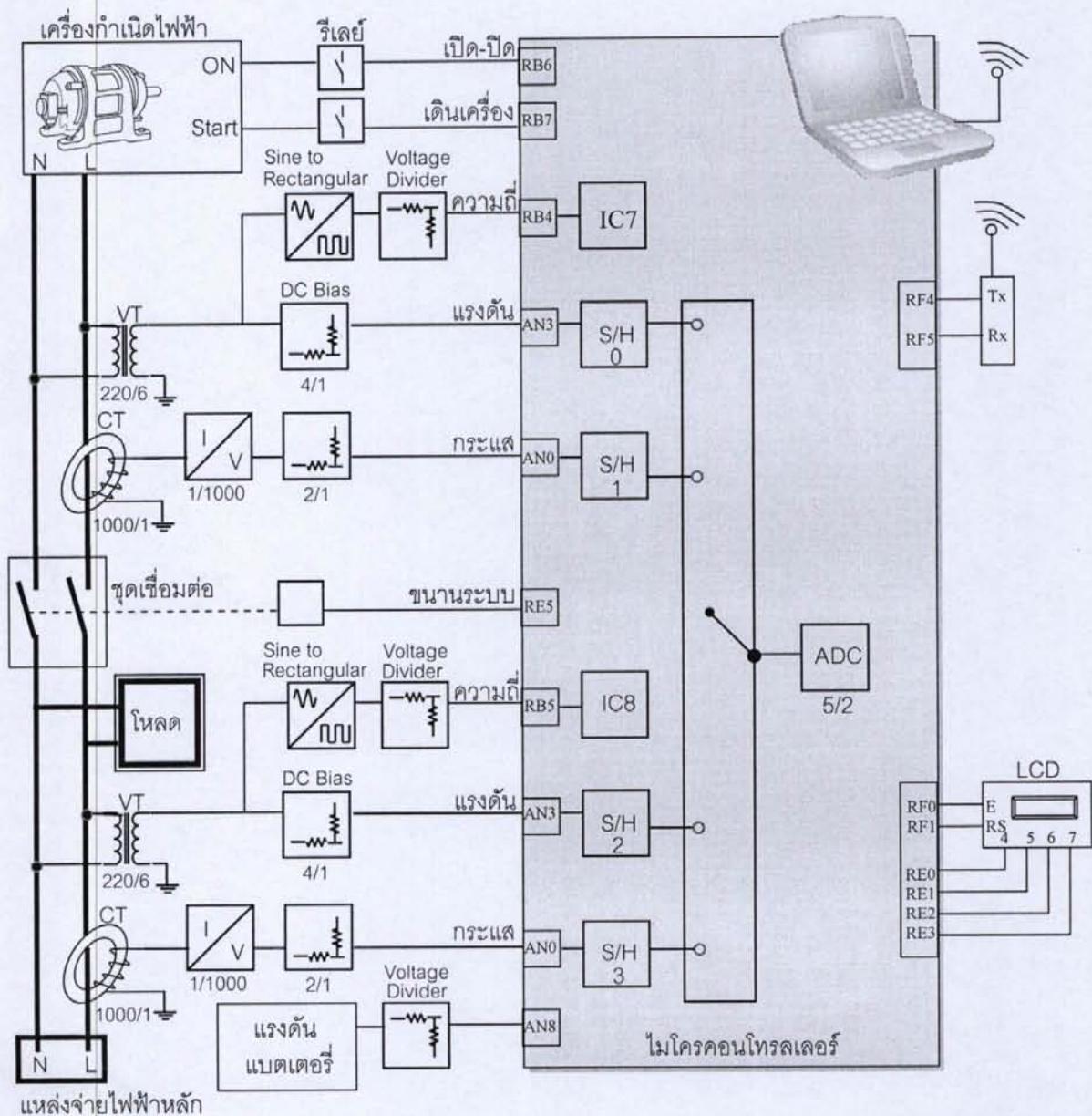


บทที่ 4

การทดสอบและวิเคราะห์ผล

การทดสอบชุดขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ไบโอดีเซลในระบบพลังงานทดแทนแบบอัตโนมัติ นั้น สามารถต่อขนานเข้าระบบได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยขั้นตอนการทดสอบเริ่มจากการวัดสัญญาณต่างๆ ตามที่ออกแบบ และทดสอบควบคุมการทำงานและแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ส่วนการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้จ่ายกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการนั้น เกิดปัญหาในการปรับปรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงทดสอบเฉพาะลักษณะการจ่ายโหลดเพื่อแนะนำถึงแนวทางที่จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายโหลดได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

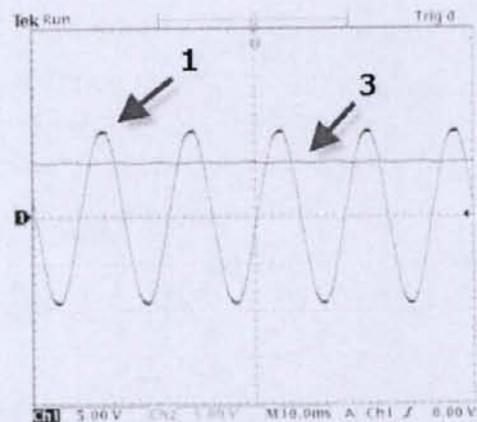
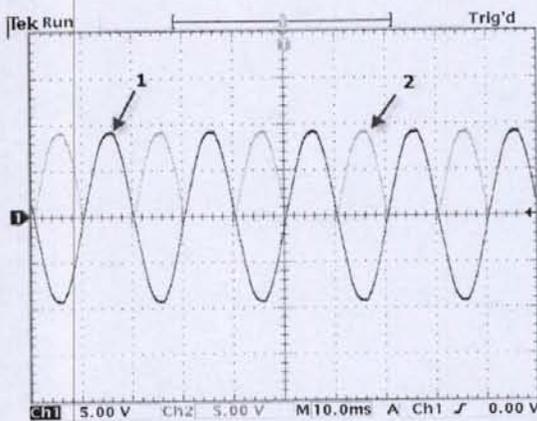


รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมของระบบ

4.1 การทดสอบภาคการควบคุม

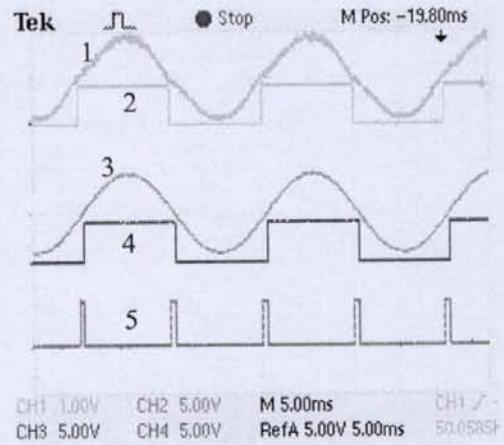
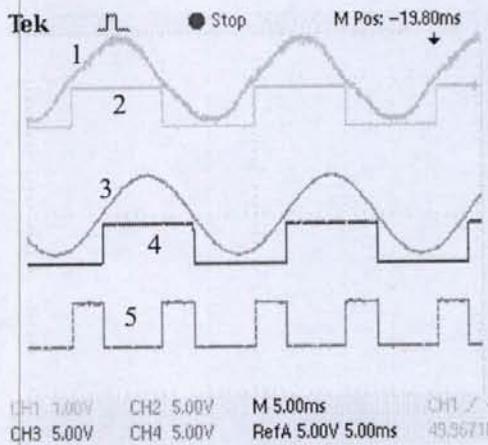
จากการรวบรวมข้อมูลและวางแผนการดำเนินการในข้างต้น เพื่อให้ได้การออกแบบที่มีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ ได้จำแนกการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 การทดสอบค่าแรงดัน จากการทดสอบการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงดังรูปที่ 4.2 ป รากฏว่าได้ผลการทดสอบเป็นไปตามวงจรที่ออกแบบ โดย *สัญญาณ 1* เป็นการวัดที่แรงดันอินพุต *สัญญาณ 2* วัดจากวงจรเรียงกระแส และ *สัญญาณ 3* จากวงจรกรองความถี่ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของสัญญาณ



รูปที่ 4.2 การทดสอบสัญญาณแรงดัน

4.1.2 การทดสอบวงจรเปรียบเทียบมูฟและควมถี่ ผลจากการทดสอบวงจรเปรียบเทียบมูฟเฟสและความถี่ ดังรูปวงจรที่ 4.3 โดยใช้สัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณสำหรับการทดสอบ ผลการทดสอบเป็นไปตามวงจรที่ออกแบบ การทดสอบการทำงานของวงจรตรวจจับสัญญาณอธิบายได้ดังนี้ *สัญญาณ 1* เป็นสัญญาณแรงดันของระบบ *สัญญาณ 2* เป็นสัญญาณที่แปลงจากแรงดันระบบให้เป็นรูปคลื่นแบบสี่เหลี่ยมเพื่อใช้วัดความถี่ เป็นสัญญาณแรงดันของระบบ *สัญญาณ 3* เป็นสัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า *สัญญาณ 4* เป็นสัญญาณที่แปลงจากแรงดันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นรูปคลื่นแบบสี่เหลี่ยมเพื่อใช้วัดความถี่ *สัญญาณ 5* เป็นสัญญาณมูฟเฟสจากลอจิกเกต XOR เพื่อควบคุมสัญญาณที่จะไปสั่งให้ชุดเชื่อมต่อให้ขนานเข้าระบบเมื่อมูฟต่างเฟสมีความแตกต่างกันน้อยกว่าที่กำหนด



ก) มุมต่างเฟสมาก

ข) มุมต่างเฟสน้อย

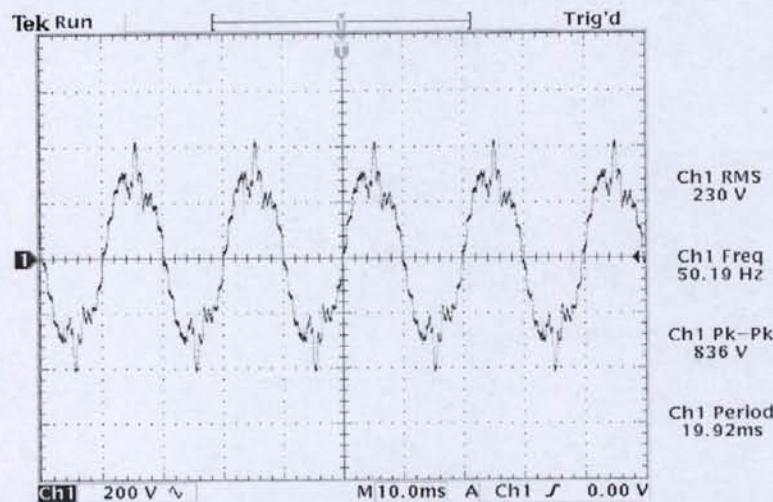
รูปที่ 4.3 สัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบมุมเฟสและความถี่

4.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

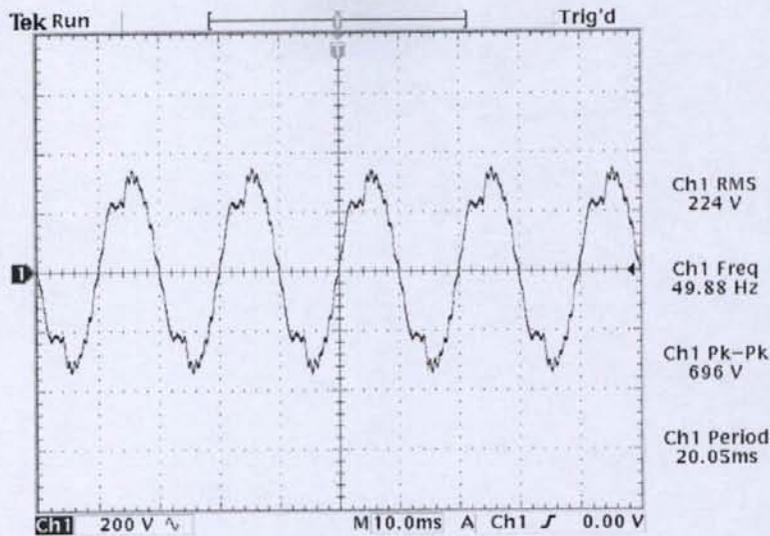
การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลังจะเป็นการทดสอบถึงพฤติกรรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำพฤติกรรมที่ได้เป็นค่าปรับตั้งของระบบควบคุมให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.2.1 การทดสอบการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป้าหมายของการทดสอบจะดูที่ขนาดของแรงดันและความถี่ โดยทดสอบขณะไม่มีโหลด ทดสอบโหลด 50% ของพิกัด และทดสอบที่พิกัด

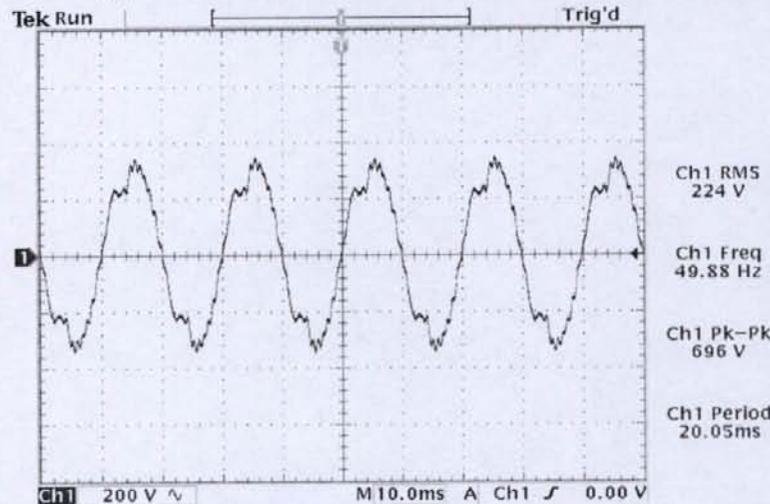
จากการทดสอบจ่ายโหลดทั้ง 3 ระดับสรุปได้ดังนี้ สัญญาณแรงดันที่เกิดขึ้นไม่เป็น sine อันจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ประเภทมอเตอร์ที่จะทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น อีกทั้งค่าสูงสุดของแรงดันมีค่าค่อนข้างสูงอันจะส่งผลให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปเกิดความเสียหายได้ แต่ความถี่ที่ใช้งานไม่เปลี่ยนแปลงตาม โหลดซึ่งจะเป็นผลต่อการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าระบบ



รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด

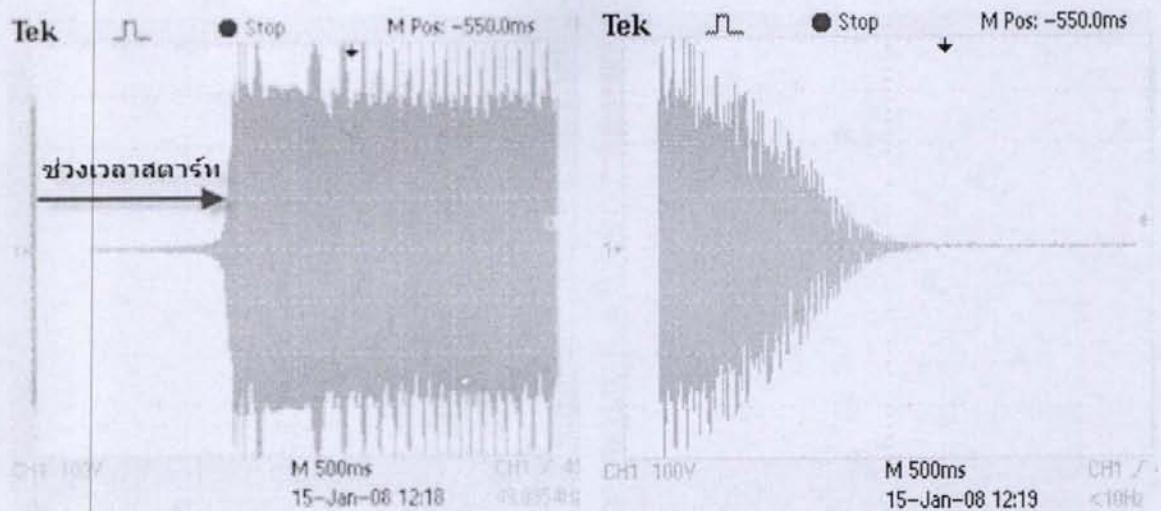


รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะป้อนโหลด 1,500 W



รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันของเครื่องกำเนิดเต็มพิกัด 3,000 W

4.2.2 การทดสอบช่วงเวลาเดินและหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป้าหมายของการทดสอบคือการหาเวลาที่ใช้ในการเริ่มเดินเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง จากผลการทดสอบสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงให้เห็นว่าจะใช้เวลาในการสตาร์ทเครื่องประมาณ 2 วินาที จนกว่าเครื่องยนต์จะทำงานขึ้นได้เพราะฉะนั้นจึงต้องทำการเขียนโปรแกรมสั่งให้รีเลย์ทำงานต่อหน้าสัมผัสค้างไว้ประมาณ 2 วินาที เพื่อหน่วงให้มอเตอร์สตาร์ททำงานชุดเครื่องยนต์ให้ทำงานได้ ส่วนการหยุดเดินเครื่องทดสอบเพื่อที่จะได้นำพฤติกรรมนี้ไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมการป้องกันการสตาร์ทซ้ำในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังคงหมุน โดยเวลาในการหยุดของเครื่องยนต์จนมีค่าแรงดันเป็นศูนย์ใช้เวลาประมาณ 2 วินาที ในการเขียนโปรแกรมจะใช้การตรวจสอบแรงดันเพื่อสั่งให้รีเลย์ที่ควบคุมการสวิตช์สตาร์ทจากออกและตรวจสอบแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกครั้งก่อนการสั่งเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อป้องกันมอเตอร์สตาร์ทโดยหน่วงเวลาประมาณ 1.5 วินาที ก่อนการตรวจสอบแรงดัน



ก) เริ่มต้นเครื่อง

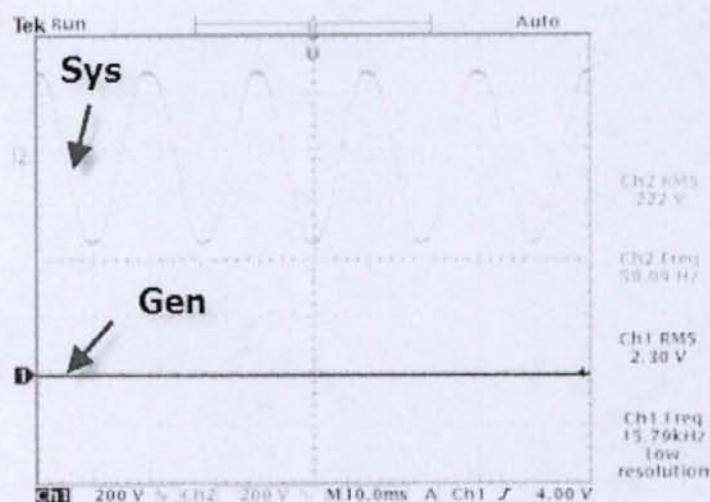
ข) หยุดเดินเครื่อง

รูปที่ 4.7 สัญญาณขณะสตาร์ทและหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.3 การทดสอบขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า

ผลจากการทดสอบการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า ทำให้ทราบถึงความสามารถของชุดขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยอัตโนมัตินี้ไปประยุกต์ใช้งานในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบพลังงานทดแทนที่มีพลังงานในการใช้งานไม่แน่นอนนี้ได้ เพื่อช่วยให้ระบบมีความเสถียรภาพน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นไป

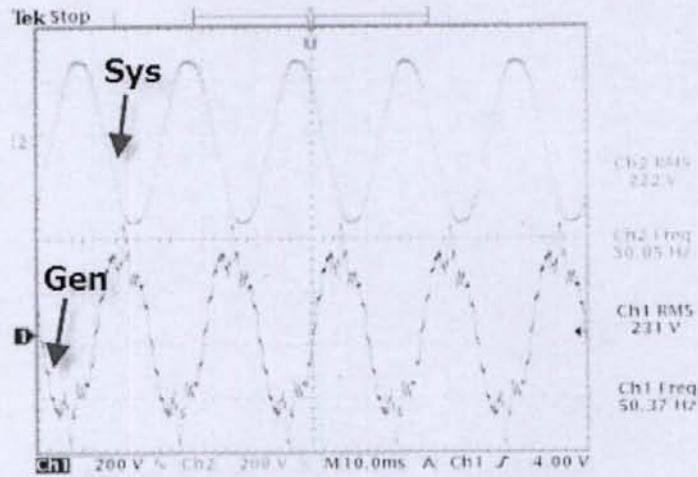
4.3.1 ก่อนการสตาร์ทเครื่องยนต์ จะมีเฉพาะแรงดันของระบบส่วนแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะยังคงมีค่าเป็นศูนย์



รูปที่ 4.8 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนสตาร์ทเครื่อง

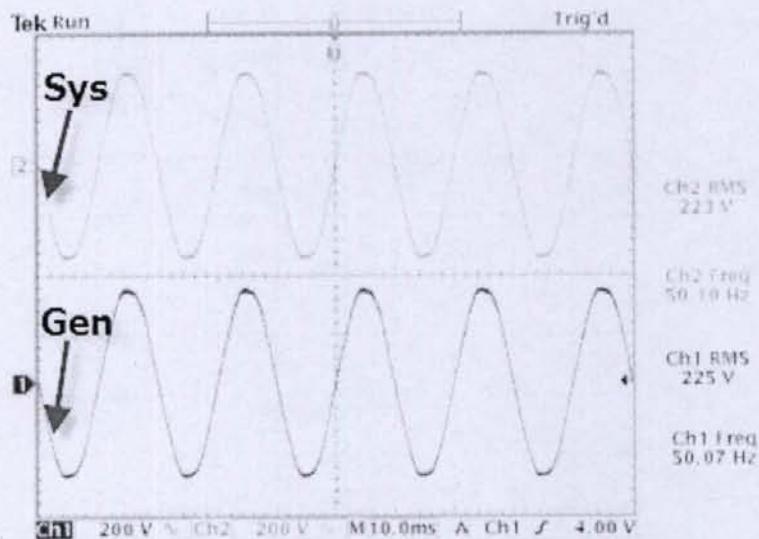


4.3.2 หลังสตาร์ทเครื่องยนต์แต่ยังไม่ได้นานเข้าระบบ จะมีสัญญาณแรงดันของระบบและแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแสดงว่าระบบควบคุมการเริ่มเดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้ดี



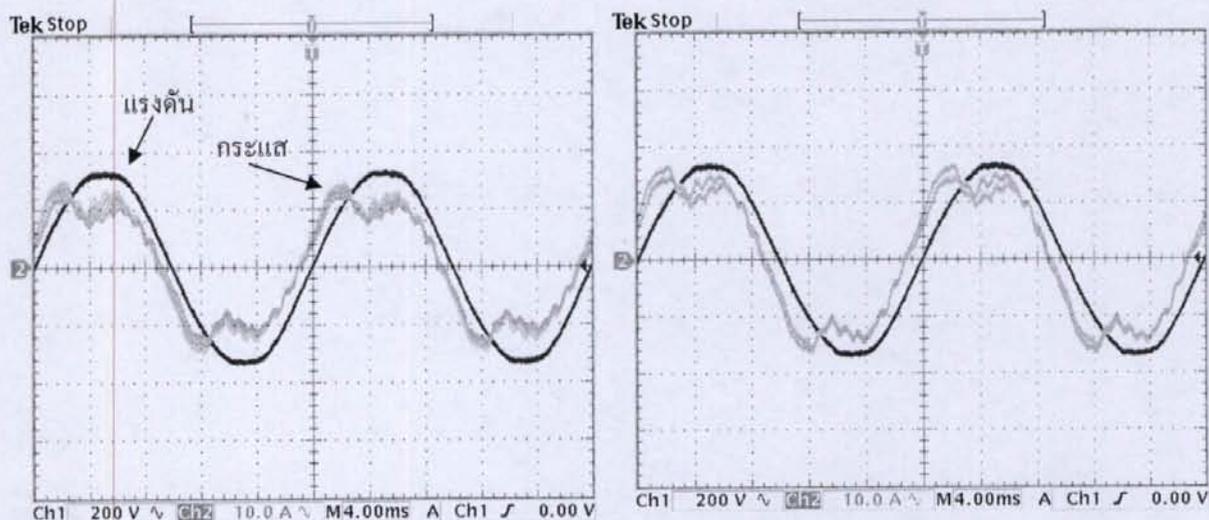
รูปที่ 4.9 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังสตาร์ทเครื่อง

4.3.3 หลังสตาร์ทเครื่องและขนานเข้าระบบแล้ว หลังจากตรวจสอบเงื่อนไขได้ตามที่กำหนดระบบควบคุมก็จะสั่งให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้าสู่ระบบ ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณของทั้งสองเหมือนกันและเป็นไปตามสัญญาณของระบบไฟฟ้าเพราะระบบไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่กว่า



รูปที่ 4.10 สัญญาณของระบบและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังการขนานเข้าระบบ

4.3.4 การทดสอบประสิทธิภาพการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังการขนานเข้าระบบ จาก การทดสอบประสิทธิภาพการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังการขนานเข้าระบบ โดยการปรับเร่งความเร็ว รอบของเครื่องยนต์ จะเห็นได้ว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบมากขึ้น ถ้าต้องการ ควบคุมการจ่ายพลังงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์



ก) ยังไม่ปรับเร่งความเร็ว

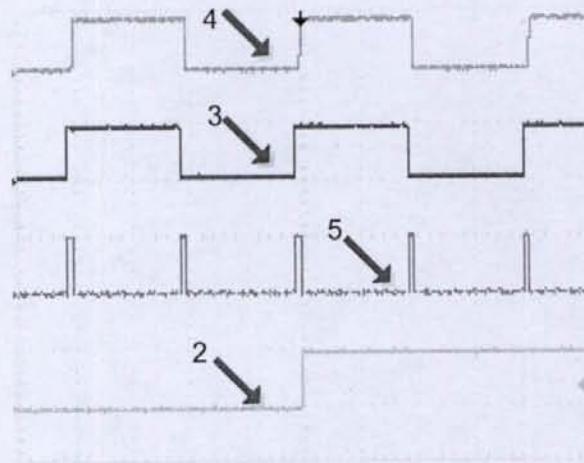
ข) ปรับเร่งความเร็ว

รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันและกระแสขณะปรับเร่งความเร็วรอบ

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุม

เป็นการทดสอบอย่างละเอียดเพื่อดูถึงประสิทธิภาพการควบคุมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไข โปรแกรมหรือการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ

4.4.1 การทดสอบการส่วนตรวจเงื่อนไขการขนาน รูปที่ 4.12 เป็นการทดสอบวัดสัญญาณขณะ ทำการตรวจสอบเงื่อนไข เมื่อสัญญาณ 3 เป็นสัญญาณที่แปลงจากแรงดันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็น รูปคลื่นแบบสี่เหลี่ยมเพื่อใช้วัดความถี่ สัญญาณ 4 เป็นสัญญาณที่แปลงจากแรงดันระบบให้เป็นรูปคลื่น แบบสี่เหลี่ยมเพื่อใช้วัดความถี่ สัญญาณ 5 เป็นสัญญาณมุมเฟสจากลอจิกเกต XOR และสัญญาณ 2 เป็น สัญญาณสั่งการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบ อธิบายได้ว่าสัญญาณที่จะไปสั่งให้ Magnetic ทำงานเพื่อขนานเข้าระบบจะกระทำที่มุมต่างเฟสมีความแตกต่างกันน้อยกว่าค่าปรับตั้งและสั่งการใน ตำแหน่งที่สัญญาณอินพุตอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามที่ออกแบบ

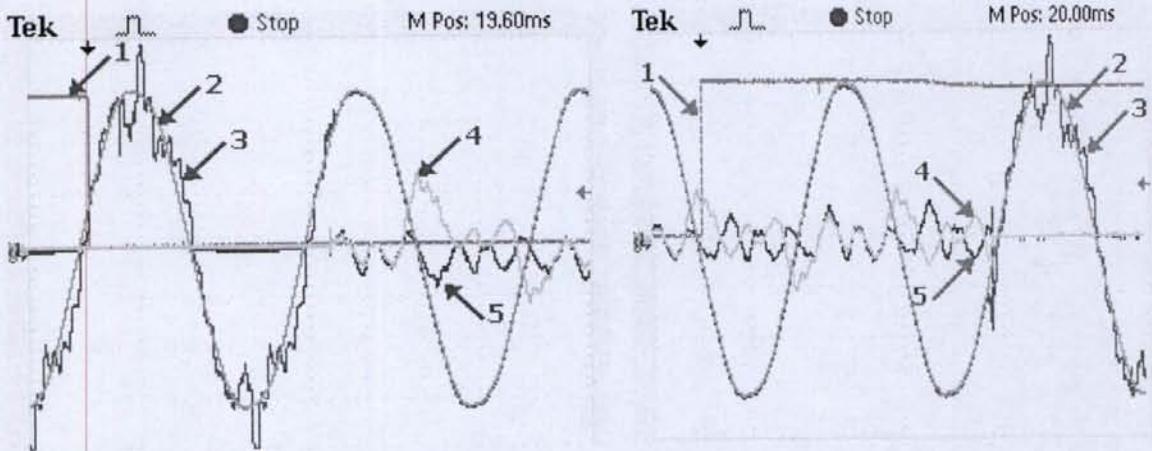


รูปที่ 4.12 สัญญาณการตรวจสอบเงื่อนไข

4.4.2 การทดสอบส่วนต่อขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้า สัญญาณที่ได้จากการทดลองส่วนต่อขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าแสดงตามรูปที่ 4.13 โดยสัญญาณ 1 เป็นสัญญาณสั่งการต่อขนานระบบจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณ 2 เป็นแรงดันไฟฟ้าระบบ สัญญาณที่ 3 เป็นแรงดันไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สัญญาณ 4 เป็นกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสัญญาณ 5 เป็นกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายเข้าสู่ระบบ

เมื่อมีการส่งสัญญาณให้ขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับระบบตามสัญญาณที่ 1 ปรากฏว่าเกิดการล่าช้ากว่าสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเวลาประมาณ 22 ms ตามรูปที่ 4.13 ข) และเมื่อสั่งการให้ปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากระบบก็จะเกิดการล่าช้าของการปลดวงจรเช่นกันตามรูปที่ 4.15 โดยมีค่าประมาณ 30 ms

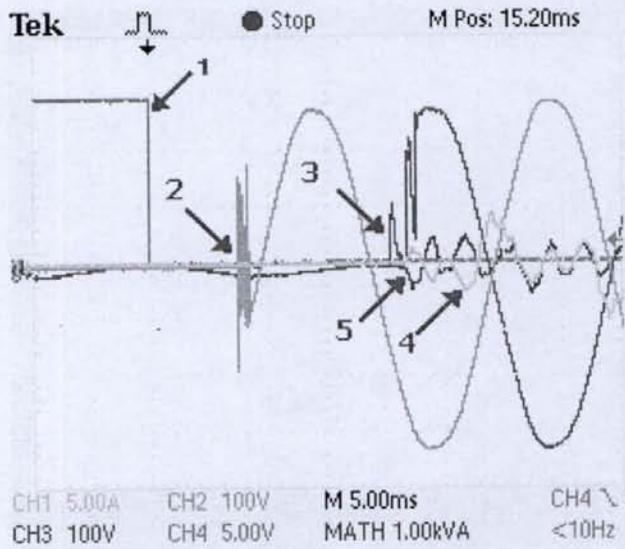
เมื่อทดสอบละเอียดขึ้นพบว่าเวลาที่ล่าช้าเกิดจากสองส่วนคือที่ตัวรีเลย์ซึ่งรับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีการหน่วงเวลาประมาณ 8 ms และแมคเนติกส์คอนแทคเตอร์มีการหน่วงเวลาประมาณ 14 ms อันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสที่ล่าช้ากว่าการสั่งการ ดังแสดงจังหวะเวลาตามรูปที่ 4.14 เมื่อสัญญาณ 1 เป็นสัญญาณสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สัญญาณ 2 เป็นสัญญาณสั่งการของหน้าสัมผัสรีเลย์ สัญญาณ 3 เป็นสัญญาณสั่งการของหน้าสัมผัสแมคเนติกส์คอนแทคเตอร์ สัญญาณ 4 เป็นรูปคลื่นสัญญาณกระแสไฟฟ้าเมื่อขนานเข้ากับระบบไฟฟ้า และสัญญาณ 5 เป็นสัญญาณกำลังไฟฟ้าเมื่อขนานเข้ากับระบบ แนวทางแก้ไขจะต้องใช้รีเลย์แบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Solid State Relay) ซึ่งทำงานได้ไวเพราะไม่มีส่วนเคลื่อนที่



ก) สัญญาณสั่งต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข) สัญญาณสั่งปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

รูปที่ 4.13 สัญญาณสั่งต่อและปลดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบไฟฟ้า



รูปที่ 4.14 สัญญาณการต่อวงจรของรีเลย์และแมคเนติกส์คอนแทกเตอร์

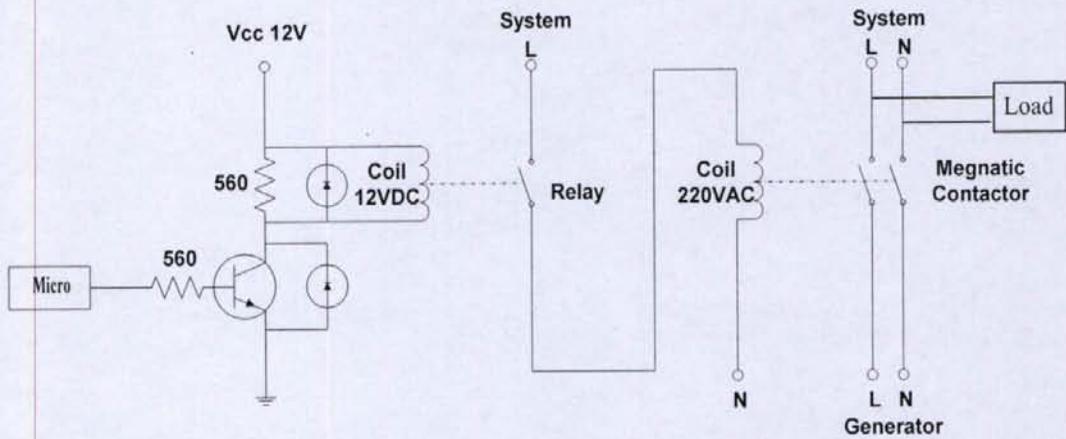


รูปที่ 4.15 การทดสอบการขนานเข้าระบบ

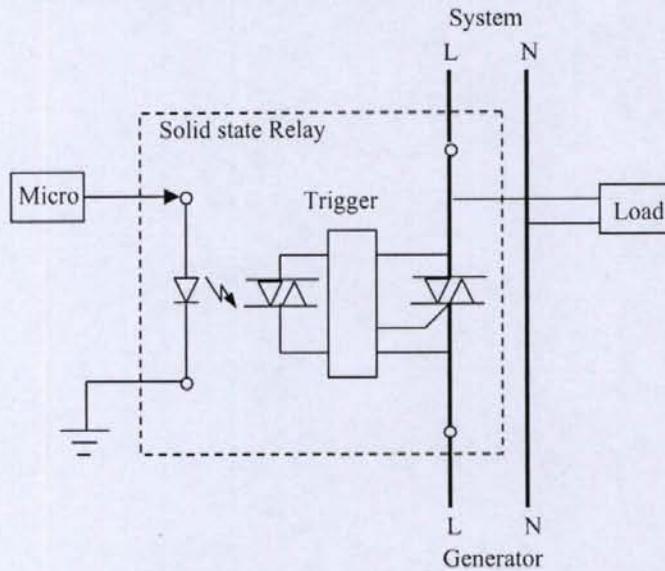
4.5 การปรับปรุงระบบควบคุม

การปรับปรุงระบบจะมุ่งเน้น 2 ทาง ได้แก่ การเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและการลดอุปกรณ์เพื่อการลดต้นทุนแต่ยังคงไว้ซึ่งค่าความถูกต้องของการควบคุม

4.5.1 การเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ จากการหน่วงเวลาของระบบต่อขนานที่ใช้การควบคุมผ่านแมกเนติกคอนแทคเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทำการเปลี่ยนวงจรใหม่โดยใช้รีเลย์แบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังตามรูปที่ 4.16 ข) โดยการทดสอบขั้นต้นจะเป็นการสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทั้ง 2 วงจร จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดตามรูปที่ 4.17 และผลการทดสอบเป็นไปตามรูปที่ 4.18

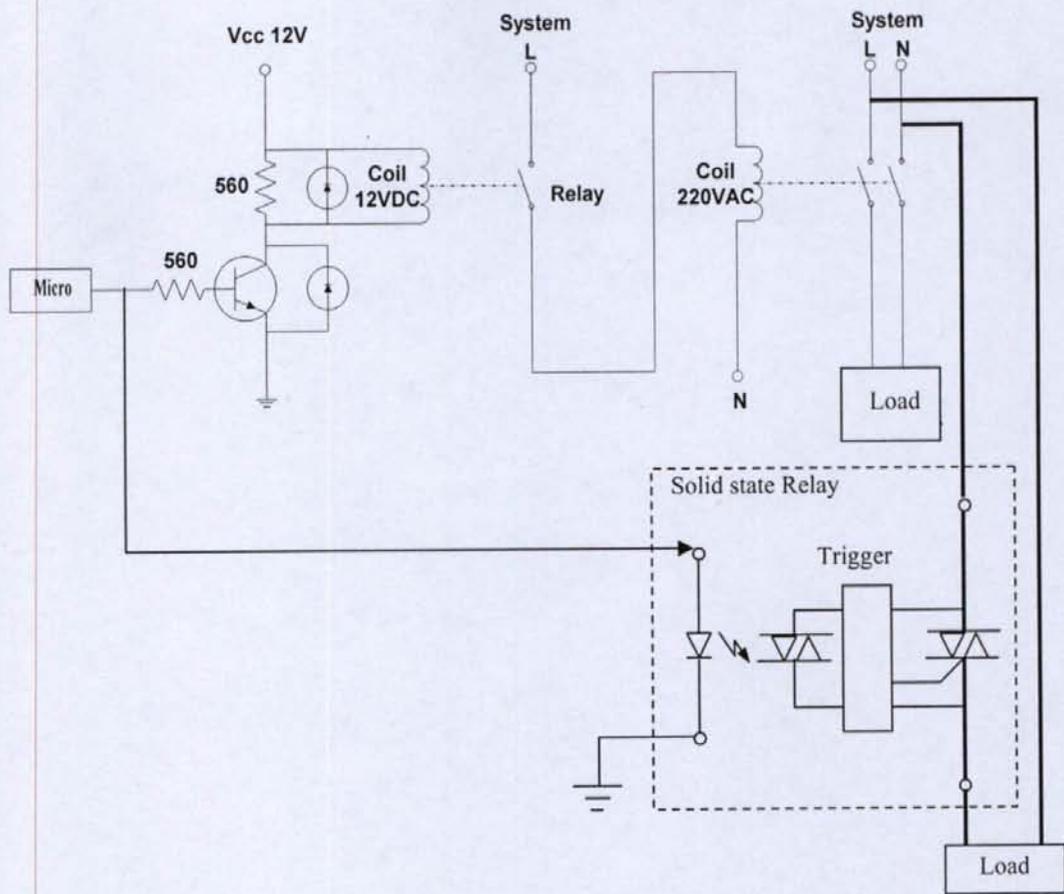


ก) วงจรที่ใช้แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์

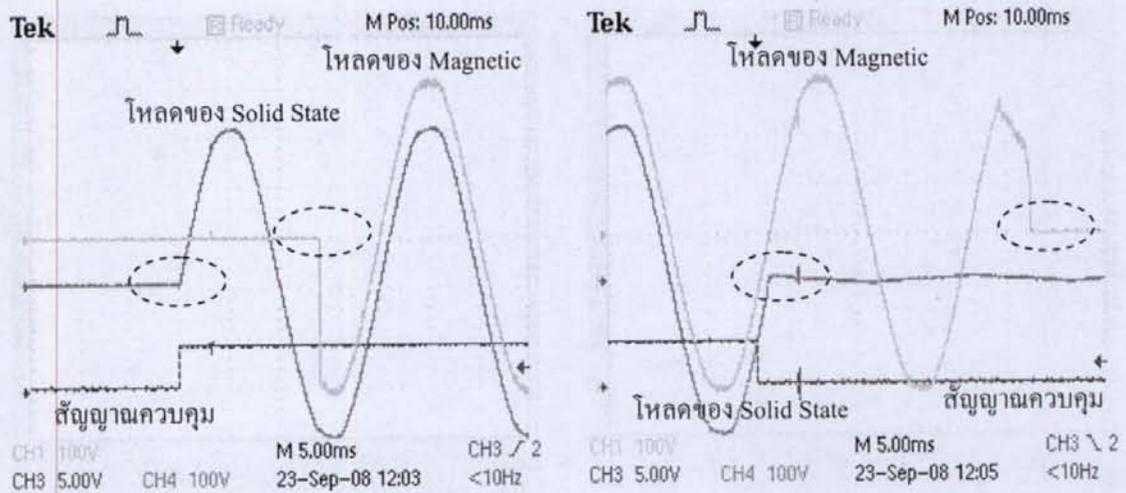


ข) วงจรที่ใช้รีเลย์แบบ Solid state

รูปที่ 4.16 การปรับเปลี่ยนวงจรขนานเข้าระบบ



รูปที่ 4.17 วงจรทดสอบสำหรับเปรียบเทียบเวลาการทำงานของอุปกรณ์ตัดต่อ



ก) สัญญาณขณะสั่งให้ต่อวงจร

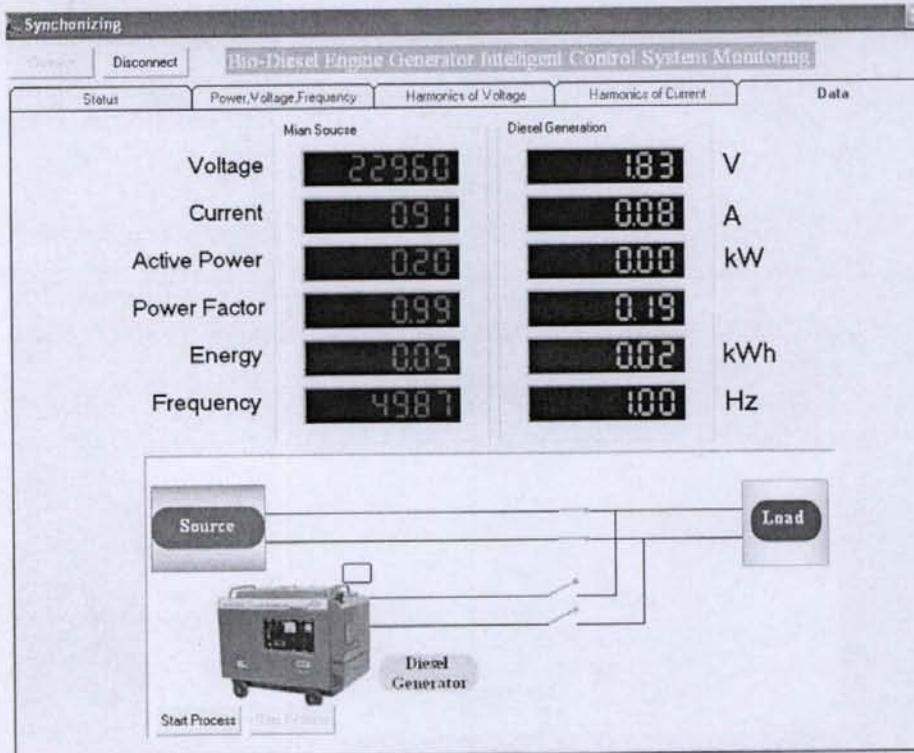
ข) สัญญาณขณะสั่งให้ปลดวงจร

รูปที่ 4.18 สัญญาณการทดสอบช่วงเวลาตัดต่อ

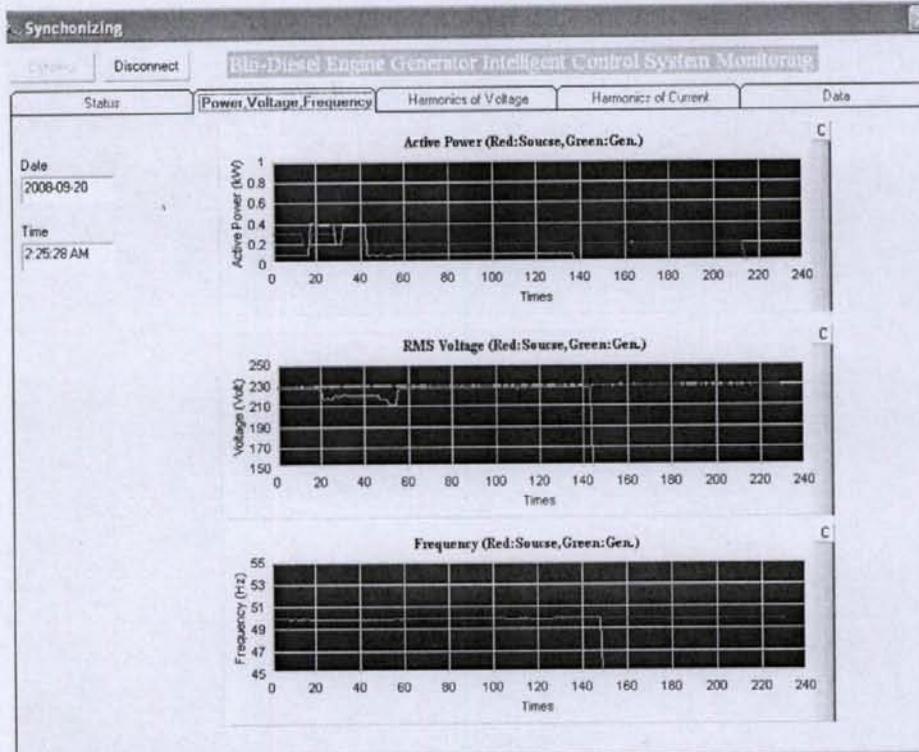
จากผลการทดสอบอุปกรณ์ตัดต่อแบบ Solid State พบว่าจะต่อวงจรในทันทีที่มีสัญญาณสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์และเมื่อสั่งให้ปลดวงจรจะไม่ปลดทันทีแต่จะรอนจนกว่าสัญญาณที่จ่ายให้โหลดมีค่าเป็นศูนย์จึงจะปลดวงจร ในขณะที่อุปกรณ์ตัดต่อแบบ Magnetic จะมีการหน่วงเวลา

4.6 การทดสอบส่วนแสดงผล

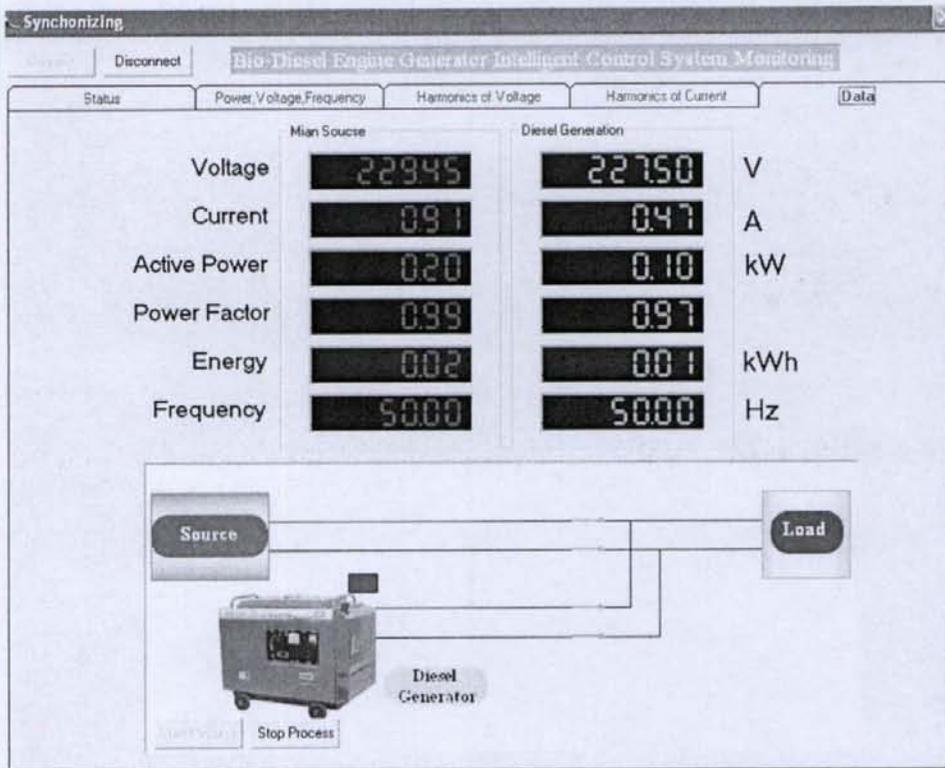
การแสดงผลที่คอมพิวเตอร์จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแสดงสถานะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนแสดงค่าทางไฟฟ้าแบบตัวเลข และส่วนแสดงค่าแบบกราฟ ซึ่งการทดสอบสามารถส่งข้อมูลแบบไร้สายมาแสดงได้ถูกต้อง อีกทั้งยังสั่งการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานหรือหยุดทำงานได้



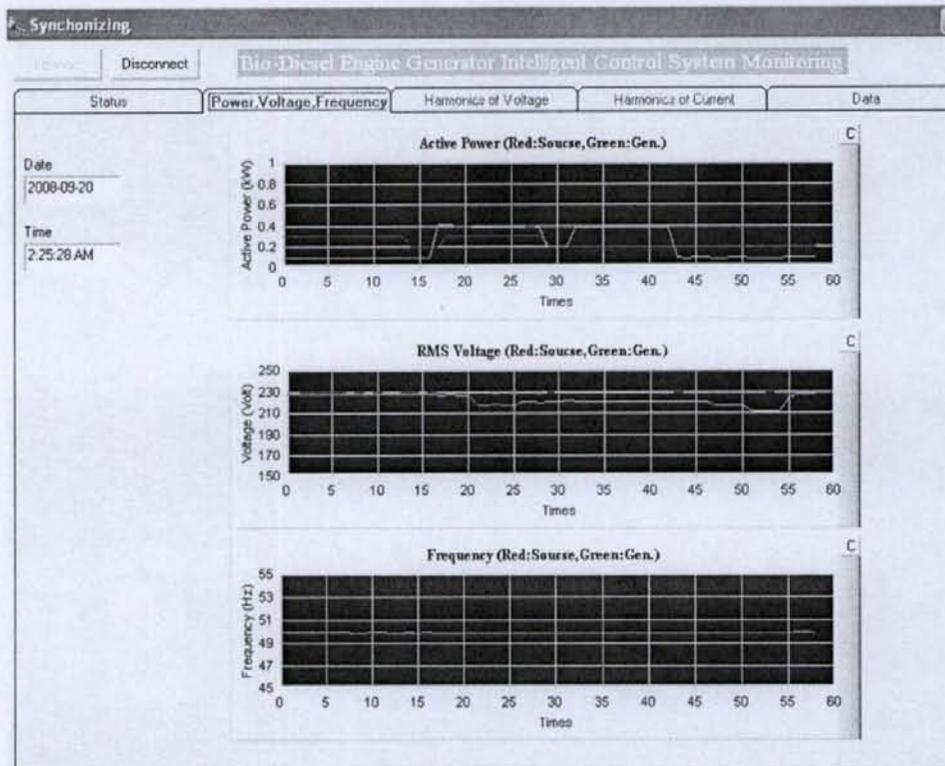
รูปที่ 4.19 สถานะของระบบขณะยังไม่ขนานเข้าระบบ



รูปที่ 4.20 ปริมาณทางไฟฟ้าแบบกราฟขณะยังไม่ขนานเข้าระบบ



รูปที่ 4.21 สถานะของระบบเมื่อนานเข้าระบบ

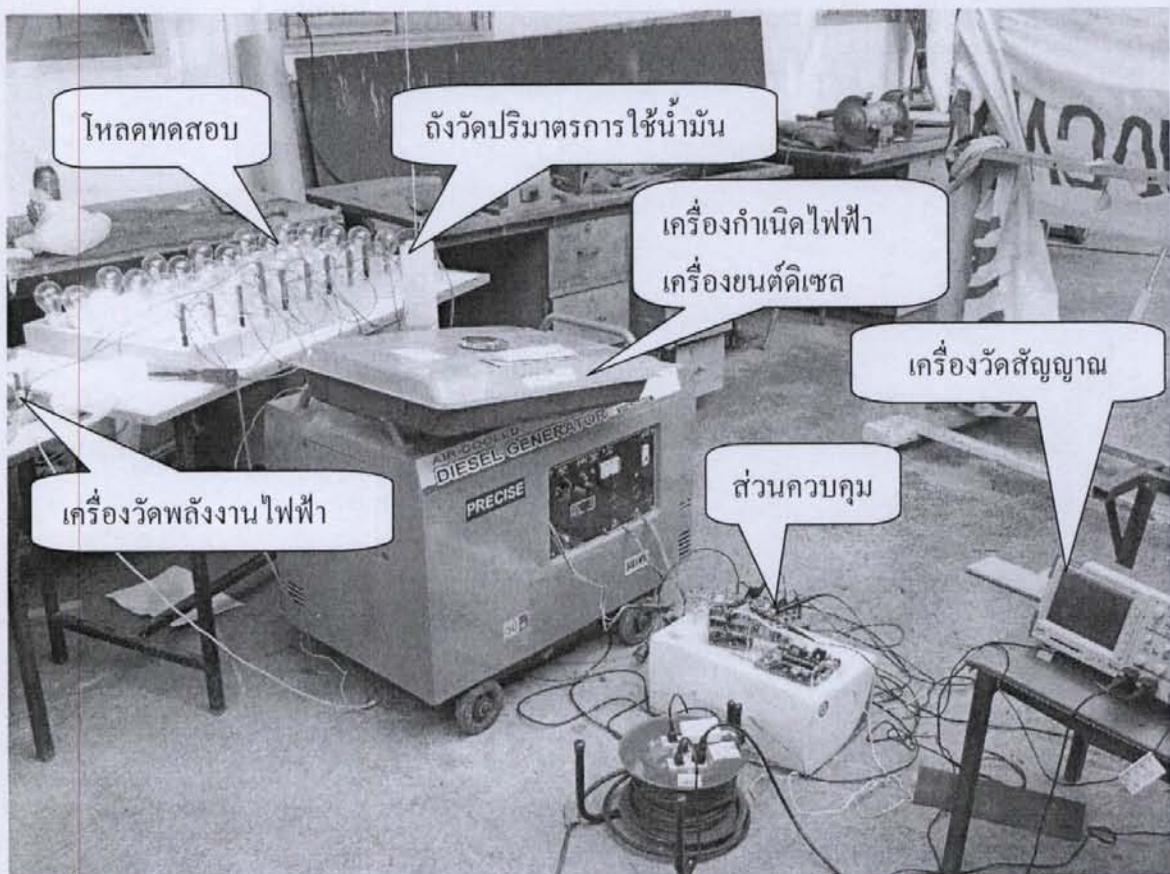


รูปที่ 4.22 ปริมาณทางไฟฟ้าแบบกราฟเมื่อนานเข้าระบบ

4.7 การทดสอบควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า

เมื่อต้องการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องดีเซลเข้ากับระบบที่ใช้พลังงานทดแทนเป็นหลัก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น เพื่อช่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่แหล่งพลังงานหลักจ่ายไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเครื่องยนต์ดีเซลสูง ดังนั้นในการสั่งให้ทำงานในแต่ละครั้งต้องพิจารณาเรื่องของความคุ้มค่าประกอบกับเสถียรภาพของการจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วย โดยเป้าหมายหลักของการนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าหลักแบบแยกจากระบบของการไฟฟ้าคือการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเมื่อแหล่งพลังงานหลักจ่ายไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อจ่ายโหลดขนาดต่ำจะมีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จะวิเคราะห์หาแนวทางการควบคุมการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าลดลง โดยการนำกำลังไฟฟ้าบางส่วนเก็บเข้าที่แบตเตอรี่ ซึ่งจะกล่าวถึงวงจรการทำงานต่อไป

4.7.1 การทดสอบอัตราการใช้พลังงานที่ขนาดโหลดต่างๆ เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กๆ ไม่มีผลการทดสอบประสิทธิภาพ จึงต้องทดสอบอัตราการใช้พลังงานเพื่อใช้ตัดสินใจสำหรับการสั่งให้เก็บพลังงานบางส่วนเข้าที่แบตเตอรี่ โดยพิกัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ที่ 3000 w

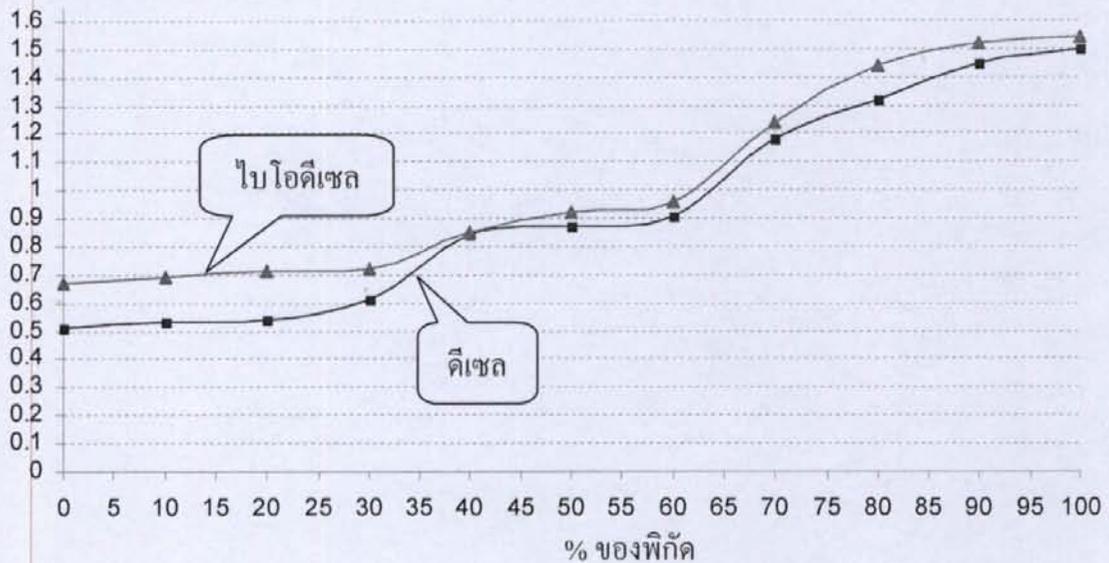


รูปที่ 4.23 ส่วนประกอบทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 อัตราการใช้เชื้อเพลิง

ลำดับ	โหลดทดสอบ		อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	
	ขนาดโหลด (kW)	ขนาดโหลด (%)	ดีเซล	ไบโอดีเซล
1	0 (No Load)	0	0.51	0.67
2	300 W	10	0.53	0.69
3	600 W	20	0.54	0.71
4	900 W	30	0.61	0.72
5	1,200 W	40	0.84	0.85
6	1,500 W	50	0.87	0.92
7	1,800 W	60	0.91	0.96
8	2,100 W	70	1.18	1.24
9	2,400 W	80	1.32	1.44
10	2,700 W	70	1.45	1.52
11	3,000 W	100	1.50	1.54

อัตราการใช้เชื้อเพลิง(ลิตร/ชั่วโมง)

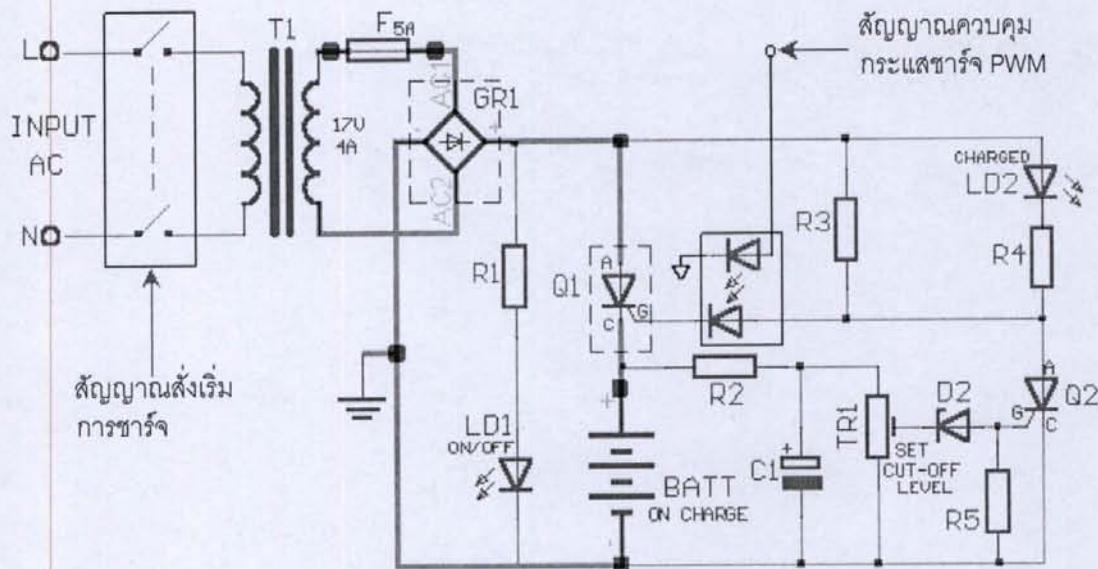


รูปที่ 4.24 กราฟอัตราการใช้เชื้อเพลิง

จากกราฟรูปที่ 4.24 จะพบว่าไบโอดีเซลจะมีอัตราการใช้พลังงานมากกว่าน้ำมันดีเซล แต่ข้อพิจารณาในหัวข้อนี้จะมุ่งไปที่ความต่างของอัตราการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งได้ข้อสรุปคือที่โหลดไม่เกิน 30% จะมีอัตราการใช้พลังงานใกล้เคียงกันมาก ต่างกันระหว่างไม่

มีโหลดกับที่โหลด 30% ประมาณ 0.1 ลิตรต่อชั่วโมงสำหรับดีเซล และ 0.05 ลิตรต่อชั่วโมงสำหรับไบโอดีเซล เมื่อโหลดเพิ่มขึ้นมากกว่า 30 % ก็จะเริ่มมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น

4.7.2 วงจรควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า เมื่อต้องการควบคุมให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายพลังงานตามที่ต้องการจะทำได้สองส่วนคือ การควบคุมที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและควบคุมที่โหลด จากการทดสอบประสิทธิภาพการจ่ายโหลดถ้าโหลดที่ใช้จริงไม่ถึง 30% การเริ่มเดินเครื่องให้กุ่มค่าจะต้องมีการเก็บพลังบางส่วนเข้าที่แบตเตอรี่แต่รวมแล้วไม่เกิน 30% จากนั้นนำพลังงานที่แบตเตอรี่มาใช้โดยปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในบางช่วงได้ จากการที่ต้องการควบคุมการจ่ายโหลดให้ไม่เกิน 30 % นั้น จะต้องมี การควบคุมการจ่ายโหลดของเครื่องยนต์โดยควบคุมอัตราการจ่ายน้ำมันหรือควบคุมการเก็บพลังงานเข้าที่แบตเตอรี่ เนื่องด้วยโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอยู่ไม่สามารถดัดแปลงให้ดำเนินการทดสอบควบคุมอัตราการจ่ายน้ำมันตามที่ต้องการ จึงไม่มีผลการทดสอบการควบคุมการจ่ายโหลด แต่สามารถเทียบเคียงดูผลการควบคุมการจ่ายโหลดตามหัวข้อที่ 4.3.4 ดังนั้นจึงเลือกที่จะออกแบบระบบควบคุมการเก็บพลังงานเข้าที่แบตเตอรี่แทน ดังแสดงวงจรเพิ่มเติมตามรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 วงจรเก็บประจุแบบควบคุมกระแสด้วย PWM

ขั้นตอนการสั่งการใช้เก็บพลังงานเข้าที่แบตเตอรี่

1. มีคำสั่งให้เดินเครื่องยนต์เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้โหลด (เมื่อแหล่งพลังงานหลักจ่ายไม่เพียงพอ)
2. ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออก
 - ถ้ามีการจ่ายกำลังไฟฟ้าเกิน 30% ของพิกัด ไม่ต้องเก็บพลังงานลงแบตเตอรี่
3. ถ้ามีการจ่ายกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 30% ของพิกัด ส่งสัญญาณสั่งเริ่มการชาร์จ

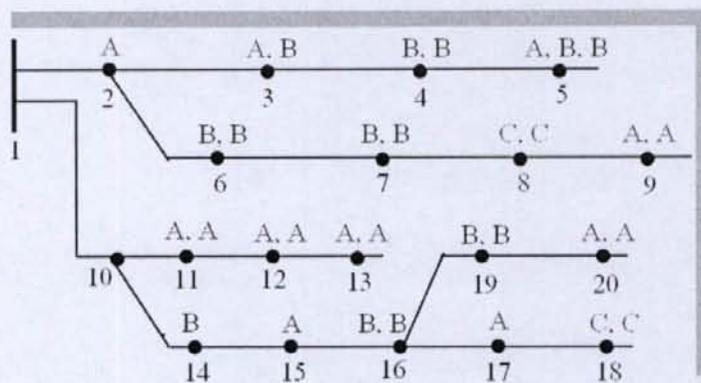
4. ส่งสัญญาณควบคุมกระแสชาร์จ โดยต้องตรวจวัดกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องจ่ายไม่เกิน 30%

5. ถ้าการทำงานของเครื่องยนต์ยาวนานแต่แบตเตอรี่ยังไม่เต็มถึงจุดที่สั่งหยุดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในเงื่อนไขที่มีการชาร์จจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องปรับตั้งค่าแรงดันที่แบตเตอรี่สำหรับหยุดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ลดลง เช่น ปกติจะหยุดการทำงานของเครื่องยนต์เมื่อแรงดันที่แบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึง 47.5 V จากปกติ 48 V อาจจะต้องลดลงมาที่ 46 V เป็นต้น เพื่อหยุดการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนสูงมาใช้ไฟฟ้าที่มีต้นทุนถูกแทน

การวิจัยในหัวข้อนี้เป็นเพียงการเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากการเดินเครื่องยนต์เพื่อผลิตกำลังไฟฟ้าให้มีความคุ้มค่ามากที่สุด จึงไม่ได้มีการต่อวงจรทดสอบจริง โดยข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยในขั้นต่อไป

4.8 การวิเคราะห์ตำแหน่งเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องยนต์ไปโอดีเซล

ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานสูงเช่น ช่วงเวลา 18.00-21.00 น. การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลังสำหรับจ่ายพลังงานในช่วงเวลาดังกล่าวจะช่วยลดการสร้างโรงไฟฟ้าเพื่อมารองรับการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นๆ แต่ถ้าต้องการประโยชน์สูงสุดจำเป็นต้องหาตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดกำลังสูญเสียในระบบได้ด้วย ในการทดสอบจะทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 kW เข้าที่บัสต่างๆ ในระบบไฟฟ้าเพื่อคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่น้อยที่สุดเพื่อใช้ตัดสินใจในการเลือกตำแหน่งและเฟสที่จะติดตั้ง โดยทดสอบกับระบบทดสอบขนาด 20 บัส ตามรูปที่ 4.27 แล้วคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า ผลการทดสอบเป็นไปตามรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.26 ระบบทดสอบ 20 บัส

