แบตเตอรี่ทำงานได้ต่ำกว่าค่าความจุที่กำหนด
3. มีสิ่งเจือปนในน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ เกินค่ากำหนด

แบตเตอรี่ที่เปลี่ยนน้ำยาใหม่ จะมีค่าความจุเท่าที่กำหนดได้ก็ต่อเมื่อ ได้ทำการประจุและคายไฟก่อนต่อเข้าใช้งานดังนี้

1. ประจุแบตเตอรี่ เป็นเวลา 10 ชม.ที่ 5 hour-rate หรือ20ชม. ที่ 10 hour-rate (200 % ของค่าความจุที่กำหนด)
2. คายไฟแบตเตอรี่ที่ 5 ชม. ของอัตรากระแส จนเหลือแรงดัน 1.0 โวลท์ต่อเซลล์
3. ประจุแบตเตอรี่อีกครั้งตามข้อ 1 เรียบร้อยแล้วตรวจสอบความถ่วงจำเพาะและระดับของน้ำยาอีเล็คโตรไลท์ ก่อนนำไปใช้งาน

<u>การทำความสะอาด</u>

แบตเตอรี่จะมีอายุการใช้งานได้นาน ถ้าหากได้ดูแลรักษาและทำความสะอาดอยู่เสมอ สิ่งสกปรกและความชื้นที่อยู่บนขั้วของแบตเตอรี่ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วหรือลัดวงจรที่ขั้วแบตเตอรี่ ควรเช็ดให้สะอาดและแห้ง ห้ามใช้กระดาษทรายขัดส่วนที่เป็นนิเกิลของแบตเตอรี่ การดูแลรักษาควรทำดังนี้

1. ทำความสะอาดภายนอก โดยเฉพาะส่วนบนและที่ขั้วของแบตเตอรี่อย่างน้อยเดือนละครั้ง แล้วใช้น้ำมันกันสนิมหรือวาสลีนทาส่วนที่เป็นนิเกิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้วแบตเตอรี่และรอยต่อต้องขันให้แน่นอยู่ตลอดเวลา

3. ไม่ควรบัดกรีหรือใช้โลหะที่คล้ายกันในการซ่อมแบตเตอรี่

แบตเตอรี่สามารถเก็บไว้ได้นาน ไม่มีกำหนดเวลาโดยที่แบตเตอรี่ไม่เสื่อมสภาพ แต่ก่อนเอาเข้าเก็บต้องทำการคายไฟ 5 ชม.ของอัตรากระแสจนแรงดันเหลือ 0.6-0.8 โวลท์ต่อเซลล์เติมน้ำกลั่นให้อยู่ขีดที่กำหนด เก็บไว้ในที่แห้ง และอย่านำไปเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำมาก และก่อนที่จะนำมาใช้ ต้องนำมาประจุอีกครั้งหนึ่ง ตามวิธีเดียวกับการเปลี่ยนน้ำยาอีเล็คโตรไลท์

<u>การปรับแรงดัน (Equalizing Charge)</u>

แบตเตอรี่ที่ถูก Floating Charge ในขณะใช้งานและไม่มีการคายไฟมาเป็นเวลานาน ควรทำการปรับแรงดันในแต่ละเซลล์ ให้เท่ากันทุก ๆ 6 เดือน โดยการทำ Quick Charge 24 ชม.แล้วทำ Floating Charge ต่อไป ถ้าแรงดันของแต่ละเซลล์ยังต่ำกว่าค่าที่กำหนด หลังจากการปรับค่าแรงดันแล้ว ควรเพิ่มแรงดันของ Floating Charge ขึ้นอีก

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. ห้ามนำเปลวไฟเข้าใกล้แบตเตอรี่

2. ห้ามนำแบตเตอรี่ไปไว้ที่ ๆ มีความร้อนสูง และในที่ ๆ มีสารเคมี

3. ตั้งในที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

อุปกรณ์ที่ห้ามนำมาใช้กับ น้ำยาอีเล็คโตรไลท์ คือ ทองแดง ทองเหลือง ตะกั่ว สังกะสี อลูมีเนียม ดีบุก เซลลูลอยด์ ไม้ไผ่ ไม้

<u>การอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ชนิดต่าง</u>

วิธีการอัดประจุแบตเตอรี่ (Methode of charging) โดยทั่วๆ ไปมี 4 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 การอัดประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่ (Constant Current Charge)

วิธีที่ 2 การอัดประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charge)

วิธีที่ 3 การอัดประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันคงที่จำกัดกระแส

(Constant Voltage Current Charge)

วิธีที่ 4 การอัดประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันเพิ่มกระแสลด (Taper Charge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่ว ๆ ไปจะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งจากข้างบน ตามความเหมาะสมและลักษณะงานโดยจะพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการอัดประจุ ค่าความแตกต่างของแรงดัน คือ ค่าแรงดันระหว่างแรงดันสูงสุดที่อัดประจุเต็มและค่าแรงดันต่ำสุดที่ถูกดิสชาร์จ หรือเราสามารถทำการอัดประจุแบบอัตโนมัติ โดยจะพิจารณาถึงความเหมาะสมของสิ่งเหล่านี้ คือ แรงดัน กระแส เวลา ปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

<u>ชนิดของการอัดประจุ (Type Of Charge)</u> มี 3 วิธี

1. การอัดประจุเพื่อนำไปใช้งาน (Commissioning Charge) เป็นการอัดประจุครั้งแรกหลังจากนำออกจากโรงงาน โดยคำนึงถึงระยะเวลาที่เก็บไว้ก่อนนำออกมา โดยพิจารณา

ก. ถ้าเก็บแบตเตอรี่ไว้เป็นเวลาต่ำกว่า 6 เดือน จะพิจารณาดังนี้

ถ้าอัดประจุด้วยวิธีที่ 1 ใช้เวลาในการอัดประจุ 12-15 ชั่วโมง ที่ $0.2C_5$ A

ถ้าอัดประจุด้วยวิธีที่ 2 ใช้เวลาในการอัดประจุ 20-30 ชั่วโมง ที่ 1.65 โวลท์ต่อเซลล์

ถ้าอัดประจุด้วยวิธีที่ 3 ใช้เวลาในการอัดประจุ 20-30 ชั่วโมง ที่ 1.65 โวลท์ต่อเซลล์

ถ้าอัดประจุด้วยวิธีที่ 4 เริ่มต้นอัดประจุที่แรงดัน 1.35 โวลท์ต่อเซลล์ ที่ $0.25C_5A$ และอัดประจุที่แรงดัน 1.65 โวลท์ต่อเซลล์ ที่ $0.15C_5A$

ข. ถ้าเก็บแบตเตอรี่มากกว่า 6 เดือน ทำดังนี้

1. การอัดประจุใช้เวลา 15-20 ชั่วโมง ที่กระแสปกติ $0.2C_5A$
2. ดิสชาร์จถึง 0 โวลท์ต่อเซลล์ ที่ $0.5C_5A$
3. ทำซ้ำข้อ 1,2
4. การอัดประจุใช้เวลา 15 ชั่วโมง ที่ $0.2C_5$ A

2. การอัดประจุแบตเตอรี่แบบเร็ว (Fast Charge or Equalizing Charge or Quick charge Or Boost Charge) เป็นการอัดประจุแบบเร็วเพื่อให้แบตเตอรี่ มีการอัดประจุให้ได้แรงดันปกติโดยจะทำการอัดประจุในกรณีไฟแหล่งจ่ายเกิดดับขึ้นมาเป็นเวลานาน โดยที่แบตเตอรี่ที่สำรองไว้ถูกดิสชาร์จเพื่อจ่ายโหลดมาก เมื่อไฟแหล่งจ่ายกลับมาจึงต้องมีการอัดประจุแบตเตอรี่อย่างเร็วเพื่อให้แบตเตอรี่มีค่าความจุเป็นปกติโดยเร็ว เพื่อจะทำให้เพียงพอที่จะจ่ายโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีไฟแหล่งจ่ายเกิดดับขึ้นมาอีก

3. การอัดประจุแบบปกติ (Float Charge) เป็นการอัดประจุแบบปกติในอัตราที่ต่ำ เพื่อพยุงให้แบตเตอรี่มีสภาวะเต็มอยู่ตลอดเวลา ซึ่งถ้าไม่ทำการอัดประจุในลักษณะนี้ตลอด ค่าความจุของแบตเตอรี่จะมีค่าลดลงเนื่องจากมีการสูญเสียขึ้นภายใน โดยทั่ว ๆ ไปเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะเป็นระบบอัตโนมัติ โดยเครื่องจะทำงานอยู่ลักษณะใด โดยจะเอาความสัมพันธ์ของแรงดันกระแส เวลา หรือค่าความจุของแบตเตอรี่มาพิจารณา

ทฤษฎีและหลักการอัดประจุแบตเตอรี่

เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ซึ่งจะให้ระดับแรงดันสูงกว่าระดับแรงดันของแบตเตอรี่ในขณะที่มีการเก็บประจุเต็ม ในการอัดประจุแบตเตอรี่จะให้ขั้วบวกของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ โดยที่กระแสที่ทำการชาร์จประจุแบตเตอรี่ จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสที่แบตเตอรี่จ่ายออกมา ดังแสดงในรูปที่ 15

รูปที่ 15 แสดงทิศทางการไหลของกระแสอัดประจุแบตเตอรี่

โดยที่ E : แรงดันที่ทำการอัดประจุประจุ

E_c : แรงดันที่ขั้วของแบตเตอรี่

R_i : ความต้านทานภายในของแบตเตอรี่

I : กระแสที่ใช้ในการอัดประจุแบตเตอรี่

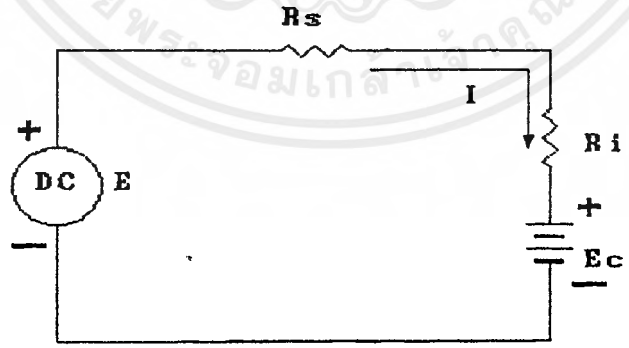
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 15 จะได้สมการ

$$E = E_c + IR_i \qquad \text{_____(1)}$$

จะได้ $$I = (E - E_c) / R_i \qquad \text{_____(2)}$$

เมื่อแรงดันที่แบตเตอรี่ (Ec) มีค่าเท่ากับแรงดันที่อัดประจุ (E)จะไม่มีกระแส (I) ไหลในวงจร ถ้าแรงดัน Ec ต่ำกว่าแรง E จะทำให้มีกระแสไหล เพื่อเข้าไปอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ แต่ได้แรงดัน Ec สูงกว่าแรงดัน Ec กระแสจะถูกดิสชาร์จออกจากแบตเตอรี่ค่าความต้านทานภายใน (Ri) ของแบตเตอรี่ส่วนมากจะมีค่าน้อยซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์มโดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในขณะที่มีการอัดประจุแบตเตอรี่ โดยจะมีผลต่อปริมาณกระแสที่อัดประจุแบตเตอรี่ว่าจะมากหรือน้อย ถ้ากระแสในการอัดประจุมีปริมาณมากเกินกว่าที่แบตเตอรี่จะทนได้ อาจจะทำให้แบตเตอรี่ชำรุดได้ การจะลดปริมาณกระแสการอัดประจุแบตเตอรี่ให้ต่ำลง ทำได้โดยเอาความต้านทานต่ออนุกรมเข้าไป เพื่อจำกัดปริมาณกระแสที่ไหลได้ตามต้องการ ซึ่งวงจรจะมีลักษณะดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 แสดงรูปวงจรที่ความต้านทานต่ออนุกรมเพื่อจำกัดกระแส (Rs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 16 เราจะหาค่า Rs ได้ดังนี้

$$I = (E - E_c)/(R_s + R_i) \quad \text{_____(3)}$$

$$Rs = [(E - E_c)/I] - R_i \quad \text{_____(4)}$$

แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ อัตราการอัดประจุหรือดิสชาร์จจะขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ พิกัดของกระแสอัดประจุแบตเตอรี่จะบอกไว้เป็นชั่วโมง ฉะนั้นค่าของกระแสจะหาได้จากค่าความจุซึ่งมีหน่วยเป็นแอมป์-ชั่วโมง (Ah) หารด้วยจำนวนชั่วโมง ในทำนองเดียวกัน ถ้าเรารู้กระแส จำนวนชั่วโมงจะหาได้จากความจุ (Ah) หารด้วยกระแสจะได้จำนวนชั่วโมง แต่ทั้งนี้และทั้งนั้น ค่าความสัมพันธ์ของกระแสและชั่วโมงในการดิสชาร์จนี้จะไม่แปรผันตามกันตลอดเช่น แบตเตอรี่ 100 Ah ดิสชาร์จกระแส 5 แอมป์ ในเวลา 20 ชั่วโมง แต่ถ้าจ่าย 10 แอมป์ อาจจะจ่ายได้ในเวลาเพียง 7 ชั่วโมง หรืออาจจะจ่าย 20 แอมป์ ได้ในเวลาเพียง 3 ชั่วโมง เป็นต้น จะเห็นว่าถ้าจ่ายกระแสในปริมาณมาก ค่าพิกัดแอมป์-ชั่วโมง(Ah)ของแบตเตอรี่ อาจมีค่าน้อยลงซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการดิสชาร์จของแบตเตอรี่ (Rate of discharge) ซึ่งราคาของแบตเตอรี่ก็จะต่างกันไปด้วย

อีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงว่าค่าของกระแสในการอัดประจุแบตเตอรี่ควรมีค่าเท่าใด นั่นก็คือค่ากำลังสูญเสียในแบตเตอรี่ซึ่งอาจเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้คือ

$$P = I^2 * R_i$$

เมื่อ P = กำลังสูญเสียในแบตเตอรี่

I = กระแสในการอัดประจุแบตเตอรี่

Ri = ค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่

จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อค่ากระแสในการอัดประจุมีค่าสูง จะทำให้มีค่าสูญเสียมากซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความร้อนขึ้นในแบตเตอรี่ ถ้ามีค่าสูงมากจะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานน้อยลง หรืออาจทำให้เสียหายเลยก็ได้ ฉะนั้นในการอัดประจุแบตเตอรี่ต้องพิจารณาข้อจำกัดดังกล่าวนี้ด้วย

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องรู้ซึ่งประสิทธิภาพของแบตเตอรี่มีอยู่2 ชนิดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. A-H Efficiency ซึ่งค่านี้ทางบริษัทผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดมาให้ โดยปกติมีค่าประมาณ 90 % หาได้จาก

% A-H Eff. = ประจุที่จ่ายออกมา / ประจุที่จ่ายเข้าไป

= 90 %

2. Watt-hour efficiency ซึ่งหน้าที่ผู้ใช้จะต้องคำนึงถึง หาได้โดย

% Watt-hour eff. = % A-H eff. * $(V_{discharge})/(V_{charge})$

V_{charge} สำหรับเซลล์ Lead-Acid เท่ากับ 2.15 V/cell ที่ 25 องศาเซลเซียส

V_{charge} สำหรับเซลล์ Ni-cd เท่ากับ 1.35-1.45 v/cell

$V_{discharge}$ จะอยู่ที่ผู้ใช้ต้องการ ถ้ามีค่าต่ำมากจะทำให้ % Watt-hour มีค่าต่ำ ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่ให้ระดับ $V_{discharge}$ มีค่าลดลงต่ำไม่มากนักเพื่อจะให้ค่าประสิทธิภาพสูง

<u>การเลือกแบตเตอรี่</u>

ในการเลือกแบตเตอรี่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือว่า โหลดที่ใช้เป็นอะไรก็ได้มีขนาดเท่าไหร่ และเราต้องการจะสำรองไฟจ่ายกี่ชั่วโมง ซึ่งการพิจารณาสิ่งเหล่านี้ จะมีประโยชน์มากคือ จะช่วยให้ลดต้นทุนใช้งานอย่างได้ประโยชน์คุ้มที่สุด และต้องคำนึงถึงเสถียรภาพด้วย

ตัวอย่างเช่น ต้องการเลือกขนาดแบตเตอรี่ที่ใช้กับโทรศัพท์ 20,000 คู่สาย คู่สายละ 2 วัตต์ มีระบบแรงดัน 48 โวลท์ และต้องการสำรองไฟจ่าย 5 ชั่วโมง เราจะเลือกขนาดของแบตเตอรี่ได้ดังนี้

จาก $P = EI$

จะได้ $I = P/V$

$P = 20,000 * 2$

$= 40,000$ วัตต์

เพราะฉะนั้น $I = 40,000/48$

$= 833.33$ แอมป์

ต้องการสำรองไฟจ่าย 5 ชั่วโมง ดังนั้นจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจุของแบตเตอรี่ (Ah) = 833.33 * 5

= 4166.65 Ah

เมื่อได้ค่า Ah แล้วนำไปเปิดหาขนาดของแบตเตอรี่ในภาคผนวก โดยให้แรงดันสุดท้ายที่ 1.05 โวลท์ต่อเซลล์ เลือกชนิด M432 ซึ่งมีขนาดความจุ 880 Ah (หาจากการจ่ายกระแส 176 A ที่ 5 ชั่วโมง = 176 * 5 = 880 Ah) โดยนำเอามาต่อขนานกัน 5 เซล เพื่อให้มีขนาดเท่ากับ 880 * 5 = 4400 Ah ซึ่งมีค่ามากกว่า 4166.65 Ah ซึ่งเซลที่ใช้เป็นเซลล์ชนิดนิเกิ้ล-แคดเมี่ยม ที่มีแรงดันเท่ากับ 1.2 โวลท์ต่อเซลล์ เพราะฉนั้นเมื่อเราใช้ 48 โวลท์ ต้องใช้เซลล์มาอนุกรมเท่ากับ 40 เซลจำนวน 5 ชุด

<u>การเลือก Battery Charger.</u>

สิ่งที่เราจะต้องมีเมื่อเราเลือกขนาดของ Battery Charger คือ ต้องรู้ว่าแบตเตอรี่สามารถจ่ายได้กี่ชั่วโมงรู้ว่าต้องจ่ายโหลดเท่าใด เพื่อที่จะนำมาเลือกขนาดของเครื่องอัดประจุแบต์เตอรี่ได้อย่างถูกต้อง เช่น แบตเตอรี่ขนาด 100 Ah เราต้องการจะอัดประจุให้เต็มภายใน 10 ชั่วโมง จะใช้กระแสในการอัดประจุกี่แอมป์ ถ้ากระแสที่จ่ายโหลดมีค่าเท่ากับ 10 แอมป์

จากสมการ

$$\% \text{ Watt-hours eff} = \% \text{ Ah eff} * (V_{discharge}/V_{charge})$$

โดย % Ah eff มีค่า 90% กำหนดจากโรงงาน

$V_{discharge}$ มีค่าเท่ากับ 1.8 โวลท์ต่อเซล สำหรับเซลแบบตะกั่ว-กรด

V_{charge} มีค่าเท่ากับ 2.25 โวลท์ต่อเซล สำหรับเซลแบบตะกั่ว-กรด

แทนค่าจะได้

$$\% \text{ Watt-Hours eff} = 90 * (1.8/2.25)$$

$$= 72 \%$$

จะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ขนาดความจุ 100 Ahเมื่อเราทำการอัดประจุด้วยกระแส 10 แอมป์ (เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ขนาด 20 แอมป์ โดยจ่ายชาร์จให้แบตเตอรี่ 10 แอมป์และจ่ายโหลด 10 แอมป์) เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ค่าความจุจะได้เพียง 72 Ah ค่าที่หายไปจะเป็นค่าสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเมื่อจะต้องการที่จะอัดประจุแบตเตอรี่ เพื่อให้ได้ขนาดความจุ 100 Ahต้องใช้ขนาดเครื่องชาร์จเจอร์ 100/72 = 1.38 เท่า

เพราะฉนั้นกระแสที่ใช้ในการอัดประจุแบตเตอรี่ = 1.38 * 10

= 13.8 แอมป์

ดังนั้นจะได้ขนาดของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ = 13.8 + 10

= 23.8 แอมป์

เลือกใช้เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ที่ขนาด 25 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

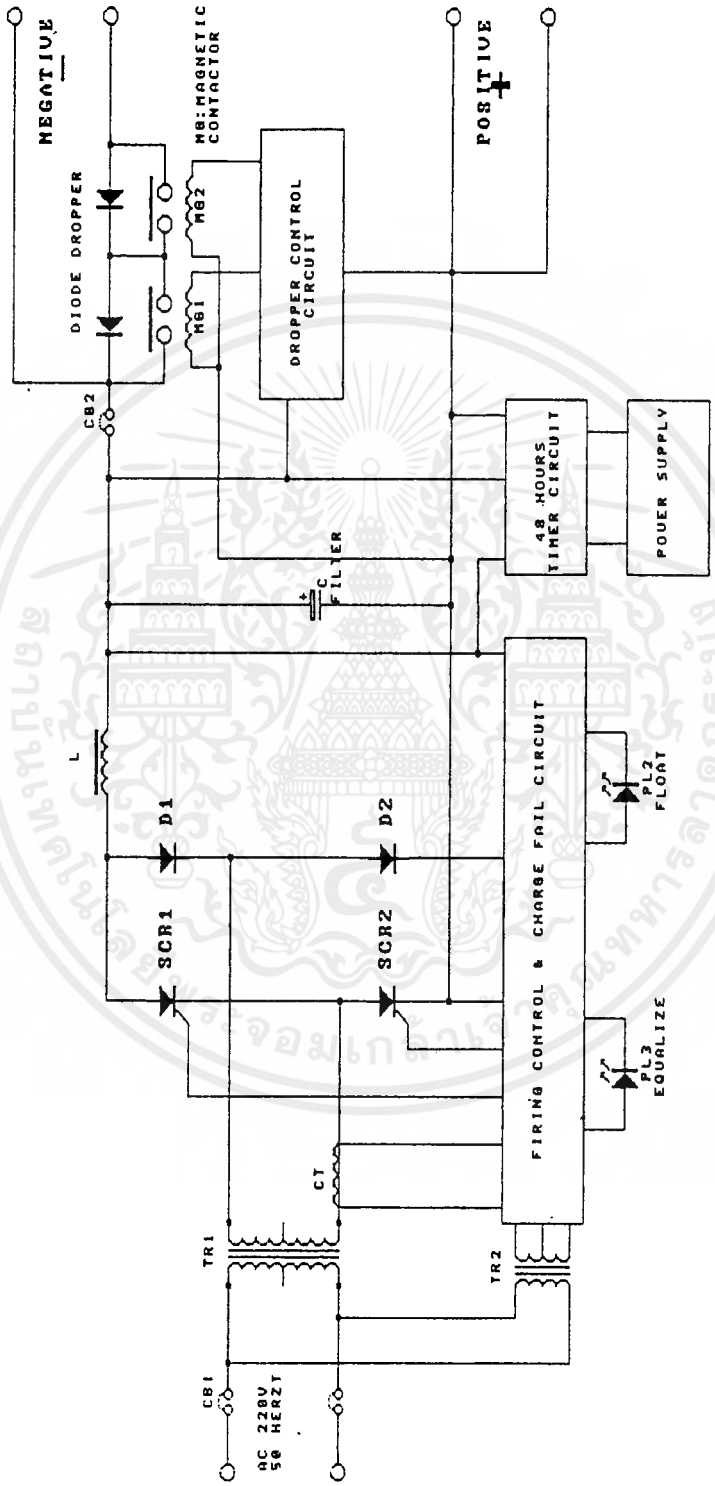
บทที่ 4

ส่วนประกอบของเครื่องประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ

โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ แบบใช้เอสซีอาร์มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. หม้อแปลง (Transformer)
2. วงจรเรียงกระแส (Main Rectifier)
3. วงจรกรองกระแส (Filter Circuit)
4. วงจรควบคุมแรงดันเอาท์พุทที่โหลด (Diode Dropper Control)
5. วงจรควบคุมมุมจุดชนวนเอสซีอาร์ (Firing Control and Charge Fail)
6. วงจรตั้งเวลาการอัดประจุ (Charge Time Circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



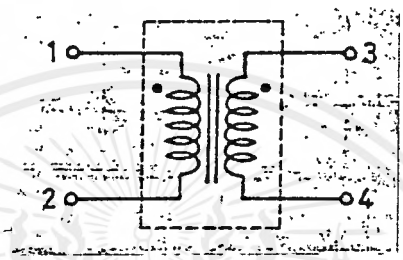
รูปที่ 17 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการและการออกแบบหม้อแปลง

ทฤษฎีหม้อแปลง

หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนขนาดของแรงดันไฟสลับ จากแรงดันหนึ่งไปเป็นแรงดันไฟสลับขนาดที่ต้องการ โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กผ่านขดลวด สัญญลักษณ์ของหม้อแปลงเป็นดังนี้



รูปที่ 18 แสดงสัญญลักษณ์หม้อแปลง

ขดลวดทางด้านไฟจ่ายเข้าหม้อแปลงตามรูป คือขั้ว 1 และ 2 เรียกว่าขดปฐมภูมิ แรงดันไฟออกทางขั้ว 3 กับ 4 เรียกว่าขดทุติยภูมิ

หม้อแปลงตัวหนึ่งอาจมีขดทุติยภูมิหลาย ๆ ขดก็ได้เครื่องหมายจุด (•) ที่ปลายขดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟที่ขดปฐมภูมิกับขั้วทุติยภูมิคือ ขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 3 จะมีเฟสตรงกันคือในขณะที่ศักดาไฟฟ้าขั้ว 1 สูงกว่าขั้ว 2 ศักดาที่ขั้วออกที่ 3 จะสูงกว่าขั้วที่ 4 และในทำนองเดียวกันขณะที่ขั้ว 1 มีศักดาไฟฟ้าต่ำกว่าจุดที่ 2 ขั้วที่ 3 ก็จะมีศักดาต่ำกว่าขั้วที่ 4 ด้วย

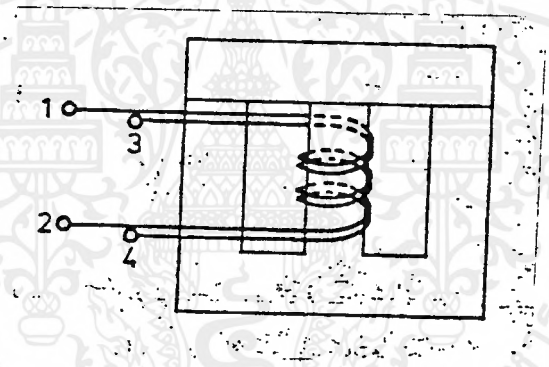
โดยสรุปแล้วหม้อแปลงจะรับพลังงานไฟฟ้าเข้าทางขดปฐมภูมิ สูญเสียเป็นพลังงานความร้อนไปบางส่วน และที่เหลือก็เป็นพลังงานไฟฟ้าออกที่ขดทุติยภูมิ หม้อแปลงจึงถูกบอกขนาดเป็นหน่วยกำลังที่มันถ่ายเทได้ ซึ่งก็คือ VA (ซึ่งคือกำลังไฟฟ้าได้จากแรงดันไฟฟ้าสลับคูณกับกระแสสลับ)

การทำงานของหม้อแปลง

แรงดันไฟสลับที่จ่ายให้ที่ขดปฐมภูมิ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบ ๆ ขดปฐมภูมิ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดนี้จะเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลากล่าวคือ จากไม่มีสนามแม่เหล็กเลย ค่อย ๆ มีมากขึ้นในทิศทางหนึ่งจนสูงสุดแล้วค่อย ๆ ยุบตัวลดขนาดลงจนเป็นศูนย์ แล้วก็ค่อย ๆ เพิ่มมีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกแต่ในทิศทางตรงข้ามจนสูงสุดแล้วก็ยุบตัวจนลงเป็นศูนย์ แล้วก็เพิ่มขึ้นอีกในทิศทางเหมือนกับครั้งแรกเป็นเช่นนี้สลับไปมาตามความถี่ของไฟสลับที่ป้อนเข้ามา ถ้ามีขดลวดอีกขดหนึ่งมาว่างใกล้ ๆ สนามแม่เหล็กนี้สนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลานี้จะตัดขดลวดนั้นเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนี้ได้ แรงดันนี้จะมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดที่มาวางไว้ใกล้และสนามแม่เหล็กไปตัดขดลวดนั้นได้มากน้อยเพียงใด เพื่อให้สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดปฐมภูมิตัดขดทุติยภูมิมากๆจึงให้ทั้งขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิพันอยู่บนแกนเหล็กอันเดียวกันโดยแกนเหล็กนี้จะต่อกันอยู่อย่างครบวงจร คือมีเนื้อเหล็กตลอดวงจึงทำแกนขึ้นโดยแผ่นเหล็กรูปตัว E และ I แล้วพันขดลวดทั้งสองไว้ตรงกลางดังในรูปที่ 19



รูปที่ 19 แสดงรูปตัว E และ I เป็นแกน

ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟเข้าที่ขดปฐมภูมิกับแรงดันไฟออกที่ขดทุติยภูมิคือ

$$E1/E2 = N1/N2$$

เมื่อ E1 = แรงดันไฟสลับเข้าที่ขดปฐมภูมิ

E2 = แรงดันไฟสลับเข้าที่ขดทุติยภูมิ

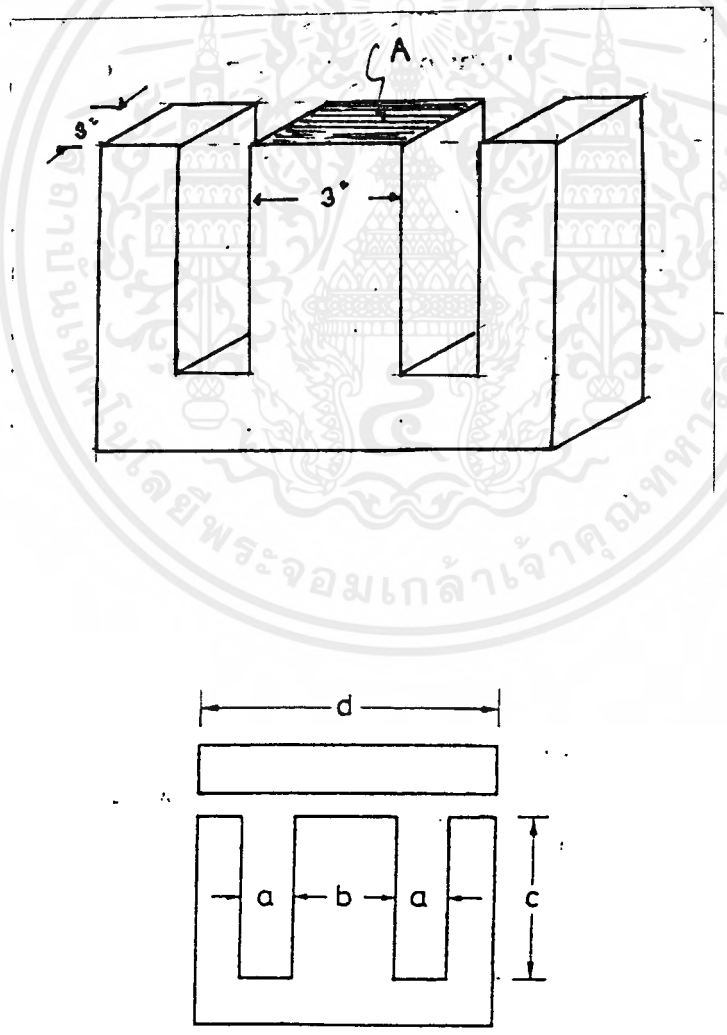
N1 = จำนวนรอบของขดปฐมภูมิ

N2 = จำนวนรอบของขดทุติยภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบหม้อแปลง

1.คำนวณพื้นที่หน้าตัดของแกนกลาง จะหาขนาดพื้นที่หน้าตัดเราต้องรู้ว่ากำลังของหม้อแปลงเท่าใด ซึ่งกำลังหม้อแปลงคือผลคูณของกระแสและแรงดันที่หม้อแปลงตัวนี้ จะจ่ายได้นั้นคือเท่ากับ V*A เมื่อ V คือ แรงดัน OUTPUT และ A คือกระแส OUTPUT แต่จากการออกแบบในโครงงานนี้เนื่องจากต้องการประหยัดค่าใช้จ่าย จึงใช้แกนเหล็กเดิมที่มีอยู่แล้วซึ่งสภาพยังปกติอยู่คือ แกนเหล็กแบบ E,I โดยเลือกให้มีพื้นที่หน้าตัดขนาด 3*3 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงโครงสร้างพื้นที่หน้าตัดแกนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขนาดของแกนเหล็ก EI มีอัตราส่วนของ a:b:c:d= 1:2:3:6 ซึ่งจากที่ใช้งานมีขนาดเท่ากับ 1.5":3":4.5":9" เมื่อใช้แกนเหล็กขนาดดังกล่าวทำให้เมื่อพันหม้อแปลงแล้ว ได้พิกัดดังนี้

$$\text{พื้นที่หน้าตัด } (A) = \sqrt{VA} \ / \ 5.58$$

เมื่อ VA คือ พิกัดของหม้อแปลง (โวลท์-แอมป์)

A คือ พื้นที่หน้าตัดแกนเหล็ก (ตารางนิ้ว)

จะได้ $VA = (5.58*3"*3")^2 = 2522$ VA

จะเห็นว่าค่าพิกัดที่ได้มีค่ามากเพียงพอซึ่งพิกัดที่ใช้ในโครงงานใช้ไม่เกิน 1600 VA

<u>2.หาจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ</u> นำเอาพื้นที่หน้าตัดที่ได้จากข้อ 1 มาคำนวนหาจำนวนรอบของขดปฐมภูมิจะได้ดังนี้

จากสมการ

$$E_1 = 4.44*f*N_1*B*A*\text{stacking factor} \quad \text{_____(1)}$$

เมื่อ E_1 : ค่าแรงดันทางไฟฟ้าขาเข้าคือ 220 V.

f : ความถี่ เท่ากับ 50 Hz

N_1 : จำนวนรอบของขดลวดทางปฐมภูมิ (รอบ)

B : ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กในวงจรแม่เหล็กมีค่าประมาณ 1.2 Tesla

A : พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก (ตารางเมตร)

Stacking factor มีค่าประมาณ 0.95

จากสมการ (1) แทนค่าจะได้

$$220 = 4.44*50*N_1*1.2*3"*3"*(2.54*2.54*10^{-4})*0.95$$

$$N_1 = (220) \ / \ [4.44*50*1.2*3"*3"*(2.54*2.54*10^{-4})*0.95]$$

$$= 150 \text{ รอบ}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.หาจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ โดยให้แรงดันด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 80 โวลท์ ดังนั้นจะหาจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

$$N_2 = (V_2/V_1)/N_1 \quad \text{_____(2)}$$

$$= (80/220)/150$$

$$= 55 \text{ รอบ}$$

ในการคิดจะชดเชยโดยคิดว่าในระบบมี Regulation = 2 % ดังนั้น

จำนวนรอบด้านขดทุติยภูมิ $= N_2*1.02$

$= 55*1.02$

$= 56$ รอบ

4.หาขนาดของขดลวดที่ใช้พัน

จากสมการ

$$I_1 = P/V_1 \quad \text{_____(3)}$$

และ $$I_2 = P/V_2 \quad \text{_____(4)}$$

แทนค่าจะได้

$$I_1 = 2522/220 = 11.46 \text{ A}$$

$$I_2 = 2522/80 = 31.52 \text{ A}$$

และจากสมการ

$$a_1 = I_1/J$$

$$a_2 = I_2/J$$

ถ้ากำหนดให้ a_1, a_2 คือ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของขดลวดทางด้านขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิตามลำดับมีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (sq.mm) และให้ J คือ ความหนาแน่นของกระแส(Current density) ที่ไหลในขดลวดมีหน่วยเป็นแอมป์ต่อตารางมิลลิเมตร (A/sq.mm) ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 2 A/sq.mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าจะได้ $a_1 = 11.46/2 = 5.73$ sq.mm

$a_2 = 31.52/2 = 15.76$ sq.mm

เมื่อนำไปเปิดตารางในภาคผนวกจะเห็นว่า

a_1 มีค่าอยู่ระหว่างเบอร์ -SWG 12 ซึ่งมีขนาด 5.58 sq.mm และ ϕ = 2.64 mm.

-SWG 11 ซึ่งมีขนาด 6.91 sq.mm และ ϕ = 2.94 mm.

a_2 มีค่าอยู่ระหว่างเบอร์ -SWG 8 ซึ่งมีขนาด 13.02 sq.mm และ ϕ = 4.06 mm.

-SWG 7 ซึ่งมีขนาด 15.91 sq.mm และ ϕ = 4.46 mm.

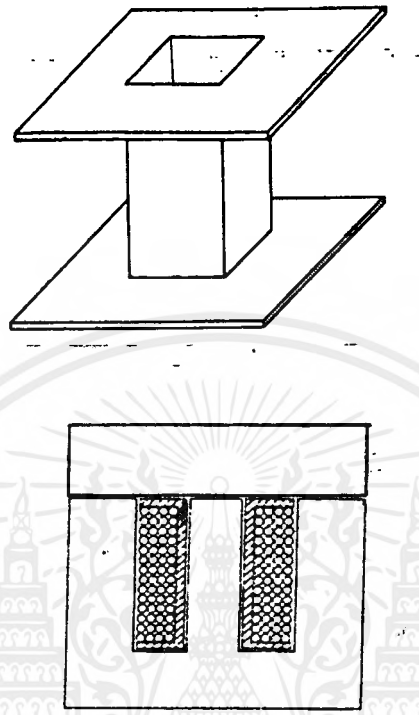
ในการพันขดลวด เราจะเอาขดลวดที่มีขนาดเล็กกว่าพันลงก่อน และขดลวดที่มีขนาดใหญ่กว่าพันไว้นอก และจากขนาดของขดลวดที่ได้คือ a_1 และ a_2 จะเห็นว่ามีอยู่ 2 ค่า ซึ่งเรามีเทคนิคในการเลือกว่าจะใช้ขดลวดเบอร์อะไรในการพันเราเลือกดังนี้คือ ขดลวดที่พันไว้ในเราจะเลือกขดลวดที่มีขนาดใหญ่กว่าและขดลวดที่พันไว้นอกเราเลือกขดลวดที่มีขนาดเล็กเพราะฉะนั้นเราเลือกขดลวดในการพันมีขนาดดังนี้คือ

a_1 เลือกเบอร์ SWG.11

a_2 เลือกเบอร์ SWG.8

เมื่อเราหาทุกอย่างครบแล้ว ก็จัดทำบ๊อบบิ้นก่อนอื่น เราสามารถจะตรวจสอบได้ว่าเราใช้ขดลวดเบอร์ดังกล่าว เมื่อพันไปแล้วจะสามารถลงขดลวดได้พอดีหรือไม่ ซึ่งการลงขดลวดกับบ๊อบบิ้นแสดงดังรูปที่ 21 ซึ่งการตรวจจะไม่ขอกล่าว ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 แสดงการลงขดลวดกับบ๊อบบิ้น

MAIN CONTROL RECTIFIER

main control rectifier เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายให้แก่โหลดโดยใช้วงจรเร็คติไฟเออร์รูปแบบต่าง ๆ กันอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรเร็คติไฟเออร์นั้น จะเป็นอุปกรณ์จำพวกเพาเวอร์เซมิคอนดัคเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ SCR DIODE นำมาต่อกันเป็นวงจรรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากจะเป็นลักษณะการต่อแบบบริดจ์ ซึ่งการต่อแบบบริดจ์นี้ก็ยังแบ่งแยกการต่อได้เป็นหลายรูปแบบดังนี้

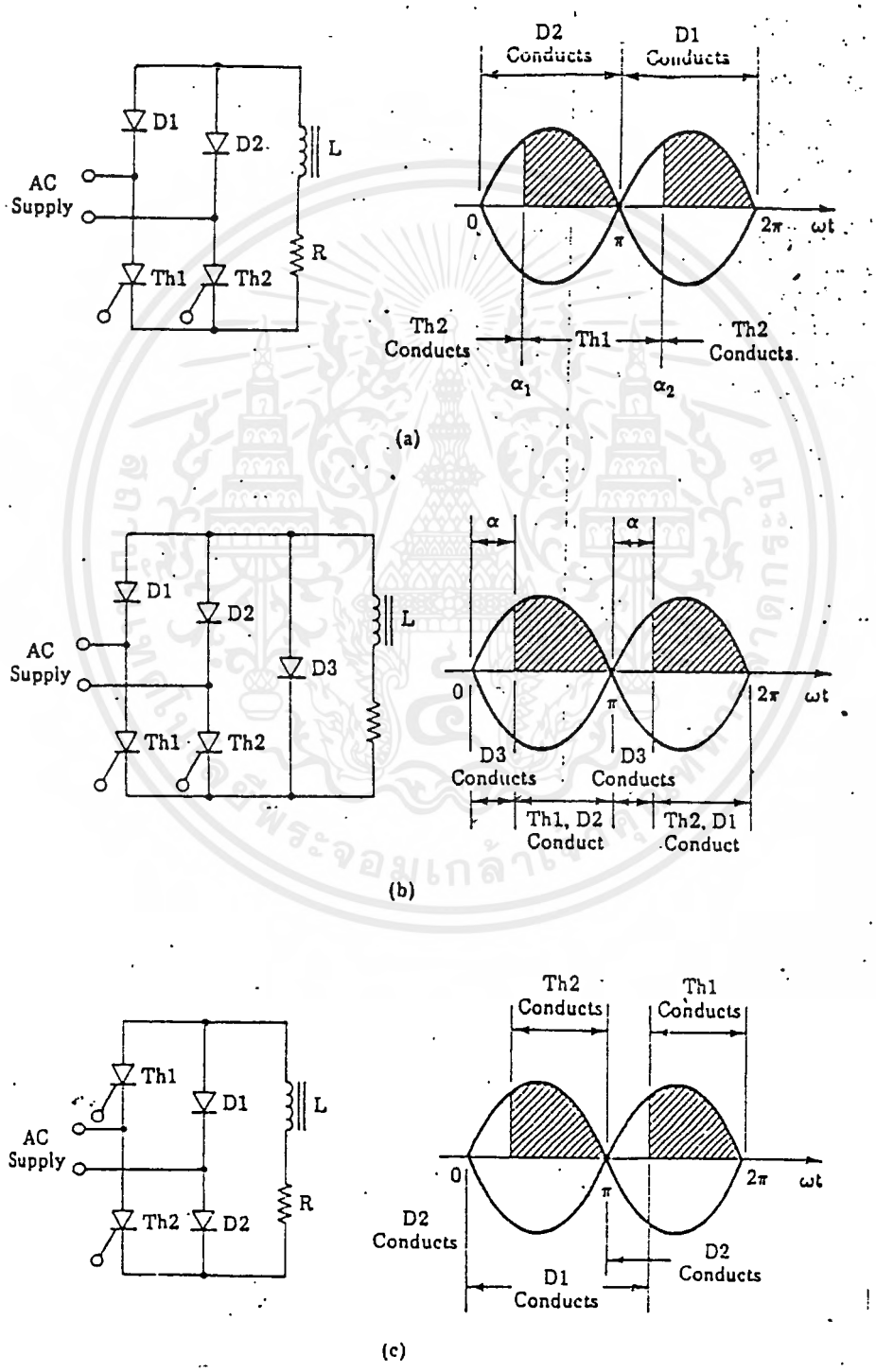
1. การต่อโดยใช้เอสซีอาร์ 2 ตัวและไดโอด 2 ตัวดังแสดงในรูปที่ 22(a)
2. การต่อโดยใช้เอสซีอาร์ 2 ตัวและไดโอด 2 ตัวร่วมกับฟรีวีลลิ่งไดโอดอีก 1 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 22(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การต่อโดยใช้เอสซีอาร์ 2 ตัวและไดโอด 2 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 22(c)

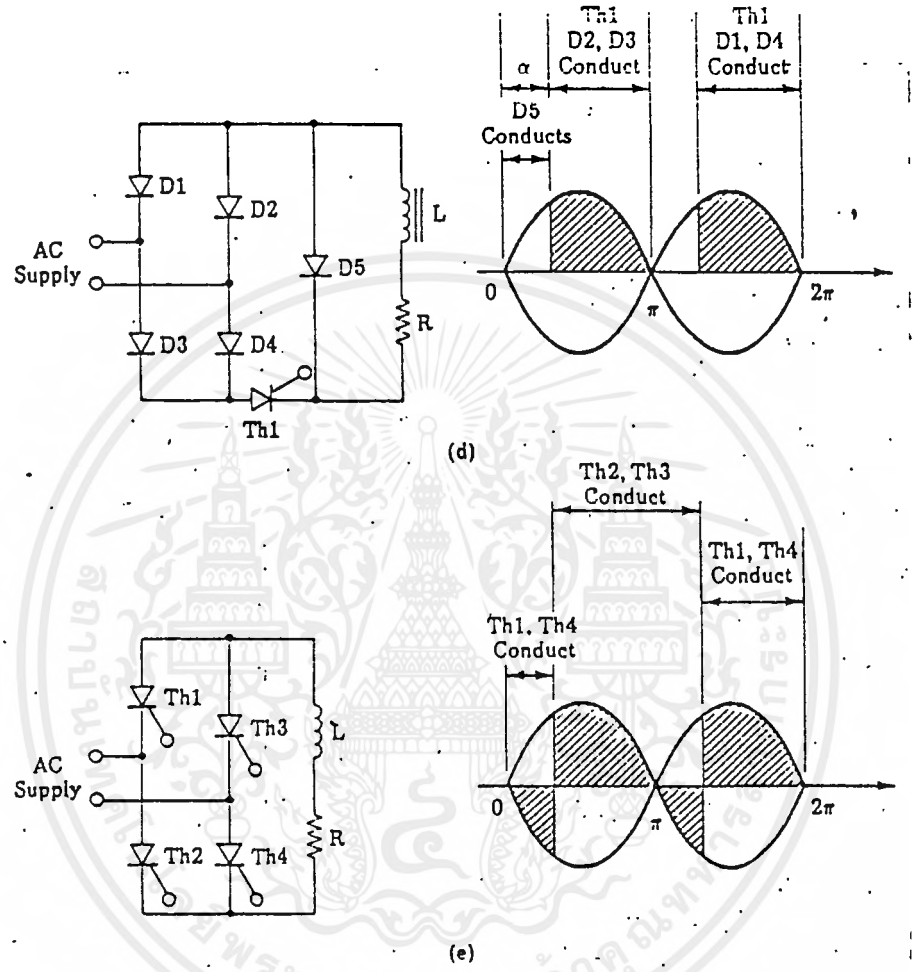
4. การต่อโดยใช้เอสซีอาร์ 1 ตัวและไดโอด 5 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 22(d)

5. การต่อโดยใช้เอสซีอาร์ 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 22(e)



รูปที่ 22 แสดงวงจรการเร็คติไฟร์แบบบริดจ์ชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 แสดงวงจรการเร็คติไฟร์แบบบริดจ์ชนิดต่าง ๆ

ในการที่เราจะเลือกวงจรนำไปใช้งานนั้น เราต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน โดยมีข้อควรพิจารณาเลือกวงจรดังนี้

1. ต้องการควบคุมหรือเปลี่ยนแปลงแรงดันได้หรือไม่ เมื่อไม่ต้องการควบคุมแรงดัน หรือกระแสเอ้าท์พุทจึงสามารถใช้ไดโอด การเปลี่ยนแปลงแรงดันสามารถทำได้เพียงแต่เปลี่ยนแปลงแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ โดยการเปลี่ยนแปลงรอบทางขดทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการควบคุมแรงดันเอาท์พุทให้เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง จะต้องใช้ไดโอดต่อร่วมกับเอสซีอาร์ที่เรียกกันว่า วงจรควบคุมเพียงครึ่งเดียว (Half Controlled Circuits) คือใช้ไดโอดและเอสซีอาร์ต่อร่วมกันหรือวงจรควบคุมทั้งหมด (Fully Controlled Circuits) จะใช้เอสซีอาร์ในวงจรอย่างเดียว

2. ต้องการแรงดันเอาท์พุทเรียบหรือไม่ ในการที่จะได้แรงดันเอาท์พุทเรียบ จะต้องใช้แหล่งจ่ายไฟที่เป็น 3 เฟสหรือมากกว่า 3 เฟส เพื่อให้แรงดันเอาท์พุทเรียบหรือมี Ripple น้อยมาก

3. แรงดันไฟฟ้า สำหรับแรงดันเอาท์พุทที่สูง ๆ ในระดับเป็นกิโลโวลท์ ถ้ามีไดโอดและเอสซีอาร์ที่มีขีดจำกัดของแรงดันต่ำกว่าแรงดันที่ต้องการ จะต้องนำมาต่ออนุกรมกัน

4. จำนวนแผ่นระบายความร้อน ไดโอดชนิดที่ทนกระแสได้สูง ๆ มีด้วยกัน 2 ชนิดคืออาโนดจะเป็นน็อต (Nut) สามารถติดกับแผ่นระบายความร้อน และชนิดคาโถดเป็นน็อตสามารถติดกับแผ่นระบายความร้อน แต่เอสซีอาร์ชนิด Stud Type อาโนดจะเป็นน็อตสามารถที่จะติดกับแผ่นระบายความร้อน ถ้าเลือกวงจรให้เหมาะสมจะลดจำนวนของแผ่นระบายความร้อนลงได้ ในกรณีที่ใช้วงจรที่ต่อคาโถดของเอสซีอาร์ร่วมกัน เอสซีอาร์ชนิด Presspack จะใช้แผ่นระบายความร้อนน้อยกว่า

5. เอาท์พุทต้องการกระแสสูงแรงดันต่ำไดโอดและเอสซีอาร์ที่ทนกระแสได้สูง ๆ มีขายมากมาย แต่ในวงจรที่ต้องการเอาท์พุทกระแสสูง ๆ แต่แรงดันต่ำ เช่น เครื่องชุบโลหะจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดและเอสซีอาร์ทำให้ประสิทธิภาพต่ำจึงต้องเลือกวงจรที่ใช้หม้อแปลงที่มี Center Tap หรือวงจรที่ไดโอดเพียงตัวเดียวนำกระแสในแต่ละครึ่งไซเคิลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น

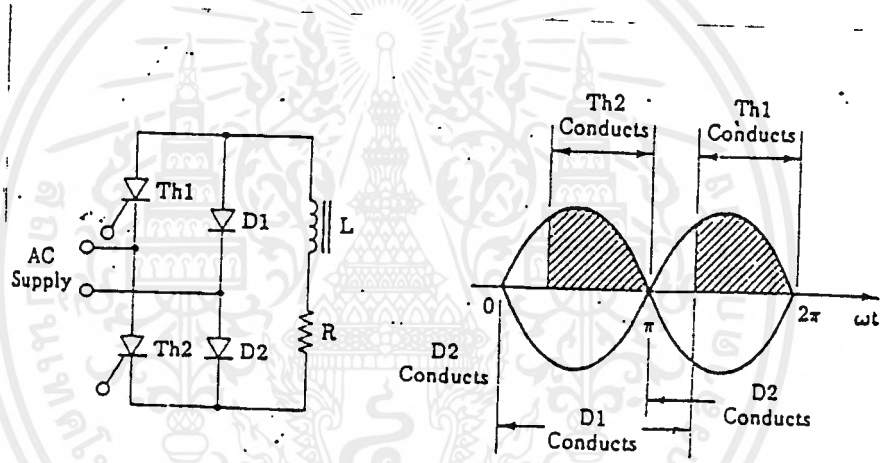
6. ผลกระทบต่อระบบจ่ายไฟฟ้า วงจรที่ใช้เอสซีอาร์ควบคุมการเปลี่ยนแปลงแรงดันกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ในกรณีที่มีกำลังสูง ๆ จะเกิดฮาร์โมนิคส์ในระบบจ่ายไฟฟ้าถ้ามีฮาร์โมนิคส์สูงจะรบกวนวิทยุและโทรทัศน์ และถ้ามีฮาร์โมนิคส์ต่ำจะรบกวนระบบโทรศัพท์

7. เพาเวอร์แฟคเตอร์ การควบคุมแรงดันเอาท์พุทอย่างต่อเนื่องโดยใช้เอสซีอาร์จะทำให้เกิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความสามารถในการจ่ายพลังงานคืน (Regeneration Capability) ในวงจรการเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรงที่จ่ายให้กับมอเตอร์ หรือโหลดที่มีอินดัคเตอร์สูง บางครั้งต้องการให้พลังงานไฟฟ้ากลับสู่แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ ซึ่งวงจรแบบ Fully - controlled สามารถทำการจ่ายพลังงานคืนได้

สำหรับในโครงงานนี้เราต้องการวงจรที่สามารถควบคุมแรงดันได้เราจึงเลือกใช้วงจรบริดจ์แบบใช้เอสซีอาร์ 2 ตัว และไดโอด 2 ตัว โดยที่ไดโอดทั้ง 2 ตัวนั้นจะทำหน้าที่เป็นฟรีวีลลิ่งไดโอดด้วยดังแสดงได้ด้วยวงจรในรูปที่ 23

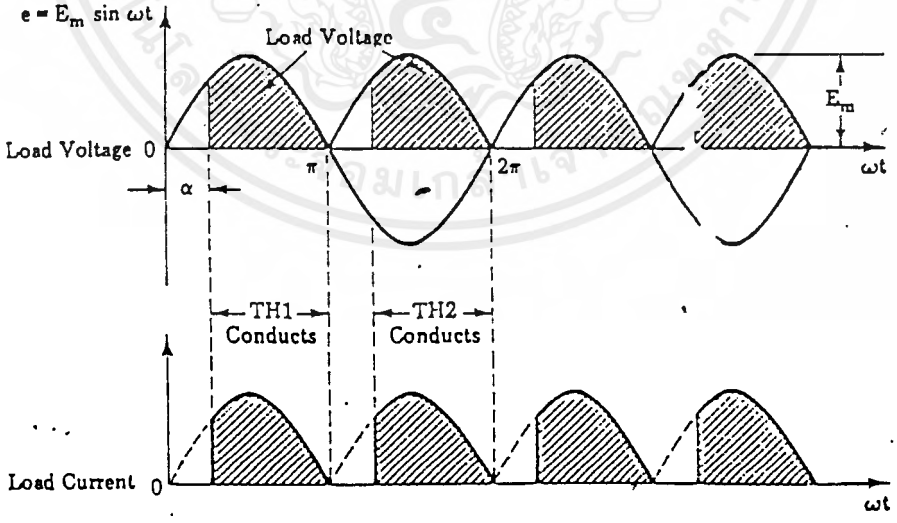


รูปที่ 23 แสดงการต่อวงจรบริดจ์โดยใช้เอสซีอาร์ 2 ตัวและไดโอด 2 ตัว

ในการควบคุมแรงดันเอาท์พุทเราจะใช้การควบคุมมุมทริกของสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ที่ป้อนเข้าที่ขาเกทของเอสซีอาร์ โดยสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์นี้จะได้มาจากวงจรสร้างสัญญาณทริกเกอร์และจะต้องมีความถี่เดียวกันกับ DC Unfilter voltage ดังนั้นถ้าแหล่งจ่ายไฟ AC ของเรามีความถี่ 50 HZ พัลซ์ที่เราสร้างขึ้นมาจะต้องมีความถี่เท่ากับ 100 HZ เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไป เอสซีอาร์จะ Turn on เมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ไปป้อนเข้าที่ขาเกทของเอสซีอาร์ในลักษณะ Forward bias และจะ Turn off ในทันทีที่เกิดการกลับขั้วของแรงดันที่ป้อนเข้า หรือในกรณีที่เราลดกระแสอาโนดให้ต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง (Holding current)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรเมื่อมีแรงดันในครึ่งไซเคิลบวกเข้ามาที่จุด A และสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ถูกป้อนเข้าที่ขาเกทของเอสซีอาร์แล้ว จะทำให้เอสซีอาร์ 2 (SCR 2) และไดโอด D1 ได้รับ Forward bias และจะเกิดการนำกระแสในช่วงครึ่งไซเคิลบวก และเมื่อแรงดันในครึ่งไซเคิลลบเข้ามาที่จุด A จะทำให้ศักย์ไฟฟ้าที่จุด B สูงกว่าที่จุด A ทำให้เอสซีอาร์ 1 (SCR1) และ ไดโอด D2 ได้รับฟอร์เวิร์ดไบแอส และเกิดการนำกระแสและเมื่อแรงดันในครึ่งไซเคิลบวกเข้ามาที่จุด A อีกครั้งSCR2 และไดโอด D1 จะได้รับฟอร์เวิร์ดไบแอส และเกิดการนำกระแสอีกครั้ง เป็นเช่นนี้เรื่อยไป ดังนั้นจะทำให้แรงดันเอ๊าท์พุทมีลักษณะดังในรูปที่ 24



รูปที่ 24 แสดงแรงดันเอ๊าท์พุท Full Wave Centertap Phase Control Thyristor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปสัญญาณแรงดันเอาท์พุทที่ได้เราสามารถคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยที่โหลดได้ดังนี้

$$V_O = 1/\pi \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin wt \, d(wt) \quad \text{_____ volts}$$

$$= 1/\pi \int_{\alpha}^{\pi} V_m[- \cos wt]$$

$$= V_m/\pi \, [1+\cos \alpha] \quad \text{_____ volts}$$

จากสมการที่ได้จะเห็นว่าแรงดันเอาท์พุท(V_O) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมุมในการทริก(α) เปลี่ยนแปลงไป โดยสามารถแสดงให้เห็นได้จากการคำนวณดังนี้

1. เมื่อมุม α = 0 องศา จะได้แรงดันที่เอาท์พุทสูงสุด

จาก $V_O = V_m/\pi \, [1 + \cos \alpha]$

$= V_m/\pi \, [1 + \cos 0]$

$= V_m/\pi \, [1 + 1]$

$= 2V_m/\pi$ .... volts

2. เมื่อมุม α = 45 องศา

จาก $V_O = V_m/\pi \, [1 + \cos \alpha]$

$= V_m/\pi \, [1 + \cos 45]$

$= V_m/\pi \, [1 + 0.707]$

$= 1.707V_m/\pi$ .... volts

3. เมื่อมุม α = 90 องศา

จาก $V_O = V_m/\pi \, [1 + \cos \alpha]$

$= V_m/\pi \, [1 + \cos 90]$

$= V_m/\pi \, [1 + 0]$

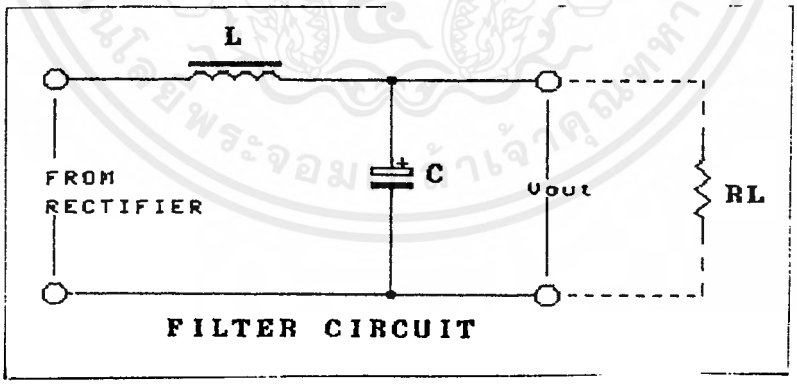
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= V_m/\pi$ .... volts

ในการควบคุมระดับแรงดันในเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ทำได้โดยอาศัยหลักการควบคุมช่วงเวลาในการนำกระแสของ SCR ในแต่ละช่วงไซเคิลของไฟกระแสสลับที่ป้อน SCR ให้นำกระแสนานขึ้นหรือสั้นลง การควบคุมช่วงเวลาในการนำกระแสของ SCR นั้น ทำได้โดยการนำเอาสัญญาณทริกเกอร์มาควบคุมกระแสที่เกทของ SCR โดยใช้กระแสทริกเกทเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งใน SCR บางเบอร์จะใช้กระแสในการทริกเกทเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเพียงเป็นมิลลิแอมป์เท่านั้น

วงจรกรองแรงดัน (Filter Circuit)

เนื่องจากเอาท์พุทชุดเร็คติไฟเออร์ จะมีทั้งส่วนที่เป็น AC และ DC ปะปนกันอยู่ และส่วนที่มี AC ปะปนนี้ เราเรียกว่า ริปเปิ้ลแฟคเตอร์ (Ripple Factor;r) ซึ่งค่าริปเปิ้ลส่วนที่ปะปนมานี้เราไม่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรเพื่อจำกัดส่วนนี้ออกไป เรียกว่าวงจรฟิลเตอร์ (Filter Circuit) ซึ่งจะมีอุปกรณ์ 2 ชนิดมาต่อเข้าทางข้างหลัง จากชุดเร็คติไฟเออร์ คืออินดัคแตนซ์ (Inducter;L) โดยต่ออนุกรมเข้าไปกับวงจร และค่าคาปาซิแตนซ์ (Capacitance;C) จะต่อขนานเข้าไปกับวงจร ดังแสดงในรูปที่ 25

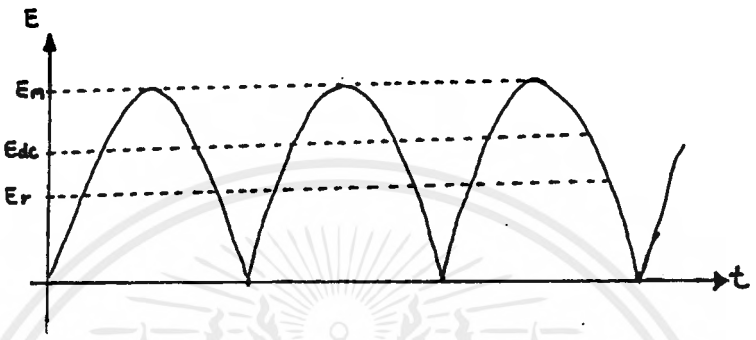


รูปที่ 25 แสดงวงจรฟิลเตอร์

วงจรฟิลเตอร์นี้เราอาจใช้ค่าคาปาซิแตนซ์หรืออินดัคแตนซ์แต่เพียงอย่างเดียวก็ได้แต่ค่าเอ๊าท์พุทที่ได้จะดีไม่เท่ากับใช้คาปาซิแตนซ์กับอินดัคแตนซ์มาผสมกัน โดยคาปาซิแตนซ์จะช่วยให้ค่าริปเปิ้ลมีค่าต่ำขณะที่มีโหลดน้อย ส่วนอินดัคแตนซ์จะช่วยให้ค่าริปเปิ้ลมีค่าต่ำขณะที่มีโหลดมาก ดังนั้นเราจึงนำคุณสมบัติของอุปกรณ์ทั้งสองมาต่อร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปคลื่นสัญญาณเอ๊าท์พุทของวงจรฟูลเวฟเร็คติไฟเออร์ ก่อนที่เรายังไม่มีการใส่วงจรฟิลเตอร์ เราจะสามารถรักษาค่าริปเปิ้ลแฟคเตอร์ได้ดังนี้



รูปที่ 26 แสดงรูปคลื่นสัญญาณริปเปิ้ลแฟคเตอร์

กำหนดให้ r = Ripple Factor

E_r = rms Ripple Voltage

E_{dc} = DC Output Voltage

จากสมการ $(E_{rms})^2 = (E_{dc})^2 + (E_{ac})^2$; $E_{ac} = E_r$

$$(E_r)^2 = (E_{rms})^2 - (E_{dc})^2$$

$$E_r = \sqrt{(E_{rms})^2 - (E_{dc})^2}$$

โดยที่ $E_{rms} = (E_m/\sqrt{2}) = 0.707E_m$

$E_{dc} = (2E_m/\pi) = 0.636E_m$

เพราะฉะนั้น $E_r = \sqrt{(0.707E_m)^2 - (0.636E_m)^2}$

$= 0.307E_m$

ดังนั้น $r = E_r/E_{dc}$

$= 0.307E_m/0.636E_m$

$= 0.48$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าวงจรเร็คติไฟเออร์แบบพูลเวฟที่ยังไม่ฟิลเตอร์ จะมีค่าริปเปิ้ลแฟคเตอร์ถึง 48 เปอร์เซนต์ ดังนั้นเราจึงมีความจำเป็นที่จะลดค่าดังกล่าวนี้ให้เหลือน้อยที่สุด โดยปกติจะให้มีค่าต่ำกว่า 5 เปอร์เซนต์ ซึ่งจะทำได้โดยการนำเอาคาปาซิแตนซ์และอินดัคแตนซ์ มาต่อกันดังวงจรข้างต้น โดยหาค่าที่เหมาะสมมาใส่เข้าไป ก็จะทำให้ค่าริปเปิ้ลแฟคเตอร์มีค่าต่ำลง ซึ่งเรามีวิธีการหาคาปาซิแตนซ์และอินดัคแตนซ์ได้ดังต่อไปนี้

กำหนดให้

R_L = ค่าความต้านทานของโหลด เมื่อโหลดสูงสุด (โอห์ม)

R_b = ค่าความต้านทานของโหลด เมื่อโหลดต่ำสุด (โอห์ม)

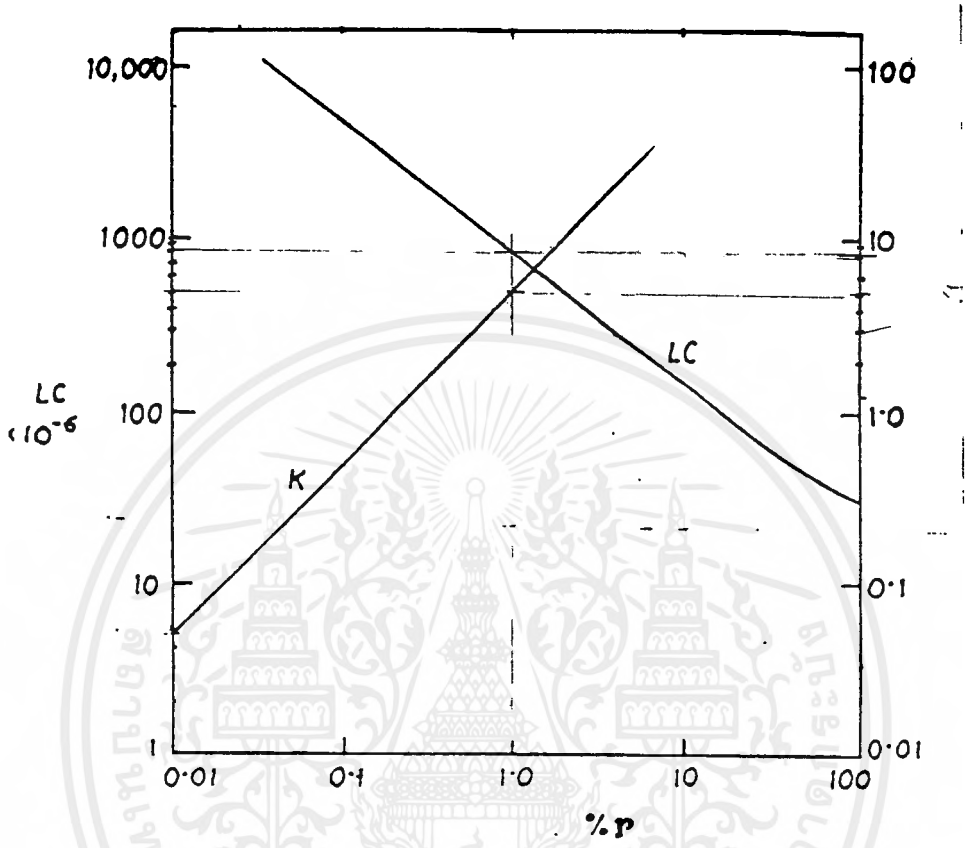
C = ค่าคาปาซิแตนซ์ของวงจรฟิลเตอร์ (ฟาราด = F)

L = ค่าอินดัคแตนซ์ของวงจรฟิลเตอร์ (เฮนรี่ = H)

$K = 1/(R_b * C)$

และให้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า%r,คาปาซิแตนซ์,อินดัคแตนซ์ และ K สำหรับวงจรฟิลเตอร์แบบหนึ่งชั้น (sigle Stage Filter) ดังแสดงในรูปที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า r,คาปาซิแตนซ์,อินดัคแตนซ์ และ K

ตัวอย่าง ต้องการออกแบบวงจรฟิลเตอร์แบบหนึ่งชั้น โดยให้ค่าริปเปิ้ลแฟคเตอร์ 1 เปอร์-เซนต์ ของวงจรหนึ่งเฟสเร็คติไฟเออร์แบบฟูลเวฟ โดยวงจรจ่ายกระแสสูงสุด 20A $48V_{dc}$ และต่ำสุด 5A $48V_{dc}$

วิธีทำ

จากรูปที่ 27 ที่ %r = 1%

LC = $800*10^{-6}$

และ K = 5

จะได้ R_L = 48/20 = 2.4 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_b = 48/5 = 9.6 \text{ โอห์ม}$$

จาก $K = 1/(R_b * C)$

$C = 1/(R_b * K)$

จะได้ $= 1/(9.6*5)$

$= 20833 \text{ uF}$

ดังนั้นใช้คาปาซิแตนซ์เท่ากับ 13,000 μF จำนวน 2 ตัวขนานกันได้ค่าคาปาซิแตนซ์เท่ากับ

$$C = 26,000 \ \mu F$$

เพราะฉนั้นจะได้ค่าอินดัคแตนซ์เท่ากับ

$$L = (800*10^{-6})/(26,000*10^{-6})$$

$$= 30 \text{ mH}$$

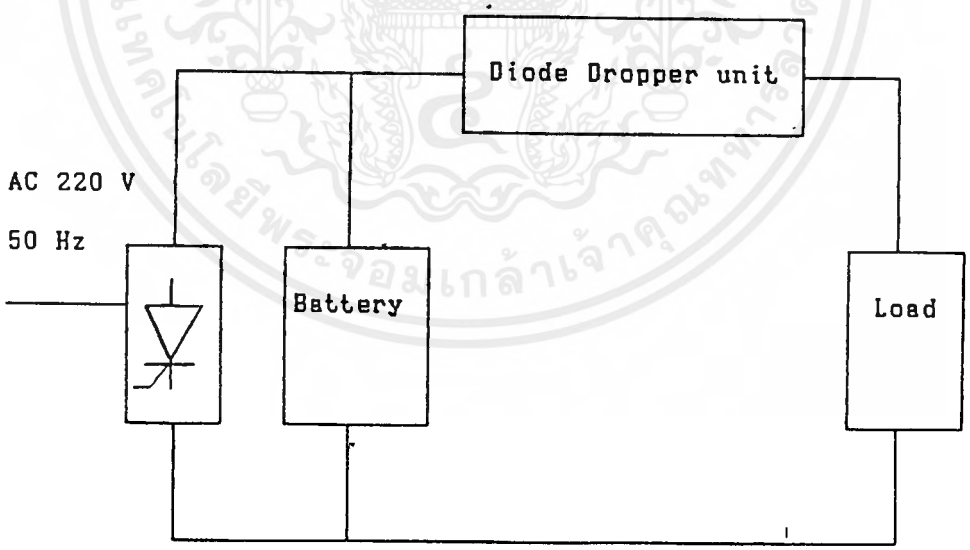
เมื่อได้ค่าดังกล่าวแล้วก็ทำการออกแบบอินดัคแตนซ์ และหาค่าคาปาซิแตนซ์ เพื่อนำมาใช้ต่อไป

DIODE DROPPER CONTROL

Diode Dropper Control Unit คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดันดีซีเอ๊าท์พุทที่จ่ายให้มีระดับโวลท์เตจที่คงที่อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าระดับโวลท์เตจจากเครื่องอัดประจุที่จ่ายให้ชุดของแบตเตอรี่มีระดับโวลท์เตจสูงเท่าไรก็ตาม เช่นในระบบจ่ายไฟดีซี ที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 25 เซลล์ หรือ 48 โวลท์ (ระดับโวลท์เตจปกติ) แบตเตอรี่จะได้รับแรงดันจากเครื่องอัดประจุอยู่สองระดับ คือ Float Charge Voltage = 51.6 โวลท์ และ Equalizing Charge = 55.6 โวลท์ โดยสภาพความเป็นจริงแล้ว วงจรโหลดต้องการไฟดีซีเอ๊าท์พุทจริง ๆ เพียง 48 โวลท์ เท่านั้น หากเรานำเอาแรงดันดีซีขนาด 51.6 โวลท์และ 55.6 โวลท์ นำไปจ่ายให้วงจรโหลดเลย จะทำให้วงจรโหลดได้รับแรงดันสูงเกินไป นับว่าเป็นผลเสียที่ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมในวงจรโหลดสูงกว่าความต้องการ ซึ่งจะส่งผลที่ทำให้อุปกรณ์หรือคอมโพเนนท์ (Component) เช่น ไอซี ทรานซิสเตอร์ ที่อยู่ในวงจรโหลดเกิดการเสื่อมสภาพหรือเสียหายเร็วกว่ากำหนด อันเนื่องมาจากความร้อนที่เกิดขึ้น เนื่องจากได้รับแรงดันสูงเกินความจำเป็น ดังนั้นการใส่ไดโอด Dropper นับว่าเป็นการยืดอายุของโหลดให้นานขึ้นกว่าความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติของไดโอดกำลัง (Power Diode)จะพบว่าหากเราให้ไบแอสตรง (Forward Bias) จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่ามากกว่า 0.6 โวลท์และอาจจะสูงถึง 1.2 โวลท์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสที่ไหลผ่านหรือไดโอดจ่ายกระแสออกไปมากน้อยเพียงใด และหากมีปริมาณกระแสจ่าย หรือไหลผ่านไดโอดสูงมากจะทำให้แรงดันที่ตกคร่อมไดโอด (Vd) สูงตามขึ้นไปด้วย ฉนั้นจึงอาศัยหลักการของแรงดันตกคร่อมไดโอด (Vd) ทำหน้าที่ Drop แรงดันที่จะจ่ายให้วงจรโหลด โดยการนำเอาจำนวนไดโอดกำลังหลาย ๆ ตัว มาต่อในลักษณะอนุกรม (Serier) จากนั้นจึงนำมาวางหรือดักแรงดันที่จ่ายให้วงจรโหลดโดยต่ออยู่ระหว่างช่วงแบตเตอรี่กับวงจรโหลดดังแสดงรูปที่ 28



รูปที่ 28 แสดงการต่อไดโอด Dropper เข้าวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

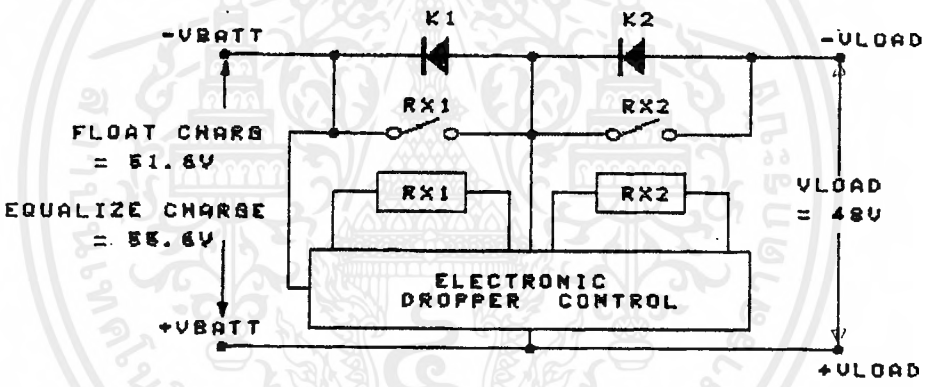
<u>แนวการออกแบบ Diode Dropper Unit</u>

หลักการคำนวณจากสูตร

จำนวน Diode = V_{drop} / V_d

เมื่อ V_{drop} = โวลท์เตจที่ต้องการ Drop

V_D = โวลท์เตจตกคร่อมไดโอดเมื่อมีกระแสไหลซึ่งเท่ากับ 0.8 โวลท์ต่อหนึ่งตัว



รูปที่ 29 แสดงชุดไดโอด Dropper ที่ใช้งาน

<u>สิ่งที่ต้องกำหนด</u>

1. แรงดัน Float Charge = 51.6 โวลท์
2. แรงดัน Equalize Charge = 55.6 โวลท์
3. แรงดัน DC เอ๊าท์พุท = 48 โวลท์

ดังนั้นตำแหน่ง Float Charge จะต้อง Drop แรงดันเท่ากับ 51.6 - 48 = 3.6 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และตำแหน่ง Equalize Charge จะต้อง Drop แรงดันเท่ากับ 55.6 - 48 = 7.6 โวลท์

ดังนั้น Float Charge จะใช้ไดโอดเท่ากับ 3.6/0.8 = 4.5 ตัว

และ Equalize Charge จะใช้ไดโอดเท่ากับ 7.6/0.8 = 9.5 ตัว

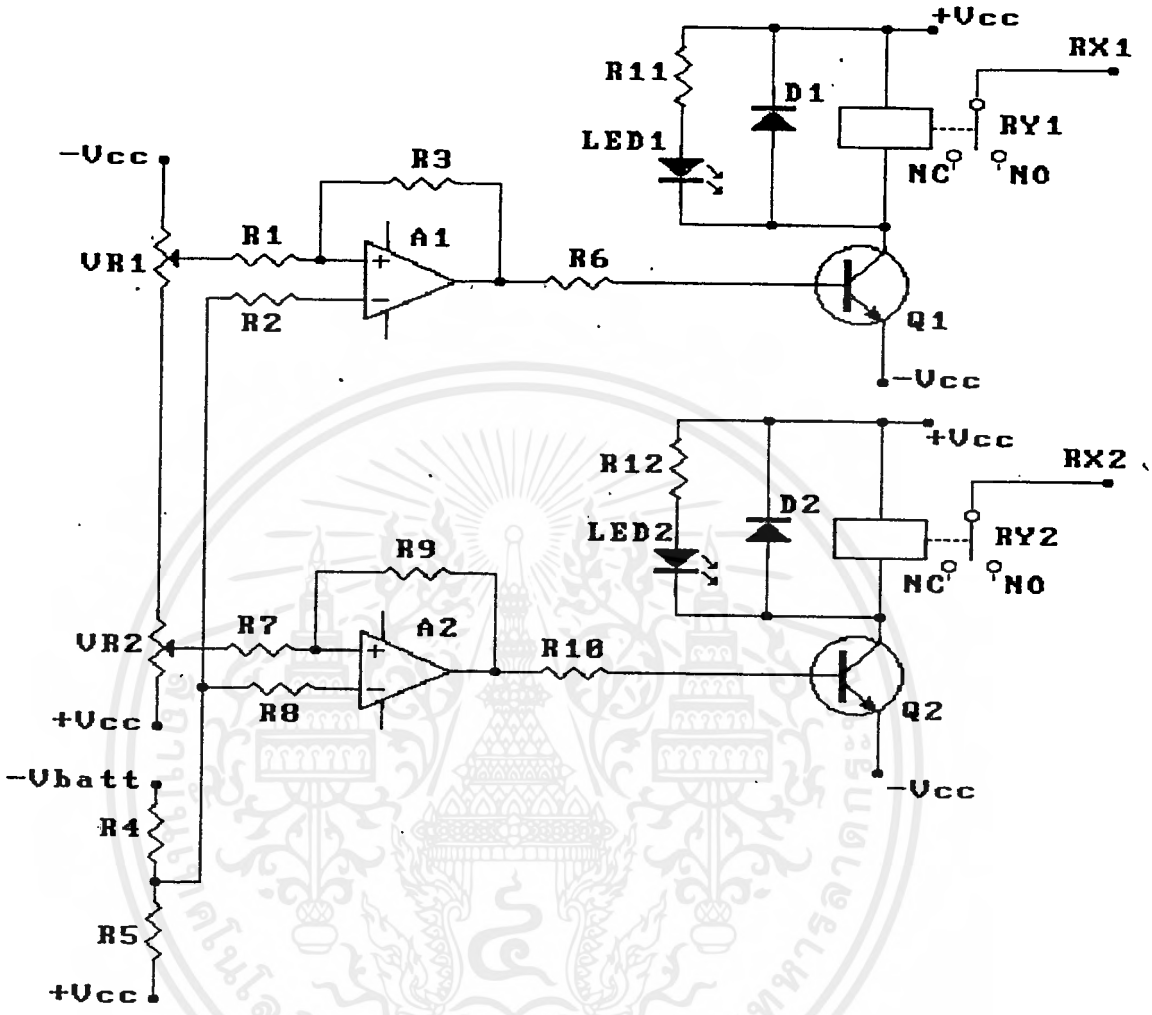
หลักการสร้าง

จากการคำนวณจะเห็นว่าในสภาวะ Float Charge จะใช้ไดโอดเท่ากับ 4.5 หรือ 4 ตัว และในสภาวะ Equalize Charge จะใช้ไดโอดเท่ากับ 9.5 หรือ 9 ตัวเท่านั้น หากเราทำการแบ่งไดโอดเป็นกรุ๊ปจะได้สองกรุ๊ปคือ กรุ๊ปของ K1 ใช้ Drop โวลท์เตจในสภาวะ Float Charge และกรุ๊ปของ K2 ใช้ Drop โวลท์เตจในสภาวะ Equalize Charge

การทำงานของวงจร Diode Dropper Control Unit

จากรูปที่ 29 จะเห็นว่าไดโอดถูกแบ่งออกเป็นจำนวน 2 ชุด โดยกำหนดให้ชุดของไดโอด D1 ทำการ Drop แรงดัน ในตำแหน่ง Float Charge Voltage โดย D1 จะมีจำนวนไดโอด 4 ตัว และชุดของไดโอด D2 จะมีจำนวนไดโอด 5 ตัว ซึ่งชุดของ D1 รวมกับ D2 ทำหน้าที่ Drop แรงดันในตำแหน่ง Equalize Charge Voltage ดังนั้นไดโอด D1 จำนวน 4 ตัวและไดโอด D2 จำนวน 9 ตัว เมื่อไดโอด D1 รวมกับ D2 มีจำนวนเท่ากับ 9 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 30 แสดงถึงไดอะแกรมของวงจร DIODE DROPPER CONTROL UNIT

<u>การทำงานในตำแหน่ง Float-Charge Voltage</u> ชุดแมคเนติคคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) RX1 จะ Energize และแมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX2 จะ De-energize นั่นคือชุดของไดโอด K2 จะถูกลัดวงจรด้วยแมกเนติคอนแทคเตอร์ RX2 ทำให้ไม่เกิดแรงดันตกคร่อมที่ไดโอดชุด K2 ในขณะเดียวกันแมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1 จะ Open นั่นคือชุดของไดโอด K1 จะทำหน้าที่ขวางกั้น (Drop) แรงดันในตำแหน่งนี้ดังนั้นแรงดันที่ปรากฏที่วงจรโหลดเท่ากับ 51.6 โวลท์ลบด้วย 3.5 โวลท์จะเท่ากับ 48.1 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในตำแหน่ง Equalize Charge Voltage ในตำแหน่งนี้แมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1,RX2 จะ Energize ดังนั้นแมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1,RX2 จะ Open ซึ่งจะทำให้ชุดของไดโอด K1 และ K2 ทำหน้าที่ Drop แรงดันทั้งหมด ดังนั้นแรงดันที่ปรากฏที่วงจรโหลดเท่ากับ 55.6 โวลท์ลบด้วย 7.6 เท่ากับ 48 volts

ในกรณีที่เกิดไฟ AC Failure หรือระบบของ Charger Fault ด้วยสาเหตุใดก็ตาม ในกรณีที่แบตเตอรี่จะต้องเป็นตัวจ่ายพลังงานโดยตรงให้กับวงจรโหลดนั่นคือแมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1 ,RX2 จะต้อง De-energize ,แมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1,RX2 จะทำหน้าที่ปิดวงจร ทั้งสองตัวเพื่อที่จะให้วงจรโหลดรับแรงดันโดยตรงจากแบตเตอรี่ ดังนั้นแรงดันที่วงจรโหลดได้รับเท่ากับ Normal Voltage ของแบตเตอรี่คูณด้วยจำนวนเซลล์ของชุดแบตเตอรี่หรือเท่ากับ 2 คูณด้วย 24 เท่ากับ 48 โวลท์

ดังนั้นจึงสรุปการทำงานของวงจร Diode Dropper Control ได้ดังนี้คือทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่จะป้อนให้วงจรโหลดให้คงที่อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าแบตเตอรี่จะได้รับแรงดันที่ระดับใดก็ตาม ทั้งหมดนี้เป็นการทำงานของวงจร Diode Dropper Control Unit

หมายเหตุ

ในการควบคุมแมคเนติคคอนแทคเตอร์ RX1 ,RX2 จะทำการควบคุมโดยวงจรอีเล็คทรอนิคส์ (Electronic Dropper Control) ดังแสดงในรูปที่ 30.

เครื่องชาร์จที่ใช้สำหรับงานชาร์จแบตเตอรี่ไม่ว่าจะเป็นกรดหรือด่าง ส่วนมากนิยมใช้ระบบการชาร์จแบบโวลท์เตจคงที่ โดยใช้เซมิคอนดัคเตอร์ประเภทเอสซีอาร์ เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการควบคุมระดับโวลท์เตจที่จายให้วงจรแบตเตอรี่ และวงจรโหลด

หลักการทำงานของวงจร Electronic Dropper Control

การควบคุมการปิดเปิดหน้าคอนแทคของแมคเนติค จะทำงานตามสภาวะที่เครื่อง Battery Charger ทำการ Charge แบบ Float หรือ Equalizing Charge เพื่อรักษาแรงดันที่จ่ายไปยังโหลดให้คงที่ โดยจะใช้หลักการของ Voltage Comparator โดยใช้ออปแอมป์มาต่อเป็นวงจร Differential Amplifier ทำการเปรียบเทียบแรงดันที่จ่ายคร่อมขั้วแบตเตอรี่คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{Batt} เปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่สร้างขึ้นภายในภาค Dropper Control ซึ่งอัตราขยายความต่างจะขึ้นอยู่กับค่า R1 และ R3 โดยปกติจะให้ค่า R3 >> R1 และ R9 >> R7 เพื่อให้ได้ค่าอัตราขยายสูง ๆ เพื่อให้ได้แรงดันเอาท์พุทสูง ๆ เพียงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ เพื่อทำการขับให้คอนแทคของ Relay ปิดเปิดไฟที่ไปเลี้ยงให้กับ Magnetic Contactorได้

การทำงานของวงจร แรงดัน V_{Batt} จะแบ่งแรงดันโดย R4 และ R5 แรงดันที่จะนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงคือ แรงดันตกคร่อม R5 คือ VZ แรงดันอ้างอิงที่ VR1 และ VR2 คือ VX และ VY ตามลำดับ

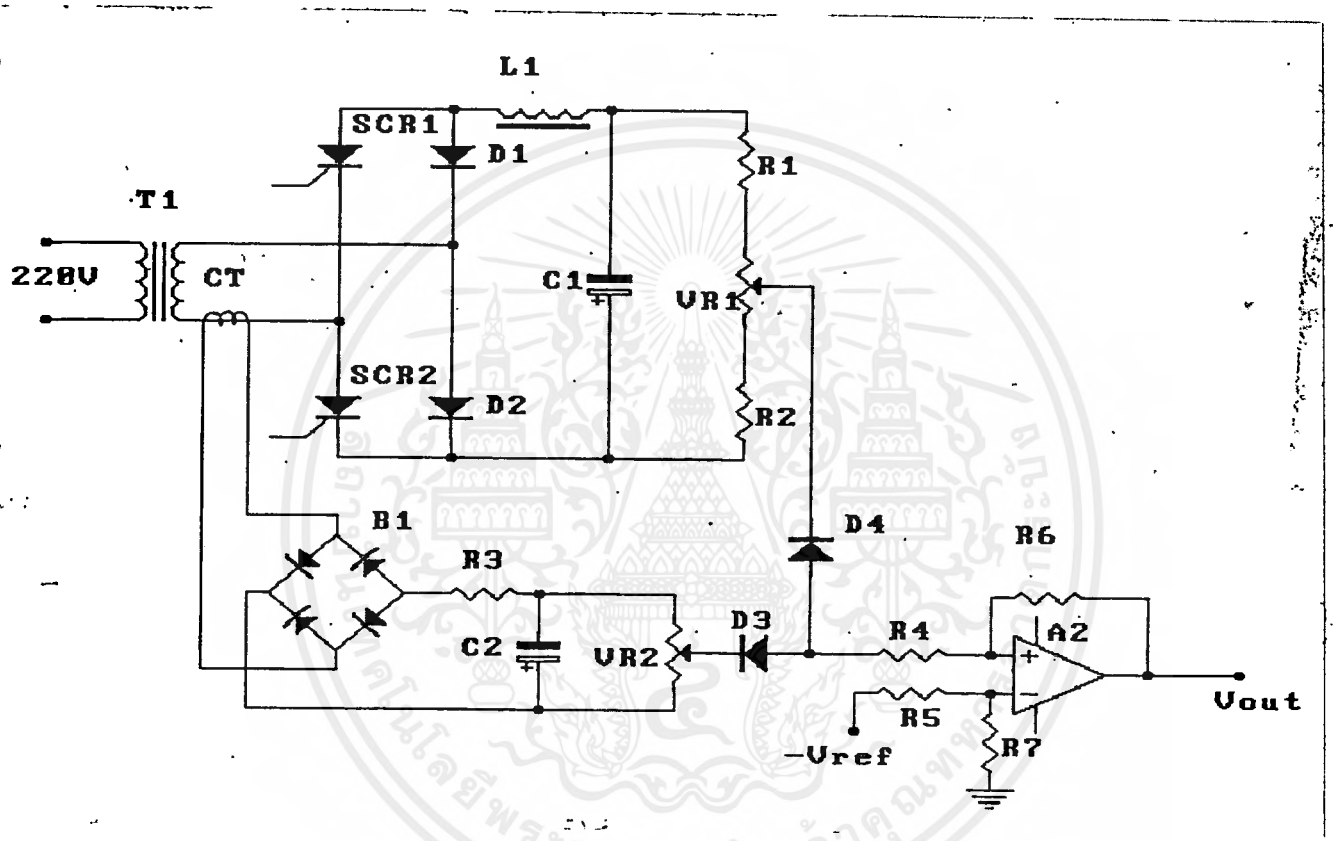
ในสภาวะ Float Charge เราจะปรับค่า VR1 เพื่อปรับค่าแรงดันอ้างอิงให้ Q1 ทำงาน โดยปรับค่า VR1 ให้ค่า VX เป็นลบน้อยกว่า VZ เล็กน้อยจึงทำให้ Q1 ทำงานได้ ดังนั้น Relay RY1 ทำงานทำให้ขั้ว NC ของรีเลย์เปิดออกทำให้ตัดไฟที่จ่ายไปให้ Magnetic RX1 ทำให้ RX2 เปิดออก แรงดันที่ส่งออกไปที่เอาท์พุทจะ Drop ที่ชุด Diode Dropper K1 ส่วนในกรณี Equalize Charge เราต้องปรับค่า VR2 ให้เป็นลบน้อยกว่า VZ ดังนั้น Q2 จะทำงาน Relay RY2 จะตัดไฟไม่จ่ายให้แมคเนติก RX2 ทำให้ RX2 เปิดออก ในขณะนี้ RX1 ยังคงเปิดอยู่เนื่องจากรีเลย์ RY1 ยังทำงานอยู่เนื่องจากค่า VX ก็ยังเป็นลบน้อยกว่า VZ อยู่ดังนั้น แรงดันเอาท์พุทจะถูก Drop ที่ Diode Dropper K1 และ K2 ก่อนจะไปถึงโหลด ดังนั้นแรงดันที่จ่ายให้โหลดจึงมีค่าคงที่แม้ว่าจะมีการ Charge แบบ Float หรือ Equalize ก็ตาม

ส่วนในกรณีที่ไฟดับแบตเตอรี่จะจ่ายแรงดันออกไปเท่ากับ -48 V ก็จะทำให้ VZ มีค่าลบน้อยกว่า VX และ VY ตามลำดับจึงทำให้รีเลย์ RY1 และ RY2 ไม่ทำงานดังนั้นกระแสไฟฟ้าก็จะผ่านขั้ว NC ของรีเลย์ทั้งสองไปจ่ายให้แมคเนติค RX1 และ RX2 ทำให้หน้าคอนแทค RX1 และ RX2 ปิดอยู่ตลอดเวลาแรงดันจากแบตเตอรี่จึงสามารถจ่ายไปยังโหลดได้โดยตรงจึงไม่มีการ Drop ที่ส่วน Diode Dropper เลยจึงทำให้แรงดันที่เอาท์พุทมีค่าเท่ากับที่แบตเตอรี่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรจุดชนวน

วงจรจุดชนวน (FIRING CONTROL & CHARGE FAIL) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณไฟจุดชนวนให้เอสซีอาร์เพื่อรักษาและปรับแรงดันกระแสตรงให้คงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขาเข้าหรือมีการเปลี่ยนแปลงของโหลดซึ่งมีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 31



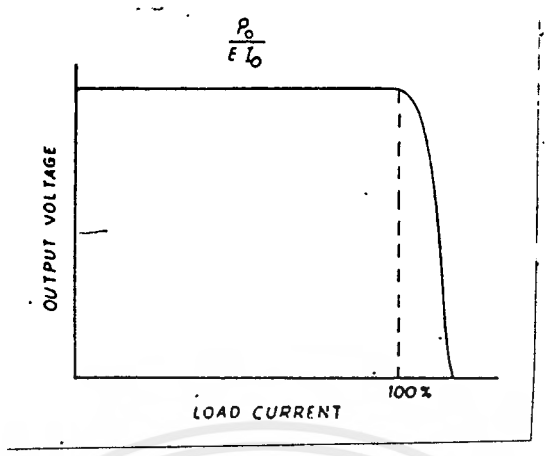
รูปที่ 31 หลักการควบคุมกระแสและแรงดัน

หลักการควบคุมแรงดันเอ๊าท์พุทโดยการควบคุมมุมทริกของเอสซีอาร์ เพื่อให้เอสซีอาร์นำกระแสมากหรือน้อยเพื่อรักษาแรงดันเฉลี่ยที่เอ๊าท์พุท ให้มีค่าคงที่การรักษาแรงดันเอ๊าท์พุท ต้องมีการป้อนกลับจากเอ๊าท์พุทของวงจรเร็คติไฟเออร์ มาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่วงจรคอมพาราเตอร์แรงดันที่ป้อนกลับต้องมีค่าใกล้เคียงกับแรงดันอ้างอิง ดังนั้น จึงต้องมีการแบ่งแรงดันที่เอ๊าท์พุทของวงจรเร็คติไฟเออร์เพื่อให้ได้ค่าแรงดันที่เหมาะสม โดยอาศัย R_1, R_2, VR_1 ระดับแรงดันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้อนกลับสมารถปรับค่าได้ที่ VR_1 ส่วนการควบคุมกระแสจะใช้หม้อแปลงกระแสเอซี เปลี่ยนค่ากระแสเป็นแรงดันเอซี ซึ่งที่เอาท์พุทของหม้อแปลงกระแสจะมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนกับกระแสที่โหลดเนื่องจากแรงดันอ้าวอิงเป็นแรงดันดันดีซี ดังนั้นที่เอ๊าท์พุทของหม้อแปลงกระแสต้องผ่านวงจรเร็คติไฟเออร์ก่อนแล้วผ่านวงจรฟิลเตอร์เพื่อให้ไฟกระแสตรงที่เรียบ และต้องมีการแบ่งแรงดันเพื่อให้ได้แรงดันที่เหมาะสมที่จะนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงคือแรงดันที่ VR_2 ในการควบคุมมุมทริกของเอสซีอาร์ จะใช้คอมพาราเตอร์ตัวเดียวกัน ทั้งการควบคุมแรงดันและการควบคุมกระแสในสภาวะที่ปกติแรงดันที่ส่งมาจากส่วนควบคุมกระแสคือ VR_2 จะมีค่าน้อยกว่าแรงดันจากส่วนควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทคือ VR_1 เมื่อเทียบกับแรงดันอ้างอิง V_r ดังนั้นการทำงานของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันที่เอาท์พุทของเรคติไฟเออร์ให้มีค่าคงที่ ในส่วนของการควบคุมกระแสจะไม่มีการควบคุม เมื่อแรงดันที่เอาท์พุทมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะทำให้แรงดันที่เอ๊าท์พุทของคอมพาราเตอร์มีค่าลดลงด้วย ผลก็คือแรงดันควบคุมที่นำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยม จะมีค่าลดลง จึงเป็นการลดมุมทริกของเอสซีอาร์เพื่อให้แรงดันที่เอาท์พุทของเร็คติไฟเออร์มีค่าเพิ่มขึ้นจนเท่ากับค่าที่ตั้งไว้แล้ว มุมทริกจะคงที่ ๆ มุมนั้นทำให้แรงดันเอ๊าท์พุทมีค่าคงที่ แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขาเข้า หรือการเปลี่ยนแปลงของโหลด ส่วนการควบคุมกระแสจะทำงานเมื่อมีการจ่ายไปยังโหลดเกินค่าสูงสุดที่เครื่องจะจ่ายได้ดังนั้นจะทำให้แรงดันที่ VR_2 มีค่ามากกว่าที่ VR_1 เมื่อเทียบกับ V_r เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะทำหน้าที่ควบคุมกระแสแทนการควบคุมแรงดัน ส่วนแรงดันที่ป้อนกลับจากส่วนควบคุมกระแสจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดันที่เอ๊าท์พุทของคอมพาราเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นตาม ทำให้แรงดันควบคุมก็จะเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มมุมทริกให้สูงขึ้นเพื่อให้แรงดันที่เอาท์พุทมีค่าลดลงเพื่อที่จะควบคุมกระแสไม่ให้เกินค่าสูงสุดที่เครื่องจะสามารถที่จะจ่ายได้ ดังแสดงในรูปที่ 32 ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแรงดันเอ๊าท์พุท เมื่อกระแสเกินค่าสูงสุดที่เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะจ่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

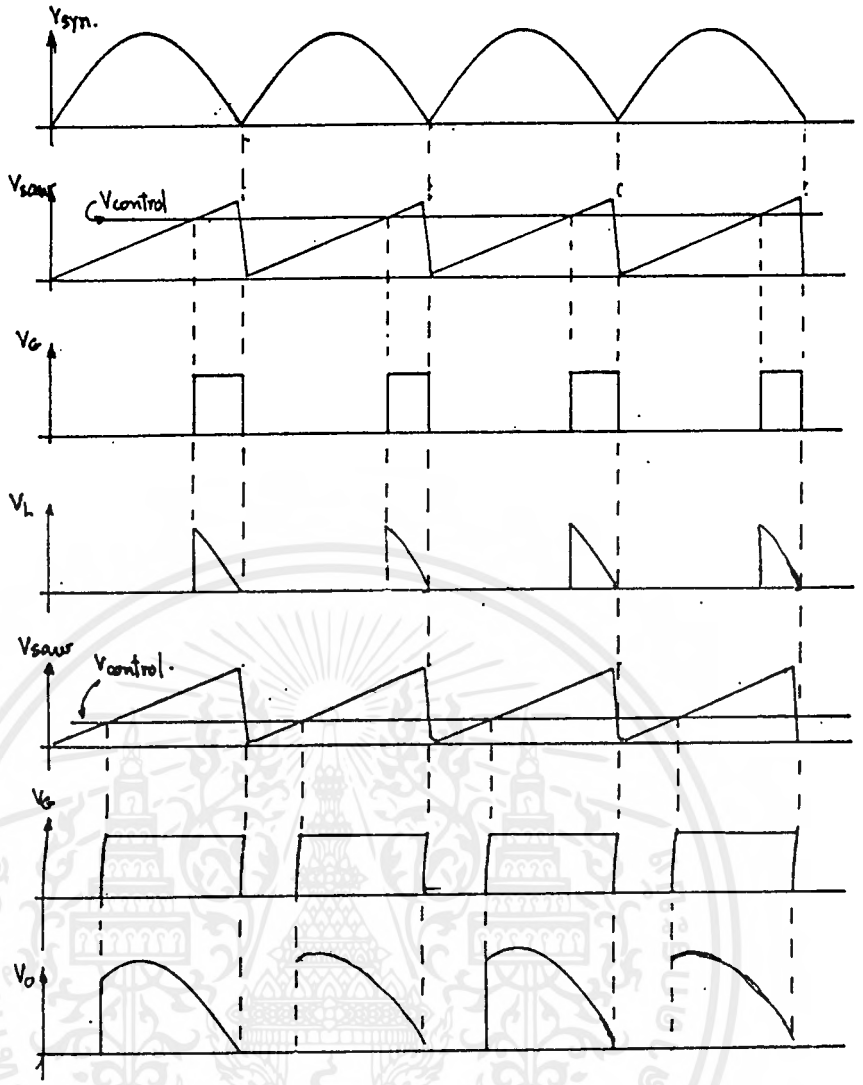


รูปที่ 32 แสดงคุณสมบัติแรงดันเอ๊าท์พุทเมื่อกระแสเกินพิกัด

ทำให้เราสามารถป้องกันอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งส่วนควบคุมและส่วนวงจรกำลังและยังป้องกันโหลดไม่ให้เสียหายอีกด้วย ความเร็วในการทำงานของวงจรจำกัดกระแส มีความสำคัญมาก ในการนำมาประยุต์ใช้งานควรทำงานได้เร็วมาก (ในเวลาเพียง 2-3 ไซเคิ้ลของ SUPPLY) เพื่อที่จะป้องกันอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัย

หลักการควบคุมมุมทริกของเอสซีอาร์ ทำได้โดยสร้างแรงดันควบคุม มาเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยม ที่สร้างขึ้นจากสัญญาณไฟเอซีที่ผ่านการเร็คติไฟร์แบบฟูลเวฟ เพื่อให้วงจรทริกสามารถทำไปพร้อมกับไฟเอซี โดยจะเปรียบเทียบกันที่วงจรสร้างสัญญาณทริกเกอร์ การควบคุมมุมจุดชนวนสามารถควบคุมจากระดับแรงดันควบคุม โดยการสร้างแรงดันควบคุมจะสร้างจากวงจรเร็คกูเลเตอร์ ซึ่งแรงดันของวงจรเร็คกูเลเตอร์จะขึ้นอยู่กับแรงดันอ้างอิงของวงจร เราจะใช้แรงดันเอ๊าท์พุทของวงจรคอมพาราเตอร์ที่ใช้ควบคุมแรงดันและกระแส มาเป็นแรงดันอ้างอิงให้กับวงจรเร็คกูเลเตอร์ ดังนั้นเมื่อแรงดันที่คอมพาราเตอร์เปลี่ยนตามควบคุมกระแสหรือแรงดัน จะทำให้เอ๊าท์พุทของเร็คกูเลเตอร์ หรือแรงดันควบคุมเปลี่ยนแปลง จะทำให้เราสามารถควบคุมแรงดันที่เอ๊าท์พุทของวงจรเร็คติไฟเออร์ได้ สัญญานที่นำมาสร้างสัญญานทริกมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

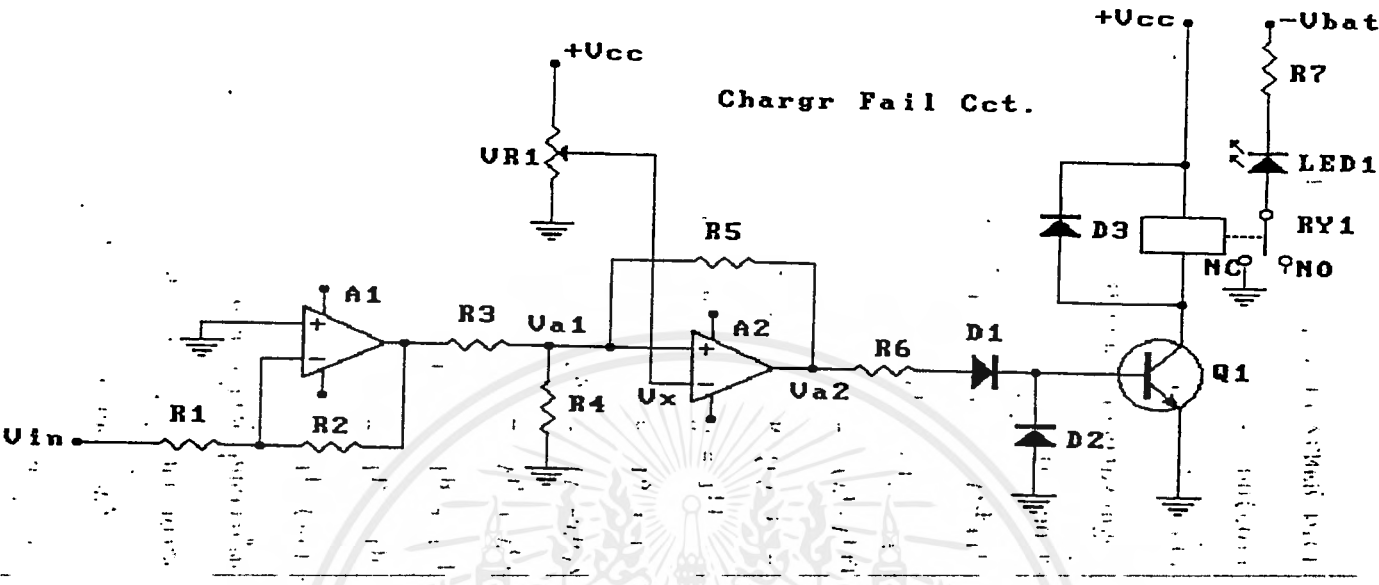


รูปที่ 33 แสดงสัญญาณต่าง ๆ ที่สร้างสัญญาณทริกเกอร์

<u>วงจร Charge Fail</u>

เป็นวงจรที่จะแสดงผลให้ผู้ที่ใช้เครื่องทราบ เมื่อกระแสที่เครื่องแบตเตอรี่ชาร์ทเจอร์จ่ายออกไปมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าต่ำกว่า อาจจะแสดงผลด้วย LED หรือ BUZZER วงจรและหลักการทำงานจะแสดงอธิบายดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



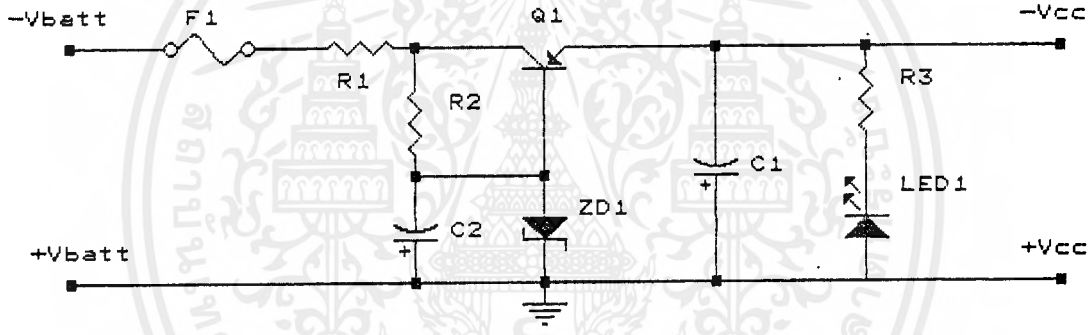
รูปที่ 34 แสดงการทำงานของวงจร Charge Fail

จากวงจรเราสามารถตรวจสอบสภาวะของกระแสที่ส่งออกไปชาร์ทแบตเตอรี่ ว่ามีค่าต่ำกว่าที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยนำค่าแรงดันเอาท์พุทของหม้อแปลงกระแสมาผ่านวงจรเรคติไฟเออร์และผ่านการฟิลเตอร์แล้วเอาขั้วบวกลงกราวน์แล้วนำแรงดันลบดีซีมาป้อนเป็นอินพุทให้กับออปแอมป์ A_1 ซึ่งเป็นวงจรอินเวอติ้งแอมปลิไฟเออร์ ซึ่งมีอัตราขยายเท่ากับ $-(R_2/R_1)$ ดังนั้นแรงดันเอ๊าท์พุทมีค่าเท่ากับ $+(R_2/R_1)* V_{in}$ ซึ่งจะเป็นแรงดันอินพุทให้กับ A_2 ซึ่งเป็นคอมพาราเตอร์เปรียบเทียบแรงดันจาก A_1 กับแรงดันอ้างอิงที่ VR คือ V_x ถ้าแรงดันที่ V_{A1} มีค่าต่ำกว่าแรงดันที่ V_X จะเอาท์พุทที่ V_{A2} จะมีค่าเท่ากับ $-(R_5/R_4)*(V_X - V_{a1})$ ดังนั้นจะทำให้ Q_1 คัทออฟ หลอด LED แสดงสภาวะ Charge Fail จะติดเพราะกระแสไฟฟ้าสามารถไหลครบวงจรโดยผ่านขั้ว NC ของรีเลย์ครบวงจรได้ และอีกคอนแทคหนึ่งของรีเลย์จะใช้งานร่วมกับภาค Alarm และเมื่อแรงดันที่ V_{A1} มีค่ามากกว่าแรงดันที่ V_X จะทำให้เอ๊าท์พุทของ V_{A2} มีค่าเท่ากับ $((R_5/R_4)+1)*V_{A1}$ จะทำให้ Q_1 ออนรีเลย์จะทำงานโดยจะต่อขั้ว COM เข้ากับ NO ดังนั้นหลอด LED จะดับกระแสไหลไม่ครบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วงจรแหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply)</u>

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงไฟดีซี 48 V จากขั้วเอ้าท์พุทที่โหลดให้มีค่าแรงดันลดลงเพื่อให้ได้แรงดันที่เหมาะสมกับไฟเลี้ยงอุปกรณ์ในส่วนควบคุมเวลาในการชาร์ทแบตเตอรี่ (CHARGE TIME) และส่วนควบคุมแรงดันเอ้าท์พุทให้คงที่ (DROPPER CONTROL)ซึ่งจะใช้ทรานซิสเตอร์ต่อเป็นวงจรแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ มีหลักการออกแบบดังนี้



รูปที่ 35 แสดงวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย

สิ่งที่ต้องกำหนด

- ค่ากระแสโหลดที่ต้องการ คือ I_L
- แรงดันเอ้าท์พุทที่ต้องการ คือ V_L
- แรงดันตกคร่อมทรานซิสเตอร์ = V_{CE}
- อัตราการขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ = β
- ขนาดกำลังสูญเสียที่ทรานซิสเตอร์ $P_{LOSS} = V_{CE} * I_C$
- การเลือกขนาดของทรานซิสเตอร์ควรเผื่อกำลังสูญเสียประมาณ 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดต่ำสุด = I_{ZD} ขณะ I_L Max
- แรงดันอ้างอิงที่เบสของทรานซิสเตอร์ $V_B = V_L + V_{BE}$
- เลือกค่าซีเนอร์ไดโอด $V_Z = V_B$
- ขนาดกำลังที่สูญเสียที่ซีเนอร์ไดโอด $P_{ZD} = (I_{ZD}+I_B)*V_Z$

ควรเลือกขนาดซีเนอร์ที่ทนการสูญเสียได้มากกว่า P_{ZD}

$$I_B = I_L/(\beta+1)$$

$$I_C = I_L - I_B$$

$$I_2 = I_B + I_{ZD}$$

$$V_C = V_L + V_{CE}$$

$$R_2 = (V_C - V_B)/I_2$$

$$I_1 = I_2 + I_C = I_L + I_{ZD}$$

กระแสที่ไหลผ่านปกติ = I_{LED}

แรงดันตกคร่อมขณะฟอร์เวิร์ด = V_{LED}

$$R_3 = (V_L - V_{LED})/I_{LED}$$

กำลังสูญเสียที่ $R_3 = I_{LED} * V_{LED}$

การตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่ (Charger Timer Circuit)

การควบคุมสภาวะการอัดประจุแบตเตอรี่ จะมีบทบาทต่ออายุการใช้งาน ของแบตเตอรี่มาก เพราะผลของการประจุแบตเตอรี่ที่ไม่เหมาะสมกับสภาวะหรือชนิดการประจุแบตเตอรี่ จะทำให้แบตเตอรี่เสียหายหรืออายุการใช้งานสั้นลงกว่าปกติ ฉนั้นการประจุแบตเตอรี่จึงต้องมีการประจุแบบปกติ (Float Charge) โดยนับระยะเวลาที่ไฟเอซีผิดปกติหรือดับไปหรือระยะเวลาที่เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ในสภาวะรุนแรง มาเทียบกับเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่งเวลาที่ตั้งนี้จะเลือกพิจารณาตาม

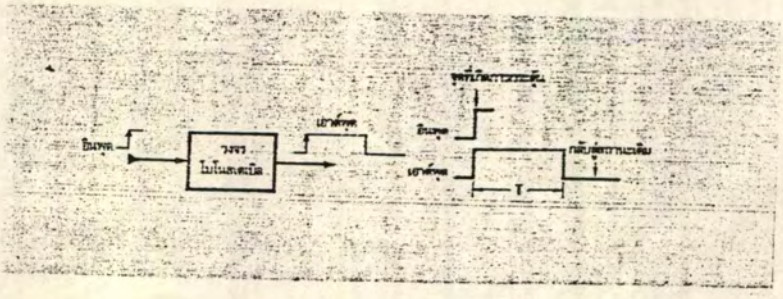
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเหมาะสมของสภาวะการใช้งาน หรือชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ปกติทั่วไปเวลาที่ตั้งไว้สามารถตั้งอยู่ในช่วงเวลาตามที่เราต้องการได้เช่นตั้งค่าไว้ 45 นาที เมื่อเกิดสภาวะไฟฟ้าผิดปกติหรือไฟดับมีระยะเวลานานกว่า 45 นาที เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะทำการอัดประจุแบบ Equalize Charge แต่ถ้าไฟดับไม่เกิน 45 นาทีเครื่องจะทำการประจุแบบFloat Charge

การพิจารณาในการกำหนดระยะเวลาในการประจุแบบรุนแรงช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับคืนสู่การประจุแบบปกติ ทั้งนี้ตามคุณสมบัติโดยทั่วๆ ไปของแบตเตอรี่ หรือตามความจำเป็นเร่งด่วน ในการใช้งานที่มีการประจุแบตเตอรี่แบบรุนแรง เพื่อเพิ่มพลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมในแบตเตอรี่ถึงระดับหนึ่งแล้ว จึงจะทำการประจุแบบปกติ จากการออกแบบระยะเวลาในการประจุแบบรุนแรงสามารถปรับตั้งเวลาได้ตามต้องการ โดยมีจุดปรับการอัดประจุแบบรุนแรงไว้ สมมติตั้งไว้ 1 ชั่วโมงเมื่อเกิดสภาวะไฟดับแล้วกลับคืนสู่สภาวะปกติอีกครั้ง จึงจะเริ่มนับ และเมื่อประจุแบบรุนแรงครบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะทำการอัดประจุแบบปกติเองโดยอัตโนมัติ

<u>แนวความคิดในการออกแบบวงจรตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่</u>

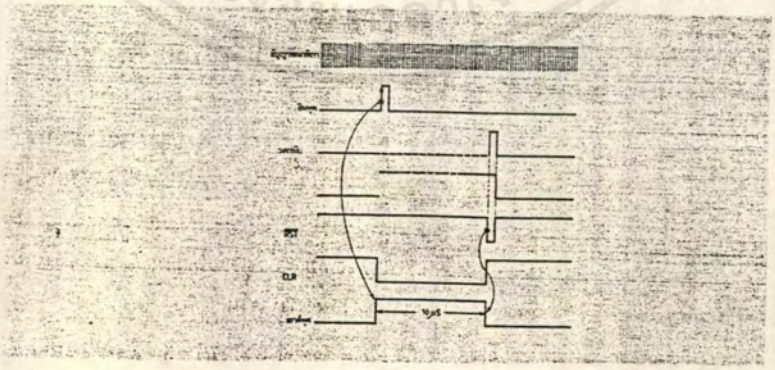
วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์(Monostable Multivibrator) เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณที่ผู้ใช้สามารถกำหนดความกว้างของพัลซ์ได้ตามความต้องการ โดยมีการกระตุ้นจากอินพุทเพียงครั้งเดียว บางครั้งเรียกว่าวงจรวันชอร์ต(ONE SHORT) วงจรโมโนสเตเบิลสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภทตัวอย่าง เช่น นำไปใช้เป็นวงจรตั้งเวลา เป็นวงจรกำเนิดพัลซ์ที่มีความกว้างตามต้องการ วงจรปรับความกว้างของพัลซ์และอื่นๆ อีกมากมาย



รูปที่ 36 หลักการทำงานอย่างง่ายๆ ของวงจรโมโนสเตเบิ้ล

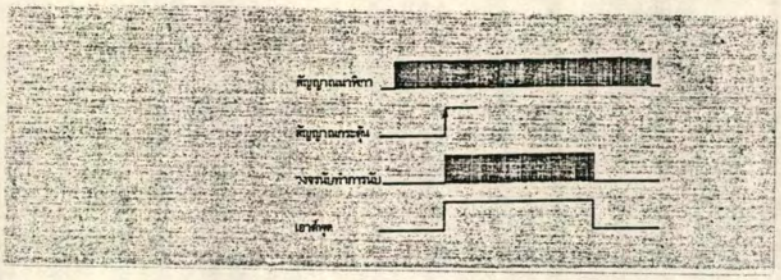
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของวงจรโมโนสเตเบิลก็คือ การที่วงจรนั้นมีสถานะเอ้าท์พุทที่คงที่อยู่ได้เพียงสถานะเดียว (STABLE) ซึ่งอาจเป็นลอจิก "0" หรือลอจิก "1" ก็ได้เมื่ออินพุทของวงจรโมโนสเตเบิ้ลได้รับการกระตุ้น ก็จะทำให้เอ้าท์พุทมีสถานะลอจิกเปลี่ยนไปในทางตรงกันข้าม และจะคงสถานะลอจิกดังกล่าวไปชั่วระยะเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับค่า RC TIMECONSTANT ของวงจร แล้วจึงจะกลับมาอยู่ในสถานะเดิมวงจรโมโนสเตเบิ้ลจะมีวิธีการสร้างพัลซ์โดยอาศัยวงจร RC TIMECONSTANT ซึ่งวิธีนี้จะมีข้อดีที่ออกแบบสร้างง่าย ใช้อุปกรณ์น้อยทำให้เกิดการประหยัด แต่มีข้อเสียคือ ทำให้เกิดความเที่ยงตรงได้ยาก เพราะไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของตัวไอซีเอง ค่าความต้านทาน ค่าตัวเก็บประจุหรืออุณหภูมิโดยรอบล้วนมีผลต่อวงจรทั้งสิ้น ทำให้เอ้าท์พุทพัลซ์ที่ได้ไม่เที่ยงตรงเท่าที่ควร ดังนั้นหากลองทบทวนดูในระบบดิจิตอลซีเควนเชี่ยลแล้ว จะพบว่าระบบจะมีความสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาหรือฐานเวลา ถ้าเราสามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่เที่ยงตรงได้ เราก็สามารถใช้สัญญาณนาฬิกานั้นมาสร้างเป็นพัลซ์โมโนสเตเบิลได้โดยวงจรนับที่สามารถโปรแกรมการนับได้ จากแนวความคิดนี้สามารถเขียนเป็นแผนผังเวลาและแผนผังการทำงานได้ตามรูปที่ 37



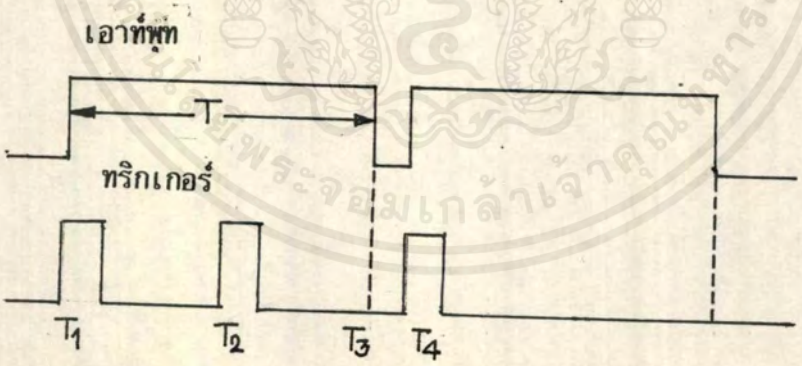
รูปที่ 37 แผนผังเวลาของวงจรโมโนสเตเบิลจากแนวความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 แผนผังการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลจากแนวความคิด

วงจรโมโนสเตเบิ้ลที่มีใช้กันอยู่นี้จะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ แบบมาตรฐานและแบบทริกใหม่ ได้ในแบบมาตรฐานนั้น พัลซ์ที่กระตุ้นเข้าไปภายในวงจรครั้งแรกสุดจะทำให้วงจรตั้งเวลาภายในเริ่มทำงานและมันจะเลิกสนใจพัลซ์ใด ๆ ที่กระตุ้นเข้ามาอีก จนกว่าจะครบเวลาที่ได้ตั้งไว้จากค่าของอุปกรณ์



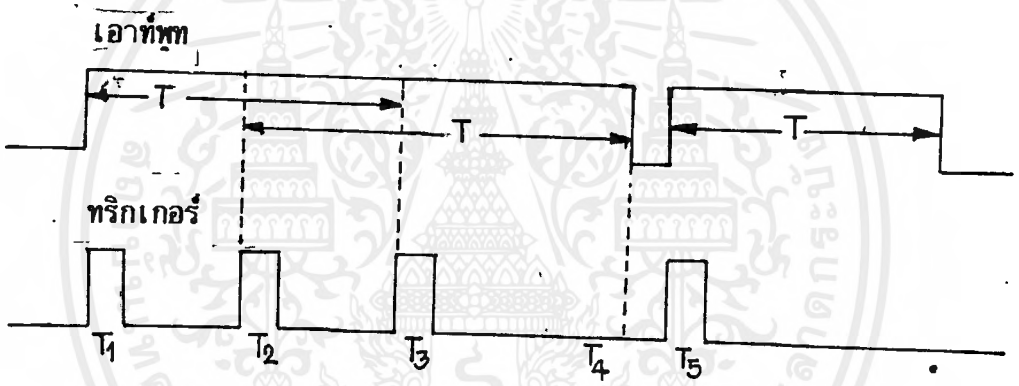
รูปที่ 39 แสดงรูปคลื่นวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบทริกซ้ำไม่ได้

จากรูปที่ 39 แสดงผลการตอบสนองของเอ๊าท์พุทของวงจรโมโนสเตเบิ้ล ในแบบที่ไม่สามารถทริกซ้ำได้ จะเห็นว่าที่เวลา T1 สัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ถูกป้อนให้แก่วงจรมีผลให้เอ้าท์พุทเปลี่ยนสถานะเป็นลอจิกสูงโดยทันทีและคงสถานะนี้ไว้เป็นช่วงเวลา T และภายในช่วงเวลานี้หาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีทริกเกอร์พัลซ์ลูกที่ 2 เข้ามาวงจรจะยังไม่ตอบสนองต่อสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ลูกนี้ แต่เมื่อหมดช่วงเวลา T ไปแล้ววงจรโมโนสเตเบิ้ล ก็พร้อมที่จะตอบสนองต่อสัญญาณอินพุททริกเกอร์พัลซ์ลูกอื่นได้เมื่อพ้นเวลาที่ T3 เอ๊าท์พุทคืนสู่สถานะลอจิกต่ำ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่วงจรพร้อมจะตอบสนองเรา เรียกช่วงเวลานี้ว่า ช่วงไทม์เอ้าท์ (TIME OUT) หรือช่วงหลุดพ้น ดังนั้นเมื่อให้สัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ที่เวลา T4 เอ๊าท์พุทของวงจรจึงเปลี่ยนสู่สถานะสูงโดยทันที

<u>โมโนสเตเบิลแบบซ้ำได้</u>



รูปที่ 40 แสดงรูปคลื่นวงจรโมโนสเตเบิ้ลแบบทริกซ้ำได้

รูปแสดงผลการตอบสนองของวงจรโมโนสเตเบิลแบบสามารถทริกซ้ำได้ สังเกตุที่จุดเริ่มต้นของสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ที่เวลา T1 มีผลให้เอ๊าท์พุทเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกสู่สถานะสูงโดยทันที และคงสถานะสูงเป็นช่วงเวลา T และที่เวลา T2 เป็นจุดเริ่มต้นของสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์ลูกที่ 2 จะเห็นว่าวงจรยังคงตอบสนองต่อสัญญาณทริกเกอร์พัลซ์อีก ทำให้ช่วงเวลาของสถานะสูงเพิ่มขึ้นอีกเป็นช่วงเวลา T ซึ่งเป็นการตอบสนองสัญญาณทริกเกอร์ซ้ำอีกครั้ง (RETRIGGER) ฉนั้นจึงเห็นได้ว่าช่วงเวลารวมในการตอบสนอง หรือช่วงที่อยู่ในสถานะสูงจะมีค่าเท่ากับเวลาที่ T4-T1 หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ช่วงเวลาการตอบสนองนี้เท่ากับช่วงเวลา T รวมช่วงเวลาที่ T2 ถึง T1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจรตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ

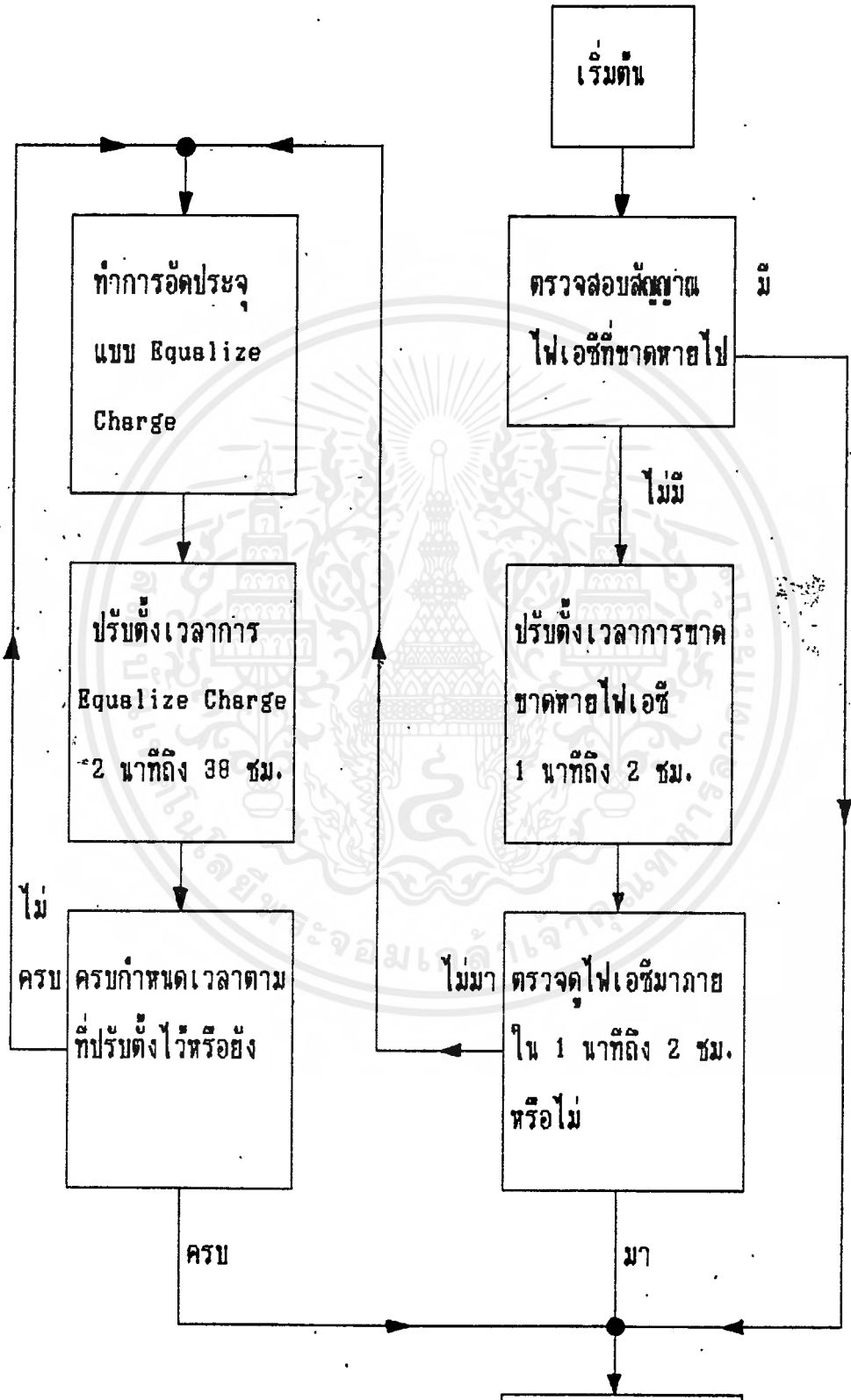
ที่สวิทช์ SW1 ในแผงวงจร Firing Control และ Charge Fail Board จะเป็นสวิทช์สามทาง คือถ้าเราผลักสวิทช์ SW1 อยู่ในตำแหน่งกลาง การทำงานของวงจรจะเป็นการอัดประจุแบตเตอรี่ในสภาวะปกติ (Float Charge) ถ้าเราผลักสวิทช์ SW1 ในแผงวงจรเดิมไปทางขวามือ การทำงานของวงจรจะเป็นการอัดประจุแบตเตอรี่ในสภาวะรุนแรง (Equalize Charge) ดังนั้นถ้าเราผลักสวิทช์ SW1 ไปยังตำแหน่งซ้ายมือจะเป็นการอัดประจุแบบ อัตโนมัติ(Automatic Charge) ซึ่งในตำแหน่งนี้สัญญาณจากแผงวงจรการตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ (Charger Timer Control) จะส่งสัญญาณมายังแผงวงจร Firing Control เพื่อกำหนดระยะเวลาสภาวะการอัดประจุแบบปกติหรือรุนแรงโดยอัตโนมัติ ซึ่งในแผงควบคุมการตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะมี VR1 เป็นตัวปรับระยะเวลาตั้งได้ตั้งแต่ 1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง โดยการปรับ VR1 ตามเข็มนาฬิกาจนสุดจะเป็นระยะเวลามากที่สุดคือ 2 ชั่วโมง และถ้าปรับทวนเข็มจะเป็นระยะเวลาสั้นที่สุดคือ 1 นาที การทำงานของวงจรตั้งเวลาในส่วนนี้ จะเริ่มนับเวลาเมื่อการขาดหายของไฟ AC เมื่อครบเวลาตามที่ตั้งไว้ 1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง แล้วมีไฟ AC กลับมาอีกครั้งในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ (1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง) การอัดประจุแบตเตอรี่จะทำการอัดประจุแบบปกติ แต่ถ้าไฟ AC ขาดหายไปเกินกว่าระยะเวลาที่ตั้งไว้ คือมากกว่า 2 ชั่วโมง การอัดประจุแบตเตอรี่จะเปลี่ยนไปเป็นการอัดประจุแบบรุนแรง ซึ่งการอัดประจุแบบรุนแรงนี้ก็สามารถปรับตั้งระยะเวลาในการอัดประจุได้อีกเช่นกัน ตั้งแต่ 2 นาทีถึง 38 ชั่วโมง เมื่อการอัดประจุแบบรุนแรง ทำการอัดประจุถึงระยะเวลาที่ตั้งไว้(2 นาทีถึง 38 ชั่วโมง) สภาวะในการอัดประจุแบตเตอรี่ก็จะเปลี่ยนกลับไปเป็นการอัดประจุแบบปกติโดยอัตโนมัติ

ช่วงเวลาที่ทำการอัดประจุแบบรุนแรงอยู่นั้น สามารถปรับให้ไปเป็นแบบปกติได้โดยผลักสวิทช์ SW1 ในแผงวงจร Firing Control ไปอยู่ในตำแหน่งกลางหรือช่วงเวลาที่อัดประจุแบบปกติอยู่ก็สามารถเปลี่ยนสภาวะการอัดประจุเป็นแบบรุนแรงได้ โดยผลักสวิทช์ SW1 ตัวเดิมไปทางขวามือ

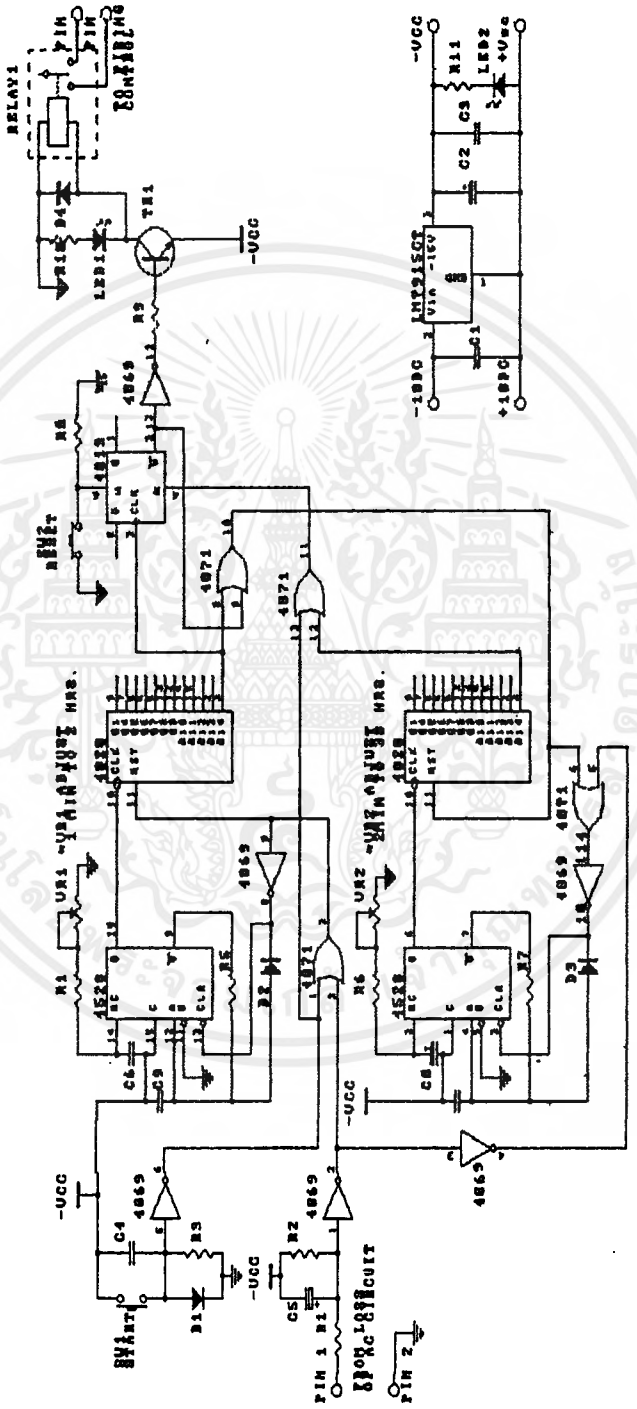
เราสามารถเขียน Flow Chart ในการทำงานของวงจรตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Charge ในการตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 41 แสดงวงจรตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงวงจรการตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ จะรับสัญญาณมาจากแผงวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบการขาดหายของไฟ AC (AC SOURCE AND LOSS OF AC ALARM BOARD) ที่แผงวงจรการตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่จะมี IC5,IC3,IC2 และ IC1 เป็นวงจรตั้งเวลาเมื่อเกิดการขาดหายของไฟ AC อยู่ในช่วงระยะเวลา 1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง โดยสามารถปรับระยะเวลาการตั้งโดย VR1

เมื่อสัญญาณไฟ AC เกิดการขาดหายไปนานเกินกว่า 2 ชั่วโมงจะทำให้รีเลย์ 2 ของแผงวงจร LOSS OF AC ALARM CIRCUIT ทำการ DENERGIZE ส่งสัญญาณลอจิก "0"มายังแผงวงจรตั้งเวลาการอัดประจุที่ IC4 เป็นน็อตเกทฉนั้นเอ้าท์พุทจะมีลอจิกเป็น "1" ส่งสัญญาณไปยังขา 2 IC5 ซึ่งเป็นออร์เกทจะทำให้ลอจิกเอาท์พุทขา 3 เป็น "1" จากนั้นสัญญาณก็จะไปรีเซ็ทIC2 ผ่านน็อทเกท IC4 ไปทำการเคลียร์ IC3 ทำให้ลอจิกเอ้าท์พุทขา Q ของ IC2 เป็น"0" ส่งต่อไปยัง IC1 จะทำให้เอ้าท์พุทขา $\overline{Q}$ จะเป็นลอจิก "1" ทันทีและจะค้างเป็น "1" อยู่ตลอดจนกว่าจะมีสัญญาณอินพุทเปลี่ยนแปลงหรือมีสัญญาณมาเคลียร์ที่ IC1 ,IC3 เป็นไอซีเบอร์ 4528 ไอซีโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์แบบทริกซ้ำได้ (MONOSTABLE RETRIGGERING) นำมาต่อเป็นวงจรอะสเตเบิ้ล เพื่อสร้างคาบสัญญาณนาฬิกา โดยจะนำขา $\overline{Q}$ ผ่าน R5=10K เป็นตัวจำกัดกระแสที่ป้อนเข้าไปยังอินพุท A ขา 12 ช่วงคาบเวลาเอ้าท์พุทประมาณได้จากสมการ T = 2.5RC ความกว้างของคาบเวลาทางเอ้าท์พุท Q ของ IC3 สามารถควบคุมได้โดยปรับค่าความต้านทาน VR1

จากนั้นจะนำคาบเวลาที่ได้ไปทำการนับโดย IC2 # 4020 ซึ่งเป็นไอซีเค้าท์เตอร์ โดยมีเอ้าท์พุทออกที่ขา Q14 ฉนั้นจำนวนครั้งของการนับเท่ากับ 2^{14} = 16384 ครั้ง เมื่อนับครบแล้วก็จะได้เอ้าท์พุทที่ IC2 เป็นลอจิก "1" จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งมาที่ IC1 ซึ่งเป็น Latch Flip Flop ทำให้ลอจิกเอ้าพุท $\overline{Q}$ เดิมค้างอยู่เป็น "1" เปลี่ยนเป็น "0" จะเห็นได้ว่าเมื่อผ่านวงจรนับแล้วความกว้างของคาบเวลาเอ้าท์พุท $\overline{Q}$ IC1 จะมากขึ้น ซึ่งก็คือการทำให้คาบเวลาทางเอ้าท์พุทมีค่ามากขึ้นนั่นเอง จากนั้นสัญญาณเอ้าท์พุท IC1 จะถูกส่งไปยังน็อตเกท IC4 ทำให้ลอจิกเอ้าท์พุท IC4 ขา 12 เป็น "1" ผ่านทรานซิสเตอร์ Q1 ขยายสัญญาณไป Energize รีเลย์ส่งสัญญาณไปยังแผงวงจร Firing Control ทำการอัดประจุแบบรุนแรง จะเห็นได้ว่าเกินระยะเวลาที่ตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้เมื่อมีไฟเอซีขาดหายไปเกินกว่า 2 ชั่วโมง เครื่องอัดประจุจะทำการเปลี่ยนสภาวะการอัดประจุจากสภาวะปกติมาเป็นแบบรุนแรง โดยใช้ IC5 ขา 8 และ 9 ตรวจสอบสภาวะอินพุท ถ้า IC5 ขา 8 และ 9 เป็น "1" ลอจิกเอ้าท์พุทออร์เกทจะไปรีเซ็ท IC6 และเคลียร์ IC3 ขา 3 เพื่อให้วงจรตั้งเวลาของสภาวะการอัดประจุแบบรุนแรงทำการตั้งเวลาตั้งแต่ 2 นาทีถึง 38 ชั่วโมง โดยการปรับค่า VR2 หลักการตั้งเวลาของวงจรตั้งเวลา 1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง กับ 2 นาทีถึง 38 ชั่วโมงจะต่างกันตรงที่ค่า RC Time Constant นอกนั้นจะเหมือนกัน เมื่อครบกำหนดการตั้งเวลาเครื่องอัดประจุแบบรุนแรงไว้แล้ว จะทำให้ลอจิกเอ้าท์พุทขา Q ของ IC6 เป็น "1" ก็จะถูกส่งไปยังขา 12 ของ IC5 ดังนั้นลอจิกเอ้าท์พุทของ IC5 จะเป็น "1" ไปรีเซ็ท IC1 Q จะเป็น "0" ส่งไปยัง IC4 ทำให้ลอจิกเอ้าท์พุทเป็น"1"ผ่านทรานซิสเตอร์ทำให้รีเลย์ Denergize ส่งสัญญาณไปยังแผงวงจร Firing Control เปลี่ยนสภาวะการอัดประจุแบตเตอรี่แบบรุนแรงมาเป็นปกติ

ถ้าไฟ AC ขาดหายไปไม่เกิน 2 ชั่วโมงจะทำให้รีเลย์ 2 ของวงจร LOSS OF AC ALARM CIRCUIT ทำการ ENERGIZE ฉนั้นที่ขาอินพุทของวงจรตั้งเวลาการอัดประจุ IC4 ขา 1 เป็นลอจิก "1" เอ้าท์พุท IC4 ขา 2 จะเป็น "0" ทำให้เอ้าท์พุท IC5 ขา 3 มีลอจิก "0" ไม่เกิดการรีเซ็ทและเคลียร์ IC2, IC3 ทำให้เอ้าท์พุท $\overline{Q}$ ของ IC1 เป็น "0" ผ่านน๊อตเกท IC4 เอ้าท์พุทเป็น"1" ทำให้รีเลย์ 1 DENERGIZE ส่งสัญญาณไปวงจร FIRING CONTROL ทำการอัดประจุบบปกติอยู่เหมือนเดิม

ในวงจรตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่ จะมีสวิทช์ SW1 และ SW2 เป็นสวิทช์สตาร์ทและรีเซ็ทตามลำดับ โดยสวิทช์สตาร์ทจะเป็นตัวทำให้วงจรตั้งเวลา 1 นาที ถึง 2 ชั่วโมง เริ่มทำการนับใหม่โดยการเคลียร์และรีเซ็ท IC2 และ IC3 ให้เริ่มทำการตั้งเวลาใหม่โดยระบบ MANUAL ได้ ส่วนสวิทช์ SW2 จะเป็นสวิทช์รีเซ็ท เมื่อกดจะทำให้ขา $\overline{Q}$ ของ IC1 มีลอจิก "1" ไปรีเซ็ทและทำการเคลียร์ขา 3 และ IC6 ให้วงจรการตั้งเวลาการ EQUALIZE โดยการเริ่มตั้งเวลาใหม่โดยวิธี MANUAL ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การคำนวณระยะเวลาในการปรับค่าเวลาต่าง ๆ</u>

จากสมการคาบเวลาเอ้าท์พุทของ IC MONOSTABLE 4528 $T = 2.5RC$

วงจรตั้งเวลา 1 นาทีถึง 2 ชั่วโมง คำนวณได้ดังนี้

เมื่อ VR1 ปรับต่ำสุด(0K)ได้ R = 0K+1K ,C=1μF

$T = 2.5 * 1K * 1\mu F$

$= 2.5$ ms

จำนวนครั้งในการนับ = 16387 ครั้ง

เวลาเอ้าท์พุท = T * จำนวนครั้งในการนับ

= 2.5 *16387

= 40.96 sec ประมาณ 1 นาที

เมื่อ VR1 ปรับสูงสุด(200K) ได้ R = 200K+1K ,C = 1μF

$T = 2.5 * (200K+1K) * 1\ \mu F$

= 0.5025 sec

เวลาเอ้าท์พุท = 0.5020 * 16387

= 8232.96 sec

ทำเป็นชั่วโมง = 8232.96/3600

= 2.28 ชั่วโมง ประมาณ 2 ชั่วโมง

วงจรตั้งเวลา 2 นาทีถึง 38 ชั่วโมง คำนวณได้ดังนี

เมื่อ VR2 ปรับต่ำสุด(0K)ได้ R_6 = 0K+1K ,C_8 = 3.3μF

$T = 2.5 * 1k * 3.3\ \mu F$

$= 8.25$ ms

เวลาเอ้าท์พุท = 8.25 * 16387

= 135 sec ประมาณ 2 นาที

เมื่อ VR2 ปรับค่าสูงสุด 1M ได้ R_6 = 1M+1K ,3.3 μF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = 2.5 * 1001K * 3.3 μF

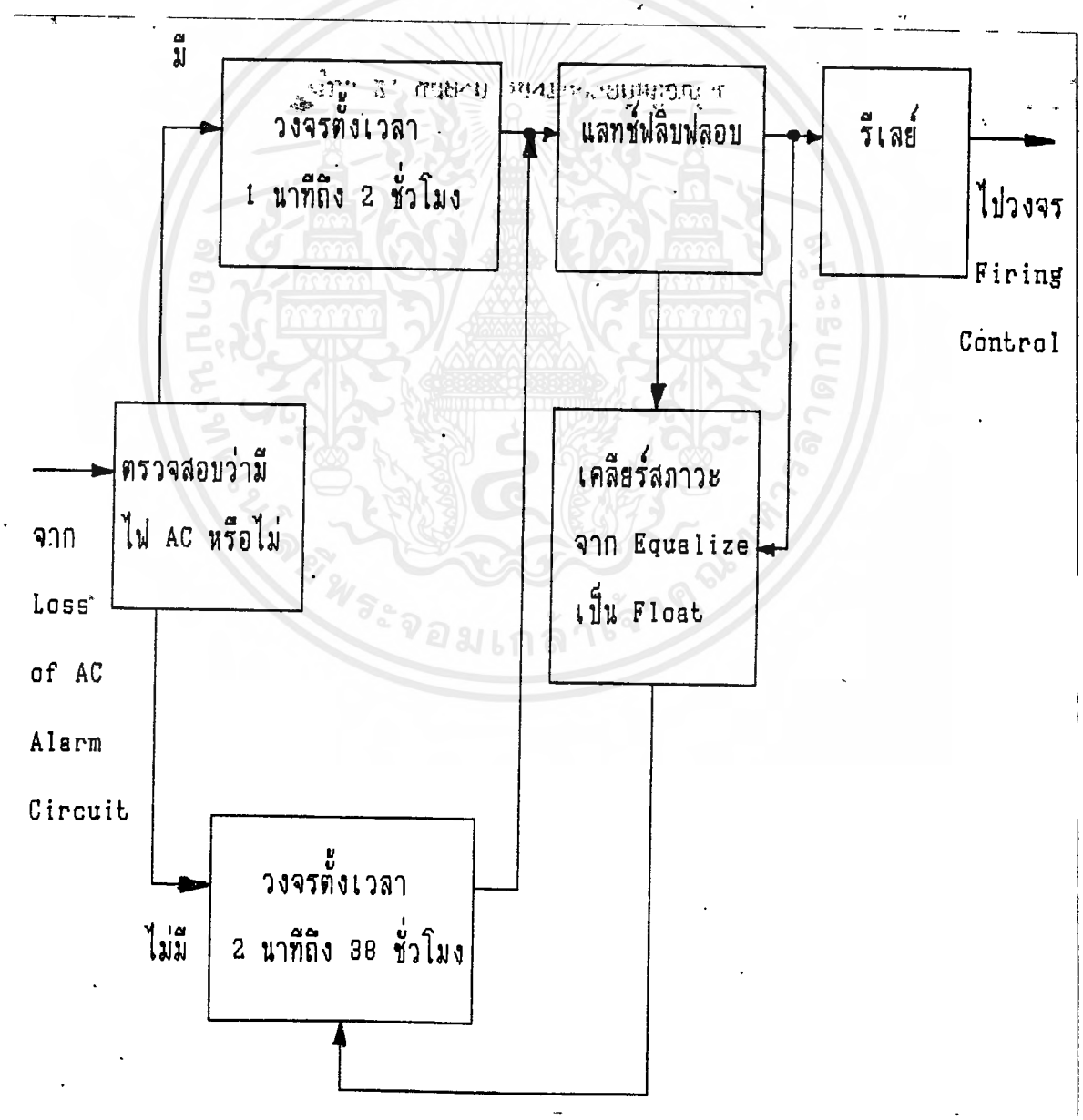
= 8.25 sec

เวลาเอ๊าท์พุท = 8.25 * 16387

= 135303 sec

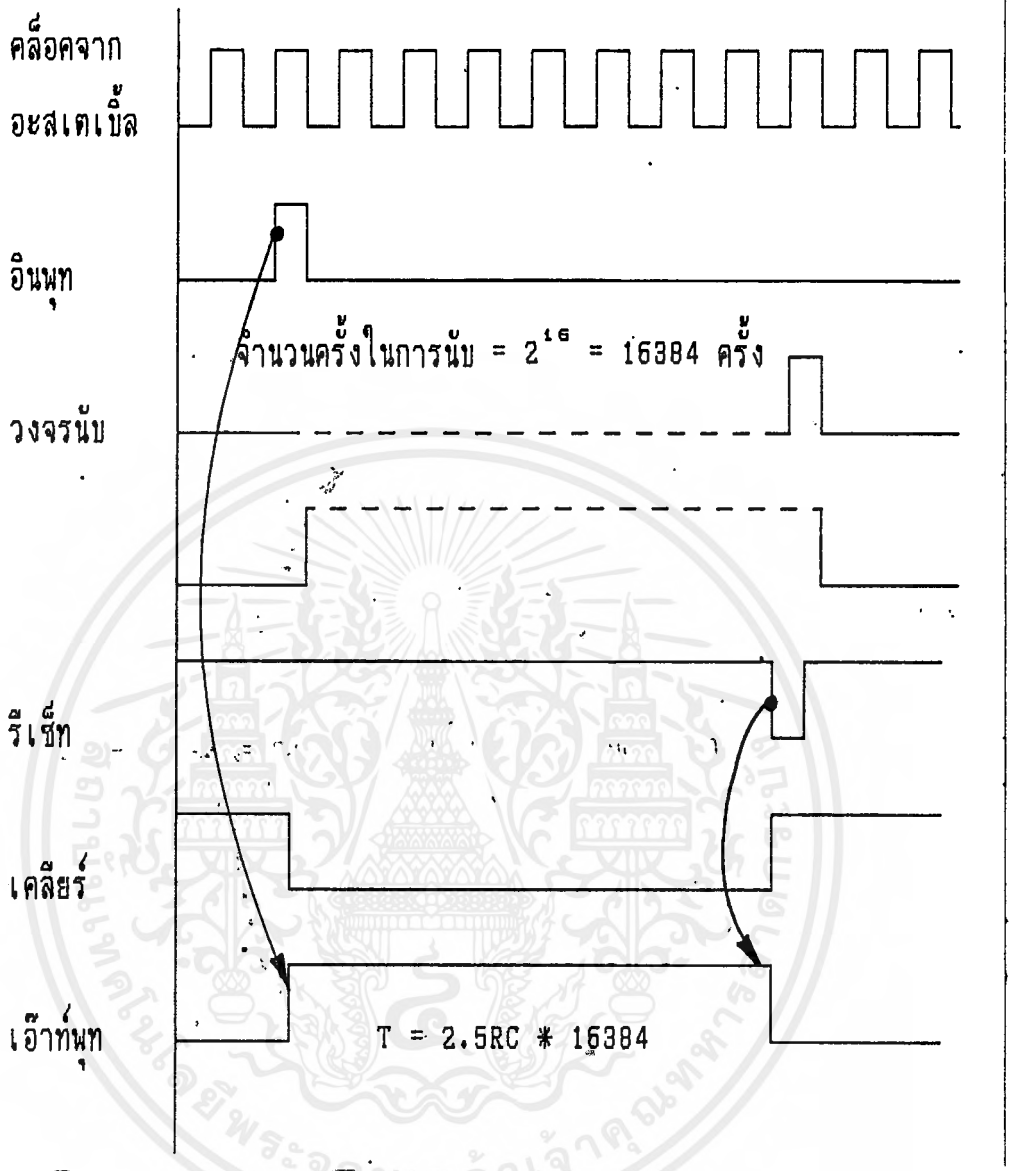
ทำเป็นชั่วโมง = 135303/3600

= 37.58 ชั่วโมง



รูปที่ 42 แสดงบล็อคไดอะแกรมวงจรตั้งเวลาการอัดประจุแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 43 แสดงรูปคลื่นวงจรตั้งเวลาการอัดปรจุแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและการดำเนินงาน

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในทางทฤษฎีดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ก็ทำการเลือกอุปกรณ์ ที่จะนำมาใช้งาน เพื่อให้ได้คุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าว อุปกรณ์ต้องมีพิกัดในย่านที่เหมาะสมกับการใช้งาน และอีกอย่างคือราคาที่เหมาะสม เพื่อความประหยัดด้วย

อุปกรณ์หลักที่ใช้

อุปกรณ์หลักนี้เป็นส่วนที่สำคัญของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ซึ่งจะมีดังต่อไปนี้

1. เซอร์กิตเบรคเกอร์ 600V 30A จำนวน 2 ตัว
2. เอสซีอาร์ เบอร์ SC30C 600V 30A จำนวน 2 ตัว
3. ไดโอด 600V 35A จำนวน 11 ตัว
4. หม้อแปลงกระแส (CT) 100/5 A จำนวน 1 ตัว
5. คาปาซิเตอร์ 125V 13,000 uF จำนวน 2 ตัว
6. หม้อแปลง 15-0-15 V จำนวน 1 ตัว
7. หม้อแปลง 220/80/60 V จำนวน 1 ตัว
8. อินดัคแตนซ์ (L) จำนวน 1 ตัว
9. ดีซีแอมป์มิเตอร์ จำนวน 1 ตัว
10. ดีซีโวลท์มิเตอร์ จำนวน 1 ตัว

อุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้น เป็นอุปกรณ์หลักที่จำเป็นจะต้องมีอยู่ เพื่อเป็นการประหยัดในรายการที่ 1 ,5 ,9 และ 10 จะเป็นรายการที่ยืมมาใช้ในการทำโครงงานนี้ นอกจากนี้ก็ยังมีอุปกรณ์ปลีกย่อยอื่น ๆ อีก เช่น มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป สายต่อ ฯลฯ ที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองปฏิบัติโครงงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

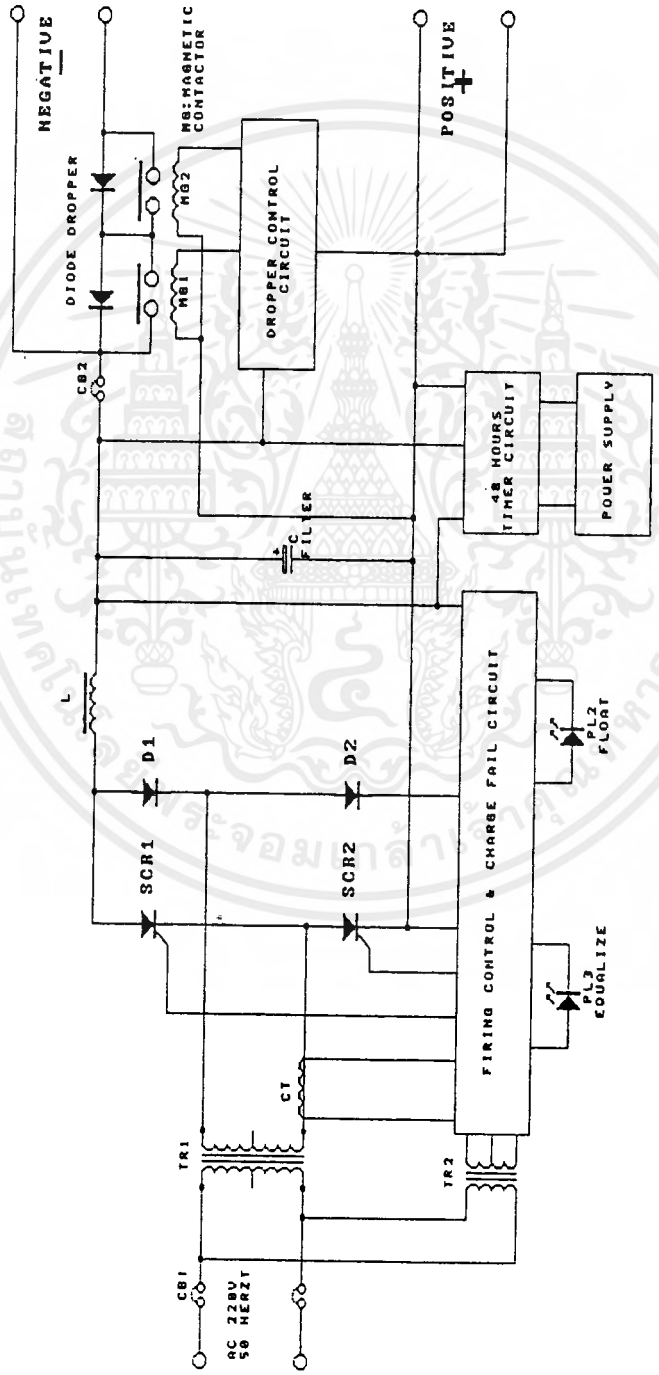
1. **ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ** ของแบตเตอรี่ที่มีใช้อยู่ทั่ว ๆ ไปในเมืองไทยและเป็นที่นิยม หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการศึกษาหลักการทำงาน และส่วนประกอบของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ

3. ทำการติดตั้งวงจร ที่จะนำมาใช้และควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ได้ดังนี้

3.1 วงจรกำลัง และการต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 44



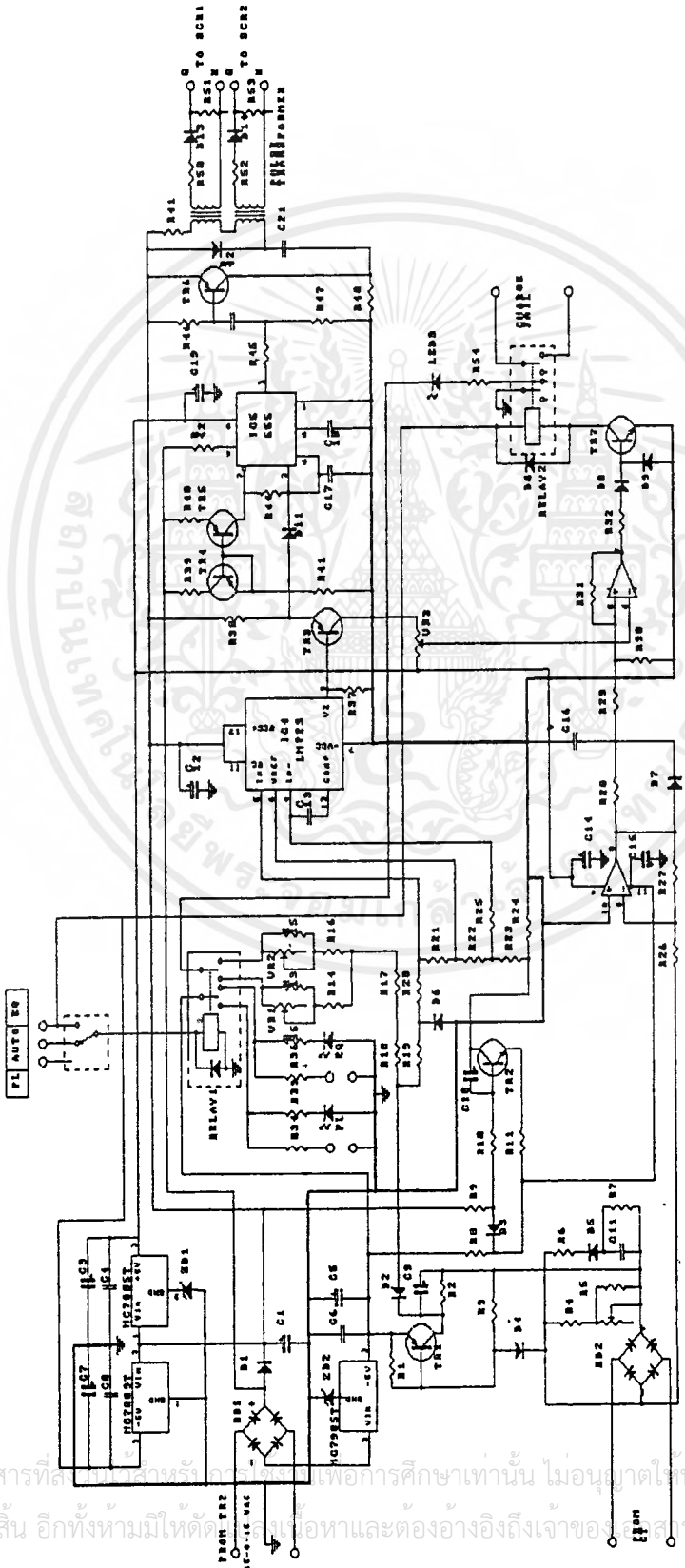
รูปที่ 44 แสดงวงจรกำลังและส่วนประกอบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรควบคุมมุมทริกของเอสซีอาร์และวงจรตรวจสอบสภาวะของเครื่อง

(Firing Control And Charge Fail Circuit)

ดังแสดงในรูปที่ 45 และนำไปประกอบลงกับแผ่นวงจร(PCB) ที่ได้จากการออกแบบไว้แล้ว

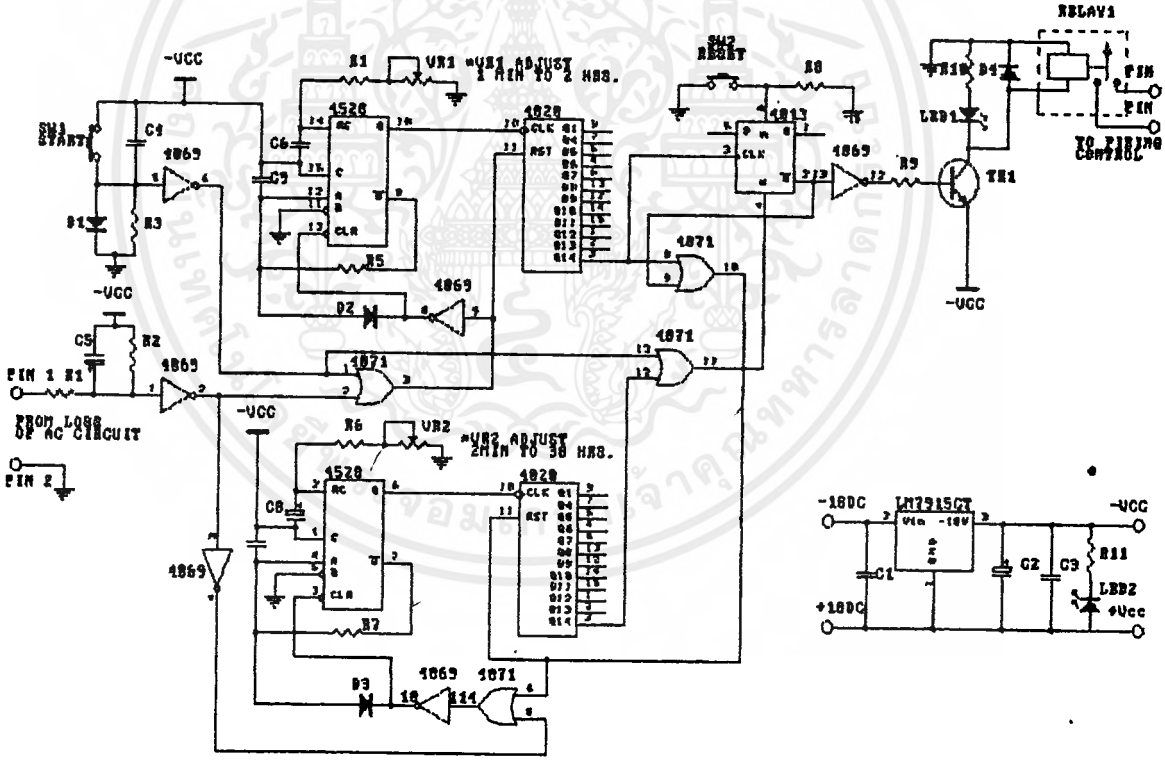


รูปที่ 45 แสดงวงจร Firing Control And Charge Fail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรตั้งเวลาการอัดประจุ (Charger Timer Circuit)

เป็นการสร้างวงจร Charge Time Circuit ทำการออกแบบปรินจากวงจรดังแสดงในรูปที่ 46 แล้วทำการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในปรินให้ถูกต้องเมื่อเสร็จแล้วจะทำการทดสอบและปรับแต่งวงจร

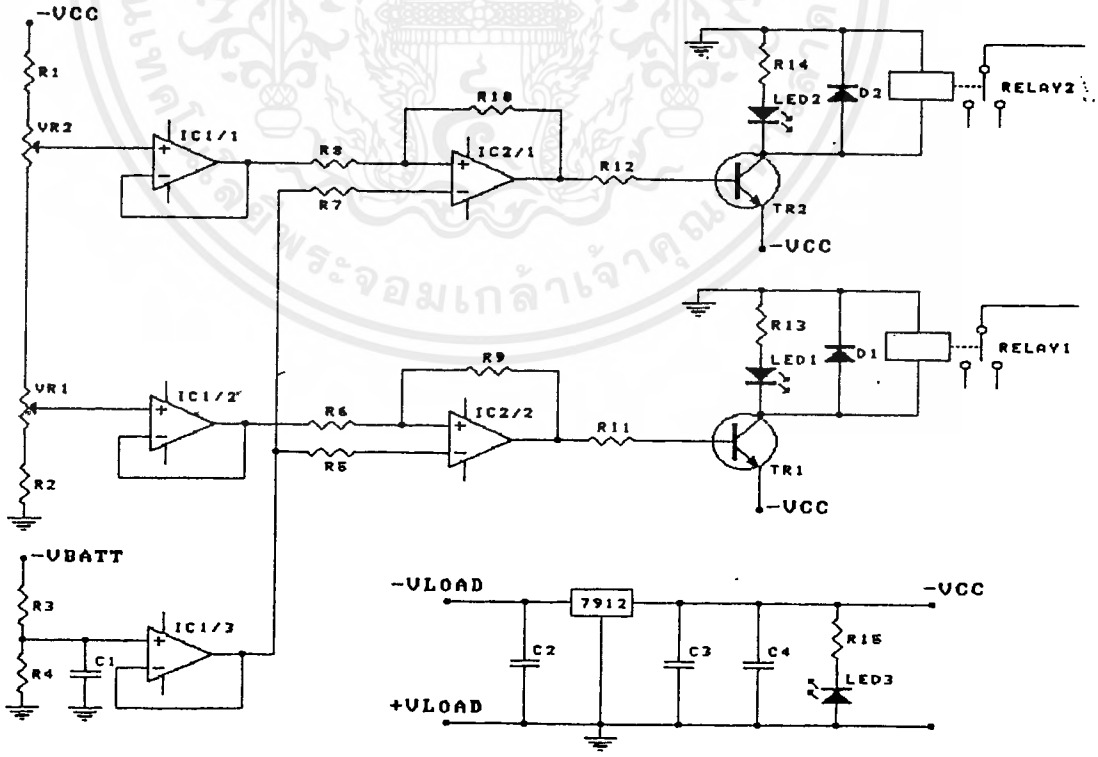


รูปที่ 46 แสดงวงจรการตั้งเวลาการอัดประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรควบคุมแรงดัน (Diode Dropper Control Circuit)

หลังจากทำการประกอบอุปกรณ์ลงบนแผ่น PCB แล้ว สามารถทำการทดสอบการทำงาน โดยป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจร = -15 โวลท์ แล้วหาแหล่งจ่ายไฟลบขนาดที่ปรับแรงดันเอ๊าท์พุท 0-60 โวลท์ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟดีซีขนาด 0-30 โวลท์จำนวน 2 เครื่องต่ออนุกรมกันและนำขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟดีซีต่อลงกราวด์ของวงจร Dropper Control จากนั้นนำขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟดีซีต่อเข้ากับจุด A ปรับแรงดันที่จุด A ให้ได้ -51.6 โวลท์ และทำการปรับ VR1 จนหลอด LED1 ติดก็แสดงว่าวงจรทำงานในสภาวะ Float Charge ต่อมาทำการปรับแรงดันที่แหล่งจ่ายไฟดีซีให้เพิ่มเป็น -56 โวลท์ แล้วทำการปรับที่ VR2 จนกระทั่งหลอด LED2 ติดก็แสดงว่าวงจรทำงานในสภาวะ EqualizingCharge ก็เสร็จสิ้นสุดการปรับแต่งวงจร ในรูปที่ 47 แสดงวงจรการควบคุมแรงดัน

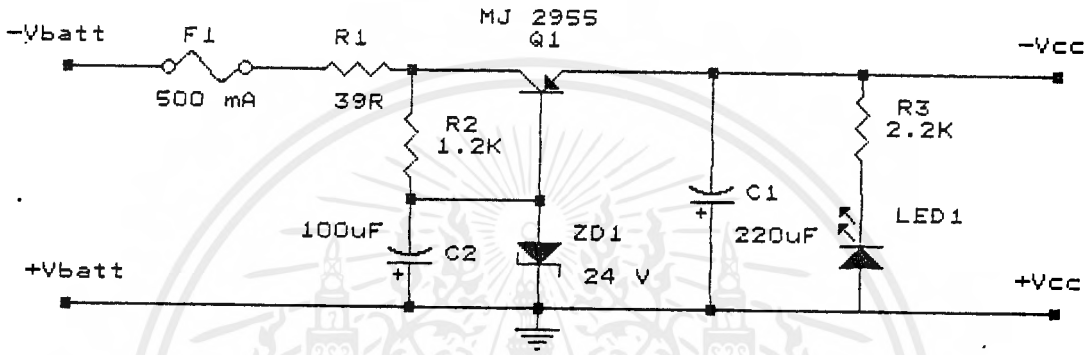


รูปที่ 47 แสดงวงจรควบคุมแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรแหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply)

การสร้างวงจรเร็คกูเลท (Regulate Power Supply) ดังแสดงวงจรในรูปที่ 48



รูปที่ 48 แสดงวงจร Regulate Power Supply

ทำการออกแบบปริ๊นและทำการต่ออุปกรณ์ทั้งหมดลงในแผ่นปริ๊น และทำการตรวจความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นทำการทดสอบวงจรที่สร้างขึ้น โดยนำแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 0-30 โวลท์ ต่ออนุกรมกันและปรับให้ได้เอ๊าท์พุทเท่ากับ 48 โวลท์ ต่อเข้าอินพุทของวงจรเรคกูเลเตอร์แล้ว ทำการวัดแรงดันที่เอาท์พุทได้ 24 โวลท์ ทำการต่อเอ๊าท์พุทของวงจรเรคกูเลเตอร์เข้ากับวงจร Dropper Control และ วงจร Charge Time ปรากฏว่าวงจรสามารถทำงานได้ดี

4.การออกแบบและพันหม้อแปลง

จากวิธีการออกแบบข้างต้นดังกล่าวแล้วในบทที่ 3 ได้ทำการออกแบบหม้อแปลงเพื่อใช้เป็นตัวแปลงแรงดันจาก 220 โวลท์ มาเป็นแรงดัน 80 โวลท์ เพื่อที่จะนำมาใช้กับเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ และเป็นตัวแหล่งจ่ายหลักของเครื่อง จากการออกแบบได้คำนึงถึงความประหยัดและใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ในพิกัดที่เหมาะสม โดยแกนเหล็กที่ใช้ เป็นแกนเหล็กที่มีอยู่และสภาพก็ยังปกติ โดยแกนเหล็กมีขนาดพื้นที่หน้าตัด (A) = 3"*3" ซึ่งเมื่อนำขนาดดังกล่าวมาออกแบบการพัน จะเห็นว่าจากการออกแบบแกนเหล็กขนาดดังกล่าวสามารถมีพิกัดถึง 2500 VA ซึ่งเป็นที่เพียงพอแก่โหลดเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ จากนั้นเราก็ทำการหาจำนวนรอบของขดลวดทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ และหาขนาดเบอร์ลวดเพื่อใช้ในการพัน เมื่อได้ขนาดลวดแล้วทำการตรวจสอบดูว่าขนาดลวดดังกล่าว เมื่อทำการพันแล้วสามารถพันได้หมดหรือไม่ แต่ในการพันที่ปฏิบัตินั้นเนื่องจากขนาดลวดดังกล่าว ไม่มีให้เบิกจึงลดขนาดของเบอร์ลวดให้เล็กลงโดยขดปฐมภูมิใช้เบอร์ SWG 11 และขดทุติยภูมิใช้เบอร์ SWG 14 แทน บ๊อบบิ้นที่ใช้ในการทำเป็นฟอร์มคอย (Form coil) ใช้เบเกอร์ไลท์ เมื่อพันเสร็จเรียบร้อยทำการทดสอบวัดแรงทุติยภูมิได้ดังนี้

แรงดันปฐมภูมิ = 220 โวลท์

แรงดันทุติยภูมิ = 82 โวลท์ ขณะไม่มีโหลด

5. การออกแบบและการพันอินดัคแตนซ์ฟิลเตอร์(L-Filter)

จากบทที่ 3 ในเรื่องการออกแบบวงจรฟิลเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย L และ C โดยค่า C ที่ใช้คือขนาด 13,000 uF 2 ตัวขนานกัน ซึ่งจะได้ค่าเป็น 26,000 uF และค่า L มีค่า 30 mH เป็นค่าที่เราจะต้องทำการออกแบบและทำการพันขึ้นมา ทำได้ดังนี้

เนื่องจากสัญญาณแรงดันที่จะผ่านวงจรฟิลเตอร์จะมีทั้งส่วนที่เป็นทั้ง AC และ DC ดังนั้น สมการที่จะใช้ในการออกแบบ จะมีทั้งที่เป็นผลจาก AC และ DC ด้วย ดังต่อไปนี้

-ส่วนที่เป็น AC

$$V_{p-p} = 2\pi fI \quad \text{_____ (1)}$$

$$V_{rms} = V_{p-p}/2\sqrt{2} \quad \text{_____ (2)}$$

$$V_{rms} = 4.44*f*N*B_{ac}*A*Sf \quad \text{____ (3)}$$

-ส่วนที่เป็น DC

$$NI = Hl \;;\; l = 2g$$

$$NI = B_{dc} * 2g/u_o \quad \text{_____ (4)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีสมการ

$$L = N^2 * \mu_o * A / 2g \quad \text{_____} \quad (5)$$

เมื่อ V_{p-p} = ค่าแรงดันสูงสุด

V_{rms} = ค่าแรงดันที่วัดได้ (V)

f = ความถี่ (HZ)

N = จำนวนรอบ

B_{ac} = ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กอันเนื่องมาจากผลของ AC (Wb/m^2)

B_{dc} = ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กอันเนื่องมาจากผลของ DC (Wb/m^2)

I = กระแส (A)

g = ระยะแกป (m)

L = ค่าอินดัคแตนซ์ (H)

u_o = $4\pi * 10^{-7}$

Sf = Stacking factor = 0.95

จากสมการข้างต้นต้องการออกแบบค่าอินดัคแตนซ์ 30 mH โดยมีกระแสไหลในวงจร 20 A แบบฟูลเวฟเรคติไฟเออร์

จาก $V_{p-p} = 2\pi fLI$

$= 2\pi * 100 * 30 * 10^{-3} * 20$

f = ความถี่หลังจากมีการเร็คติไฟเออร์แบบฟูลเวฟมีค่าเท่ากับ 100 HZ

.. $V_{p-p} = 376.99$ โวลท์

ดังนั้น $V_{rms} = V_{p-p}/2\sqrt{2}$

$= 376.99/2\sqrt{2}$

$= 133.28$ โวลท์

เนื่องจากมีแกนเหล็กอยู่ขนาด 3"*3" หรือ 0.005806 m^2 สิ่งที่เป็นตัวแปรในการทำให้ค่าอินดัคแตนซ์มีค่าเปลี่ยนแปลงคือ ค่าระยะแกป (g) และ จำนวนรอบ (N) ซึ่งสามารถหาค่าทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองได้ดังนี้

จาก $L = N^2\mu_o A/2g$

แทนค่า $30*10^{-3} = N^2*4\pi*10^{-7}*0.005806/2*g$

$N^2/g = 8223645.01$ _____ ก)

และจาก $NI = B_{dc}*2g/\mu_o$; B_{dc} ให้มีค่า=0.5 Wb/m^2

$N*20 = 0.5*2*g/4\pi*10^{-7}$

$N/g = 39788.7$ _____ ข)

หาค่า N , g จาก ก) และ ข) จะได้

$g = 5.2$ mm

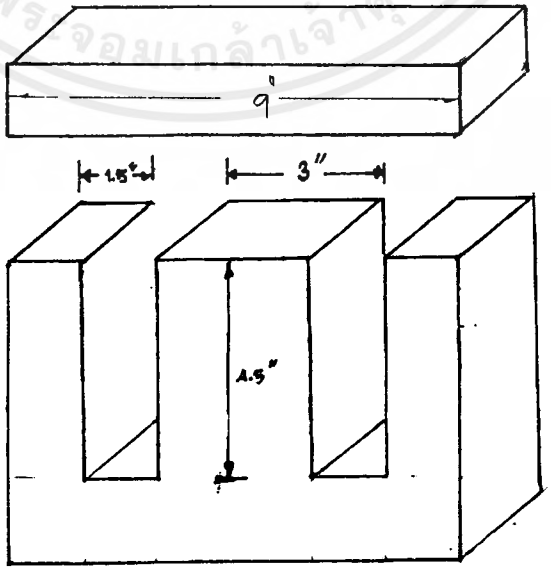
$N = 206$ รอบ

จากสมการ $V_{rms} = 4.44f*N*B_{ac}*A*St$

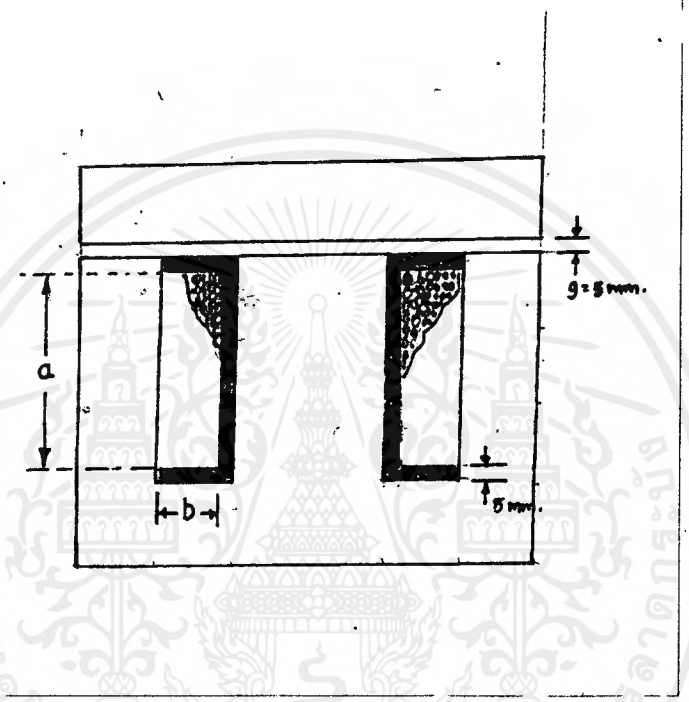
$133.28 = 4.44*100*206*B_{ac}*0.005806*0.95$

$\therefore B_{ac} = 0.264$ Wb/m^2

จะเห็นว่า $B_{ac} + B_{dc} = 0.264+0.5 = 0.764$ Wb/m^2 เป็นช่วงที่แกนเหล็กยังไม่อิ่มตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49 ก) แสดงขนาดของแกนเหล็กที่ใช้

ข) แสดงการลงขดลวด

เมื่อได้จำนวนรอบ , พื้นที่แกนเหล็ก , ระยะแกป แล้วก็ทำการหาขนาดของลวดดังนี้

ขนาดของลวด = I/J = 20/2 = 10 mm^2

จากตารางขนาดของลวดในภาคผนวค จะได้ ลวดเบอร์ SWG 9 มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 10.6 mm^2 และเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.66 mm แต่ลวดขนาดนี้ไม่มีจึงใช้เบอร์ SWG 15 ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 1.83 mm พันเป็นสองเส้นรวมกันเป็น 1 รอบ

การตรวจสอบว่าลวดพันลงได้หมดหรือไม่โดย

ความยาว a = 4.5"*25.4-10 = 104.3 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้าง b = 1.5"*25.4-5 = 33.1 mm

ใน 1 ชั้นจะพันได้ = 104.3/1.83*2*1.1 = 26 รอบ

ดังนั้น 206 รอบ จะได้ = 206/26 = 8 ชั้น

ใน 8 ชั้น จะมีความหนา = 8*1.83*2*1.1 = 32.2 mm

จะเห็นว่าเราสามารถลงขดลวดได้อย่างพอดีกับแกนเหล็ก โดยทุกอย่างต้องให้ได้ตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ไอซีที่ใช้

วงจร Firing Control and Charge Fail Circuit

IC1 = MC7805

IC2 = MC7905

IC3 = MC7809

IC4 = VA723N

IC5 = LM555

IC6 = LM324

วงจร Charge Time Circuit

IC1 = 4013

IC2 ,IC6 = 4020

IC3 = 4528

IC4 = 4069

IC5 = 4071

วงจร Dropper Circuit

IC1 ,IC2 = LM324

IC3 = 7912

วงจร Power Supply

TR1 = PNP MJ2955

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์

เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติในโครงงานนี้ เป็นเครื่องที่ทำงานโดยอาศัยหลักการให้แรงดันเอ้าท์พุทที่คงที่ระดับหนึ่ง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุทหรือมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด โดยอาศัยการควบคุมมุมทริกเกอร์ให้เอสซีอาร์

จากโครงงานจะเห็นได้ว่า ได้มีการแบ่งวงจรต่าง ๆ ออกเป็นส่วน ๆ แล้วนำมาต่อสัมพันธ์กันภายนอก ซึ่งมีข้อดีคือสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้ เมื่อมีปัญหาได้โดยสะดวกและหาสาเหตุได้ง่าย เมื่อมีการผิดปกติเกิดขึ้น สำหรับเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่แบบอัตโนมัตินี้ มีอีกส่วนหนึ่งคือวงจรป้องกันแรงดันสูงและต่ำ ซึ่งจะมีผลในเรื่องเกี่ยวกับอายุการใช้งานของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่และอายุโหลด ซึ่งในโครงงานนี้ไม่มีส่วนดังกล่าว ซึ่งจะสามารถทำการวิจัยและพัฒนาให้ดีต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วิริยะ พิเชษฐวาเริญ และอาจารย์ทุกท่านอย่างสูงยิ่ง ที่ท่านได้ให้คำ-แนะนำประสิทธิ์ประสาทความรู้ ,ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิศวกรรมไฟฟ้า และพี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่ให้ความสะดวกเรื่องสถานที่ ,อุปกรณ์และให้กำลังใจในการทำโครงงานนี้มาด้วยดีตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. S.K.Data ,"Power Electronics and Controls" ,Reston Publishing Company Inc ,196P ,1984

2. P.C.Sen ,"Power Electronics"

3. David A.Bell ,"Solid State Pulse Circuit" ,Reston Book ,495P ,1988

4. Charles L.Mantell ,"Batteries and Energy System".

5. Motorola ,"Linear/Switch Mode Voltage Regulator Handbook".

6. ESDL KMITL ,"Instruction Manual for Battery Charger".

7. Technical Handbook "ALCAD Nickel Cadmium Batteries" ,14P.

8. Technical Data ,Block Battery Type ,"NIFE Nickel Cadmium" ,18P.

9. บัวเกตุ ปัตตุรังสี ,"Battery Charger" การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

10. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ ,ประภาษ ไพรสุวรรณา ,"การประชุมวิชาการเรื่อง Electrical Power 87-Quality and Standard" ,ตุลาคม 30

11. ประภาษ ไพรสุวรรณา ,"เอกสารประกอบการบรรยายวิชาหม้อแปลง" ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

12. อุดมศักดิ์ ยั่งยืน ,"Power Elecronics" สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

13. ณรงค์ อยู่สกุล ,"เซมิคอนดัคเตอร์อีเล็คทรอนิคส์",ซีเอ็ดยูเคชั่น,ฉบับ 124 มค. 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

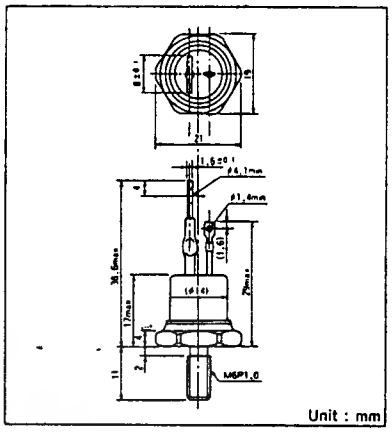
ภาคผนวก

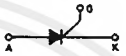
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THYRISTOR
SC30C

For general phase control applications such as speed controls, light controls and welders etc.

- General power use
- $I_T = 30A$, $I_{T(RMS)} = 47A$
- High voltage up to 1200V
- High surge current of 600A
- Stud type





■Maximum Ratings

Symbol	Item	SC30C-40	SC30C-60	SC30C-80	SC30C-100	SC30C-120	Unit
V_{RRM}	Repetitive Peak Reverse Voltage	400	600	800	1000	1200	V
V_{RSM}	Non-Repetitive Peak Reverse Voltage	480	720	960	1100	1300	V
V_{DRM}	Repetitive Peak Off-State Voltage	400	600	800	1000	1200	V

Symbol	Item	Conditions	Ratings	Unit
$I_{T(AV)}$	Average On-State Current	Single phase, half wave, 180° conduction, Tc : 81°C	30	A
$I_{T(RMS)}$	R.M.S On-State Current	Single phase, half wave, 180° conduction, Tc : 81°C	47	A
I_{TSM}	Surge On-State Current	$1/2$ cycle, 50Hz/60Hz, peak value, non-repetitive	540/600	A
I^2t	I^2t	Value for one cycle of surge current	1,500	A^2S
P_{GM}	Peak Gate Power Dissipation		10	W
$P_{G(AV)}$	Average Gate Power Dissipation		1	W
I_{FGM}	Peak Gate Current		3	A
V_{FGM}	Peak Gate Voltage(Forwad)		10	V
V_{RGM}	Peak Gate Voltage(Reverse)		5	V
di/dt	Critical Rate of Rise of On-State Current	$I_G = 100mA$, Tj=25°C, $V_D = 1/2\ V_{DRM}$, $dI_G/dt = 1A/\mu s$	100	$A/\mu s$
Tj	Operating Junction Temperature		−30~+125	°C
Tstg	Storage Temperature		−30~+125	°C
	Mounting Torque	Recommended Value 20kgf·cm	25	kgf·cm
	Mass	Excluding nut, washer 2.6g and wrapping material 4g	22.5	g

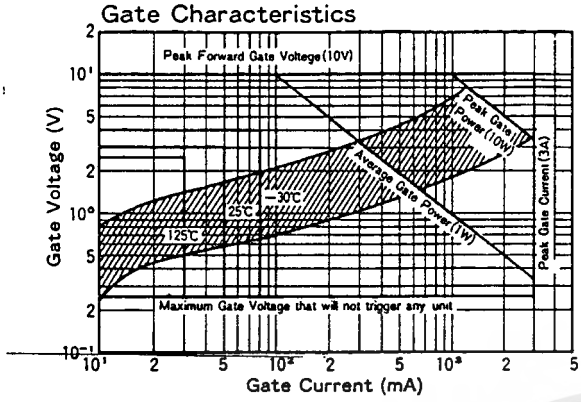
■Electrical Characteristics

Symbol	Item	Conditions		Ratings	Unit
I_{DRM}	Repetitive Peak Off-State Current, max.	at V_{DRM}, single phase, half wave, Tj=125°C		5	mA
I_{RRM}	Repetitive Peak Reverse Current, max.	at V_{DRM}, single phase, half wave, Tj=125°C		5	mA
V_{TM}	Peak On-State Voltage, max.	On-State Current 100A, Tj=25°C Inst. measurement		1.8	V
I_{GT}/V_{GT}	Gate Trigger Current/Voltage, max.	Tj=25°C, $I_T = 1A$, $V_D = 6V$		50/3	mA/V
V_{GD}	Non-Trigger Gate, Voltage, min.	Tj=125°C, $V_D = 1/2\ V_{DRM}$		0.25	V
tgt	Turn On Time, max	$I_T = 30A$, $I_G = 100mA$, Tj=25°C, $V_D = 1/2\ V_{DRM}$, $dI_G/dt = 1A/\mu s$		10	μs
dv/dt	Critical Rate of Rise of On-State Voltage, min.	SC30C-40~60	Tj=125°C, $V_D = 2/3\ V_{DRM}$	100	$V/\mu s$
		SC30C-80~120	Tj=125°C, $V_D = 2/3\ V_{DRM}$	200	
I_H	Holding Current, typ.	Tj=25°C		30	mA
Rth(j-c)	Thermal Impedance, max.	Junction to case		0.8	°C/W

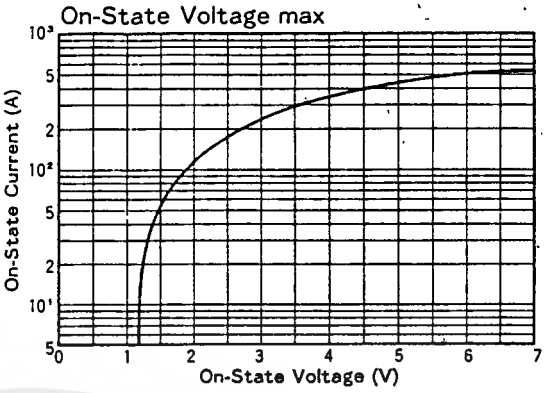
* mark : Thyristor and Diodo part. No mark : Thyristor part

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

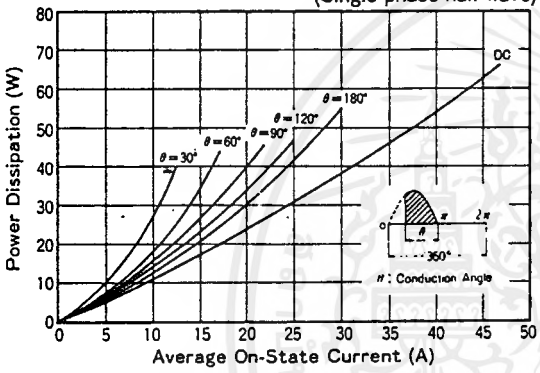
Gate Characteristics



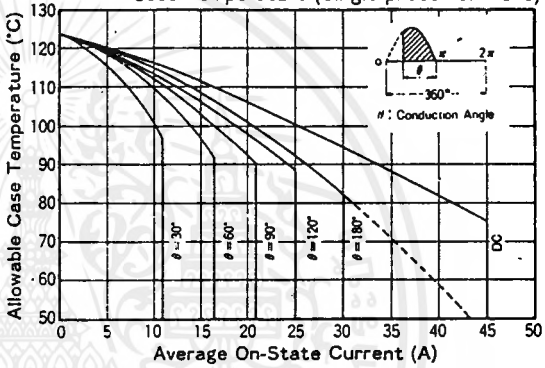
On-State Voltage max



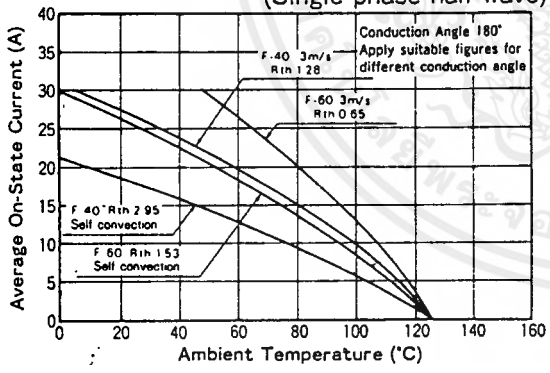
Average On-State Current Vs Power Dissipation (Single phase half wave)



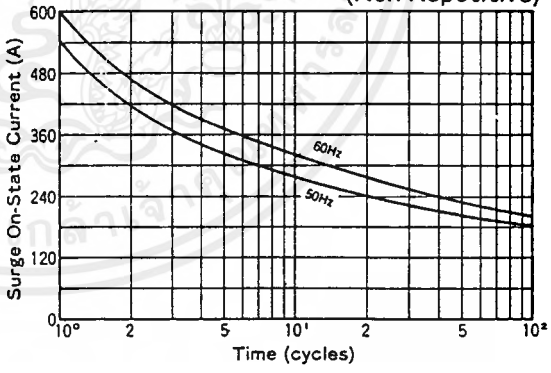
Average On-State Current Vs Maximum Allowable Case Temperature (Single phase half wave)



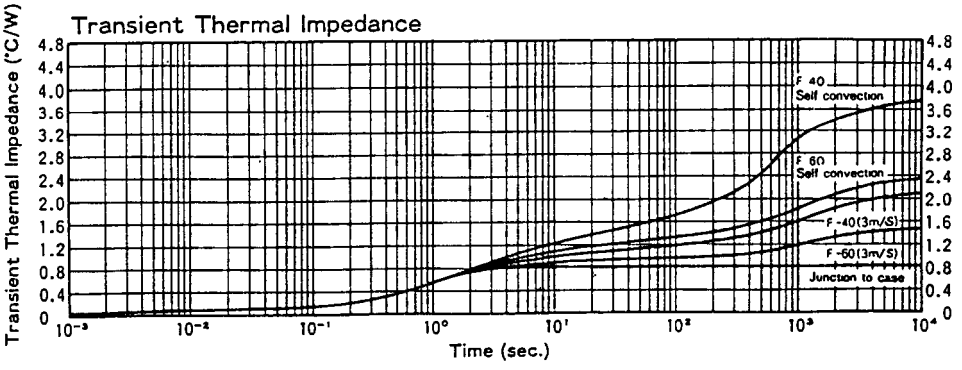
Ambient Temperature Average On-State (Single phase half wave)



Surge On-State Current Rating (Non-Repetitive)



Transient Thermal Impedance



THYRISTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

Device	Alternate	Temperature Range	Package
MC1723CD		0°C to +70°C	SO-14
MC1723CG	LM723CH, μA723HC	0°C to +70°C	Metal Can
MC1723CL	LM723CJ, μA723DC	0°C to +70°C	Ceramic DIP
MC1723CP	LM723CN, μA723PC	0°C to +70°C	Plastic DIP
MC1723G		−55°C to +125°C	Metal Can
MC1723L		−55°C to +125°C	Ceramic DIP

MC1723
MC1723C

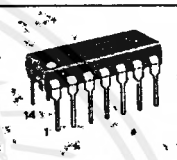
VOLTAGE REGULATOR

SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUIT

VOLTAGE REGULATOR

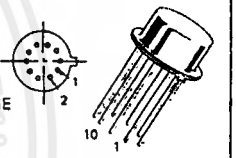
The MC1723 is a positive or negative voltage regulator designed to deliver load current to 150 mAdc. Output current capability can be increased to several amperes through use of one or more external pass transistors. MC1723 is specified for operation over the military temperature range (-55°C to +125°C) and the MC1723C over the commercial temperature range (0 to +70°C)

- Output Voltage Adjustable from 2 Vdc to 37 Vdc
- Output Current to 150 mAdc Without External Pass Transistors
- 0.01% Line and 0.03% Load Regulation
- Adjustable Short-Circuit Protection



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646-06

(Bottom View)



G SUFFIX
METAL PACKAGE
CASE 603-04

L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632-08

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751A-02
SO-14

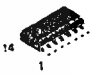
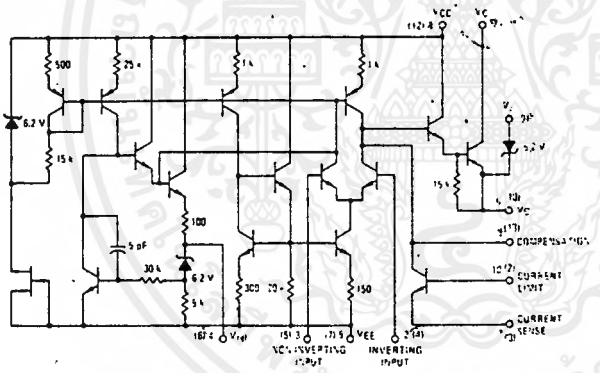
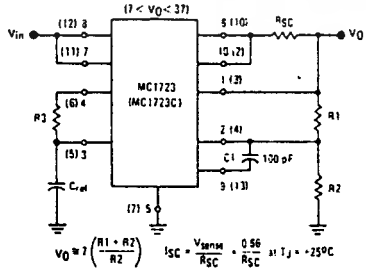


FIGURE 1 – CIRCUIT SCHEMATIC



PIN NUMBERS ADJACENT TO TERMINALS ARE FOR THE METAL PACKAGE
PIN NUMBERS IN PARENTHESIS ARE FOR DUAL-IN-LINE PACKAGES

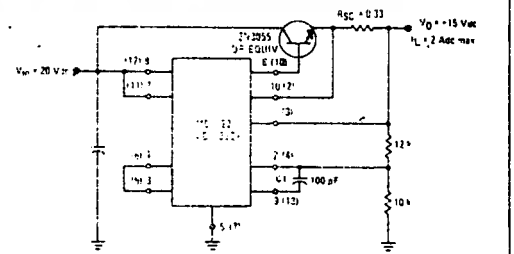
FIGURE 2 – TYPICAL CIRCUIT CONNECTION



$V_O \approx 7\left(\frac{R1 + R2}{R2}\right)$ $I_{SC} = \frac{V_{sense}}{R_{SC}} \approx \frac{0.56}{R_{SC}}$ at $T_J = +25°C$

For best results 10 k < R2 < 100 k
For minimum drift R3 = R1||R2

FIGURE 3 – TYPICAL NPN CURRENT BOOST CONNECTION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Pulse Voltage from V_{CC} to V_{EE} (50 ms)	$V_{in(p)}$	50	V_{peak}
Continuous Voltage from V_{CC} to V_{EE}	V_{in}	40	Vdc
Input-Output Voltage Differential	$V_{in} - V_O$	40	Vdc
Maximum Output Current	I_L	150	mAdc
Current from V_{ref}	I_{ref}	15	mAdc
Current from V_z	I_z	25	mA
Voltage Between Non-Inverting Input and V_{EE}	V_{ie}	8.0	Vdc
Differential Input Voltage	V_{id}	±5.0	Vdc
Power Dissipation and Thermal Characteristics			
Plastic Package			
T_A = +25°C	P_D	1.25	W
Derate above T_A = +25°C	$1/\theta_{JA}$	10	mW/°C
Thermal Resistance, Junction to Air	θ_{JA}	100	°C/W
Metal Package			
T_A = +25°C	P_D	1.0	Watt
Derate above T_A = +25°C	$1/\theta_{JA}$	6.6	mW/°C
Thermal Resistance, Junction to Air	θ_{JA}	150	°C/W
T_C = +25°C	P_D	2.1	Watts
Derate above T_A = +25°C	$1/\theta_{JA}$	14	mW/°C
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	35	°C/W
Dual In-Line Ceramic Package	P_D	1.5	Watt
Derate above T_A = +25°C	$1/\theta_{JA}$	10	mW/°C
Thermal Resistance, Junction to Air	θ_{JA}	100	°C/W
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		°C
Metal Package		-65 to +150	
Dual In-Line Ceramic		-65 to +175	
Operating Ambient Temperature Range	T_A		°C
MC1723C		0 to +70	
MC1723		-55 to +125	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Unless otherwise noted: T_A = +25°C, V_{in} 12 Vdc, V_O = 5.0 Vdc, I_L = 1.0 mAdc, R_{SC} = 0, C1 = 100 pF, C_{ref} = 0 and divider impedance as seen by the error amplifier ≤ 10 kΩ connected as shown in Figure 2)

Characteristic	Symbol	MC1723			MC1723C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Voltage Range	V_{in}	9.5	–	40	9.5	–	40	Vdc
Output Voltage Range	V_O	2.0	–	37	2.0	–	37	Vdc
Input-Output Voltage Differential	$V_{in}-V_O$	3.0	–	38	3.0	–	38	Vdc
Reference Voltage	V_{ref}	6.95	7.15	7.35	6.80	7.15	7.50	Vdc
Standby Current Drain (I_L = 0, V_{in} = 30 V)	I_{IB}	–	2.3	3.5	–	2.3	4.0	mAdc
Output Noise Voltage (f = 100 Hz to 10 kHz)	V_n							μV(RMS)
C_{ref} = 0		–	20	–	–	20	–	
C_{ref} = 5.0 μF		–	2.5	–	–	2.5	–	
Average Temperature Coefficient of Output Voltage (T_{low} ① < T_A < T_{high} ②)	TCV_O	–	0.002	0.015	–	0.003	0.015	%/°C
Line Regulation	Regline							%V_O
(T_A = +25°C) 12 V ≤ V_{in} ≤ 15 V		–	0.01	0.1	–	0.01	0.1	
12 V ≤ V_{in} ≤ 40 V		–	0.02	0.2	–	0.1	0.5	
(T_{low} ① < T_A < T_{high} ②) 12 V ≤ V_{in} ≤ 15 V		–	–	0.3	–	–	0.3	
Load Regulation (1.0 mA ≤ I_L ≤ 50 mA)	Regload							%V_O
T_A = +25°C		–	0.03	0.15	–	0.03	0.2	
T_{low} ① < T_A < T_{high} ②		–	–	0.6	–	–	0.6	
Ripple Rejection (f = 50 Hz to 10 kHz)	RR							dB
C_{ref} = 0		–	74	–	–	74	–	
C_{ref} = 5.0 μF		–	86	–	–	86	–	
Short Circuit Current Limit (R_{SC} = 10 Ω, V_O = 0)	I_{sc}	–	65	–	–	65	–	mAdc
Long Term Stability	$\Delta V_O/\Delta t$	–	0.1	–	–	0.1	–	%/1000 Hr

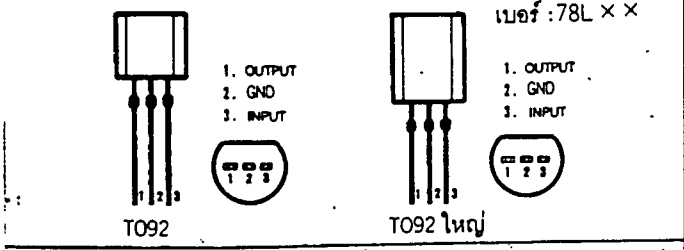
① T_{low} = 0°C for MC1723C
= -55°C for MC1723

② T_{high} = +70°C for MC1723C
= +125°C for MC1723

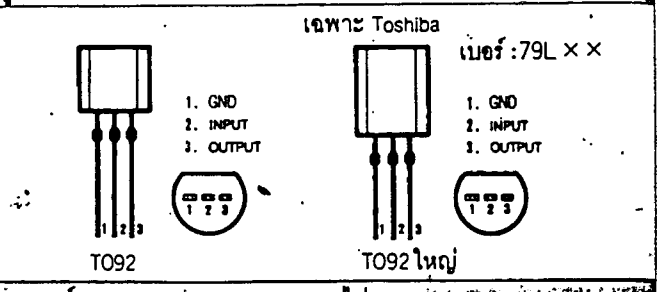
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Regulator

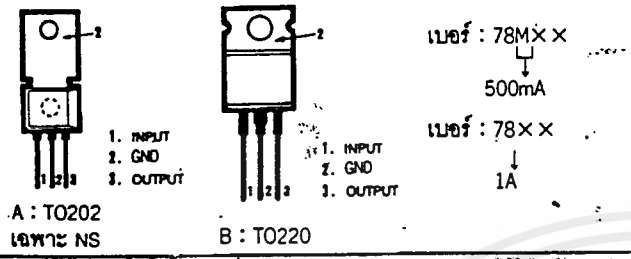
เรกูเลเตอร์ 3 ขา (100 mA) ไฟบวก



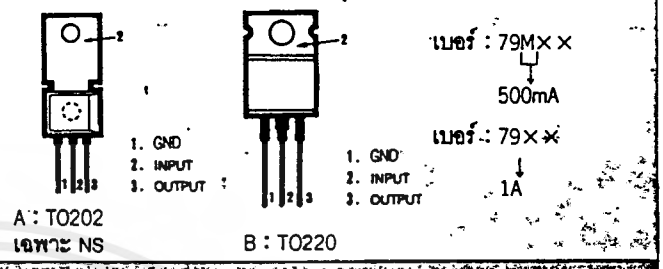
เรกูเลเตอร์ 3 ขา (100 mA) ไฟลบ



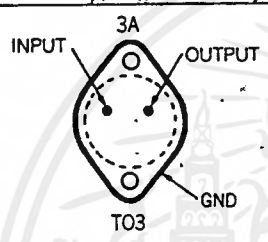
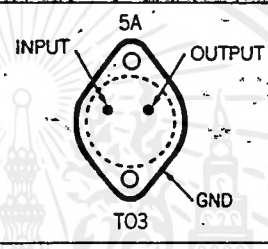
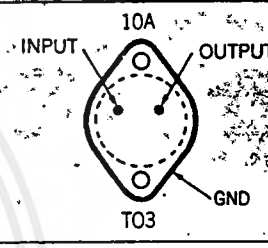
เรกูเลเตอร์ 3 ขา (500 mA และ 1A) ไฟบวก



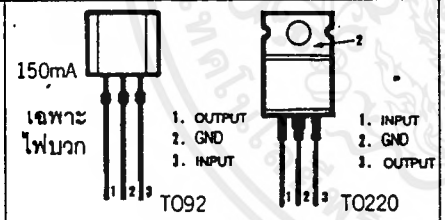
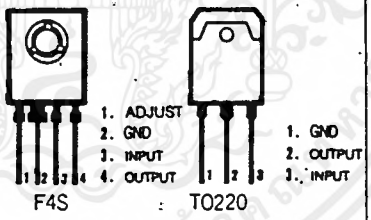
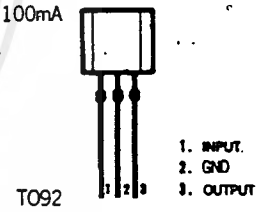
เรกูเลเตอร์ 3 ขา (500 mA และ 1A) ไฟลบ



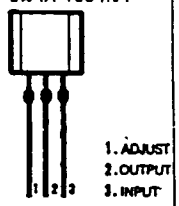
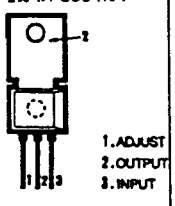
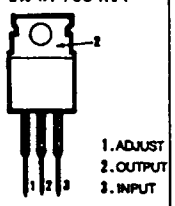
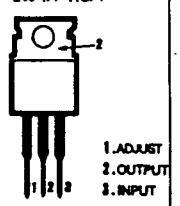
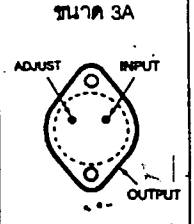
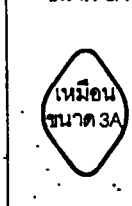
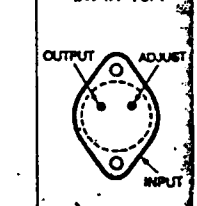
เรกูเลเตอร์ 3 ขา (3A ขึ้นไป เฉพาะไฟบวก) (มองด้านล่าง)

รูปร่าง			
NS	LM323		
FC		μA78H05 (5V) 78H12 (12V) 78H15 (15V)	μA78P05 (5V)
SANKEN	SI3554M (5V)		

เรกูเลเตอร์ 3 ขาและ 4 ขา แบบแรงดันตกคร่อมต่ำ (ประมาณ 0.2 โวลท์)

รูปร่าง			
NS	LM2931AZ-50 (5V)	LM2931T-5.0 (5V) LM2931-8.0 (8V) LM330T-5.0 (5V) LM2930T-5.0 (5V) LM2930T-8.0 (8V)		
TI	LM330-5KC (5V), LM330-8KC (8V)			
MITSUMI				LVC516 (3V), LVC517 (5V), LVC520 (2.6V)
SANKEN			SI3052V, SI3122V, SI3152V (5V) (12V) (15V)	
MATSUSHITA		AN6531		

เรกูเลเตอร์ 3 ขา ปรับแรงดันได้ (เฉพาะไฟบวก)

	ขนาด 100 mA	ขนาด 500 mA	ขนาด 700 mA	ขนาด 1.5A	ขนาด 3A	ขนาด 5A	ขนาด 10A
รูปร่าง							
แรงดันออก	1.2V~37V	1.2V~37V	1.2V~125V	1.2V~37V	1.2V~37V	1.2V~37V	1.2V~15V
NS	LM317LZ	LM317MP		LM317T	LM350K	LM338K	LM396K
TI	TL317LP (1.2V~32V)	LM317KD	TL783C	LM317KC			

ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งหมดหรือบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

SCL4528B

CMOS DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

FEATURES

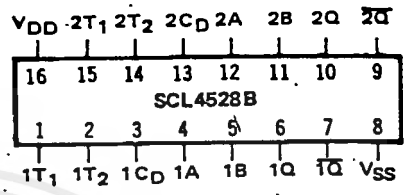
- Two Independent Multivibrators on One Chip
- Triggerable from Leading- or Trailing-Edge Pulse
- Retriggerable
- Resettable
- Q and $\overline{Q}$ Buffered Outputs Available
- Wide Range of Output Pulse Widths

DESCRIPTION

The SCL4528B Dual Multivibrator provides stable retriggerable/resettable one-shot operation for any fixed-voltage timing application. Timing for the circuit is controlled by an external resistor-capacitor combination (R_X-C_X). Adjustment of these components permits generation of output pulse widths from nanoseconds to minutes. Leading-edge and trailing-edge Trigger inputs are provided, and both positive-going and negative-going pulses are available from complementary outputs.

Timing pulses may be terminated at any time by applying a low logic level to the Reset input C_D.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

- C 16-pin Cerdip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

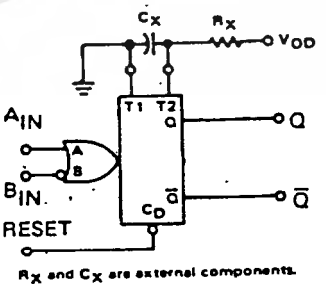
DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
C_D	A	B	Q	$\overline{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	↑	H	⎍	⎎
H	L	↓	⎍	⎎

H = High Level (Steady State)
L = Low Level (Steady State)
↑ = Transition, Low-to-High
↓ = Transition, High-to-Low
X = Irrelevant (Inc. Transitions)
⎍ = One High-Level Pulse
⎎ = One Low-Level Pulse

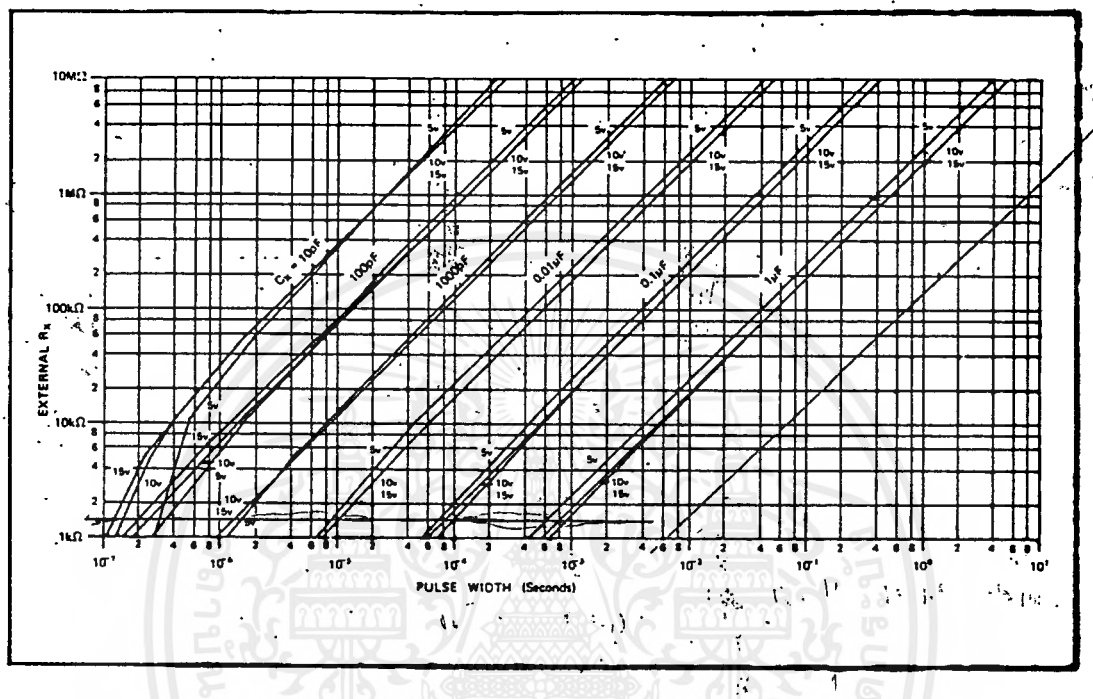
BLOCK DIAGRAM
(one of two devices)



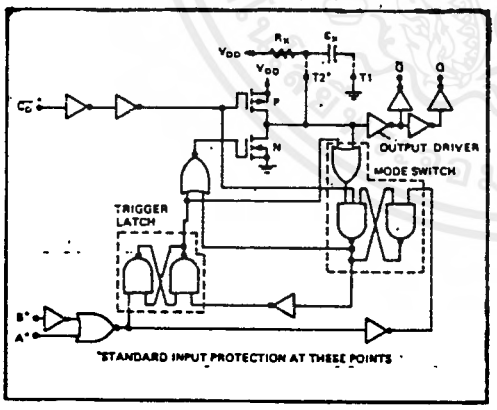
R_X and C_X are external components.

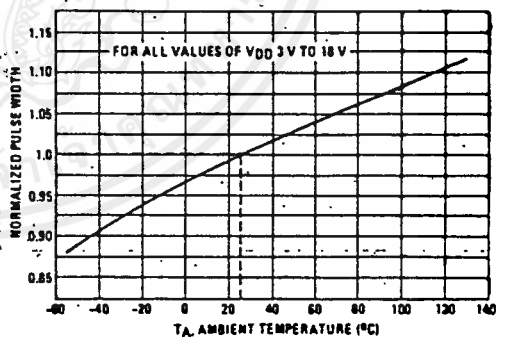
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4528B PULSE WIDTH VS R_X, C_X, V_{DD}



LOGIC DIAGRAM





Normalized Pulse Width versus Temperature

Notes:

There is no effective maximum limit on R_X; recommended minimum value for R_X is 1KΩ. There are no restrictions on the value of C_X.

For proper operation all unused inputs should be tied to a logic level. The mode point (T2) of a unused half of device should be tied high through an external resistor to V_{DD}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

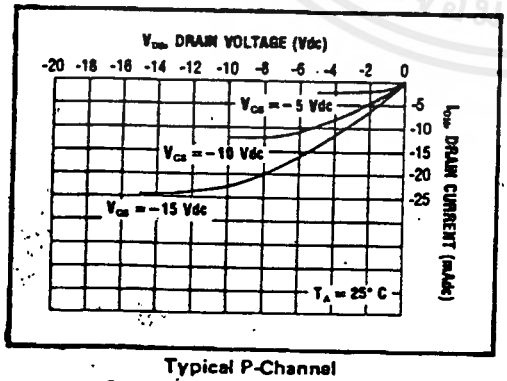
STATIC CHARACTERISTICS [1]

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2]		+25°C			T_{HIGH} [2]		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	$V_{IN} = V_{SS}$ or V_{DD}	–	5	–	0.05	5	–	150	μAdc
		10	All valid input	–	10	–	0.1	10	–	300	
		20	combinations	–	20	–	0.2	20	–	600	

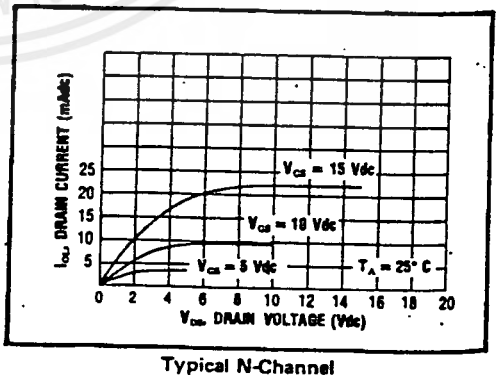
NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications"
[2] T_{LOW} = −55°C for C, D, F, H device.
= −40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		Cx (pF)	Rx (kΩ)	V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PLH}, t_{PHL}							
From A or B		15	5	5	–	270	540	ns
				10	–	90	180	
				15	–	70	140	
		1000	10	5	–	510	1020	ns
				10	–	170	340	
				15	–	120	240	
From C_D		15	5	5	–	270	540	ns
				10	–	90	180	
				15	–	70	140	
		1000	10	5	–	550	1100	ns
				10	–	300	600	
				15	–	250	500	
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}							
		–	–	5	–	130	260	ns
				10	–	65	130	
				15	–	50	100	
Note: $\overline{Q}$ Output	t_{TLH}	15	5	5	–	130	260	ns
				10	–	65	130	
				15	–	50	100	
		1000	10	5	–	270	540	ns
				10	–	240	480	
				15	–	220	440	
MINIMUM INPUT PULSE WIDTH A or B Input	PW_{in}	–	–	5	–	70	140	ns
				10	–	30	60	
				15	–	25	50	
OUTPUT PULSE WIDTH MATCH	ΔPW_{out}							
Same package		1000	10	5	–	± 7.5	±15	%
				10	–	±10	±20	
				15	–	±10	±20	
Different packages		1000	10	5	–	–	±50	%
				10	–	–	±50	
				15	–	–	±50	



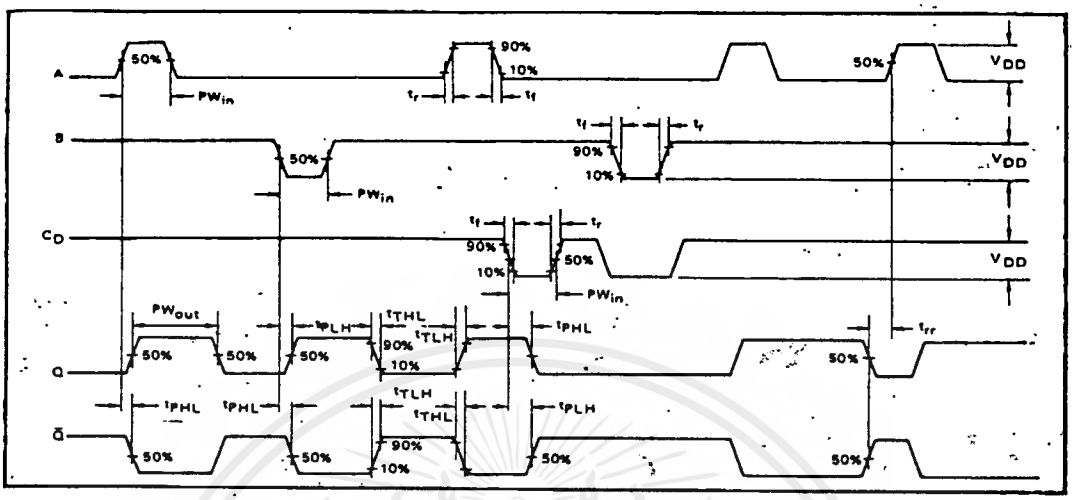
Typical P-Channel
Source Current Characteristics



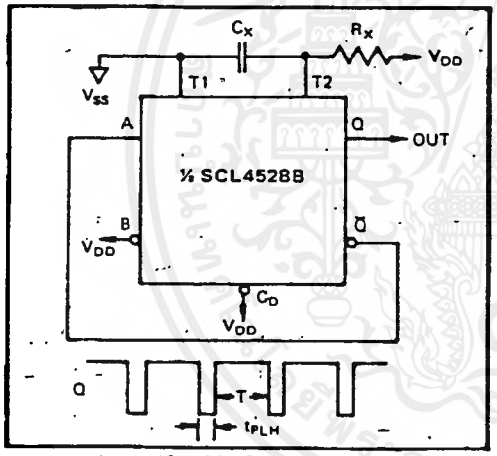
Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

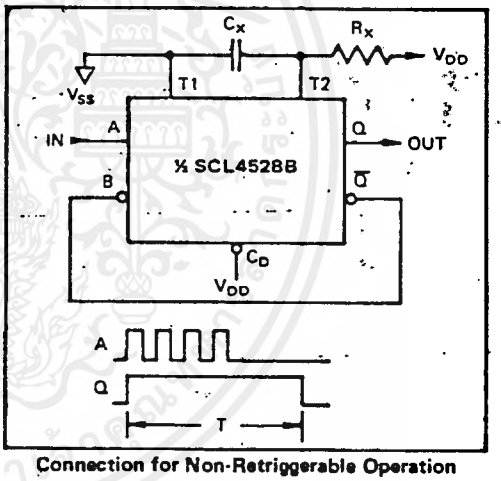
AC TEST WAVEFORMS



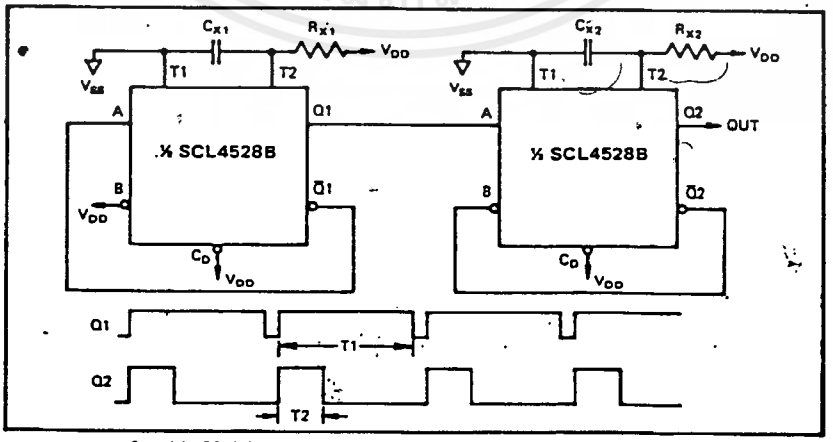
APPLICATIONS INFORMATION



Astable Operation



Connection for Non-Retriggerable Operation



Astable Multivibrator with Adjustable Period and Duty Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4020AB

CMOS 14-STAGE BINARY COUNTER

FEATURES

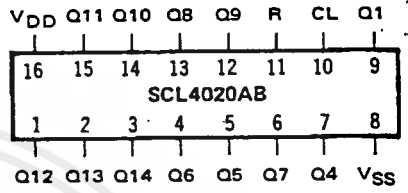
- 14 Fully Static Stages
- Buffered Outputs Available from 12 Stages
- Common Reset Line
- 8MHz Counting Rate @ 10Vdc
- All Inputs Buffered

DESCRIPTION

The SCL4020AB consists of 14 ripple-carry binary counter stages with appropriate input buffers and reset circuitry. Buffered outputs are externally available from steges 1, and 4 through 14. The counter is reset to its "all zeroes" state by a high level on the Reset input. The counter is advanced one count on the negative-going transition of each input pulse. Isolation from external noise and the effects of loading is provided by output buffering.

Applications include time delay circuits, counter controls, and frequency-dividing circuits.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

C	16-pin Cerdip
D	16-pin Ceramic
E	16-pin Epoxy
F	16-pin Flat
H	Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

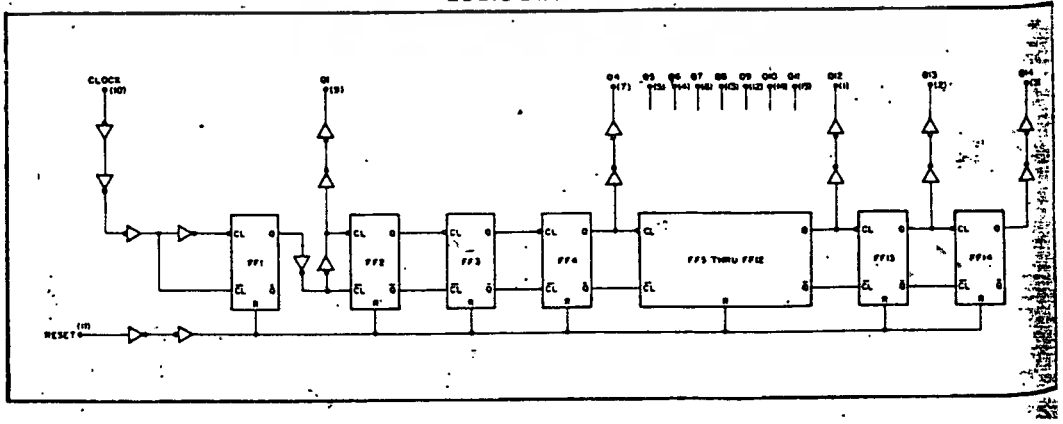
DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15 V
Operating Temperature	T_A	
C, D, F, H Device		-55 to +125 °C
E Device		-40 to +85 °C

TRUTH TABLE

CLOCK	RESET	OUTPUT STATE
⌐‾	0	No Change
‾⌐	0	Advance to next state
X	1	All Outputs are low

X = Don't Care

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS[1]

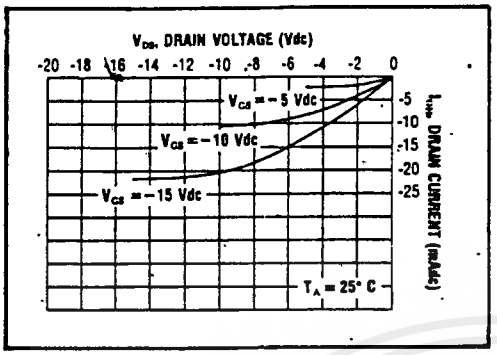
PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW}[2]		+25°C			T_{HIGH}[2]		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	–	5	–	0.05	5	–	150	μAdc
		10	All valid input	–	10	–	0.1	10	–	300	
		15	combinations	–	15	–	0.2	20	–	600	
OUTPUT HIGH (SOURCE) CURRENT	I_{OH}										
C, D, F, H device		5	V_{OH} = 4.6V	-0.15	–	-0.12	-0.5	–	-0.08	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.37	–	-0.3	-1.15	–	-0.21	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-1.25	–	-1.0	-4.5	–	-0.69	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
E device		5	V_{OH} = 4.6V	-0.14	–	-0.12	-0.5	–	-0.10	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.35	–	-0.3	-1.15	–	-0.25	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-1.2	–	-1.0	-4.5	–	-0.85	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT	I_{OL}										
C, D, F, H device		5	V_{OL} = 0.4V	0.15	–	0.12	0.5	–	0.08	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.37	–	0.3	1.0	–	0.21	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	1.25	–	1.0	5.8	–	0.69	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
E device		5	V_{OL} = 0.4V	0.14	–	0.12	0.5	–	0.10	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.35	–	0.3	1.0	–	0.25	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	1.2	–	1.0	5.8	–	0.85	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL40008 Series Family Specifications".
[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

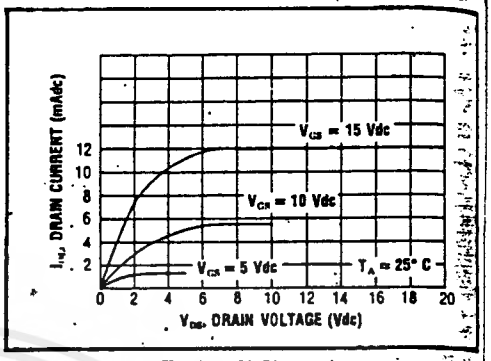
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME Clock to Q1	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	200	400	ns
		10	–	100	200	
		15	–	80	160	
Q_i to Q_{i+1}	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	150	300	ns
		10	–	75	150	
		15	–	60	120	
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}	5	–	180	360	ns
		10	–	90	180	
		15	–	65	130	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5	–	100	200	ns
		10	–	50	100	
		15	–	40	80	
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5	2.0	4.0	–	MHz
		10	4.0	8	–	
		15	5	10	–	
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME	t_{rCL}, t_{fCL}	5	15	–	–	μs
		10	15	–	–	
		15	5	–	–	
RESET OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PHL}	5	–	300	600	ns
		10	–	150	300	
		15	–	120	240	
MINIMUM RESET PULSE WIDTH	PW_R	5	–	150	300	ns
		10	–	75	150	
		15	–	60	120	
RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5	–	250	500	ns
		10	–	125	250	
		15	–	100	200	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

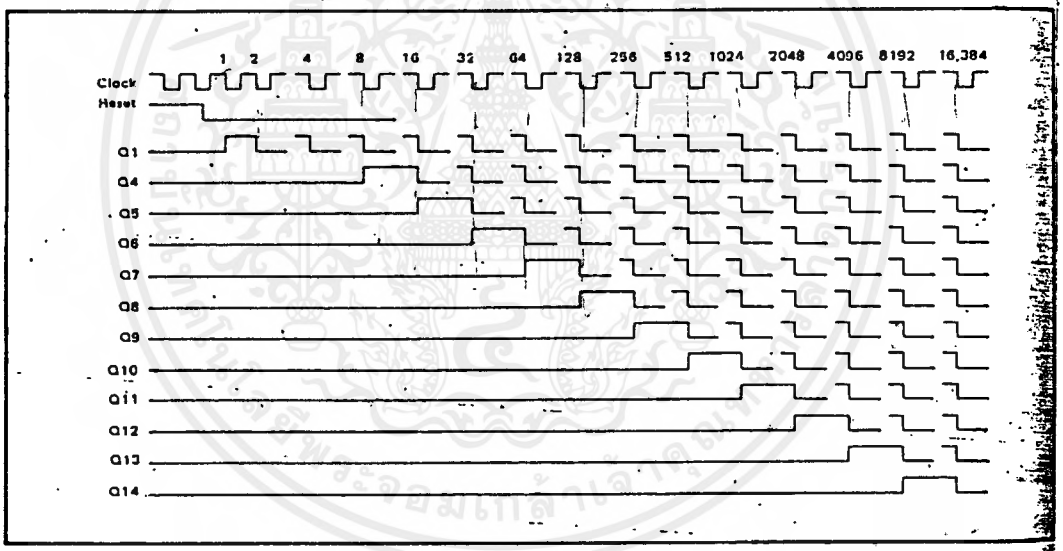


Typical P-Channel
Source Current Characteristics

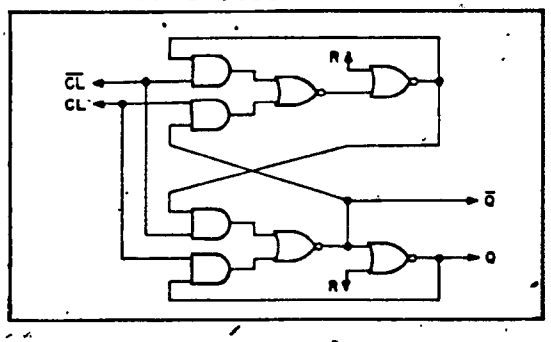


Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

TIMING DIAGRAM



TYPICAL COUNTER STAGE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4013B

CMOS DUAL D-TYPE FLIP-FLOP

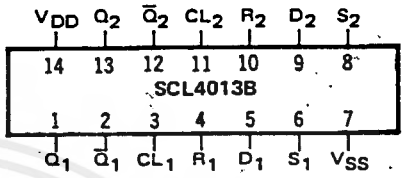
FEATURES

- Independent Set and Reset Controls
- Static Operation
- Logic Edge-Clocked Design
- 16MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4013B consists of two identical, independent D-type Flip-Flops. These devices can be used for shift register applications, and, by connecting the $\overline{Q}$ output to the Data input, for counter and toggle applications. The logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the Clock pulse. Setting or resetting is independent of the Clock and is accomplished by a high level on the Set or Reset line, respectively.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

C	14-pin Cerdip
D	14-pin Ceramic
E	14-pin Epoxy
F	14-pin Flat
H	Chip

TRUTH TABLE

CL▲	D	R	S	Q	$\overline{Q}$	
	0	0	0	0	1	
	1	0	0	1	0	
	x	0	0	O	$\overline{Q}$	NO CHANGE
x	x	1	0	0	1	
x	x	0	1	1	0	
x	x	1	1	1	1	

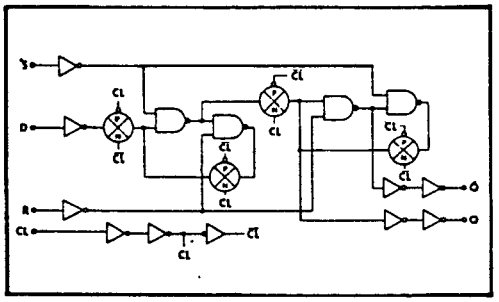
▲ = Level Change
x = Don't Care

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

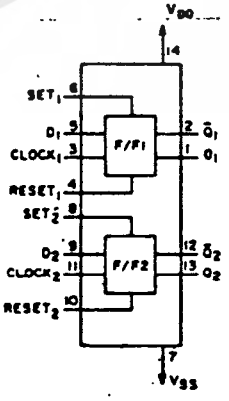
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

LOGIC DIAGRAM



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS [1,2]

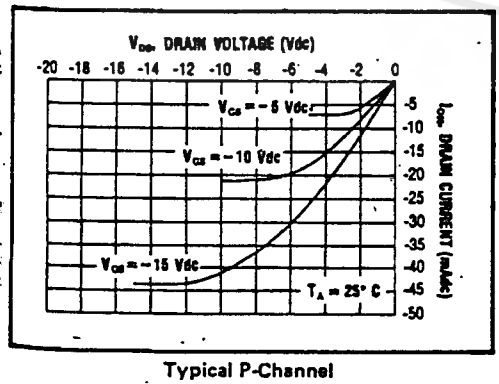
PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2]		+25°C			T_{HIGH} [2]		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	–	1.0	–	0.005	1.0	–	30	μAdc
		10	All valid input	–	2.0	–	0.01	2.0	–	60	
		15	combinations	–	4.0	–	0.02	4.0	–	120	

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.
[3] This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

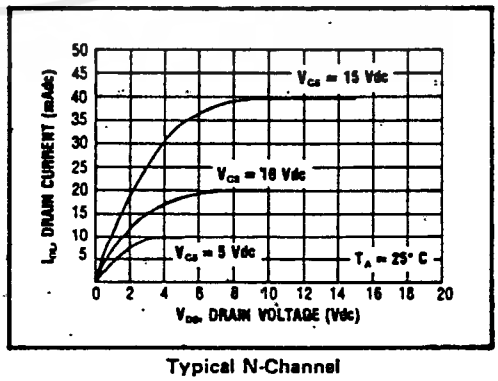
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	125	250	ns
		10	–	65	130	
		15	–	45	90	
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}	5	–	100	200	ns
		10	–	50	100	
		15	–	40	80	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5	–	70	140	ns
		10	–	30	60	
		15	–	20	40	
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5	3.5	7.0	–	MHz
		10	8.0	16	–	
		15	12.5	25	–	
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME[1]	t_{rCL}, t_{fCL}	5	15	–	–	μs
		10	10	–	–	
		15	5	–	–	
MINIMUM SETUP TIME	t_{setup}	5	–	25	50	ns
		10	–	10	20	
		15	–	7.5	15	
MINIMUM HOLD TIME	t_{hold}	5	–	-25	0	ns
		10	–	-10	0	
		15	–	-5	0	
SET AND RESET OPERATIONS						
PROPAGATION DELAY TIME S to Q, R to $\overline{Q}$	t_{PLH}	5	–	125	250	ns
		10	–	65	130	
		15	–	45	90	
MINIMUM SET AND RESET PULSE WIDTH	PW_S, PW_R	5	–	65	130	ns
		10	–	30	60	
		15	–	25	50	
SET AND RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5	–	0	25	ns
		10	–	0	10	
		15	–	0	5	

[1] When units are cascaded, the maximum rise and fall times of the clock input should be equal to or less than the transition times of the data outputs driving data inputs, plus the propagation delay of the output driving stage for the output capacitive load.



Typical P-Channel
Source Current Characteristics



Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้