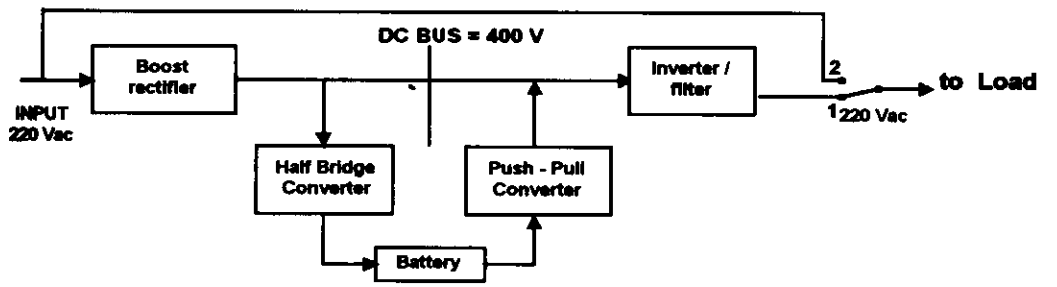
บทที่ 2
แหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่อง
Uninterruptible Power Supply (UPS)

2.1 หลักการทำงานของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ใช้ในโครงงานนี้จะเป็นแบบดับเบิลคอนเวอร์ชันชนิดสับวงจรไปข้างหลัง (Reverse Transfer Switch UPS System) ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรม และมีลักษณะการทำงานดังภาพประกอบ 2.1



ภาพประกอบ 2.1 โครงสร้างของแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่อง

ในสภาวะปกติ สแตติกสวิตช์ (Static Switch) จะสับมาที่ตำแหน่ง 1 แรงดันทางด้านเข้าซึ่งเป็นไฟกระแสสลับ 220 V 50 Hz ผ่านเข้ามาทางส่วนของวงจรเรียงกระแส และวงจรกรอง (Rectifier and Filter) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่เข้ามาทางด้านเข้าให้เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 400 โวลต์ กระแสที่ไหลจะแยกไปสองส่วน คือ ส่วนแรกไปต่อเข้ากับอินเวอร์เตอร์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงที่มาจากส่วนของวงจรเรียงกระแสให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ส่วนกระแสอีกส่วนหนึ่งไหลเข้าวงจรลดทอนระดับแรงดัน (Buck Regulator) เพื่อเป็นการลดทอนระดับแรงดันที่ได้จากส่วนของวงจรเรียงกระแสให้มีค่าลดลงก่อนที่จะเข้าสู่วงจรประจุแบตเตอรี่ (Charger) แล้วจึงทำการประจุแบตเตอรี่เพื่อไว้ใช้ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าเกิดขัดข้องหรือเกิดไฟเกินหรือไฟตก โดยแบตเตอรี่ที่ใช้นั้นมีค่าระดับแรงดันที่ไม่สูง อาจมีค่า 12 หรือ 24 หรือ 48 โวลต์ ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ในโครงงานนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์

ในสภาวะที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือเกิดกระแสไฟฟ้าตก สวิตช์ S จะต่อเข้ากับอินเวอร์เตอร์ โดยผ่านทาง DC BUS ในช่วงนี้แบตเตอรี่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้โหลดแทน โดยผ่านทางวงจรทบระดับแรงดัน ทำการเพิ่มระดับแรงดันให้มีค่าสูงมากขึ้นก่อนที่จะ

เข้าสู่อินเวอร์เตอร์ เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้เป็นไฟกระแสสลับ 220 V 50 Hz และผ่านวงจรกรอง เพื่อทำการกำจัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกไปให้เหลือแต่ความถี่ 50 Hz จ่ายให้โหลดได้อย่างต่อเนื่อง

ส่วนในกรณีที่เกิดโหลดเกิน (กำลังไฟฟ้าด้านออกมีค่าเกิน 500 โวลต์แอมแปร์) หรือเกิดความผิดปกติที่วงจรอินเวอร์เตอร์สแตติกสวิตช์(Inverter Static Switch) ก็จะทำการสวิตช์ไปยังตำแหน่ง 2 เพื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายกลับทาง (Reverse Power Supply) แทน

2.2 ส่วนประกอบต่างๆของ แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

2.2.1 วงจรเรียงกระแสชนิดทบระดับแรงดัน

วงจรเรียงกระแสโดยทั่วไปจะทำหน้าแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง สำหรับวงจรเรียงกระแสที่เลือกใช้ในโครงงานนี้จะเป็นวงจรเรียงกระแสชนิดทบระดับแรงดันซึ่งเป็นวงจรเรียงกระแสที่สามารถทบระดับแรงดันกระแสตรงทางด้านออกให้มีค่า 400 โวลต์ เพื่อใช้ในการป้อนให้กับวงจรประจุแบตเตอรี่ และวงจรอินเวอร์เตอร์ นอกจากนี้วงจรเรียงกระแสแบบทบระดับแรงดัน ยังทำให้ค่าตัวประกอบกำลังด้านเข้า (Input Power Factor) มีค่าใกล้เคียง 1 อีกด้วย ทำให้สามารถลดค่ากำลังสูญเสียทางด้านเข้าลงได้ซึ่งเป็นข้อดีของวงจรนี้

2.2.2 วงจรประจุแบตเตอรี่ (Charger Circuit)

ในส่วนของวงจรเรียงกระแสแบบทบแรงดันชนิดค่าคงที่ ซึ่งแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ มาเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 400 โวลต์ แต่แบตเตอรี่ที่ใช้งานในโครงงานนี้มีระดับแรงดันประมาณ 24 โวลต์ ดังนั้นจะต้องทำการแปลงผันแรงดันกระแสตรงที่ได้จากด้านออกของวงจรเรียงกระแสแบบทบแรงดันชนิดค่าคงที่ที่ระดับแรงดัน 400 โวลต์ มาเป็นระดับแรงดัน 27 โวลต์ (ช่วงอัดประจุลอยตัว)แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ จะมีระดับแรงดันถึง 27 โวลต์) มาทำการประจุแบตเตอรี่ ในสภาวะปกติแรงดันทางด้านออกของวงจรประจุแบตเตอรี่จะมีค่าระดับแรงดันคงที่เท่ากับแรงดันอัดประจุลอยตัว (Float Charge Voltage) ของแบตเตอรี่ ซึ่งมีค่าประมาณ 27 โวลต์ แต่หลังจากที่แบตเตอรี่มีการคายประจุออกไปแล้วนั้นแรงดันของแบตเตอรี่จะมีค่าลดต่ำลง ซึ่งถ้าทำการประจุแบตเตอรี่ที่ระดับแรงดัน 27 โวลต์ กระแสที่ไปประจุแบตเตอรี่จะมีค่าสูง อาจทำให้แบตเตอรี่เสียหายได้ ดังนั้นในส่วนของวงจรประจุแบตเตอรี่จะต้องมีการจำกัดกระแส (Current Limit) เพื่อป้องกันกระแสเกินพิกัดของวงจร ที่จะไปทำการประจุแบตเตอรี่ด้วย โดยในโครงงานนี้เลือกใช้วงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half Bridge Converter Circuit)

2.2.3 วงจรทบระดับแรงดัน (Boost Regulator)

วงจรทบระดับแรงดันที่นำมาใช้กับ UPS ในโครงงานนี้จะทำหน้าที่ทบค่าระดับแรงดันกระแสตรงจากแบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 400 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ ทำให้ไม่สามารถใช้วงจรทบระดับธรรมดา เนื่องจากการทบแรงดันระหว่าง 24 โวลต์ กับ 400 โวลต์ ไม่สามารถทำได้โดยอาศัยค่าวัฏจักรงาน (Duty Cycle) เพียงอย่างเดียว จำเป็นที่จะต้องอาศัยหม้อแปลงเข้ามาช่วย นอกจากนี้การใช้หม้อแปลงจะทำให้เกิดการแยกโดด (Isolation) จึงสามารถนำแบตเตอรี่มาเป็นไฟเลี้ยงวงจรควบคุมต่างๆได้อีกด้วย โดยในโครงงานนี้ได้ทำการเลือกใช้วงจรพุช - พูล คอนเวอร์เตอร์ (Push Pull Converter) เป็นวงจรทบระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 400 โวลต์

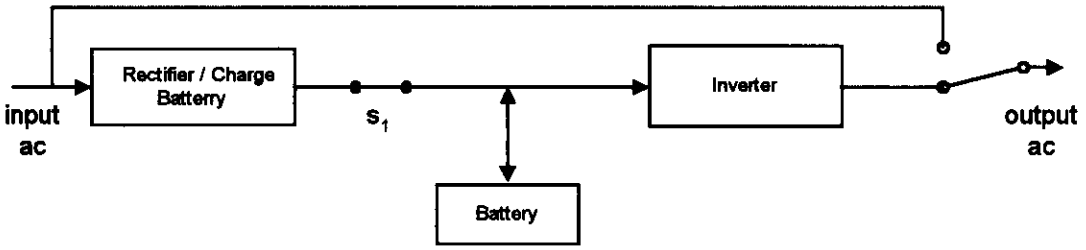
2.2.4 วงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

วงจรอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับโหลด ซึ่งในโครงงานนี้จะเป็นการแปลงแรงดันกระแสตรงขนาด 400 โวลต์ ไปเป็นแรงดันกระแสสลับ ขนาด 220 โวลต์ ในสภาวะปกติวงจรอินเวอร์เตอร์จะรับกำลังไฟฟ้ากระแสตรงมาจากวงจรเรียงกระแสแบบทบแรงดันชนิดค่าคงที่ ส่วนในกรณีที่วงจรเรียงกระแสแบบทบแรงดันชนิดค่าคงที่ไม่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์ได้ อันเนื่องมาจากไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง วงจรอินเวอร์เตอร์จะรับไฟฟ้ากระแสตรงมาจากแบตเตอรี่ผ่านทางวงจรทบระดับแรงดัน และจ่ายให้โหลด สังเกตได้ว่าอินเวอร์เตอร์จะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบวงจรควบคุมอินเวอร์เตอร์จึงต้องเลือกใช้วงจรควบคุมที่มีประสิทธิภาพดีพอ และสามารถยืดอายุการใช้งานของวงจรอินเวอร์เตอร์ได้อีกด้วย

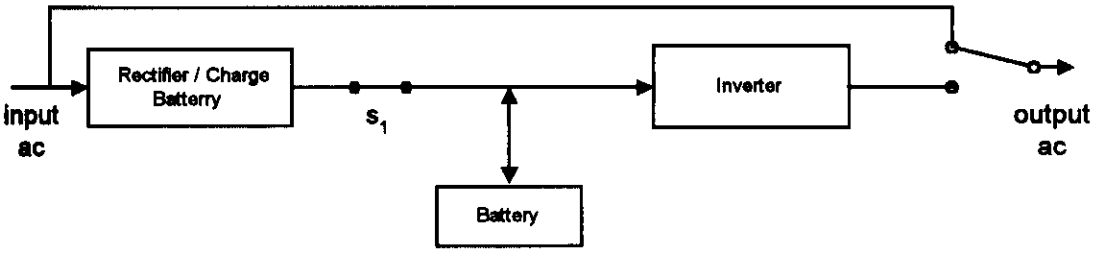
2.2.5 สแตติกสวิตช์ (Static Switch)

เป็นสวิตช์อัตโนมัติที่ทำหน้าที่สับเปลี่ยนทางเดินของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายกับโหลดโดยปกติแล้วสแตติกสวิตช์จะอยู่ตำแหน่งที่ต่อเข้ากับอินเวอร์เตอร์ดังภาพประกอบ 2.2 ก เมื่อมีเหตุการณ์ที่โหลดเกิดสิ่งผิดปกติที่แหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่อง สแตติกสวิตช์ก็จะย้ายตำแหน่งไปยังแหล่งจ่ายไฟทางกลับ (Reverse Main Power Supply) ในทันทีดังภาพประกอบ 2.2 ข ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ระบบ UPS เสียหายได้และเมื่อเหตุการณ์ดังกล่าวหายไปเป็นปกติภายในชั่วระยะเวลาหนึ่ง สแตติกสวิตช์จะย้ายโหลดมาต่อกับอินเวอร์เตอร์ตามเดิม และในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าขาดหายไปสแตติกสวิตช์ S_1 จะเปิดวงจร ช่วงนี้แบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานให้กับโหลด ซึ่งช่วงเวลาใน

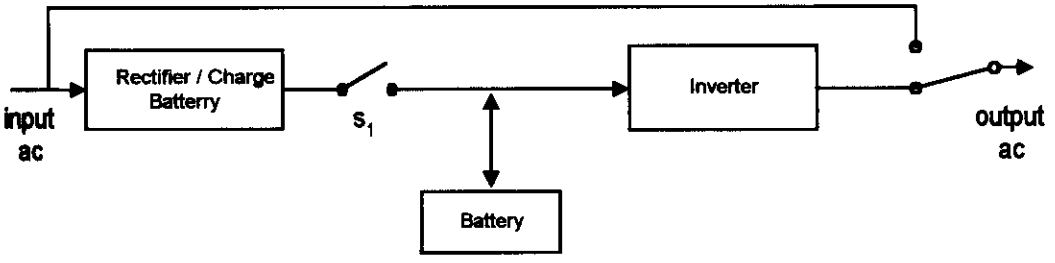
การย้ายตำแหน่งของสแตติกสวิตช์ที่ดีควรจะมีค่าน้อยพอที่จะไม่ทำให้โหลดขาดการได้รับกำลังไฟฟ้าไป



ก. ในสภาวะปกติ



ข. เมื่อเกิดโหลดเกินหรือแหล่งจ่ายไฟแบบต่อเนื่องมีปัญหา



ค.แรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าขาดหายไป

ภาพประกอบ 2.2 แสดงตำแหน่งของสแตติกสวิตช์ในสภาวะต่างๆ