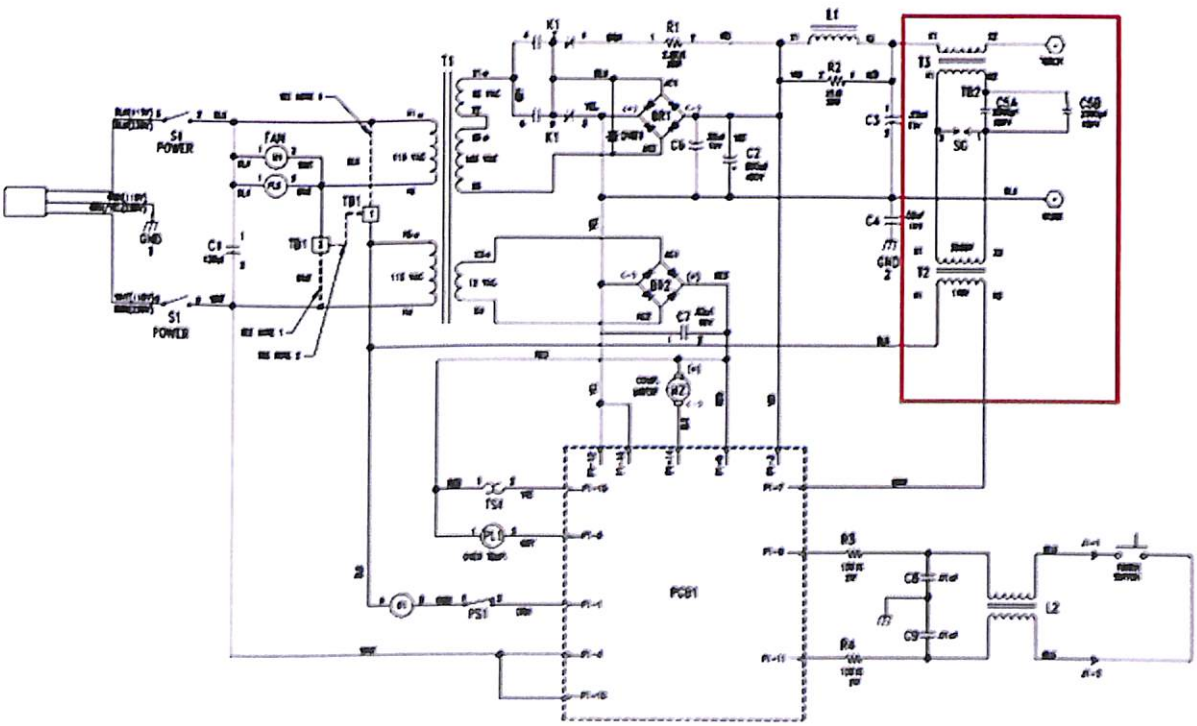
บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในบทนี้เป็นการนำเสนอองค์ประกอบของเครื่องตัดพลาสมา 1 เฟสซึ่งแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ที่ดำเนินการในวิทยานิพนธ์

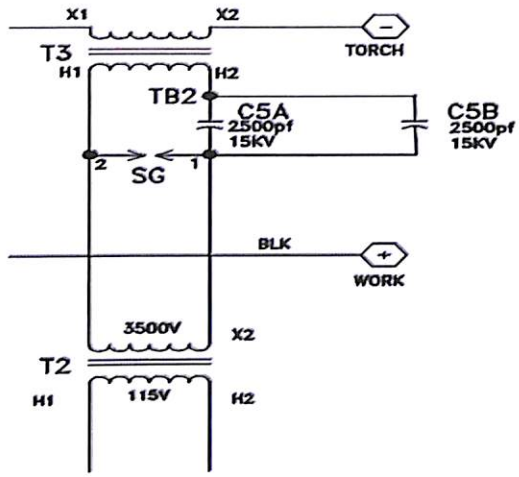
3.1 โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสมา

โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสมาแบบดั่งเดิมที่ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆตามรูปที่ 3.2 เป็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของเครื่องตัดพลาสมาซึ่งในการออกแบบส่วนต่างๆ ของโครงสร้างเครื่องตัดพลาสมาแบบดั้งเดิมนั้น มีวงจรดังรูปที่ 3.1



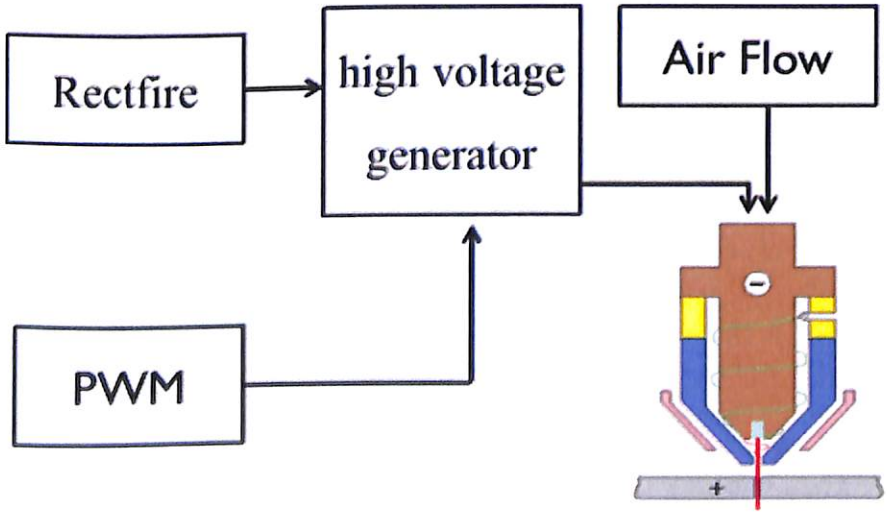
รูปที่ 3.1 วงจรเครื่องตัดพลาสมาแบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 3.1 ทำการขยายภาพในกรอบสีแดง จะสังเกตุได้ว้าการสร้างแรงดันไฟฟ้าสูงของเครื่องตัดพลาสมาแบบดั้งเดิมนั้นใช้รูปแบบ Step-up Transformer และมี Gap จากการถ่ายเทประจุผ่านอากาศดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 หม้อแปลงจุดอาร์คในเครื่องตัดแบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 3.1 แสดงวงจรเครื่องตัดพลาสมาแบบดั้งเดิมที่ได้นำเสนอไปแล้วใน บทที่ 2 ในการการพัฒนาซึ่งในวิทยานิพนธ์จะได้ทำการปรับปรุงวงจรคอนเวอร์เตอร์ (ในกรอบเส้นสีแดง)โดย ทำการพัฒนาวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบฟลายแบคเป็นแบบสวิตชิ่ง โดยมี ใช้ IC-TL494 ในรูปแบบที่ไม่มีชุด Spark Gap ในวงจร ดังมีองค์ประกอบใหม่ในรูปที่ 3.3

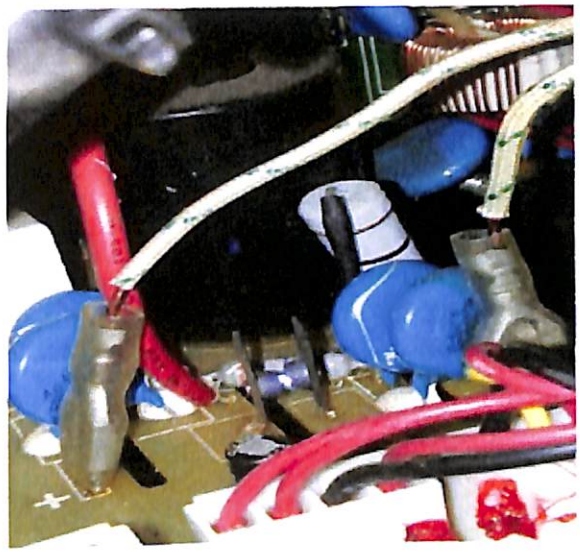


รูปที่ที่ 3.3 โครงสร้างของเครื่องตัดพลาสมา

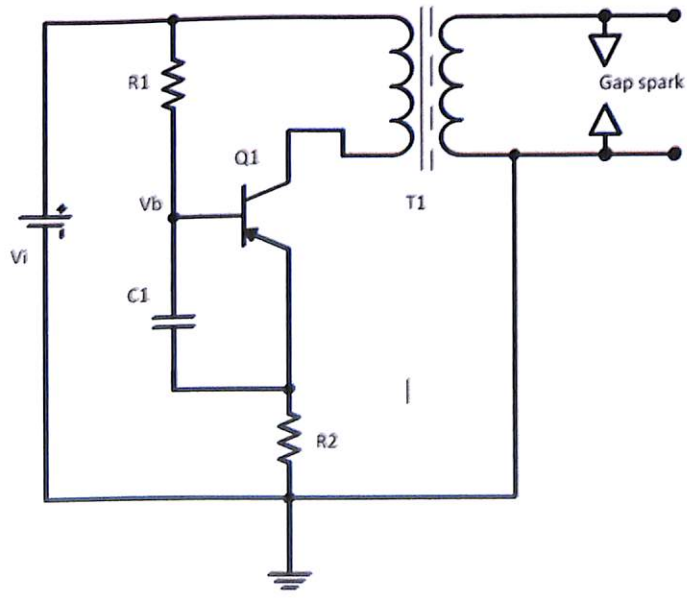
มีโครงส้างแบบง่ายๆ 3 ส่วน ซึ่งเป็นพื้นฐานของวงจรชอปเปอร์ เพื่อใช้ในฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ ข้อดีที่เห็นแตกต่างจากแบบดั้งเดิมซึ่งใช้ Spark Gap จะมีรูปแบบแรงดันที่สมมาตร

สม่ำเสมอกว่าการใช้ Spark Gap ทำให้สัญญาณเอาท์พุทที่ส่งไปยังโพปของหัวตัดมีความสม่ำเสมอ ช่วยให้คุณภาพของรอยตัดดีขึ้น

โดยในส่วนของการจุดอาร์คของชุดตัดพลาสมาแบบดั้งเดิมจะเป็นระบบจุดอาร์คแบบ Electode gapโดยในส่วนของ Spark Gap นั้นจะเป็นแบบเปิด ดังรูปที่ 3.4



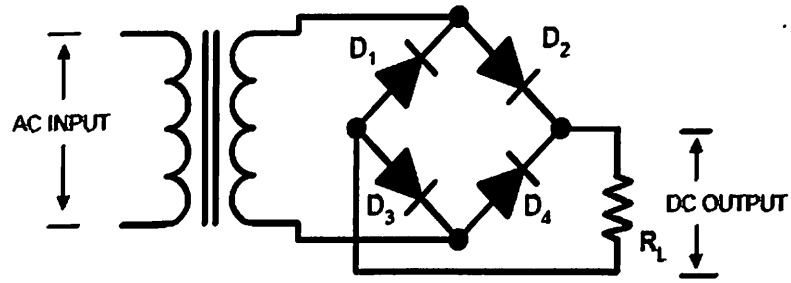
รูปที่ 3.4 แสดงการทำงาน Gap Spark ขณะทำการตัด



รูปที่ 3.5 วงจรจุดการทำงาน Gap Spark

3.2 การออกแบบวงจรเรียงกระแส 1 เฟส

ในการออกแบบเรียงกระแส เราใช้วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นเพื่อทำการแปลงกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรง โดยได้มีการออกแบบให้เหมาะสมกับโครงงานนี้ที่พิกัดแรงดันแรงดันอินพุท 230 โวลต์เอซีเป็นแรงดัน 311โวลต์ดีซี ดังแสดงตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรเรียงกระแส 1 เฟส

3.2.1 คำนวณหาพิกัดของไดโอดในวงจรเรียงกระแส1 เฟส

คำนวณแรงดันไฟฟ้าด้านขาเข้าจากพิกัดแรงดันไฟฟ้า 230 V_{ac} เมื่อผ่านวงจรเรียงกระแส

$$V_{DC} = V_P = 1.414 \times V_{AC} \quad (3.1)$$
$$V_{DC} = 1.414 \times 230$$
$$V_{DC} = 325 \text{ V}$$

3.3 การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูง

หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงหรือหม้อแปลงฟลายแบ็คทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำและเพิ่มระดับแรงดัน (Step-Up Transformer) ดังแสดงตามภาพที่ 3.7

หม้อแปลง FlyBack พิกัดหม้อแปลง V_{in} = 25 V, V_{out} = 15 kV, f = 50 kHz ใช้แกน UF86A จำนวน 1 แกนดังนั้นพื้นที่ของบอบบิ้น $A_e = 3.92 \text{ cm}^2$

คำนวณขดลวดด้านปฐมภูมิ N_P

$$N_P = \frac{V_p x 10^8}{4 f B_{max} A_e} \tag{3.2}$$

$$= \frac{25 x 10^8}{4(50{,}000)(2{,}300)(3.92)}$$

$$= 1.48 \text{ รอบ, เลือกพันที่ } 1.5 \text{ รอบ\#}$$

คำนวณขดลวดด้านทุติยภูมิ N_S

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} \tag{3.3}$$

$$N_S = N_P \frac{V_s}{V_p}$$

$$= 1.5\left(\frac{15{,}000}{25}\right)$$

$$= 900 \text{ รอบ \#}$$

หากระแสด้านปฐมภูมิ I_{pp}

$$I_{PP} = \frac{2P_{out}}{\eta V_{in} \delta_{max}} \tag{3.4}$$

$$I_{PP} = \frac{2(20)}{0.8(25)(0.5)}$$

$$= 4 \text{ A}$$

หากระแสด้านทุติยภูมิ I_s

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{E_P}{E_S} \tag{3.5}$$

$$I_S = \frac{E_p}{E_s} I_P$$

$$= \left(\frac{25}{15000} \right) 4$$

$$= 0.0067 \text{ A}$$

หาขนาดลวดด้านปฐมภูมิ

ขนาดเส้นลวด = ความหนาแน่นกระแส x กระแส (3.6)

= (400) x (4)

= 1,600 Circular mils.

เลือกค่าที่ใกล้เคียง ดังนั้นใช้ลวด AWG เบอร์ 22 #

หาขนาดลวดด้านทุติยภูมิ

ขนาดเส้นลวด = ความหนาแน่นกระแส x กระแส

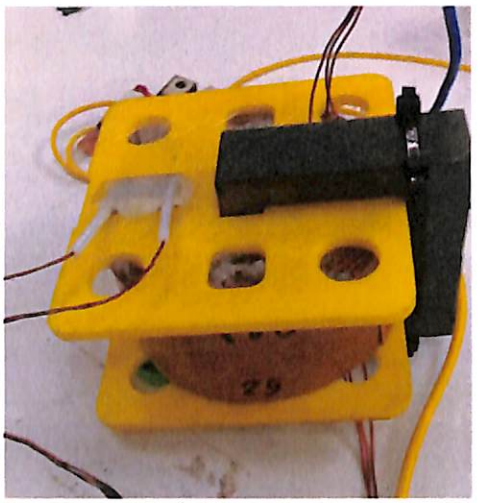
= (400) X (0.0067)

= 1.60 Circular mils.

เลือกค่าที่ใกล้เคียง ดังนั้นใช้ลวด AWG เบอร์ 27 #

ขนาดของลวดพันหม้อแปลงสามารถหาได้จากตารางเทียบขนาดลวดทองแดงอาบน้ำยา จากภาคผนวก ก

ก. ภาพเครื่องที่ใช้พันหม้อแปลง



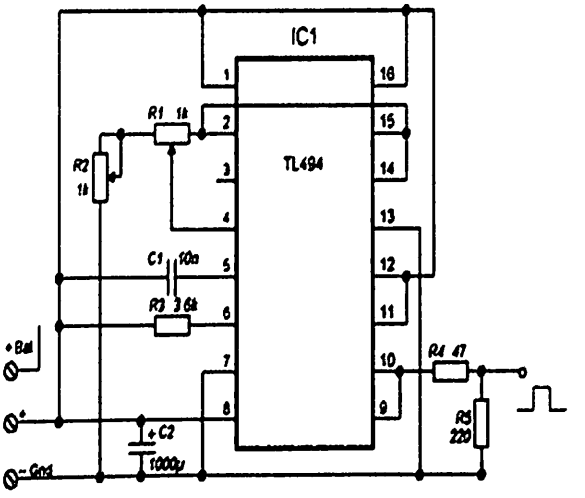
ข. หม้อแปลงที่ได้หลังจากการพัน

รูปที่ 3.7 หม้อแปลงที่ได้จากการออกแบบ

3.4 ภาคควบคุมเกท

3.4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

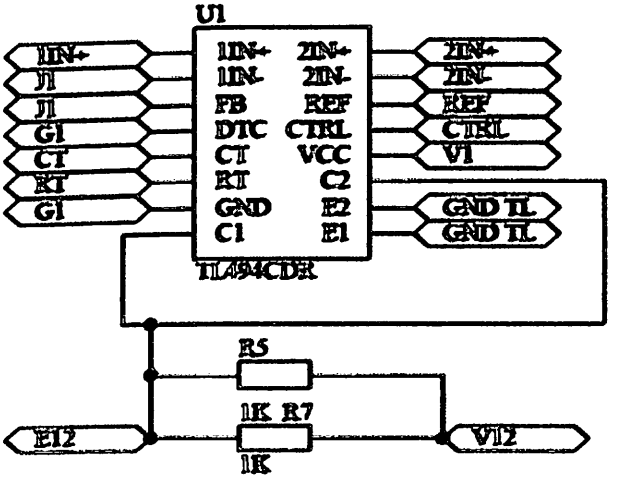
วงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมในส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณไปขับนำเกทของมอสเฟทกำลังทั้ง 4 ชุดในวงจรคอนเวอร์เตอร์ซึ่งจะต้องควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงช่วงจังหวะเวลาการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟท เพื่อให้ได้รูปคลื่นของแรงดันทางด้านเอาท์พุทที่ต้องการและไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นกับอุปกรณ์ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งวงจรควบคุมนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยจะรับแรงดัน 15 V เข้าที่ขา 1,8,12,16 และ 7,13 และวงจร RC จะสร้างสัญญาณสามเหลี่ยมฟันเลื่อยออกมาเพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปมอดูเลตกับสัญญาณป้อนกลับที่ได้จากวงจรของภาคขยายความต่าง แล้วจะได้สัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา 10 โดยรูปคลื่นที่ได้ออกมานั้นจะมีความต่างเฟสกัน ซึ่งสามารถปรับความกว้างพัลส์ได้ที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ โดยให้ความถี่เอาท์พุทประมาณ 50 kHz



รูปที่ 3.8 วงจรกำเนิดสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

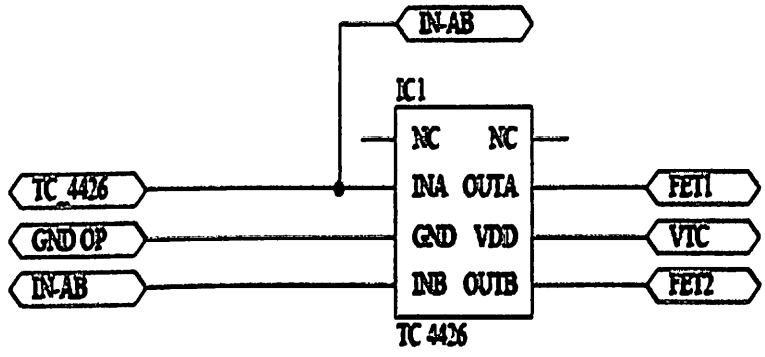
3.5 การออกแบบจุดตัดอาร์คของเครื่องตัดพลาสมา

ในการออกแบบนี้จะใช้ความถี่ PWM ที่ 50 กิโลเฮิร์ตเป็นตัวจุดอ์คซึ่ง ใช้ตัวสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมนี้คือ TL 494 เพื่อนำเอ้าสัญญาณที่ได้มาทางด้าน C2 ออกมาทางด้านเอาท์พุท V12 ดังรูปที่ 3.9



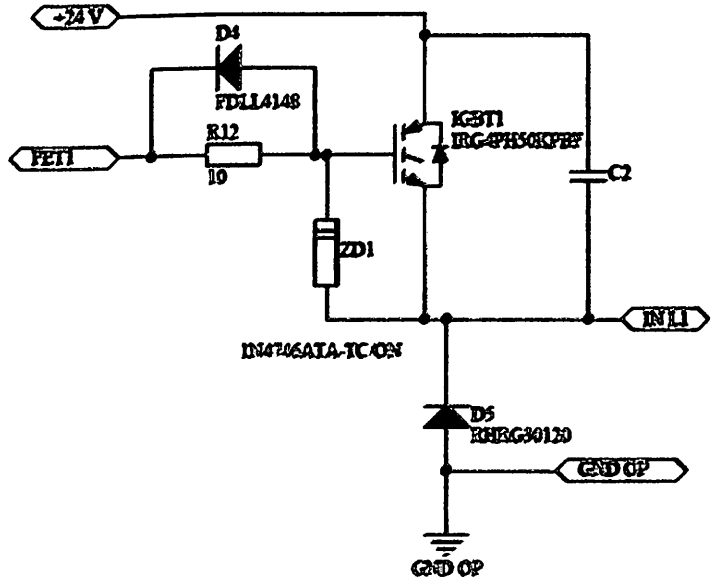
รูปที่ 3.9 ไอซีสร้างสัญญาณ PWM โดย IC เบอร์ TL494

ดังนั้นสัญญาณจึงถูกส่งต่อไปยัง IC1 ขับนำเกต เบอร์ TC 4426 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้สามารถที่จะขับนำเกตของ IGBT ได้ ดังรูปที่ 3.10

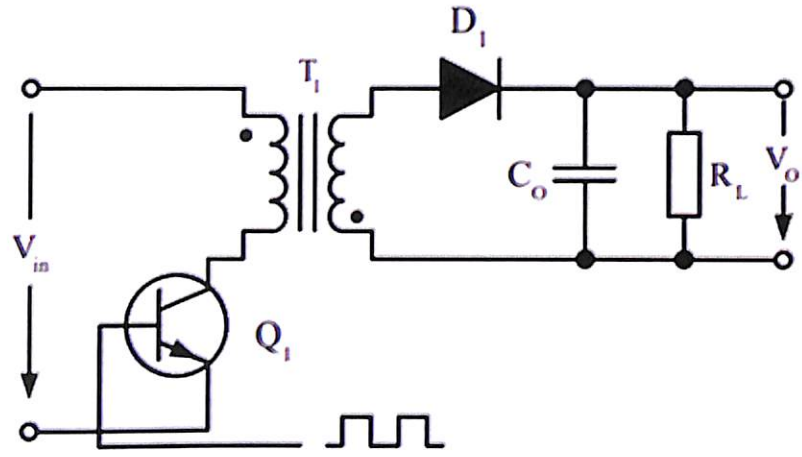


รูปที่ 3.10 วงจรขยายสัญญาณขับนำเกต โดย IC เบอร์ TC 4426

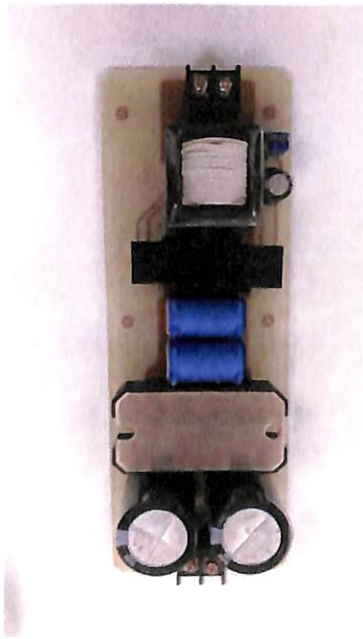
โดย IGBT ที่นำมาใช้คือเบอร์ IRG4PH50KPBF เพราะเป็นเบอร์ที่มีพิกัดทนแรงดันได้สูงที่สามารถหาได้ตามท้องตลาดคือ 1,200 โวลท์ และลิมิตกระแสที่สามารถรับโหลดได้คือ 24 แอมป์ จะนำไปใช้เป็นสวิทช์กำลังในการตัดและต่อแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายให้แก่โหลด ดังรูปที่ 3.11



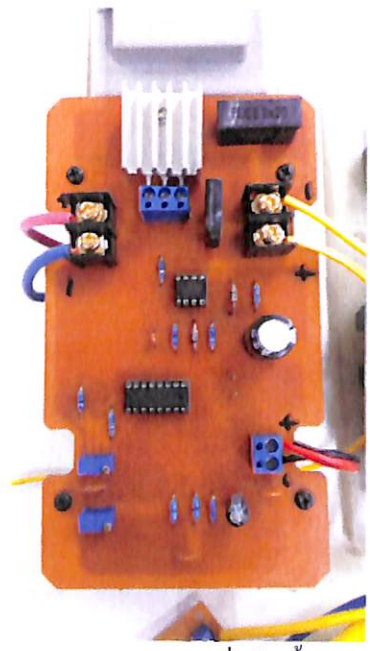
รูปที่ 3.11 วงจรชอปเปอร์โดย IGBT เบอร์ IRG4PH50KPBF



รูปที่ 3.12 คอนเวอร์เตอร์แบบฟลายแบค

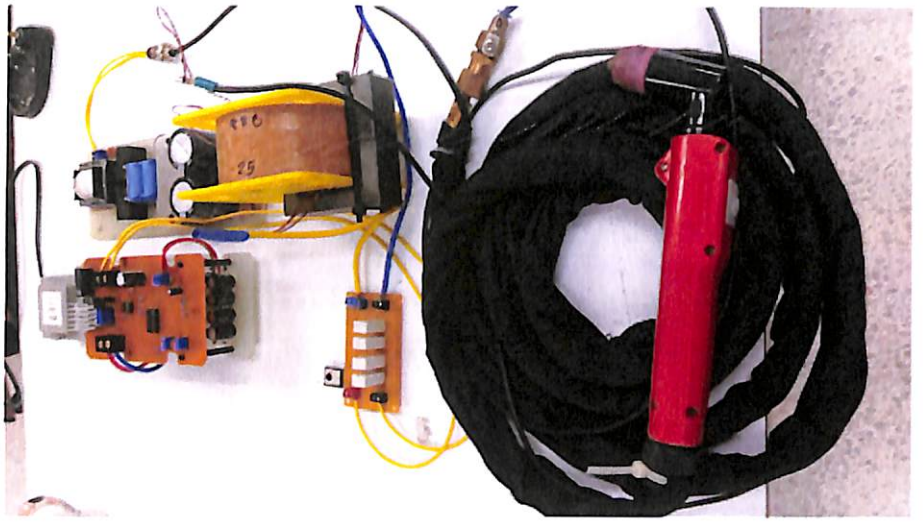


ก.วงจรเรียงกระแส 1 เฟส



ข. วงจร PWM ที่สร้างขึ้น

รูปที่ 3.13 วงจรที่ได้จากการออกแบบ



รูปที่ 3.14 เครื่องตัดพลาสมาที่สร้างขึ้น