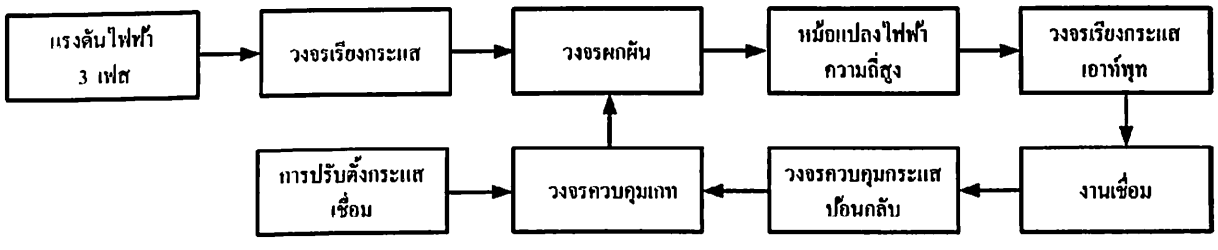
บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอองค์ประกอบของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 3 เฟสซึ่งแบ่งเป็นส่วนต่างๆดังนี้

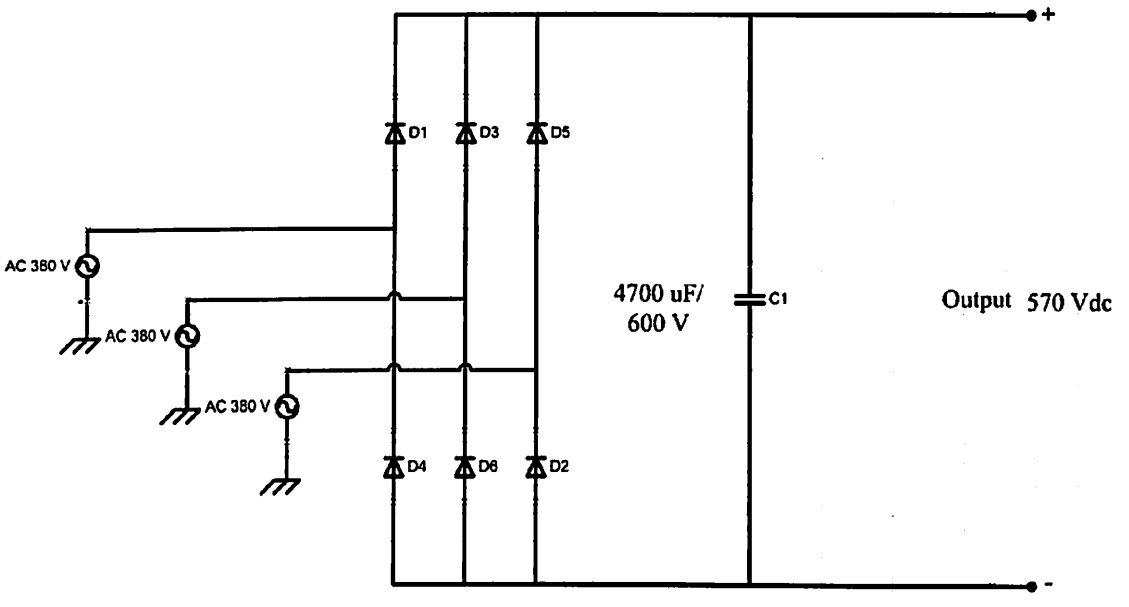
3.1 โครงสร้างของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

จากรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้างของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้านี้ได้เลือกวงจรผกผันไฟตรงแบบฟูล-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบสวิทช์ด้วยความถี่สูง การออกแบบส่วนต่างๆ ของโครงสร้างเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีดังนี้

3.2 วงจรเรียงกระแส



รูปที่ 3.2 ภาคจ่ายไฟ

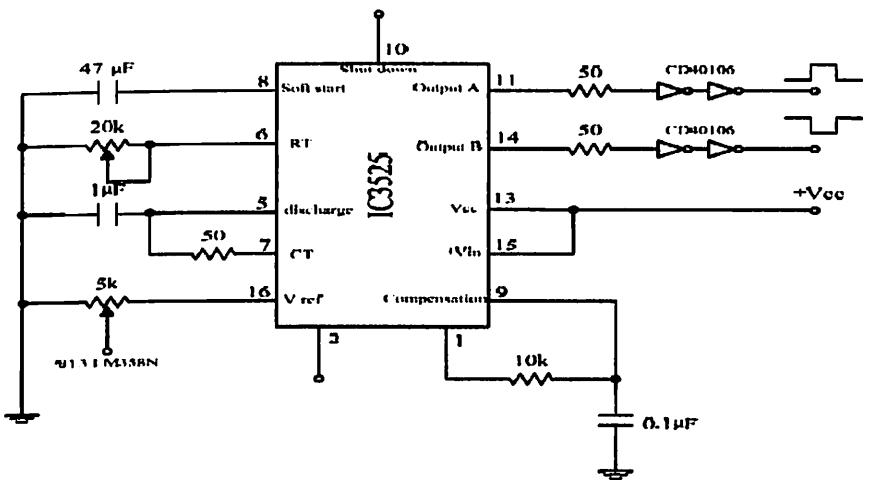
จากรูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสซึ่งแหล่งจ่ายแรงดันของระบบประกอบด้วยวงจรเรียงกระแสแบบฟูลบริดจ์และกรองแรงดัน โดยจะรับแรงดันไฟกระแสสลับ 380 โวลท์ 50 เฮิร์ต 3 เฟสเพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 570 โวลท์ เพื่อนำไปจ่ายให้กับส่วนต่างๆ

3.3 ภาคควบคุมเกท

วงจรภาคควบคุมเกทจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

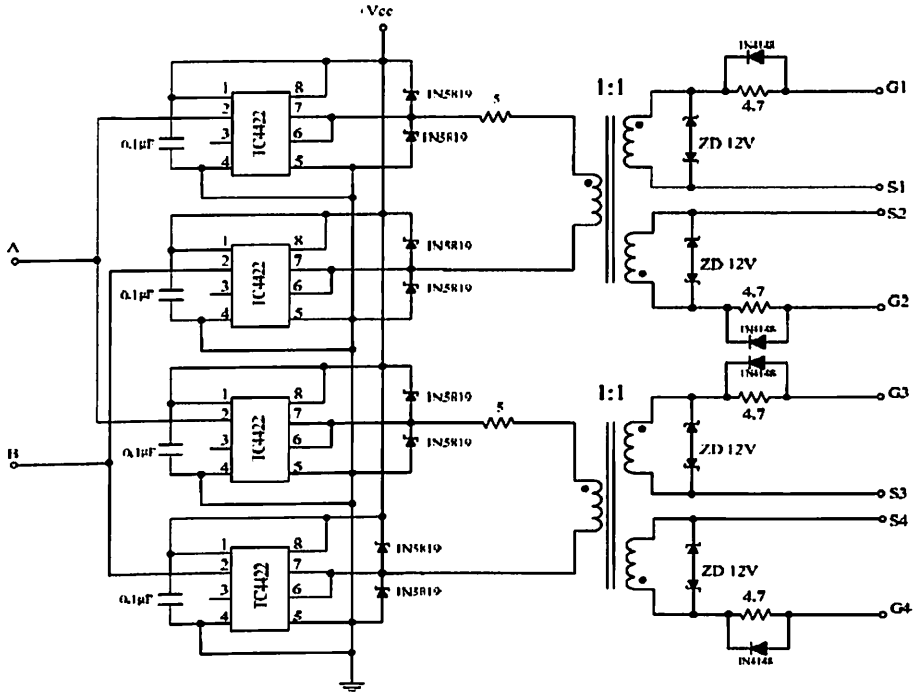
3.3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

วงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมในส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณไปขับนำเกทของมอสเฟทกำลังทั้ง 4 ชุดในวงจรคอนเวอร์เตอร์ซึ่งจะต้องควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงช่วงจังหวะเวลาการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟท เพื่อให้ได้รูปคลื่นของแรงดันทางด้านเอาท์พุทที่ต้องการและไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นกับอุปกรณ์ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งวงจรควบคุมนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยจะรับแรงดัน 15 V เข้าที่ขา 13 และ15 และวงจร RC จะสร้างสัญญาณสามเหลี่ยมฟันเลื่อยออกมาเพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปมอดูเลตกับสัญญาณป้อนกลับที่ได้จากวงจรของภาคขยายความต่าง แล้วจะได้สัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา 11 และขา 14 โดยรูปคลื่นที่ได้ออกมานั้นจะมีความต่างเฟสกัน ซึ่งสามารถปรับความกว้างพัลส์ได้ที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ โดยให้ความถี่เอาท์พุทประมาณ 100 kHz



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

3.3.2 วงจรขับนำเกท

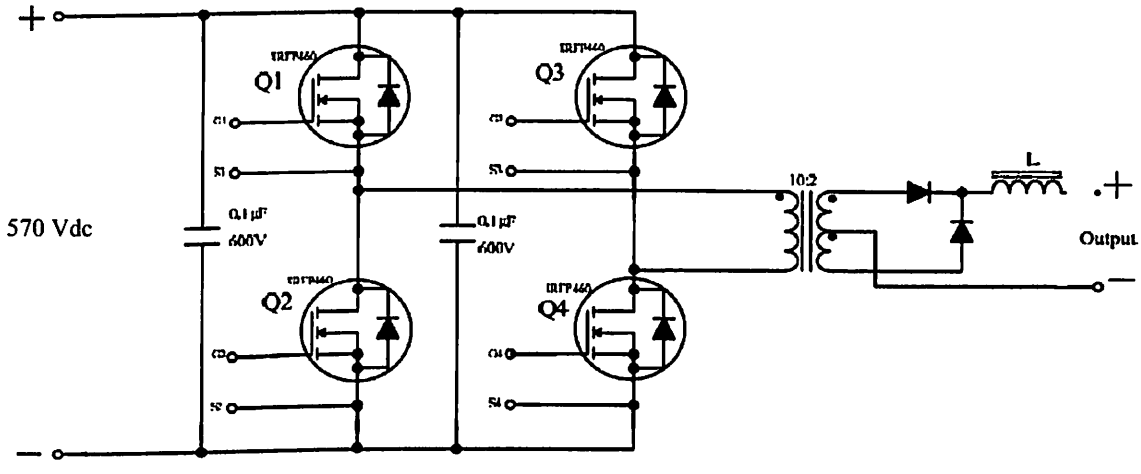


รูปที่ 3.4 วงจรขับนำเกท

จากรูปที่ 3.4 การทำงานของวงจรชุดขับนำเกทนี้จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปขับให้เพาเวอร์มอสเฟททำงาน โดยรับสัญญาณควบคุมการทำงานจากวงจรกำเนิดสัญญาณและผ่านไอซีขยายแรงดันและกระแส เพื่อขยายส่งให้หม้อแปลงพัลส์ การใช้หม้อแปลงพัลส์มีข้อดีคือ สามารถแยกกราวด์ของเพาเวอร์มอสเฟทแต่ละตัวออกจากกัน ส่วนการเลือกใช้หม้อแปลงพัลส์เลือกใช้ขนาดแกนเฟอร์ไรต์แบบเทอร์รอยด์ซึ่งรูปคลื่นที่ได้นั้นจะดีกว่าแกนแบบ EI หรือ EE โดยมีอัตราส่วน 1:1 เพื่อให้สามารถขับแรงดันป้อนให้ขาเกทได้ดีขึ้นและเป็นการแยกทางไฟฟ้า (Isolated) ทำให้ประหยัดแหล่งจ่ายไฟที่ขับเกทไม่ต้องมีหลายชุด

3.4 วงจรผกผัน

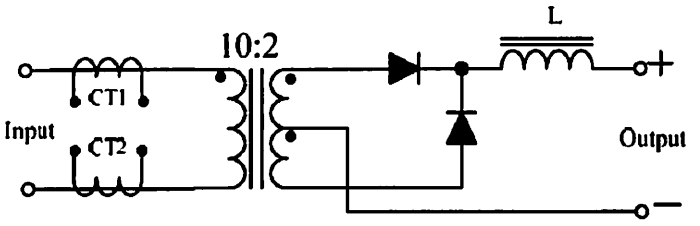
วงจรผกผันไฟตรงแบบฟูลบริดจ์ในรูปที่ 3.5 เพาเวอร์มอสเฟททั้ง 4 ตัวจะสลับการทำงานกันเป็นคู่คือ Q1 และ Q4 จะนำกระแสพร้อมกันในสัญญาณช่วงครึ่งคาบแรก ส่วนในครึ่งคาบหลัง Q2 และ Q3 นำกระแสแทน ส่วน Q1 และ Q4 หยุดนำกระแสทำให้แรงดันเอาท์พุทของคอนเวอร์เตอร์ที่ขดลวดด้านปฐมภูมิเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งมีค่ายอดถึงยอดเท่ากับสองเท่าของแรงดันไฟตรงที่ป้อนเลี้ยงวงจรในภาคกำลังและมีความถี่เท่ากับการทำงานของ PWM ที่ขับให้กับเพาเวอร์มอสเฟททำงาน



รูปที่ 3.5 วงจรผกผัน (Inverter)

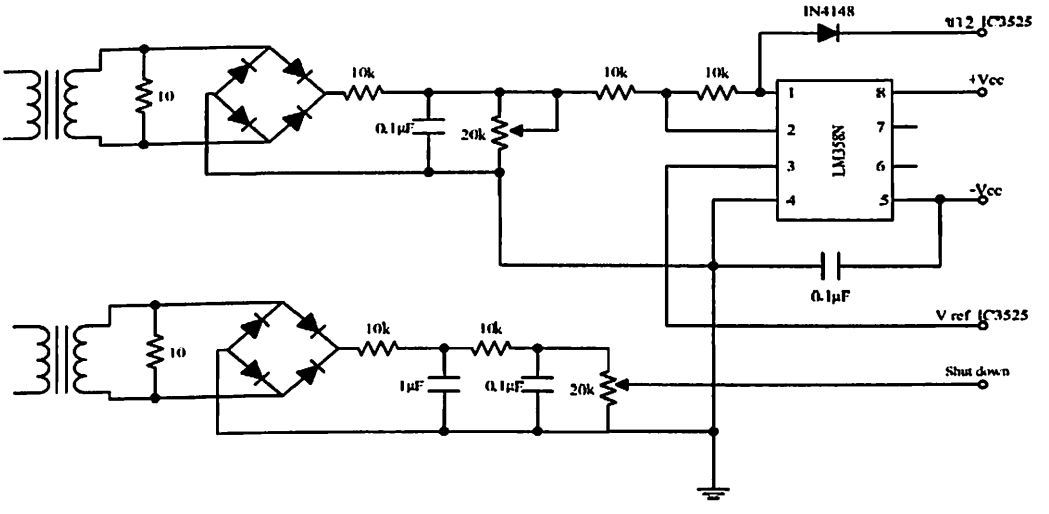
3.5 วงจรเรียงกระแสเอาท์พุท

จากรูปที่ 3.6 เมื่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงมาแล้ว แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะเข้าสู่วงจรเรียงกระแสทางด้านเอาท์พุท เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและจะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 90 โวลท์ทางด้านเอาท์พุท



รูปที่ 3.6 วงจรเรียงกระแสเอาท์พุท

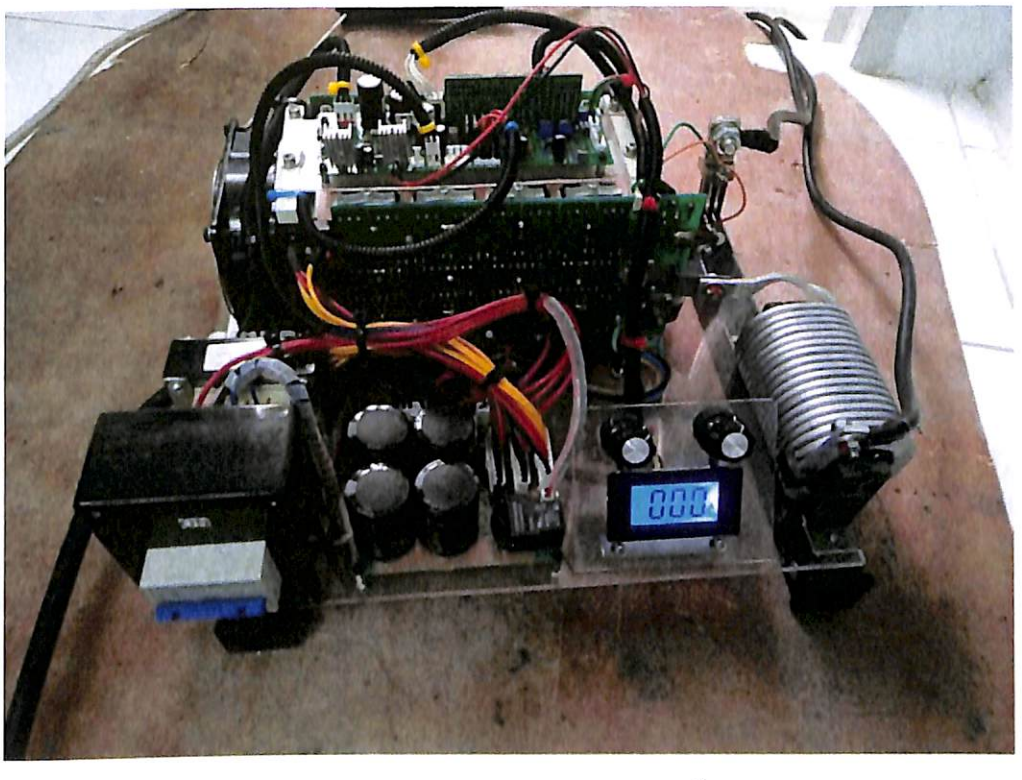
3.6 วงจรควบคุมกระแสป้อนกลับ



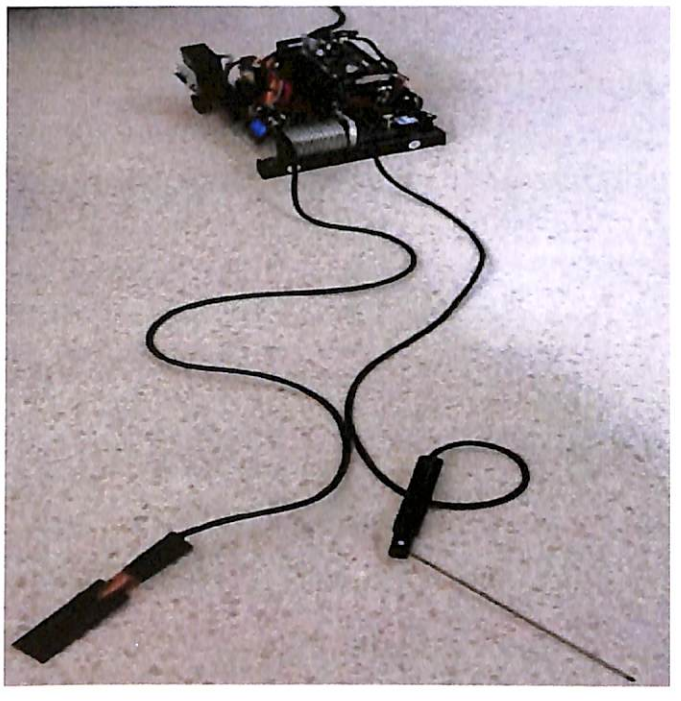
รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมกระแสป้อนกลับ

เครื่องเชื่อมความถี่สูงโดยใช้หลักการฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์จะถูกควบคุมแบบลูปปิดเพื่อให้ได้กระแสเชื่อมมีความต่อเนื่อง แรงดันไฟฟ้าจะผ่านวงจรแบ่งแรงดันจ่ายให้กับไอซี KA3525A โดยแรงดันนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 3.6 V เพื่อให้สามารถปรับความกว้างพัลส์ได้โดยอัตโนมัติ ในช่วงแรกนั้นโหลดจะเริ่มดึงกระแสมากแรงดันตกคร่อมที่วงจรแบ่งแรงดันจะมีค่ามากป้อนให้กับขาอินเวอร์ติ้ง วงจรก็จะลดความกว้างของพัลส์ลง แต่เมื่อกระแสโหลดลดลงแรงดันป้อนให้ขาอินเวอร์ติ้งก็ลดลงทำให้ความกว้างของพัลส์เพิ่มขึ้น ในส่วนของการป้อนกลับแรงดันนั้นได้แรงดันจากขั้วเอาท์พุทโดยตรง

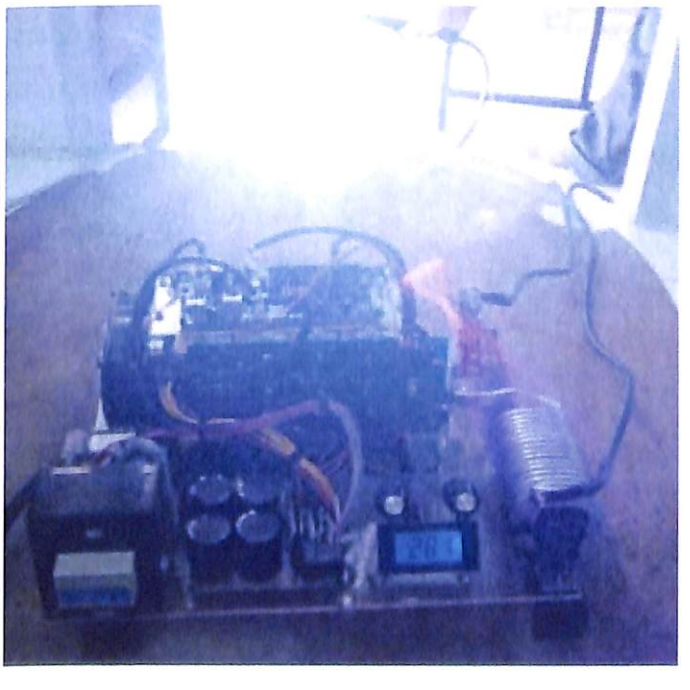
ในขณะไม่มีโหลดจะมีแรงดันประมาณ 90 Vdc นำมาเข้าวงจรแบ่งแรงดันเช่นเดียวกับวงจรป้อนกลับกระแส แต่การทำงานจะกลับกัน คือ ในช่วงแรกที่โหลดดึงกระแสแรงดันที่ขั้วเอาท์พุทจะตกลงทำให้แรงดันที่ป้อนเข้าขาอินเวอร์ติ้งของไอซี KA3525A มีค่าน้อย แต่เมื่อโหลดดึงกระแสต่ำลงแรงดันที่ป้อนกลับก็จะเพิ่มขึ้นในจุดที่แรงดันป้อนกลับเพิ่มขึ้นนี้จะทำให้ความกว้างพัลส์ลดลงเป็น 0 % ได้นั้นหมายความว่าวงจรหยุดการทำงาน



รูปที่ 3.8 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้น



ก. ก่อนการทดสอบ



ข. ขณะทดสอบ

รูปที่ 3.9 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นและทดสอบการใช้งานจริง