

แนวทางการสร้างเครื่องสร้างภาระ: (Load Bank) ขนาด 1,200 กิโลวัตต์



กองโรงงานไฟฟ้า อุทกหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอุทกหารเรือ
ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ สมุทรปราการ 10290
โทร. 0 2475 6722 โทรสาร 0 2475 6712

บทคัดย่อ

งานซ่อมทำเกือบทุกประเภท เมื่อซ่อมทำเสร็จแล้วจะต้องมีการทดสอบว่า สิ่งที่ซ่อมทำจะสามารถใช้งานหรือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เช่นงานซ่อมทำเครื่องยนต์หลังจากซ่อมทำแล้วเสร็จจะต้องลองสตาร์ทเครื่องยนต์ดูว่าติดและทำงานได้ดีหรือไม่อย่างไรหรือถ้าเป็นงานซ่อมทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เมื่อซ่อมทำแล้วเสร็จจะต้องทดสอบการทำงานของเครื่องว่าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าออกมาได้หรือไม่ แต่การทดสอบนี้จำเป็นต้องมีภาระ (Load) ซึ่งก็คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้ามกพอที่จะรองรับการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ เช่น ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องการภาระที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้า 600 กิโลวัตต์ หรือ 600,000 วัตต์ เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพ ถ้าเลือกใช้เตาชนิดขนาด 1,000 วัตต์ จะต้องใช้เตาชนิดถึง 600 ตัว จึงมีการคิดค้นภาระเทียมขึ้นมาแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “เครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า” โดยทำจากขดลวดความร้อน (Heater) ประกอบอยู่ภายในตู้ ซึ่งสามารถทำให้มีขนาดกำลังไฟฟ้ามกน้อยได้ตามความต้องการ และมีส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น มาตรวัดกำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ค่าความถี่ ระบบป้องกันแรงดันไฟเกิน ระบบป้องกันการใช้ไฟผิดพลาด อุปกรณ์แสดงการใช้เฟสที่ถูกต้อง และมีอีกส่วนหนึ่งที่แยกออกจากตู้เครื่องสร้างภาระคือชุดอุปกรณ์ควบคุมการเพิ่มหรือลดจำนวนของภาระที่จ่ายให้แก่เครื่องไฟฟ้านำมาทดสอบ ซึ่งอาจจะเป็นแบบปุ่มกด (Manual) หรือแบบ Remote Control ก็ได้

บทนำ

กองโรงงานไฟฟ้า อุทกหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอุทกหารเรือ (กฟฟ.อจปร.อร.) มีหน้าที่ในการซ่อมทำอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องกลไฟฟ้าต่าง ๆ ของเรือที่เข้ารับการซ่อมทำในอุทกหารเรือพระจุลจอมเกล้า เครื่องกลไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบหลัก ๆ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) และระบบควบคุมมอเตอร์ เมื่อก้าวถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสูงสุดอย่างหนึ่งของระบบไฟฟ้าในเรือ ถ้าไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็คงไม่มีไฟฟ้าใช้ในเรือ หากจะเลือกใช้อุปกรณ์อย่างอื่นมาทดแทน เช่น แบตเตอรี่ (Battery) ก็คงไม่เพียงพอต่อการจ่ายไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเรือทั้งหมด การซ่อมทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ หลังจากการซ่อมทำเสร็จแล้ว จะต้องทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่าจะสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าออกมาได้ตรงตามข้อมูลของเครื่อง หรือตรงกับความต้องการในการใช้งานจริงหรือไม่ การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำเป็นจะต้องมีการให้แก่วัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า “ภาระ” ที่กล่าวถึงนี้คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดมากพอที่จะรองรับการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตออกมาได้ จึงจำเป็นต้องคิดค้นภาระ (Load) เทียม ขึ้นมาแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริง ซึ่งขอเรียกเครื่องนี้ว่า “เครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า”

เครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำหน้าที่อะไร ?

เครื่องสร้างภาระ (Load Bank) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สร้างภาระ (Load) ทางไฟฟ้าแทนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้งานจริงทั้งหมดสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ก่อนที่จะนำกลับไปใช้งานตามปกติอีกครั้งหนึ่ง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องสร้างภาระให้แก่วัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทางคณะผู้เขียนขอยกตัวอย่างส่วนประกอบและโครงสร้างของเครื่องสร้างภาระ ขนาด 600 กิโลวัตต์ ที่ กฟฟ.อจปร.อร. ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในบทความนี้ ขอเรียกชื่อเครื่องสร้างภาระให้แก่วัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพียงสั้น ๆ ว่า “เครื่องสร้างภาระ” เพียงอย่างเดียว เพื่อจะได้เข้าใจง่ายและไม่ทำให้เกิดความสับสน

โครงสร้างของเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ตัวเครื่องของเครื่องสร้างภาระ (Load Module)
2. โครงสร้างของเรือชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter)

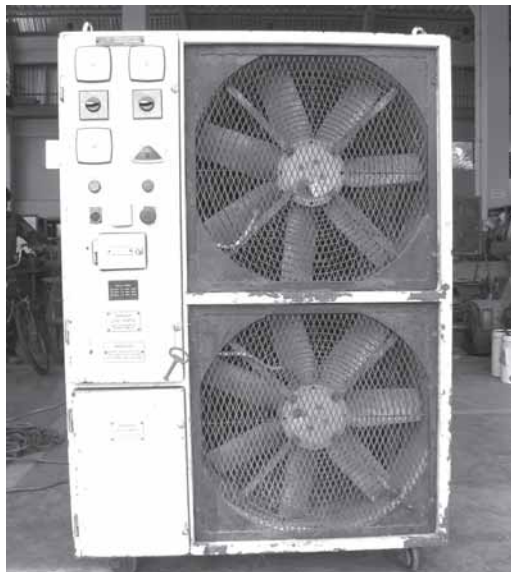
1. ตัวเครื่องของเครื่องสร้างภาระ (Load Module) มีโครงสร้างแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 โครงสร้างภายนอกของตัวเครื่อง

มีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยม ทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนชุบสังกะสี หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ด้านหน้าของตัวเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นช่องของพัดลมระบายอากาศด้านลมเข้า (Air Intake) มีจำนวน 2 ช่อง สำหรับระบายความร้อนของขดลวดความร้อน (Heater) ที่ประกอบอยู่ภายในตัวเครื่อง ซึ่งอากาศร้อนจะทะลุผ่านออกไปจนถึงด้านหลังหรือด้านลมออก (Air Exhaust) โดยมีตะแกรงครอบช่องพัดลมเอาไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของตัวเครื่อง

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของแผงควบคุม (Control Panel) ประกอบไปด้วย ชุดอุปกรณ์มาตรวัด (Metering Instrument) และปุ่มควบคุมต่าง ๆ ได้แก่ แอมป์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ กิโลวัตต์มิเตอร์ ค่าความถี่ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน (Indication Lamp) ปุ่มเปิด/ปิดเครื่อง จุดเสียบสายสัญญาณควบคุมของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) และด้านล่างเป็นช่องจุดต่อสายไฟเมน (Main Supply) ระหว่างเครื่องสร้างภาระกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนด้านล่างของตัวเครื่องมีล้อเลื่อน 4 ล้อ สำหรับลากจูงในเวลาเคลื่อนย้าย ด้านบนตัวเครื่องมีห้วง (Lifting Eyes) สำหรับใช้เครนยกในเวลาเคลื่อนย้าย ด้านหลังของตัวเครื่องประกอบด้วยช่องของพัดลมระบายอากาศของชุดลดความร้อนด้านลมออก (Air Exhaust) และจุดต่อสายไฟเพื่อรับไฟ 380 VAC 50 Hz 3 PH ไปจ่ายให้อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวเครื่อง ส่วนด้านข้างของตัวเครื่อง ทั้งสองด้านมีฝาปิด (Access Covers) ครอบปิดอุปกรณ์ที่มีอยู่ในตัวเครื่องโดยยึดด้วยสกรู (Screw) แบบมีเขี้ยวล็อกด้านใน



ตัวเครื่อง (Load Module) ของเครื่องสร้างภาระ

1.2 โครงสร้างภายในของตัวเครื่อง ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ทั้งหมด 3 ส่วน คือ

1.2.1 ชุดลดความร้อน (Heater)

1.2.2 อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน (Control and Protection Device)

1.2.3 พัดลมระบายอากาศ (Air Flow Fans)

ชุดลดความร้อน (Heater) เป็นอุปกรณ์หลักและถือเป็นหัวใจสำคัญของเครื่องสร้างภาระ เพราะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างภาระ (Load) หรือทำให้เกิดภาระขึ้น กล่าวคือ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้า ไปเข้าที่เครื่องสร้างภาระ อุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ภายในตัวเครื่องจะต่อกำลังไฟฟ้าเข้ากับชุดชุดลดความร้อนของแต่ละชุดตามลำดับ (Step) การสั่งงานจากชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) ที่ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระจะเป็นผู้กำหนด ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดภาระในการทำงานขึ้น ซึ่งชุดลดความร้อนที่ประกอบอยู่ภายในเครื่องสร้างภาระ จะมีลักษณะภายนอกเป็นแบบมีครีบริบายความร้อน (Finned Heater) ที่ตัดเป็นรูปโค้งลักษณะเหมือนรูปตัวยู U และมีแผ่นครีบริบายความร้อนติดกับท่อชุดลดความร้อนไปตลอดจากปลายด้านหนึ่งไปจนถึงปลายอีกด้านหนึ่ง โดยวัสดุที่นำมาทำชุดลดความร้อนภายในทำมาจากโลหะชนิด Khantal (นิกเกิลผสมโครเมียมในอัตราส่วน 80:20) ซึ่งทนอุณหภูมิได้สูงถึง 1,250°C ส่วนท่อสำหรับท่อหุ้ม ชุดลดความร้อนและครีบริบายความร้อนทำมาจากสแตนเลส (Stainless Steel) เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ดี ไม่เป็นสนิมและทนต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่า

โลหะชนิดอื่น ท่อสเตนเลสที่นำมาผลิตชุดลดความร้อนที่ใช้กับเครื่องสร้างภาระ จะมีความหนาเป็นพิเศษ จึงทำให้ทนต่ออุณหภูมิได้สูง



ชุดลดความร้อนภายในเครื่องสร้างภาระ

อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน (Control and Protection Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ให้เป็นไปตามเงื่อนไขหรือรูปแบบการทำงานของวงจรควบคุม รวมทั้งช่วยป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ชุดลดความร้อน และพัดลมระบายอากาศ

อุปกรณ์ควบคุม ได้แก่ Magnetic Contactor รีเลย์ควบคุม รีเลย์ตั้งเวลา อุปกรณ์ควบคุมการกลับเฟส สวิตช์ควบคุมด้วยแรงลม สวิตช์ควบคุมด้วยอุณหภูมิ หม้อแปลงแรงดัน และหม้อแปลงกระแส รวมถึงชุดแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics PCB)

อุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) และ ฟิวส์ป้องกัน (Fuse) ของชุดลดความร้อนและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่อยู่ภายในตัวเครื่อง ซึ่งมีด้วยกันหลายขนาด

พัดลมระบายอากาศ (Air Flow Fans) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ระบายความร้อนของชุดลดความร้อนในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน (Running) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 640 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

2. ชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter) แบ่งโครงสร้างออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

2.1 โครงสร้างภายนอกของชุดอุปกรณ์ควบคุม

มีลักษณะเป็นกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างภายนอกทำมาจากพลาสติกทั้งหมด และมีมือจับ (Handle) ส่วนด้านหน้ามีปุ่มควบคุมการเพิ่มและลดจำนวนกิโวลต์ต์ ประกอบด้วยตัวเลข 3 หลัก คือ หลักหน่วย หลักสิบ และหลักร้อย ซึ่งอยู่ติดกันโดยแต่ละหลักมีตัวเลขตั้งแต่เลข 0 - 9 ด้านข้างกล่องมีปุ่มควบคุมอีก 2 ปุ่ม คือ ปุ่ม “ENTER” สำหรับใช้ยืนยันการเพิ่มและลดจำนวนกิโวลต์ต์ และปุ่ม “CLEAR” เป็นปุ่มที่ใช้สำหรับยกเลิกคำสั่งทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มหรือลดจำนวนกิโวลต์ต์

2.2 โครงสร้างภายในของชุดอุปกรณ์ควบคุม ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบอยู่ในแผ่นวงจร (Electronics PCB) ทำหน้าที่จัดลำดับการทำงานตามเงื่อนไขที่ผู้ควบคุมกำหนดแล้วประมวลผลและส่งคำสั่งจากผู้ควบคุมไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มและลดจำนวนของกิโวลต์ต์

หรือยกเลิกคำสั่ง (Clear) ซึ่งคำสั่งจากผู้ควบคุมจะถูกแปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบอยู่ในแผงวงจรของชุดอุปกรณ์ควบคุม แล้วส่งคำสั่งเหล่านั้นไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณภาครับ (Receiver) ที่ประกอบอยู่ภายในตัวเครื่อง (Load Module) เมื่ออุปกรณ์ภาครับได้รับสัญญาณก็จะประมวลผลคำสั่งแล้วส่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมของขดลวดความร้อนแต่ละชุดให้ทำงาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนของภาระ หรือกำลังไฟฟ้า (kW)



ชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter)

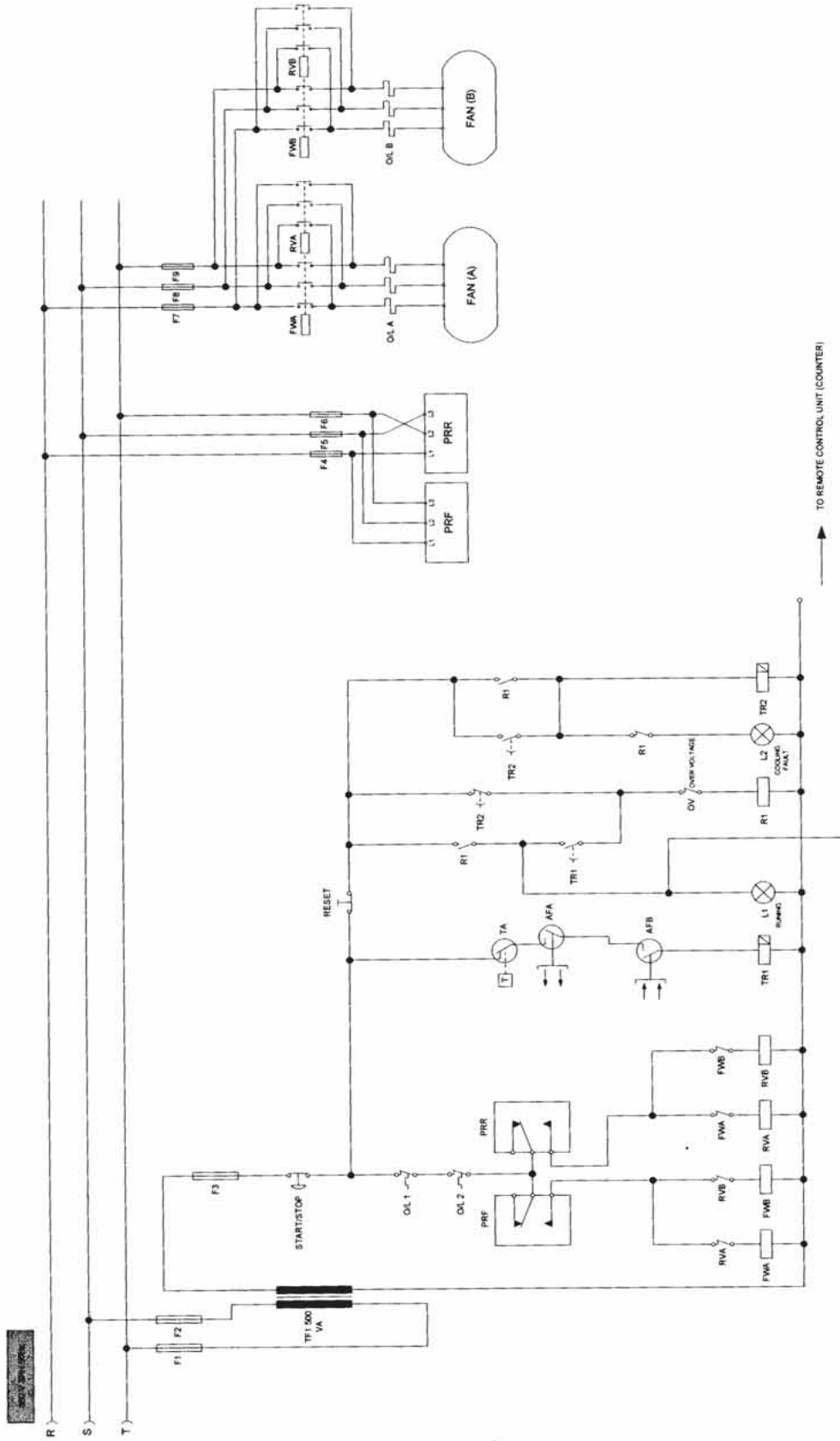
หลักการการทำงานของเครื่องสร้างภาระ

เริ่มต้นการทำงานของเครื่องด้วยการดึงปุ่มสวิทช์เปิด/ปิดเครื่อง (Start/Stop) ที่ แผงควบคุม (Control Panel) ด้านหน้าตัวเครื่อง ทำให้มีกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย Auxiliary Supply 380 VAC 50 Hz ไหลผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 500 VA 380/220 VAC 1 PH เพื่อลดขนาดของแรงดันไฟฟ้าให้เหลือ 220 โวลต์ สำหรับป้อนไฟเลี้ยงให้แก่วงจรควบคุม ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าคอนแทกปกติ

ปิดของ Overload Relays (O/L 1 & O/L 2) และขดลวดแม่เหล็ก (Coil) ของรีเลย์ควบคุมการกลับเฟส (PRF&PRR) รีเลย์ควบคุมการกลับเฟสจะทำงานต่อวงจรให้แก่แมกเนติกคอนแทกเตอร์ ชุด Forward (FWA&FWB) หรือชุด Reverse (RVA & RVB) ต่อวงจรให้แก่พัดลมระบายอากาศของขดลวดความร้อนทำงาน จึงทำให้มีลมไหลผ่านจากช่องระบายอากาศของขดลวดความร้อน ถูกถ่ายเทจากด้านหน้าเครื่องทะลุผ่านออกไปทางด้านหลังของตัวเครื่อง ในขณะที่เครื่องสร้างภาระอยู่ในสภาวะพร้อมใช้งาน

- Magnetic Contactor ชุด A (Forward) จะทำงานเมื่อ Phase Rotation Relays ตัวที่ 1 ทำงาน กล่าวคือเมื่อแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Auxiliary Supply 380 VAC 50 Hz 3 PH) ทุกเฟส (L1, L2, L3) ตรงกันกับเฟสของพัดลมระบายอากาศ (Air Flow Fans) ทำให้พัดลมระบายอากาศหมุนในทิศทางปกติ

- Magnetic Contactor ชุด B (Reverse) จะทำงานเมื่อ Phase Rotation Relays ตัวที่ 2 ทำงาน คือได้รับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Auxiliary Supply 380 VAC 50 Hz 3 PH) สลับกันกับเฟสของพัดลมระบายอากาศ ซึ่งรีเลย์ควบคุมการกลับเฟสตัวที่ 2 นี้ จะถูกต่อแบบไขว้สายและกลับขั้ว (Pole) ของพัดลมระบายอากาศไว้คู่หนึ่ง ทำให้พัดลมระบายอากาศยังคงหมุนในทิศทางตามปกติ (หมุนถูกทาง) จึงทำการ ต่อสายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (Auxiliary Supply) ของเครื่องสร้างภาระสามารถต่อสลับเฟสกับขั้วของพัดลมระบายอากาศได้ โดยไม่มีผลกับทิศทางการหมุนของพัดลม



วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องสร้างกระแส ขนาด 600 กิโลวัตต์

เมื่อพัดลมระบายอากาศหมุนได้ ความเร็วรอบสูงสุด (Full Speed) สวิตช์ควบคุมด้วยแรงลม (AFA&AFB) จะถูกแรงลมจากพัดลมระบายอากาศผลักใบพายอากาศที่ยื่นออกมารับลม ทำให้น้ำคอนแทกของสวิตช์ควบคุมด้วยแรงลมต่อวงจร และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังหน้าคอนแทกแบบปกติปิด (N/C) ของสวิตช์ควบคุมด้วยอุณหภูมิ (TA) ซึ่งจะต่ออันดับกับหน้าคอนแทกของสวิตช์ควบคุมด้วยแรงลม ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปที่ขดลวดแม่เหล็ก (Coil) ของ Timer Relays ตัวที่ 1 (TR1) และทำงานตั้งเวลาให้หน้าคอนแทกของตัวมันเอง รอเวลาที่จะเปลี่ยนตำแหน่งจากปกติเปิด (N/O) เป็นปกติปิด (N/C) (ประมาณ 5 วินาที) และในเวลาเดียวกันก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลไปอีกด้านหนึ่งของวงจร โดยผ่านหน้าคอนแทกของปุ่มสวิตช์ Reset ผ่านหน้าคอนแทกของ Timer Relays ตัวที่ 2 (TR2) แบบปกติปิด (N/C) ไหลผ่านหน้าคอนแทกแบบปกติปิดของอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Over Voltage) เข้าไปที่ขดลวดแม่เหล็กของรีเลย์ (R1) รีเลย์ (R1) ก็จะทำงานและต่อหน้าคอนแทกแบบปกติเปิด (N/O-1) ของตัวมันเอง ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปอีกเส้นหนึ่งของวงจร ซึ่งต่อกับแผงวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics PCB) ของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) ในเวลาเดียวกันก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลไปที่หลอดไฟ L1 (Green) ซึ่งเป็นหลอดไฟที่แสดงสถานะการทำงาน (Running) ของเครื่องสร้างภาระที่ติดตั้งอยู่ที่แผงควบคุมด้านหน้าของตัวเครื่อง และในขณะเดียวกันหน้าคอนแทกของรีเลย์ (R1) แบบปกติเปิด (N/O-2) อีกข้างหนึ่ง (ซึ่งปกติถ้าหากรีเลย์ (R1) ไม่ทำงานมันจะต่อให้หลอดไฟ L2 (Red) ซึ่งเป็นหลอดไฟแสดงสถานะเกี่ยวกับข้อ

ผิดพลาดของอุปกรณ์ควบคุมระบบระบายความร้อน (Cooling Fault) ของขดลวดความร้อน) จะต่อวงจรทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปที่ขดลวดแม่เหล็กของไทเมอร์รีเลย์ตัวที่ 2 (TR2) ทำให้ไทเมอร์รีเลย์ตัวที่ 2 (TR2) ทำงานและตั้งเวลาประมาณ 10 วินาที ให้นำหน้าคอนแทกปกติปิด (N/C) (ตั้งเวลาให้เปิด) ของตัวมันเองที่ต่อกับขดลวดแม่เหล็กของรีเลย์ (R1) จากออก (Open) แต่รีเลย์ (R1) ยังทำงานได้เพราะยังมีไฟเลี้ยงวงจรอีกเส้นหนึ่ง ไหลผ่านมาทางหน้าคอนแทกของตัวมันเองที่ต่ออยู่กับหน้าคอนแทกของไทเมอร์รีเลย์ตัวที่ 1 (TR1) ซึ่งในวงจรจะต่อกับขดลวดแม่เหล็กของรีเลย์ (R1) ทำให้รีเลย์ (R1) ยังคงทำงานปกติจากนั้นก็ต่อหน้าคอนแทกปกติเปิด (N/O) ของตัวมันเอง (TR2) เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปที่ขดลวดแม่เหล็ก (Coil) ทำให้ไทเมอร์รีเลย์ (TR2) ทำงาน และล็อกตัวมันเองครบวงจรการทำงาน

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องสร้างภาระ

การใช้งานเครื่องสร้างภาระ เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีวิธีการใช้ตามลำดับต่อไปนี้

1. กดปุ่มสวิตช์ เปิด/ปิดเครื่อง (Start/Stop) ซึ่งเป็นปุ่มสวิตช์แบบ Emergency Stop (กด Stop/ดึง Start) ที่แผงควบคุมด้านหน้าของ เครื่องสร้างภาระเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องอยู่ในสถานะไม่ทำงาน (Stop)
2. ต่อสายไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย 380 VAC 50 Hz 3 PH เข้ากับจุดต่อไฟเลี้ยง (Auxiliary Supply) ของเครื่องสร้างภาระ
3. ต่อสายไฟฟ้าเมน (Main Line 3 PH 3 Wire) จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับจุดต่อสายไฟเมน (Main Supply) ของเครื่องสร้างภาระ

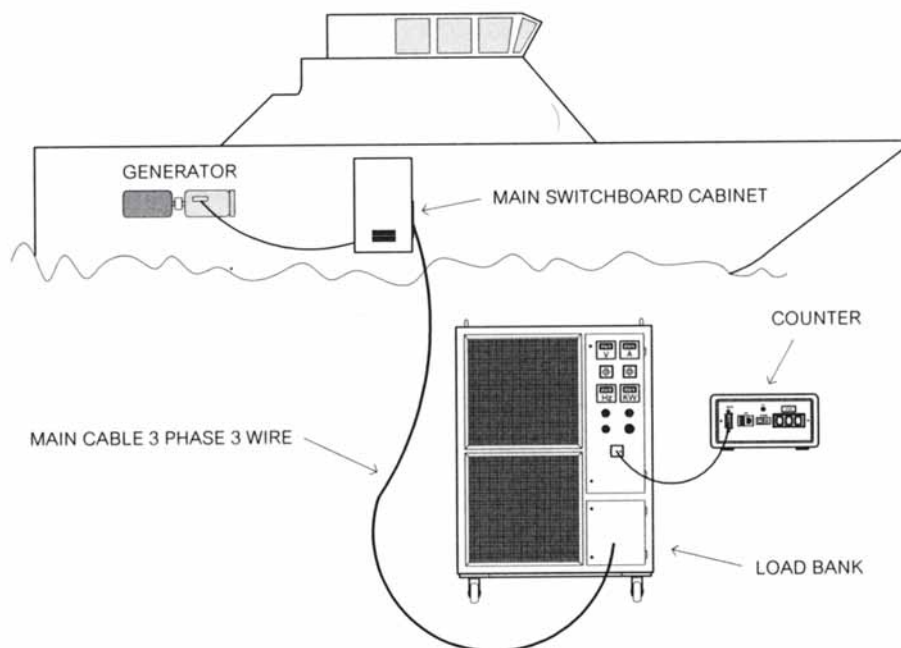
4. เสียบปลั๊กสายสัญญาณของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) เข้ากับเครื่องสร้างภาระ แล้วตั้งค่าของตัวเลขทุกหลักให้ไปอยู่ที่ตำแหน่งเลขศูนย์ (0, 0, 0)

จากนั้นให้ตรวจสอบความเรียบร้อยต่างๆ เช่น ที่จุดต่อสายเมน (Main Supply) ระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับเครื่องสร้างภาระจะต้องขันสลักให้แน่น เพราะถ้าไม่แน่นอาจจะเกิดความร้อน และเกิดการลัดวงจร ระหว่างสายได้

การควบคุมเครื่องสร้างภาระ

เมื่อปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนข้างต้นแล้ว จึงเริ่มทำการเดินเครื่องได้ ด้วยการดึงปุ่มสวิทช์ เปิด/ปิดเครื่อง ที่แผงควบคุมด้านหน้าตัวเครื่องเพื่อสตาร์ทเครื่องสร้างภาระให้ทำงาน จะสังเกตได้ว่าพัดลมระบายอากาศของชุดลดความร้อน (Airflow Fans) จะหมุนและทิศทางของลมจะถูกระบายออก

ไปทางช่องระบายอากาศของชุดลดความร้อนด้านลมออก (Air Exhaust) ที่ด้านหลังตัวเครื่อง ในขณะเดียวกันไฟแสดงสถานะการทำงาน (Running) ที่แผงควบคุมด้านหน้าของตัวเครื่องก็จะสว่างขึ้น (หลอดไฟสีเขียวติด) แสดงว่าในขณะนั้นเครื่องพร้อมที่จะทำงานได้ และในขณะเดียวกันเจ้าหน้าที่จะติดเครื่องยนต์ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ทำงาน และผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาจ่ายให้แก่เครื่องสร้างภาระทำการทดสอบเป็นลำดับต่อไป ก่อนที่จะจ่ายภาระให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ผู้ควบคุมสังเกตดูระดับแรงดันไฟฟ้าจากโวลต์มิเตอร์ที่แผงควบคุมด้านหน้าเครื่อง ถ้าระดับแรงดันไฟฟ้ายังไม่มีเปลี่ยนแปลง (เข็มมิเตอร์ไม่ขึ้น) ให้ลองหมุน Selector Switch ที่อยู่ด้านล่างโวลต์มิเตอร์ เพื่อหาดำแหน่งของเฟสที่ตรงกับโวลต์มิเตอร์ หรืออาจจะใช้มิเตอร์วัดดูแรงดันไฟฟ้าที่ออกมา



การต่อเครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ในการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จุดต่อสายไฟเมน (Main Supply) ว่าในขณะที่นั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาเท่าไร ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีแรงดันไฟฟ้า 440 โวลต์ 60 เฮิร์ตซ์ 3 เฟส ค่าที่วัดได้ จากมิเตอร์จะต้องเท่ากัน และมีไฟฟ้าที่จ่ายออกมานครบทั้ง 3 เฟส

ขั้นตอนในการจ่ายภาระ

ขั้นตอนในการจ่ายภาระ (Load) จากเครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระรอคำสั่งจากเจ้าหน้าที่ที่ทำการทดสอบจากห้องเครื่องไฟฟ้าภายในเรือ โดยอาจจะติดต่อกันทางวิทยุสื่อสาร

2. เมื่อทุกอย่างพร้อมเจ้าหน้าที่ทดสอบก็จะสั่งให้ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระทำการจ่ายภาระให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการกดตัวเลขที่ชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) เพื่อเพิ่มจำนวนของกิโลวัตต์ ตามจำนวนที่เจ้าหน้าที่ทดสอบต้องการ เช่น 50 กิโลวัตต์ ผู้ควบคุมจะต้องกดตัวเลขของชุดอุปกรณ์ควบคุมในหลักหน่วยให้ตัวเลขเปลี่ยนจากเลข 0 เป็นเลข 1 แล้วกดปุ่ม “ENTER” เพื่อเป็นการยืนยันคำสั่ง จากนั้นก็กดปุ่มตัวเลขในหลักหน่วยอีกครั้งเพื่อให้ตัวเลขเปลี่ยนตำแหน่งจากเลข 1 เป็นเลข 2 แล้วกดปุ่ม “ENTER” อีกทีหนึ่ง และทำตามขั้นตอนแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 50 กิโลวัตต์ ที่ตำแหน่งเลข 5 ของหลักสิบ และ ตำแหน่งเลข 0 ในหลักหน่วย

การเพิ่มจำนวนของกิโลวัตต์ อาจจะเพิ่มครั้งละมากกว่า 1 กิโลวัตต์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือ

ความต้องการของเจ้าหน้าที่ที่ทดสอบ ว่าต้องการให้ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระเพิ่มจำนวนกิโลวัตต์ครั้งละเท่าไร แต่ก็ไม่ควรเพิ่มจำนวนกิโลวัตต์ที่ละมาก ๆ ในคราวเดียว เช่น 10 กิโลวัตต์ 20 กิโลวัตต์ หรือมากกว่านั้น เพราะอาจจะทำให้เกิดการกระชากของกระแสไฟฟ้า ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังทดสอบเกิดความเสียหายได้ ในการลดจำนวนภาระให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีวิธีการที่เหมือนกับการเพิ่มภาระ ต่างกันเพียงจากที่กดตัวเลขให้เพิ่ม มาเป็นกดเลขตัวเลขให้ลดลง

3. ถ้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในระหว่างการทดสอบ เช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้า (V) และความถี่ (Hz) เจ้าหน้าที่ที่ทดสอบจะแจ้งให้ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระลดภาระ (Load) ลงก่อนหรือยกเลิกคำสั่ง (Clear Load) เพื่อปรับแต่งชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กลับมาทำงานได้ตามปกติ จากนั้นจึงจะทดสอบในขั้นตอนต่อไป

4. เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายในการลดภาระ (Load) ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทดสอบ ให้ผู้ควบคุมชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) กดที่ปุ่ม “CLEAR” เพื่อยกเลิกคำสั่งทั้งหมดที่ได้ทดสอบผ่านมา และตั้งค่าตัวเลขทุกหลักให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ (0, 0, 0)

5. เมื่อสิ้นสุดทุกขั้นตอนการทดสอบแล้ว ผู้ควบคุมเครื่องสร้างภาระควรปล่อยให้เครื่องสร้างภาระเดินเครื่องต่อไปก่อนอย่างน้อยประมาณ 5 นาที ก่อนที่จะหยุดเครื่อง เพื่อให้พัดลมระบายอากาศระบายความร้อนของขดลวดให้เย็นลงและในระหว่างที่รอ ให้ผู้ควบคุมตรวจดูความเรียบร้อยต่าง ๆ ของเครื่องโดยเฉพาะชุด

อุปกรณ์ควบคุม ให้สังเกตตัวเลขทั้ง 3 หลัก ของชุดควบคุมจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ (0, 0, 0)

ปัจจุบันกองทัพเรือมีเครื่องสร้างภาระขนาดใหญ่สำหรับใช้ทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง โดยอยู่ที่ อู่ราชनावิมหิตลอคุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (อรม.อร.) จำนวน 1 เครื่อง ขนาด 725 กิโลวัตต์ 950 แอมป์ 440-480 โวลต์ 50/60 เฮิร์ตซ์ ได้รับมาไว้ใช้ราชการ เมื่อ 17 ธ.ค. 50 ราคาจัดหาในขณะนั้น 2,465,235 บาท ส่วนอีก 1 เครื่อง อยู่ที่อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ (อจปร.อร.) ขนาด 600 กิโลวัตต์ 787 แอมป์ 440-480 โวลต์ 50/60 เฮิร์ตซ์ สำหรับเครื่องสร้างภาระของ อจปร.อร. นั้น มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปีได้รับมาไว้ใช้ราชการ เมื่อ 20 ก.ค. 31 ราคาจัดหาในขณะนั้น 542,000 บาท ซึ่งสภาพในปัจจุบันยังสามารถใช้ราชการได้ แต่เกิดการชำรุดบ่อยครั้ง อีกทั้งไม่สามารถทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีกำลังมากกว่า 600 กิโลวัตต์ ได้ และหากในอนาคตมีการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ในเรือในโหมดขนานเครื่อง (Synchronizer Functions) ซึ่งจะต้องจ่ายภาระเต็มพิกัด (Full Load) พร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง เพื่อตรวจสอบระบบป้องกันไฟย้อนกลับ (Reverse protection Device) จะทำให้เครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ ไม่สามารถรองรับได้ยกตัวอย่าง เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ ร.ล.สีซัง ขนาด 451 กิโลวัตต์ เมื่อทดสอบในโหมดขนานเครื่อง เครื่องสร้างภาระต้องมีขนาดมากกว่า 902 กิโลวัตต์ขึ้นไป เป็นต้น

ดังนั้น กฟพ.อจปร.อร. จึงมีแนวคิดในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องสร้าง

ภาระขนาดตั้งแต่ 800 กิโลวัตต์ขึ้นไป เพื่อรองรับการใช้งานในอนาคต และเพื่อให้การกำหนดรูปแบบของการออกแบบเป็นรูปธรรมขึ้น จึงขอใช้ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1,200 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่มีใช้ราชการอยู่ในปัจจุบัน เป็นส่วนของการอธิบายโครงสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ และการใช้งาน ดังนี้

เครื่องสร้างภาระ (Load Bank) ขนาด 1,200 กิโลวัตต์

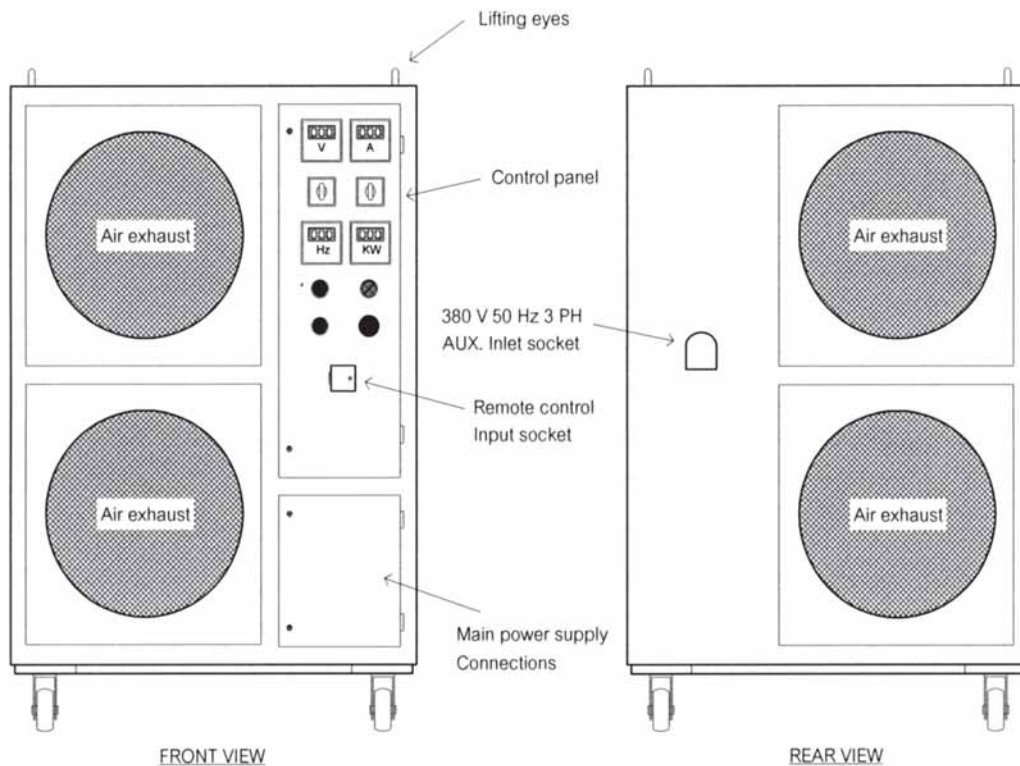
โครงสร้างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ตัวเครื่อง (Load Module) และ ชุดอุปกรณ์ควบคุม หรือ Counter

1. โครงสร้างของตัวเครื่อง (Load Module) แยกออกได้เป็น 2 ส่วน คือ โครงสร้างภายนอก และภายใน โครงสร้างภายนอกตัวเครื่อง มีส่วนประกอบดังนี้

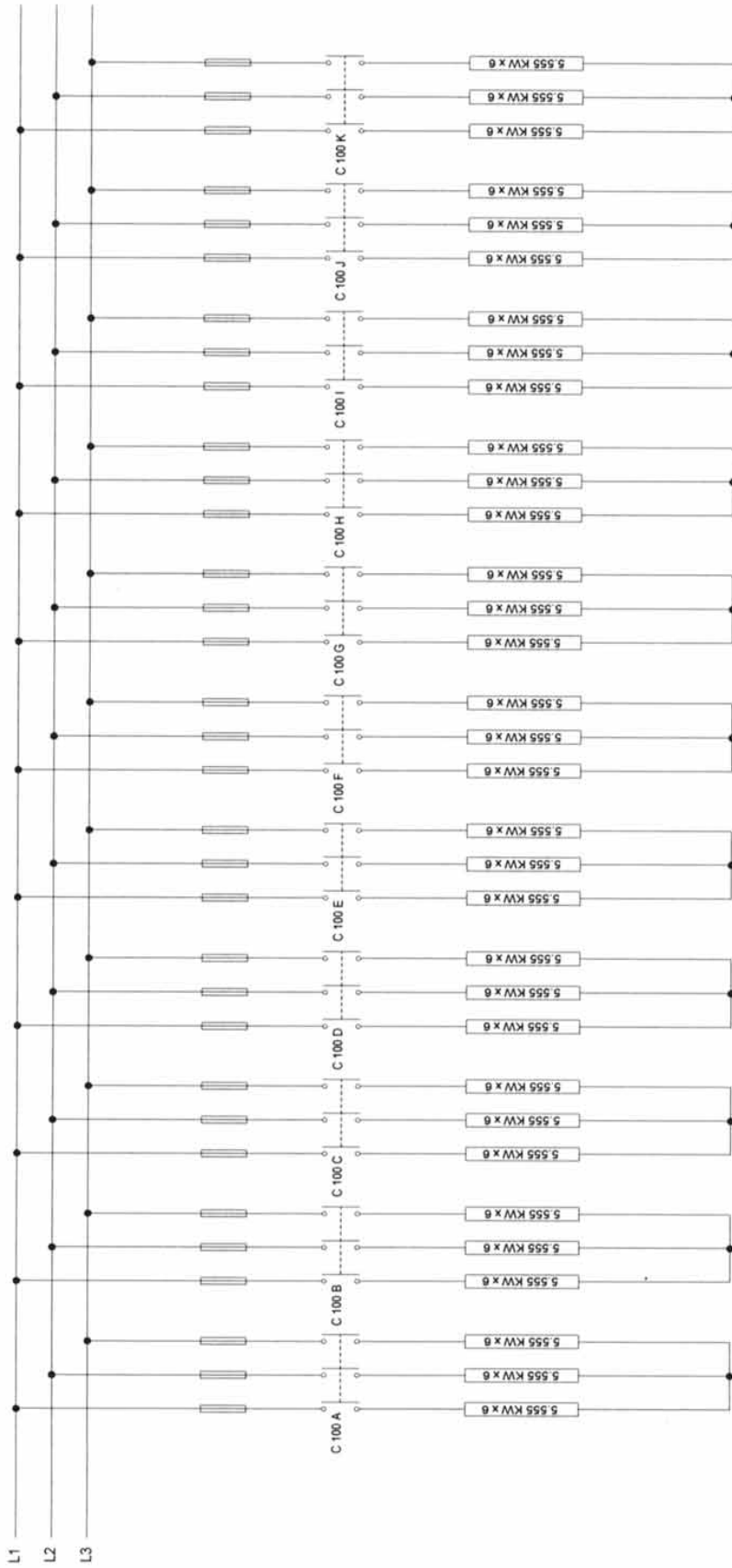
1. แผงควบคุมด้านหน้าตัวเครื่อง (Control Panel)
2. จุดต่อสายของชุดควบคุม หรือเคาน์เตอร์ (Remote Control Socket)
3. จุดต่อสายไฟเมน (Main Power Supply)
4. ช่องระบายอากาศด้านลมเข้าและออก (Air Intake and Air Exhaust)
5. หูหิ้วสำหรับใช้เครนยก (Lifting Eyes)
6. จุดต่อสายไฟเลี้ยง (Auxiliary Inlet Socket)
7. ฝาปิดอุปกรณ์ควบคุม ด้านข้างตัวเครื่องทั้ง 2 ด้าน (Access Covers)
8. ล้อเลื่อนสำหรับใช้ลากจูงในเวลาเคลื่อนย้าย (Castors)

ส่วนประกอบและลักษณะโครงสร้างภายนอกของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ จะมีส่วนประกอบที่เหมือนกับเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ สิ่งที่จะเปลี่ยนไปก็คือขนาดของตัวเครื่องที่ต้องขยายเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับอุปกรณ์ควบคุมและชุดขดลวดความร้อนที่ประกอบอยู่ภายใน ซึ่งต้องมีจำนวนมากขึ้นตามขนาดของจำนวนกิโลวัตต์ที่เพิ่มขึ้นและอีกส่วนหนึ่งคืออุปกรณ์แสดงผล เช่น มาตรวัดต่าง ๆ (Metering Instrument) ที่แผงควบคุม (Control Panel) ด้านหน้าเครื่อง ซึ่งได้แก่ แอมป์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ กิโลวัตต์มิเตอร์และความถี่ โดย กฟพ.อจปร.อ.ร. มีแนวคิดที่จะเปลี่ยนชุด

อุปกรณ์มาตรวัดด้านหน้าเครื่อง จากเดิมที่เป็นแบบอนาล็อก (Analog) หรือแบบเข็ม ให้เป็นแบบแสดงผลเป็นตัวเลขหรือดิจิทัล (Digital) เพื่อความสะดวกในการใช้งาน เพราะแบบอนาล็อกจะอ่านค่าได้ค่อนข้างลำบาก ซึ่งอุปกรณ์แสดงผลบางอย่างที่มีอยู่กับเครื่องสร้างภาระชุดเดิมที่ใช้อยู่ปัจจุบัน เช่น แอมป์มิเตอร์ ย่านวัดในแต่ละย่านจะไม่มี ความละเอียดพอ ถ้าค่าของ กระแสไฟฟ้าที่มีปริมาณไม่มาก เช่น 10 แอมป์ หรือ 20 แอมป์ เวลามองดูที่เข็มวัดแล้ว จะไม่สามารถอ่านค่าได้เลย จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติงาน



ลักษณะภายนอกของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์



วงจรลดความรับเหตุ 100 กิโลวัตต์ ของเครื่องสร้างการขนาด 1,200 กิโลวัตต์

โครงสร้างภายในของตัวเครื่องประกอบด้วย

1. ขดลวดความร้อน (Heater)

ขดลวดความร้อนของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ จะมีลักษณะรูปร่างและขนาดเหมือนกับเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ ทุกชุด (1, 3, 5, 10, 30, 50 และ 100) แต่สิ่งที่เปลี่ยนไปจากเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ คือจำนวนของขดลวดความร้อนชุด 100 กิโลวัตต์ จากเดิม (ขนาด 600 กิโลวัตต์) มีอยู่ 5 ชุด หรือ 500 กิโลวัตต์ เพิ่มมาอีก 6 ชุด หรือ 600 กิโลวัตต์ รวมเป็น 1,100 กิโลวัตต์ ในชุด 100 กิโลวัตต์ ใช้ขดลวดความร้อน ขนาด 5.555 กิโลวัตต์ ประกอบรวมกัน 18 ตัว/ชุด ถ้าเพิ่มอีก 6 ชุด หรือ 600 กิโลวัตต์ จะต้องเพิ่มขดลวดความร้อนเท่ากับ $18 \times 6 = 108$ ตัว จากเดิม (ขนาด 600 กิโลวัตต์) มีชุด 100 กิโลวัตต์ จำนวน 5 ชุด ซึ่งก็เท่ากับ $5 \times 18 = 90$ ตัว ดังนั้นเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ จะใช้ขดลวดความร้อนในชุด 100 กิโลวัตต์ (ขนาด 5.555 กิโลวัตต์) รวม $108 + 90 = 198$ ตัว ส่วนขดลวดความร้อนในชุดอื่น ๆ (หลักสิบและหลักหน่วย) ยังคงใช้เท่าเดิม และเมื่อนำค่าของขดลวดความร้อนทั้งหมดในแต่ละหลักที่อยู่ภายในเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ มารวมกันจะได้เท่ากับ $(100 \times 11) + 50 + 30 + 10 + 10 + 5 + 3 + 1 + 1 = 1,210$ กิโลวัตต์

2. อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน (Control and Protection Device)

อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันภายในเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ มีส่วนประกอบที่เหมือนกับชุดอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันของเครื่องสร้างภาระ

ขนาด 600 กิโลวัตต์ แต่ส่วนที่ต้องเพิ่มเข้ามาคือจำนวนของ แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) ของขดลวดความร้อนชุด 100 กิโลวัตต์ จำนวน 6 ตัว จากเดิม (ขนาด 600 กิโลวัตต์) มีอยู่จำนวน 5 ตัว (ชุดละ 1 ตัว) เมื่อนำมารวมกันจะได้เท่ากับ 11 ตัว เช่นเดียวกับฟิวส์ป้องกันอุปกรณ์ควบคุมของขดลวดความร้อน ชุด 100 กิโลวัตต์ ขนาด 160 แอมป์ จำนวน 18 ตัว ซึ่งเดิม (ขนาด 600 กิโลวัตต์) มีจำนวน 15 ตัว (ชุดละ 3 ตัว) รวมเป็นจำนวน 33 ตัว และรวมไปถึงบัสบาร์ (Bus Bar) ทองแดง, สายไฟ, และวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ อีกหลายรายการ ที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบ เครื่องสร้างภาระ ขนาด 1,200 กิโลวัตต์ ซึ่งในที่นี้จะขอล่าวเฉพาะในส่วนที่สำคัญเท่านั้น

3. พัดลมระบายอากาศ (Air Flow Fans)

พัดลมระบายอากาศของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ มีลักษณะที่คล้ายกับพัดลมระบายอากาศของเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ แต่มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ เพราะต้องการระบายความร้อนที่ดีและเหมาะสมกับจำนวนของขดลวดความร้อนที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง ทั้งนี้ขนาดของพัดลมที่ใช้จะต้องสามารถระบายความร้อน ภายในห้องไม่ให้เกิน 70°C โดยมอเตอร์ของ พัดลมระบายอากาศจะเป็นแบบใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

2. โครงสร้างของชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter)

ชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter) ของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200

กิโวลต์จะถูกรอกแบบใหม่ทั้งหมดทั้งรูปร่าง ลักษณะภายนอกและอุปกรณ์ประกอบภายใน เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน และทันกับ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ซึ่งได้วางแนวทางของการออกแบบและ จัดสร้างไว้ดังนี้

โครงสร้างและลักษณะภายนอก ของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter)

มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ทำมาจากพลาสติกที่มีความคงทนแข็งแรง ซึ่งการที่ โครงสร้างเป็นพลาสติกทั้งหมดเพื่อหลีกเลี่ยง ปัญหาเรื่องไฟฟ้าดูดหรือรั่วลงดินขณะใช้งาน และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

ด้านหน้า (Front View) ของชุด ควบคุมประกอบด้วย ตัวเลขแสดงจำนวน ของกิโวลต์ ซึ่งตัวเลขแสดงผลจะเป็นแบบ ดิจิตอล (Digital LED) มีด้วยกันทั้งหมด จำนวน 4 หลัก คือ หลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย และ หลักพัน (0, 0, 0, 0) (ดูรูป ประกอบ) ข้าง ๆ กันจะเป็นปุ่มเปิด/ปิดเครื่อง (Power) ของชุดอุปกรณ์ควบคุม ด้านบนปุ่ม เปิด/ปิดเครื่อง จะมีหลอดไฟ LED (สีแดง) ซึ่งจะแสดงสถานะการทำงานของชุดอุปกรณ์ ควบคุม ไฟติดคือพร้อมใช้งาน (ON) ถ้า หลอดไฟดับคือหยุดการใช้งาน (OFF) ถัดมา เป็นช่องเสียบสายสัญญาณแบบ USB และ แบบ RS-232 สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่อง คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะติดตั้งโปรแกรมหรือ ซอฟต์แวร์ (Software) เอาไว้เพื่อให้ชุด อุปกรณ์ควบคุม เครื่องสร้างภาระและ คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้

ด้านบนหลังกล่อง (Top View) ของ ชุดอุปกรณ์ควบคุม เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแบบ Manual ซึ่งจะมีปุ่มกดสำหรับเพิ่มและลด จำนวนกิโวลต์ (Select /+ -) ของเครื่องสร้าง

ภาระ ติดกันจะมีปุ่มกดสำหรับยืนยันและ ยกเลิกคำสั่ง (Enter/Clear) ของการเพิ่ม หรือลดจำนวนกิโวลต์ของเครื่องสร้างภาระ ที่ใช้ในการทดลอง ด้านบนของปุ่มควบคุม มีตัวเลขแสดงผลแบบดิจิตอล เหมือนกับ ส่วนด้านหน้า แต่ขนาดของตัวเลขจะใหญ่กว่า เพื่อให้สามารถมองเห็นตัวเลขได้อย่างชัดเจน

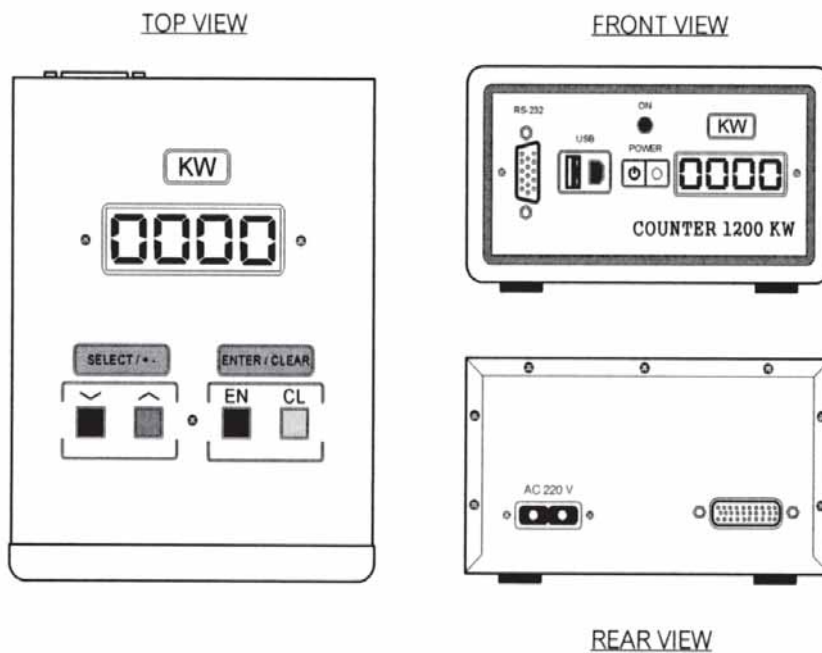
ด้านหลัง (Rear view) ของชุด อุปกรณ์ควบคุมมีพอร์ต (Port) สำหรับต่อ สายสัญญาณควบคุมระหว่างชุดอุปกรณ์ ควบคุมกับตัวเครื่อง เพื่อเชื่อมต่อคำสั่งการ ทำงานจากชุดอุปกรณ์ควบคุมในการเพิ่ม และลดจำนวนของกิโวลต์ ส่งไปยัง อุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ภายในตัวเครื่องให้ทำงาน โดยจะเป็นไปตามลำดับการสั่งงานของ ผู้ควบคุม ด้านข้างของพอร์ตเสียบสาย สัญญาณมีจุดเสียบสายปลั๊กแรงดัน 220 VAC สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบอยู่ในแผ่นวงจร (Electronics PCB) และติดตั้งอยู่ภายใน ชุดอุปกรณ์ควบคุมซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่จะ เข้าไปเลี้ยงวงจรในส่วนนี้จะถูกแปลงแรงดัน โดยชุดอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้าแบบ Switching ที่ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อลด ระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหลือ 12 โวลต์ และ ผ่านชุดอุปกรณ์ Rectifier เพื่อจะแปลง กระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับป้อนให้อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ในวงจร ส่วนนี้จะใช้เมื่อ ต้องการเปิด (ON) การทำงานของชุด อุปกรณ์ควบคุม โดยที่ชุดอุปกรณ์ควบคุม ไม่ได้ถูกต่อเข้ากับเครื่องสร้างภาระเพื่อต้องการ ดูข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ในหน่วยความจำภายใน (Memory) ของชุดอุปกรณ์ควบคุม หลังจากที่ได้ทดสอบการทำงานของเครื่องไฟฟ้า ต่าง ๆ ผ่านไปแล้ว หรือเมื่อต้องการทดสอบ

(Test) ชุดอุปกรณ์ควบคุมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อดูลำดับการทำงานของชุดอุปกรณ์ควบคุมว่าถูกต้องหรือไม่ ก่อนที่จะนำไปต่อเข้ากับสายสัญญาณของเครื่องสร้างภาระ ในสภาวะนี้จำเป็นจะต้องมีไฟเลี้ยงให้แก่ชุดอุปกรณ์ควบคุม แต่ถ้าเป็นการทำงานปกติจะไม่ได้ใช้ เพราะปกติจะมีไฟพามาเลี้ยงวงจรภายในของชุดอุปกรณ์ควบคุมอยู่แล้ว โดยจะถูกส่งมาตามสายสัญญาณจากเครื่องสร้างภาระทำให้ชุดอุปกรณ์ควบคุมมีไฟมาเลี้ยงวงจรและทำงานได้

โครงสร้างภายในของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter)

ประกอบด้วยแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics PCB) ที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ทรานซิสเตอร์ แบบต่าง ๆ ประกอบรวมกัน โดยแบ่งส่วนการทำงานออกเป็นหลายภาคส่วน เช่น ส่วนของการควบคุมการทำงาน (Controller) ส่วนการประมวลผล (Processor) และส่วนของหน่วยความจำ (Memory) สำหรับเก็บข้อมูล เป็นต้น โดยจะใช้ IC (Integrated circuit) เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมการทำงานของแต่ละภาคส่วน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากภาคส่วนต่าง ๆ มาประมวลผล โดยชุดอุปกรณ์ประมวลผล CPU (Chipset) และส่งข้อมูลที่ได้ออกไปให้ชุดอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ (Receiver) ที่ประกอบอยู่ภายในเครื่องสร้างภาระทำการส่งออกไปที่อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ของเครื่องสร้างภาระ ให้ทำงานเป็นไปตามลำดับขั้นตอนต่อไป



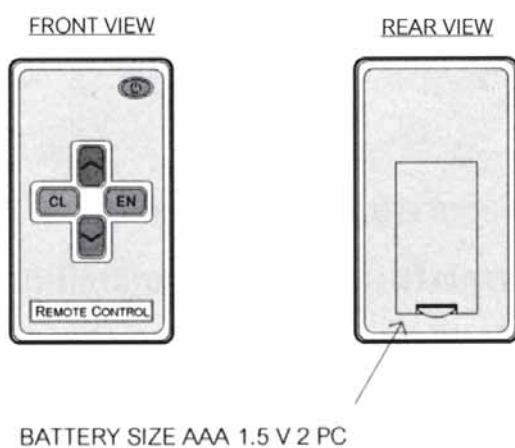
ชุดอุปกรณ์ควบคุมหรือเคาน์เตอร์ (Counter) ของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์

การใช้งานชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) ของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์

การใช้งานชุดอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ ในการจ่ายภาระให้แก่เครื่องไฟฟ้าที่นำมาทดสอบมีวิธีการใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ แบบ Manual และ แบบ Automatic

แบบ Manual แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ **ส่วนที่ 1** คือ กดปุ่ม เพิ่มและลดจำนวนของกิโลวัตต์ได้โดยตรงที่ปุ่ม SELECT + - และยืนยันคำสั่งหรือยกเลิกคำสั่งได้ที่ปุ่ม ENTER / CLEAR ที่ด้านบนของชุดควบคุม

ส่วนที่ 2 คือ กดปุ่มควบคุมผ่านทาง Remote Control โดยที่ตัว Remote Control จะมีปุ่มเลือกสำหรับการเพิ่มและลดจำนวนกิโลวัตต์ โดยมีสัญลักษณ์เป็นรูปหัวลูกศร ชี้ขึ้น-ลง ที่ปุ่มกด และมีปุ่ม ENTER สำหรับกดยืนยันการเพิ่มและลดจำนวนกิโลวัตต์ ปุ่ม CLEAR สำหรับยกเลิกคำสั่งทั้งหมดซึ่งจะอยู่ติดกัน ในส่วนมุมบนของตัว Remote control จะมีปุ่มปิด/เปิดเครื่องของชุดอุปกรณ์ควบคุมด้วย Remote Control ด้านหน้าของชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter) จะมีอุปกรณ์รับสัญญาณ Remote ที่อยู่ติดกับปุ่ม Power สามารถรับสัญญาณได้ในระยะห่างประมาณ 3-5 เมตร



Remote Control ที่ใช้กับชุดอุปกรณ์ควบคุม (Counter)

แบบ Automatic มีวิธีการใช้ดังนี้

เริ่มจากต่อชุดควบคุม (Counter) เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเชื่อมต่อผ่านทางช่องเสียบสัญญาณแบบ USB หรือพอร์ตแบบ RS-232 ที่ด้านหน้าของชุดอุปกรณ์ควบคุม วิธีการใช้งานมีลักษณะเป็นรูปแบบคำสั่ง ผ่านทางโปรแกรมที่ติดตั้งเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ผู้ควบคุมสามารถป้อนข้อมูลที่ได้จากการคำนวณภาระทั้งหมดของเครื่องไฟฟ้าที่นำมาทดสอบใส่เข้าไปในโปรแกรม จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลและแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่จะทดสอบตามลำดับ คือ 20%, 40%, 60%, 80%, และ 100% สมมติว่าต้องการจ่ายภาระ (Load) จำนวน 20% ของภาระทั้งหมด ให้แก่เครื่องไฟฟ้าที่จะทดสอบ ก็สามารถพิมพ์ตัวเลข 20 ลงไปในช่องข้อมูลของจำนวนภาระที่จะทดสอบในโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม ENTER ที่แป้นพิมพ์ ระบบจะคำนวณภาระจำนวน 20% ของภาระทั้งหมด ให้เปลี่ยนออกมาเป็นจำนวนกิโลวัตต์ที่เครื่องสร้างภาระจะจ่ายให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อทดสอบ จากนั้นก็ให้กดปุ่ม ENTER ที่แป้นพิมพ์อีกครั้งหนึ่ง โปรแกรมจะสั่งให้ชุดควบคุม (Counter) ส่งข้อมูลที่เป็นจำนวนภาระ และสั่งให้อุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ในเครื่องสร้างภาระจ่ายภาระให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำมาทดสอบโดยอัตโนมัติ ซึ่งวิธีการจ่ายภาระจะจ่ายทีละ 1 กิโลวัตต์ (หรือแล้วแต่ผู้ควบคุมต้องการจะตั้งค่าที่ช่องข้อมูลของโปรแกรมว่าจะให้ชุดอุปกรณ์ควบคุมจ่ายภาระทีละเท่าไร) และเว้นช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของตัวเลขเป็นระยะ ๆ โดยระยะของการเปลี่ยนแปลงตัวเลขนี้ จะสามารถเลือกการตั้งค่าระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เช่น 1 วินาที หรือ 2, 3, 4, 5 ไปจนถึง

60 วินาที เครื่องสร้างภาระจะจ่ายภาระให้แก่เครื่องไฟฟ้าที่ทำการทดสอบไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวน 20% ของภาระทั้งหมดจึงจะหยุด เพื่อรอคำสั่งการจ่ายภาระจากโปรแกรมที่ตั้งไว้ในลำดับต่อไป หากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นที่เครื่องไฟฟ้า หรือที่เครื่องสร้างภาระในระหว่างที่ทดสอบ เช่น ระดับแรงดันไฟฟ้า หรือระดับของความถี่ของเครื่องกำเนิด

ไฟฟ้าลดลงผิดปกติ โปรแกรมจะตัดภาระออกจากเครื่องไฟฟ้าที่กำลังทดสอบโดยอัตโนมัติ เครื่องสร้างภาระก็จะกลับมาอยู่ในสภาวะปกติ (Clear Load) หรืออีกวิธีหนึ่งคือ ให้กดที่ปุ่ม Del ที่แป้นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ได้เลย เพื่อเป็นการปลดภาระทั้งหมดออกจากเครื่องไฟฟ้าที่กำลังทดสอบอยู่

บทสรุป

หลักการงานและวิธีการใช้งานรวมทั้งขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องสร้างภาระ ขนาด 1,200 กิโลวัตต์ มีวิธีการเหมือนกับการใช้งานเครื่องสร้างภาระขนาด 600 กิโลวัตต์ จะแตกต่างกันก็เฉพาะวิธีการจ่ายภาระของชุดอุปกรณ์ควบคุม เนื่องจากชุดอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องสร้างภาระขนาด 1,200 กิโลวัตต์ ที่ออกแบบใหม่จะมีความทันสมัยและใช้งานสะดวกมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานได้ตามความต้องการ และทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น กฟพ.อจปร.อร. จึงมีแนวคิดที่จะหาแนวทางในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องสร้างภาระ (Load Bank) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 800 กิโลวัตต์ขึ้นไป เพื่อรองรับในกรณีที่ได้รับ การจัดสรรงบประมาณให้จัดสร้าง ซึ่งหากสามารถจัดสร้างได้เอง จะทำให้ประหยัดงบประมาณได้เป็นจำนวนมาก รวมทั้งเป็นการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถให้แก่บุคลากรของ กฟพ.อจปร.อร. ด้วย

บรรณานุกรม

“การทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.navy.mi.th/dockyard/doced/QADOC/Khum/0001-0251.pdf> 8 ส.ค.51.

รัชชัย อัครวิบูลย์กุล. เครื่องกลไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2535.

รัชชัย อัครวิบูลย์กุล. เครื่องกลไฟฟ้า 2. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2535.

ยุทธศึกษาทหารเรือ, กรม. คู่มือไฟฟ้าชั้นกลาง เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ กรมสารบรรณทหารเรือ, 2529.

“Automatic Load Bank Control.” [Online]. Available: http://www.avtron.com/load_banks.htm 10 Aug. 2008. Load Bank.

Crestchic Ltd. LOAD BANK. London, Peel House, 1987.

“Heater.” [Online]. Available: <http://www.hi-den.com/> 17 Aug. 2008.

“Specification Load Bank.” [Online]. Available: <http://www.sephco.com/> 9 Aug. 2008.