บทที่ 3

แบตเตอรี่

ชนิดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ส่วนใหญ่ที่ใช้กันสามารถแบ่งออกตามลักษณะการชีลด์หรือการผนึกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- แบตเตอรี่ที่ไม่มีการชีลด์ คือ จะมีก๊าซออกมาในขณะใช้งาน
- แบตเตอรี่ที่มีการชีลด์บ้าง คือจะมีก๊าซออกมาน้อย และมีการบำรุงรักษาน้อย
- แบตเตอรี่ที่มีการชีลด์อย่างมิดชิด ไม่มีก๊าซออกมา และไม่ต้องบำรุงรักษา

1. แบตเตอรี่ที่ไม่มีการชีลด์

ได้แก่แบตเตอรี่จำพวกตะกั่วกรด ซึ่งจะมีก๊าซ H_2 , O_2 ฯลฯ ออกมาในขณะใช้งาน ดังนั้นการติดตั้งจึงต้องติดตั้งในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ทำให้ไม่เป็นที่นิยมในการนำไปใช้งานร่วมกับ UPS อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ชนิดนี้หาซื้อได้ง่าย มีหลายบริษัทสามารถผลิตขึ้นเองในประเทศไทย ทำให้ราคาถูกกว่าแบตเตอรี่ประเภทอื่น

2. แบตเตอรี่ที่มีการชีลด์บ้าง

แบตเตอรี่แบบนี้ได้แก่แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-ซีลีเนียม และแบตเตอรี่ตะกั่ว-แคลเซียม แบตเตอรี่ประเภทนี้พัฒนามาจากแบบตะกั่วกรดธรรมดา โดยการเติมซีลีเนียม หรือ แคลเซียม ลงในตะกั่วเพื่อให้คุณสมบัติบางอย่างดีขึ้น แบบที่เติมซีลีเนียมลงในตะกั่วจะมีอายุการประจุและคายประจุสูงกว่าแบบตะกั่วบริสุทธิ์ (แบบที่เติมซีลีเนียม 2 % จะมีจำนวนครั้งในการประจุจนเต็ม และคายประจุไป

80 % ได้ประมาณ 400 ครั้งในขณะที่ตะกั่วบริสุทธิ์มีอายุการใช้งานประมาณ 100 ครั้ง) แบบที่เติมแคลเซียมจะทำให้อายุการใช้งานสูงขึ้น มีความต้านทานภายในต่ำ แต่มีการสูญเสียน้ำในขณะประจุมากกว่าเมื่อเทียบกับแบบตะกั่วบริสุทธิ์ การที่มีการสูญเสียน้ำในระหว่างการประจุนี้เอง ทำให้ไม่สามารถปิดผนึกอย่างสนิทได้ ต้องมีรูระบายอากาศเมื่อเกิดความดันเกินและมีช่องเติมน้ำ ราคาของแบตเตอรี่ในปัจจุบัน แบบตะกั่ว-ซีลีเนียมจะมีราคาถูกที่สุดในประเภทนี้ เพราะสามารถผลิตขึ้นได้เองในประเทศ (แต่ยังมีน้อยบริษัทและขั้นตอนการผลิตมีมาก ราคาจึงแพงกว่าแบบตะกั่วบริสุทธิ์)

3. แบตเตอรี่ที่มีการซีลด์อย่างมิดชิด

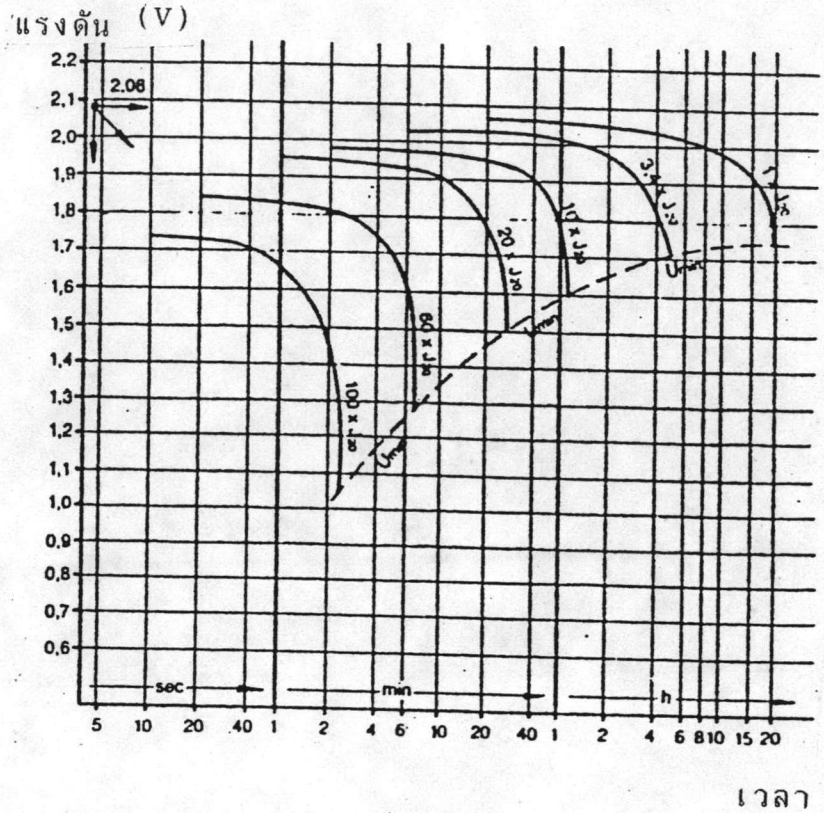
มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น แบบที่เป็นเจล และ แบบ NiCd แบบที่เป็น NiCd เป็นแบบที่มีน้ำหนักเบาแต่ราคาแพง ส่วนใหญ่ใช้กับ UPS ที่มีขนาดเล็ก ส่วนแบบเจลมีคุณสมบัติที่ดีกว่าแบบตะกั่ว-ซีลีเนียม คือสามารถตะแคงแบตเตอรี่ให้อยู่ในตำแหน่งใดก็ใช้งานได้ เพราะอิเล็กโตรไลต์ไม่เป็นของเหลว

การเลือกขนาดของแบตเตอรี่

การเลือกขนาดของแบตเตอรี่ ใน UPS ขนาด 3 kVA โดยทั่วไปมักใช้แรงดันประมาณ 135 โวลต์ เพราะถ้าให้แรงดันสูงกว่านี้จะทำให้เกิดอันตรายได้ง่าย แต่ถ้าแรงดันต่ำกว่านี้ ก็จะต้องใช้สวิตช์ในภาคอินเวอร์เตอร์ที่มีขนาดกระแสสูงขึ้น หลักเกณฑ์อีกประการหนึ่งในการเลือกระดับแรงดัน คือราคาของแบตเตอรี่ ถ้าหากเราทราบว่าเราต้องการระยะเวลาจ่ายไฟสำรองนานเท่าไร เราก็จะคำนวณหาขนาด A-hr x แรงดัน ได้ แล้วนำเอาราคาแบตเตอรี่ขนาดต่าง ๆ ของบริษัทมาคำนวณดู ว่าถ้าใช้ระดับแรงดันเท่าไรจะต้องเสียเงินเท่าไร แล้วดูว่าผลรวมของราคาของแบตเตอรี่ กับสวิตช์ในภาคอินเวอร์เตอร์ ที่ระดับแรงดันต่าง ๆ กัน ระดับแรงดันใดที่ใช้การลงทุนน้อยที่สุดก็จะใช้ที่ระดับแรงดันนั้น

การคำนวณขนาด A-hr ของแบตเตอรี่ ตามข้อกำหนดของ UPS เครื่องนี้ จะต้องสามารถใช้งานหลังจากไฟฟ้าเกิดดับ ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที (ระยะเวลาจ่ายไฟสำรอง = 15 นาที)

การสร้าง UPS เครื่องนี้มีข้อจำกัดด้านเงินทุนอยู่มาก จึงเลือกใช้แบตเตอรี่แบบที่ถูกที่สุด คือ แบบตะกั่ว-กรด



รูปที่ 49 แสดงลักษณะของแบตเตอรี่ (11)

จากรูปที่ 49 ถ้าให้แบตเตอรี่คายประจุเป็นเวลา 15 นาทีจนแรงดันตกลงเหลือ 1.6 โวลต์ จะต้องใช้กระแสประมาณ 35 x J_{20} และแรงดันเฉลี่ยประมาณ 1.85 โวลต์ โดยที่กระแส J_{20} จะเป็นกระแสมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดขนาดของแบตเตอรี่ (กระแส J_{20} คือกระแสที่ใช้ในการคายประจุของแบตเตอรี่เป็นเวลา 20 ชม. เช่นแบตเตอรี่ขนาด 20 A-hr จะจ่ายกระแส J_{20} เท่ากับ 1 A ได้เป็นเวลา 20 ชม.) UPS เครื่องนี้ใช้แบตเตอรี่ 135 โวลต์ (float charge) หรือ 60 เซลล์

ดังนั้นแรงดันเฉลี่ย = แรงดันต่อเซลล์ x จำนวนเซลล์

= 1.85 x 60

= 111 โวลต์

กระแสแบตเตอรี่ = กำลังออก/(ประสิทธิ์ภาพ x แรงดัน)

= 3000/(0.8 x 111)

= 33.8 A

เพราะฉะนั้น แบตเตอรี่ที่ใช้จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า

= กระแสแบตเตอรี่ x 20/จำนวนเท่าของ J_{20}

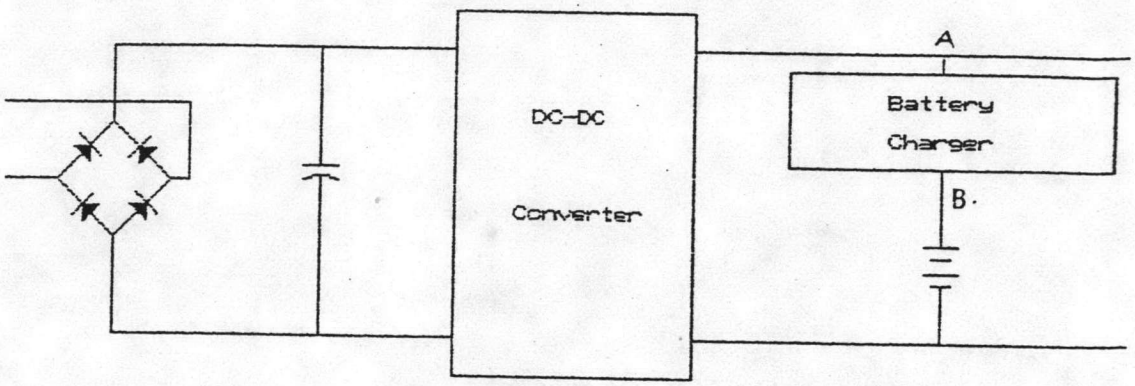
= 33.8 x 20/35

= 19.3 A-hr

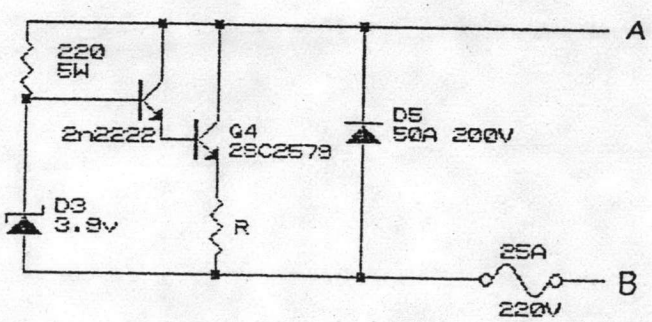
แบตเตอรี่ที่ใช้จึงควรมีขนาด 20 A-hr แต่แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรดนี้มีขายอยู่ไม่กี่ขนาด ดังนั้นในการทดสอบจึงเลือกใช้ขนาด 32 A-hr ซึ่งนิยมใช้ในรถยนต์

การออกแบบวงจรประจุแบตเตอรี่

วงจรที่สร้างขึ้นจะทำหน้าที่จำกัดกระแสประจุแบตเตอรี่ เพื่อให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น เพราะเมื่อกระแสที่ประจุเข้าแบตเตอรี่มีค่าสูงเกินไป จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง และมีการสูญเสียน้ำมาก และต้องใช้พลังงานในการประจุแบตเตอรี่มากกว่าการประจุแบตเตอรี่ที่กระแสต่ำ แต่ถ้ากระแสในการประจุแบตเตอรี่ต่ำเกินไป จะทำให้ต้องใช้เวลาในการประจุแบตเตอรี่มาก ซึ่งทำให้ UPS ต้องใช้เวลาในการฟื้นตัวหลังจากเกิดไฟฟ้าดับนานเกินไป ข้อมูลของบริษัทผู้ขายแบตเตอรี่แนะนำให้ใช้กระแสในการประจุแบตเตอรี่ประมาณ 5 - 10 % ของขนาด A-hr ของแบตเตอรี่ (12)



รูปที่ 50 การต่อวงจรประจุแบตเตอรี่



รูปที่ 51 วงจรประจุแบตเตอรี่

เราต่อวงจรประจุแบตเตอรี่อนุกรมกับแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 50 รูปที่ 51 แสดงวงจรประจุแบตเตอรี่ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ ค่าความต้านทาน R จะเป็นตัวกำหนดกระแสสูงสุดในการประจุแบตเตอรี่ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นกับแบตเตอรี่ ค่าปกติที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่ประมาณ 5 % ของขนาด A-hr เพราะฉะนั้น

$$\text{กระแสประจุ}(I_{batt}) = 32 \times 5\ \% = 1.6 \quad \text{A}$$

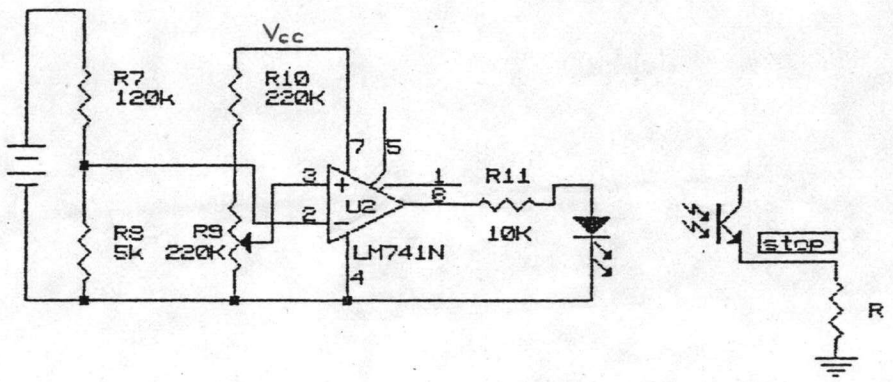
$$R = (V_{D3} - 2 \times Vbe)/I_{batt}$$

$$= (3.9 - 2 \times 0.7)/1.6 \quad \text{โอห์ม}$$

$$= 1.56 \quad \text{โอห์ม}$$

วงจรป้องกันการคายประจุเกิน

โดยปกติเมื่อแบตเตอรี่คายประจุถึงแรงดันต่ำกว่าระดับหนึ่ง จะทำให้ไม่สามารถประจุไฟเข้าไปใหม่ได้ หรือถ้าประจุเข้าได้ก็จะมีอายุการใช้งานที่สั้นมาก ขนาดของแรงดันนั้นขึ้นอยู่กับกระแสในการคายประจุ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรสั่งให้อินเวอร์เตอร์หยุดทำงานเมื่อแรงดันของแบตเตอรี่ต่ำกว่าระดับหนึ่ง บริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่แนะนำให้ใช้แรงดันต่ำสุด 1.6 โวลต์ต่อเซลล์ ดังนั้นระดับแรงดันที่ตั้งไว้คือ 1.6 x 60 = 96 โวลต์



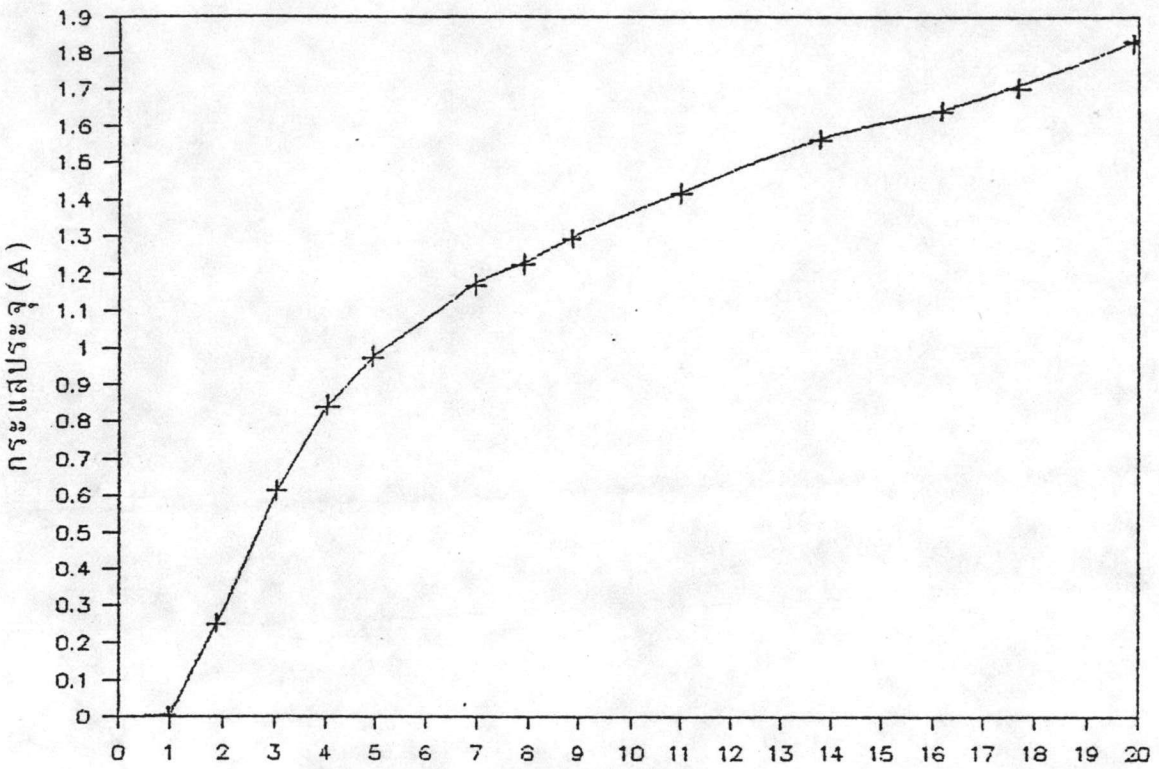
รูปที่ 52 วงจรป้องกันการคายประจุเกิน

หลักการทำงานของวงจรป้องกันการคายประจุเกิน คือ วงจรจะวัดแรงดันของแบตเตอรี่แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง โดยใช้ออปแอมป์ LM741 ถ้าหากแรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่าแรงดันอ้างอิง ออปแอมป์จะให้แรงดันระดับสูง ทำให้มีกระแสไหลผ่านความต้านทาน 10 kΩ ผ่านตัวเชื่อมโยงทางแสงและมีแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R ในวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งเรียกว่าสัญญาณ STOP อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน

ผลการทดสอบ

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงแรงดันคร่อมวงจรประจุแบตเตอรี่ จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านวงจรเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากในช่วงที่แรงดันคร่อมวงจรต่ำกว่า

5 โวลต์ แต่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสเล็กน้อยและกระแสจะมีค่าประมาณเท่ากับ 5 % ของขนาด A-hr ของแบตเตอรี่ (1.6 แอมป์) เมื่อแรงดันมีค่าอยู่ระหว่าง 5 - 20 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 53



รูปที่ 53 กราฟแสดงคุณลักษณะของวงจรประจุแบตเตอรี่

จะเห็นได้ว่าวงจรประจุแบตเตอรี่สามารถจำกัดค่าของกระแสได้ตามที่ต้องการ