# บทที่ 4

# ผลการทดสอบเครื่องไมโครอาร์คพลาสมา

การทดสอบเครื่องไมโครอาร์คพลาสมาที่พัฒนาขึ้นแบ่งการทำงานทดสอบการทำงานของวงจรส่วนประกอบต่าง ๆได้แก่ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตซ์ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าศักดาสูงความถี่สูง และการกำเนิดอาร์คพลาสมจากเครื่องไมโครอาร์คพลาสมา

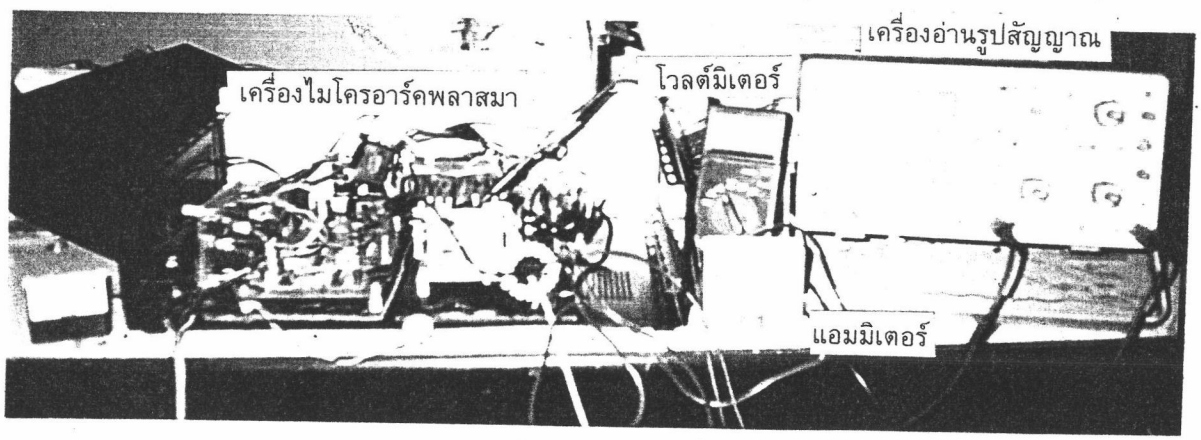
## 4.1 การทดสอบการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตซ์

### 4.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องอ่านรูปสัญญาณระบบเชิงตัวเลข ของ Hameg 20 MHz strorage scope รุ่น HM 205-3
2. โวลต์มิเตอร์ของ Yokogawa รุ่น 7532-01
3. แอมป์มิเตอร์ ของ Daga tron รุ่น 7203
4. ตัวต้านทานกำลังไฟฟ้าสูง ค่า 0.1 , 0.5 , 1,2, 5, 10 ,20 ,1000 โอห์ม
5. เครื่องไมโครอาร์คพลาสมาที่พัฒนาขึ้น

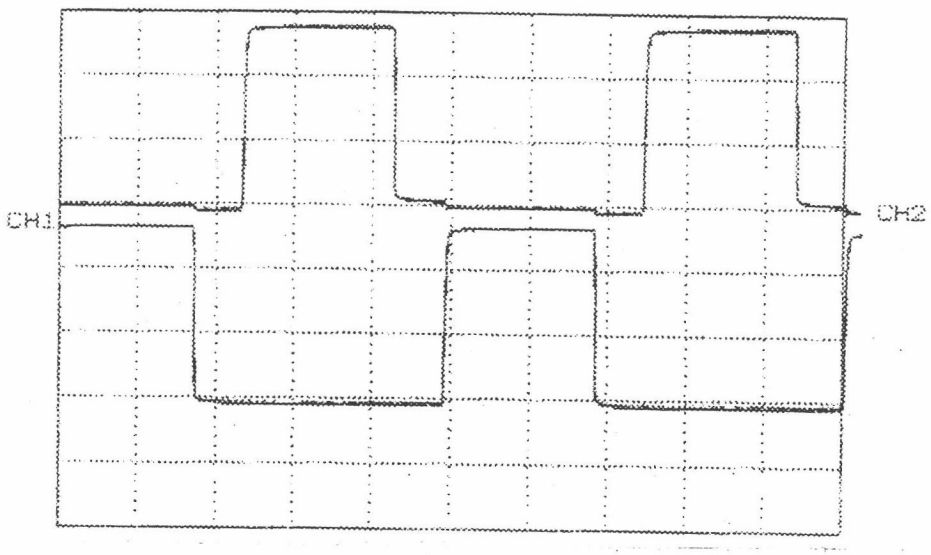
### 4.1.2 การตรวจสอบรูปสัญญาณตามจุดทดสอบของวงจร

การตรวจสอบรูปสัญญาณใช้เครื่องอ่านรูปสัญญาณตรวจวัดรูปสัญญาณ ที่วงจรควบคุมกระแส รูปสัญญาณของศักดาไฟฟ้าด้านเข้าและด้านออกขณะไม่มีโหลดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับผลการออกแบบได้ผลดังนี้



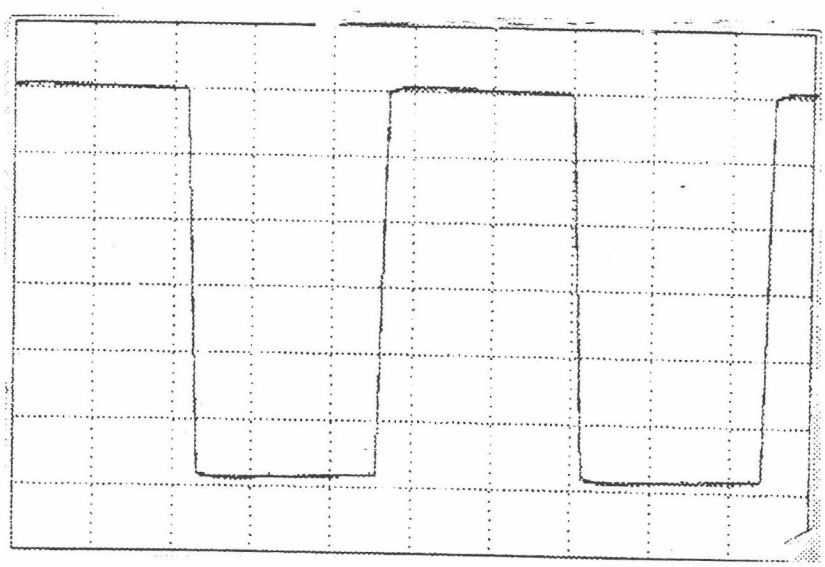

รูปที่ 4.1 การจัดอุปกรณ์ทดสอบสัญญาณในวงจร

ก. สัญญาณขับเกต Power MOSFET $Q_1$ และ $Q_2$ ซึ่งผลิตจาก IC PWM SG 3526 จะให้สัญญาณเหลื่อมกัน เพื่อป้องกันไม่ให้ $Q_1$ และ $Q_2$ นำกระแสพร้อมกันมีคาบเวลานำกระแส 20 µs ที่ความถี่ 20 kHz



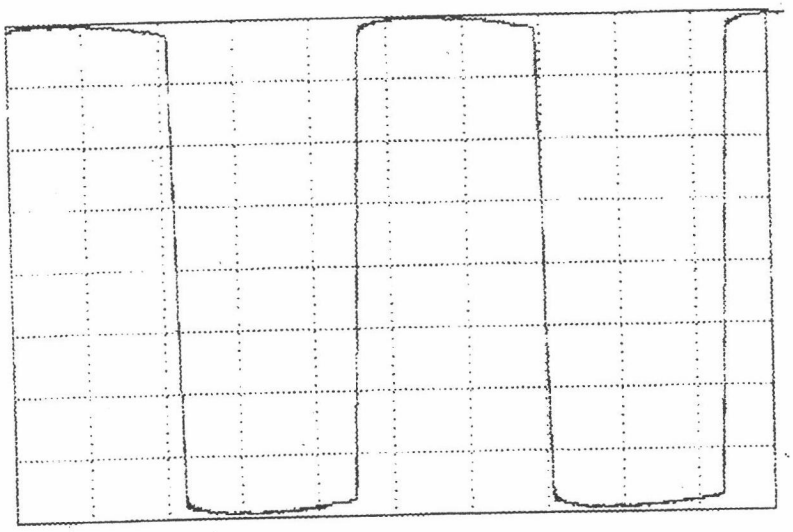

รูปที่ 4.2 รูป สัญญาณขับเกต Power MOSFET เมื่อเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ปรับไว้ที่ X= 10 µs/div, Y = 5 V /div

ข. รูปสัญญาณของศักดาไฟฟ้าด้านขดปฐมภูมิของหม้อแปลงหลังการขับของ power MOSFET $Q_1$ และ $Q_2$ สลับกัน มีขนาดศักดาไฟฟ้า 290 โวลต์ ที่ความถี่ 20 kHz



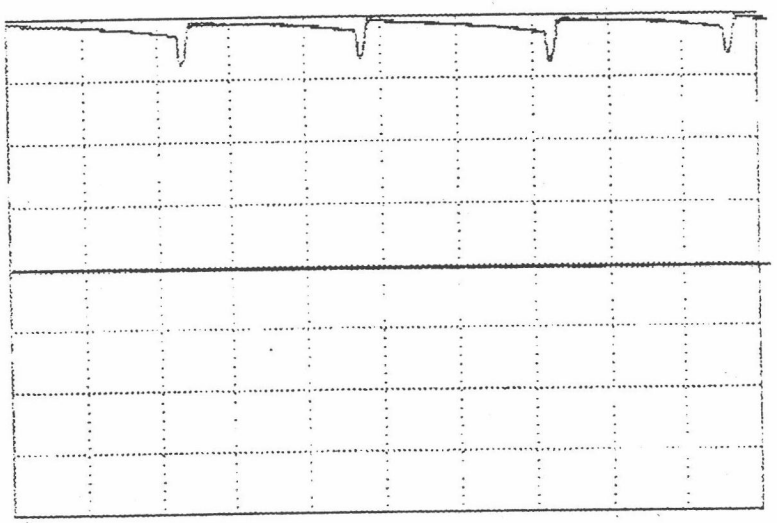
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณของศักดาไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลง เมื่อเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ปรับไว้ที่ X= 10 µs/div, Y = 50 V /div

ค. รูปสัญญาณของศักดาไฟฟ้าด้านขดทุติยภูมิของหม้อแปลงซึ่งเหนี่ยวนำผ่านแกนเฟอร์ไรท์จากขดปฐมภูมิ ด้วยอัตรารอบ 14 :7 ให้ขนาดศักดาไฟฟ้าทางออก 160 Vpp ระหว่างปลายสายและแทปกลาง



รูปที่ 4.4 รูปสัญญาณของศักดาไฟฟ้าทางออกด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง เมื่อเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ปรับไว้ที่ X= 10 μs/div, Y = 20 V /div

ง. รูปสัญญาณของศักดาริปเปิลของแหล่งจ่ายกระแสด้านออกขณะไม่มีโหลดพบว่าเกิด under shoot ระหว่างช่วงเวลาสลับกันสวิตซ์ของ power MOSFET ประมาณ 10 V



รูปที่ 4.5 รูปสัญญาณของศักดาริปเปิลด้านทางออกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เมื่อเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ปรับไว้ที่ X= 10 μs/div, Y = 20 V /div

### 4.1.3 การทดสอบคุณลักษณะของศักดาไฟฟ้าทางออกเมื่อรับโหลด

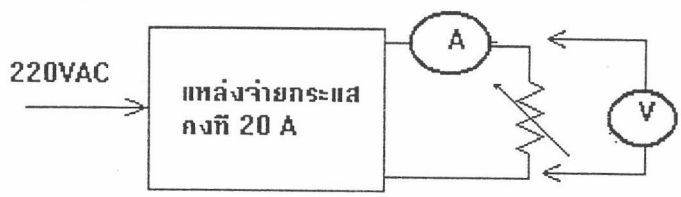
ขั้นตอนการทดสอบ

ก. จัดเครื่องมือทดสอบดังแผนภาพในรูปที่ 4.6

ข. ปรับการจ่ายกระแสสูงสุดของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ 5 ,10 ,15 ,20 A

ค. แปรเปลี่ยนค่าความต้านทานเพื่อให้ได้ค่ากระแสคงที่

ง. ได้ผลการตามตารางที่ 4.1 และเส้นกราฟคุณลักษณะของศักดาไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าทางออก ดังรูปที่ 4.7




รูปที่ 4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ ทดสอบคุณลักษณะศักดาไฟฟ้าทางออก

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกระแสคงที่ที่โหลดต่าง ๆ

ก. ปรับตั้งให้จ่ายกระแสสูงสุดที่ 5 A

| I,(A) | 0.07 | 1 | 2 | 3 | 5 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V,(V) | 75 | 30 | 22 | 10 | 5 | 1 |

ข. ปรับตั้งให้จ่ายกระแสสูงสุดที่ 10 A

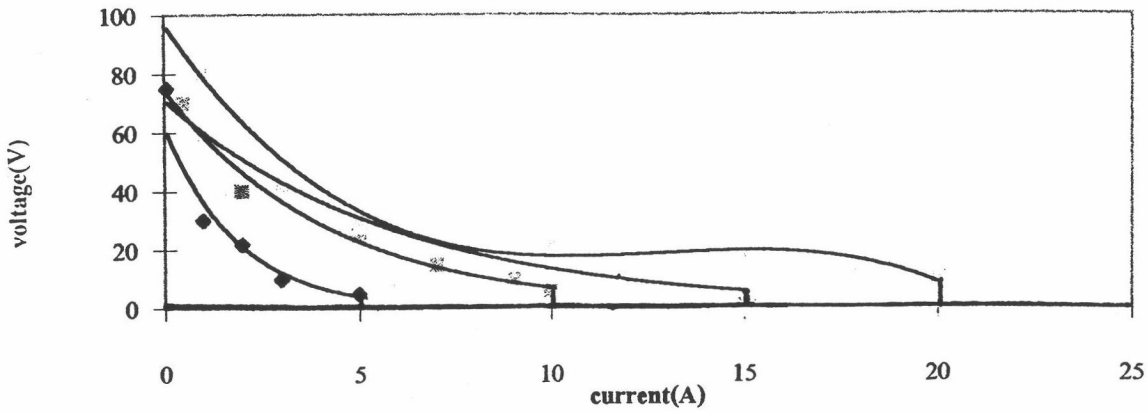
| I,(A) | 0.5 | 2 | 5 | 7 | 9 | 10 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V,(V) | 70 | 40 | 25 | 15 | 10 | 6 | 1 |

ค. ปรับตั้งให้จ่ายกระแสสูงสุดที่ 15 A

| I,(A) | 1 | 3 | 5 | 10 | 12 | 15 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V,(V) | 60 | 42 | 28 | 18 | 10 | 5 | 1 |

ง. ปรับตั้งให้จ่ายกระแสสูงสุดที่ 20 A

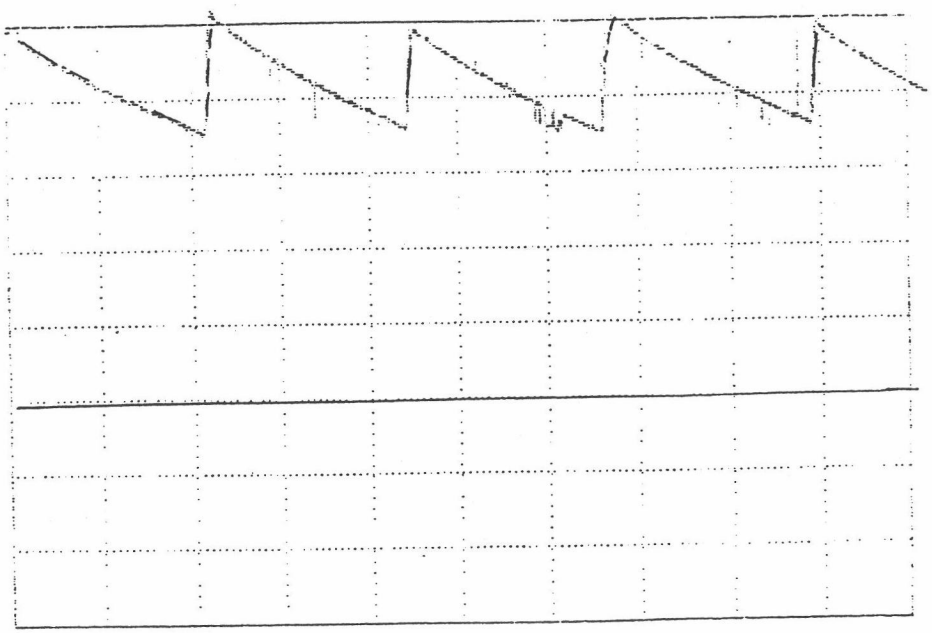
| I,(A) | 1 | 5 | 10 | 15 | 18 | 20 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V,(V) | 75 | 30 | 22 | 18 | 15 | 10 | 2 |



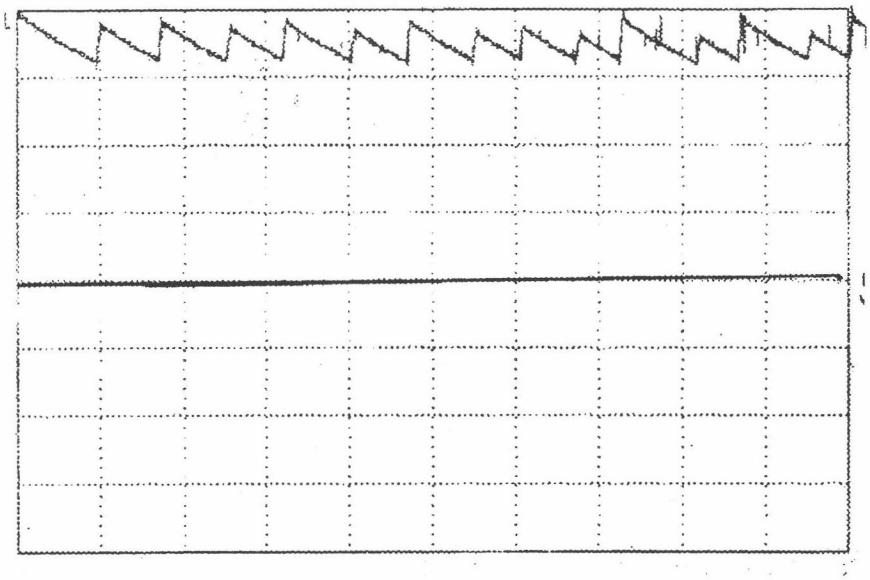

รูปที่ 4.7 กราฟคุณลักษณะของศักดาไฟฟ้าและกระแสทางออก

### 4.1.4 การทดสอบการทำงานของวงจรขณะลัดวงจร

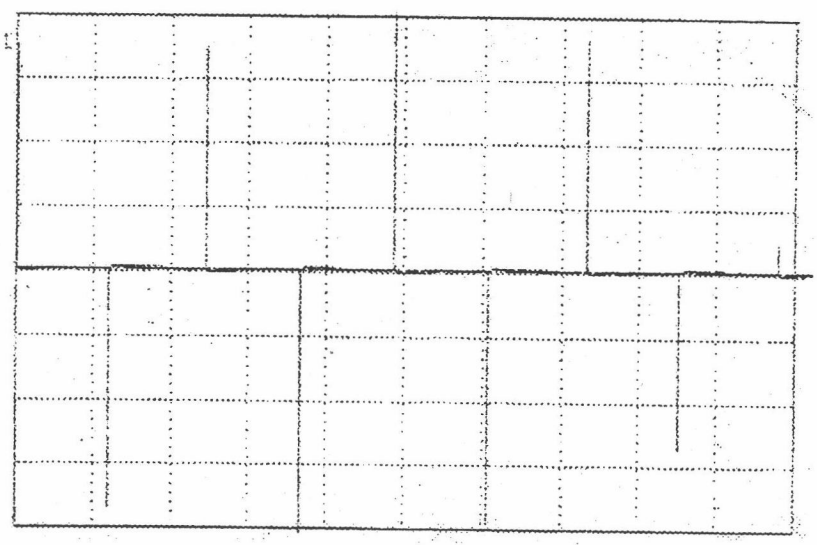
การทำโดยใช้เครื่องอ่านสัญญาณพร้อมโปรบวัดกระแสทำการวัดกระแสทางออกขณะลัดงจรที่กระแส 5 , 20 A ตามลำดับได้รูปสัญญาณของกระแสทางออกดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 โดยมีกระแสริปเปิลน้อยกว่า 2.5 A ที่กระแสสูงสุด ส่วนรูปที่ 4.10 เป็นรูปศักดาไฟฟ้าที่ของขดทุติยภูมิ เมื่อลัดวงจรทางออกที่กระแสคงที่ 0.5 A.



รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณกระแสทางออกขณะลัดวงจรที่กระแสคงที่ 5 A ขณะปรับเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ที่ X= 50 μs/div และ Y = 1 A /div



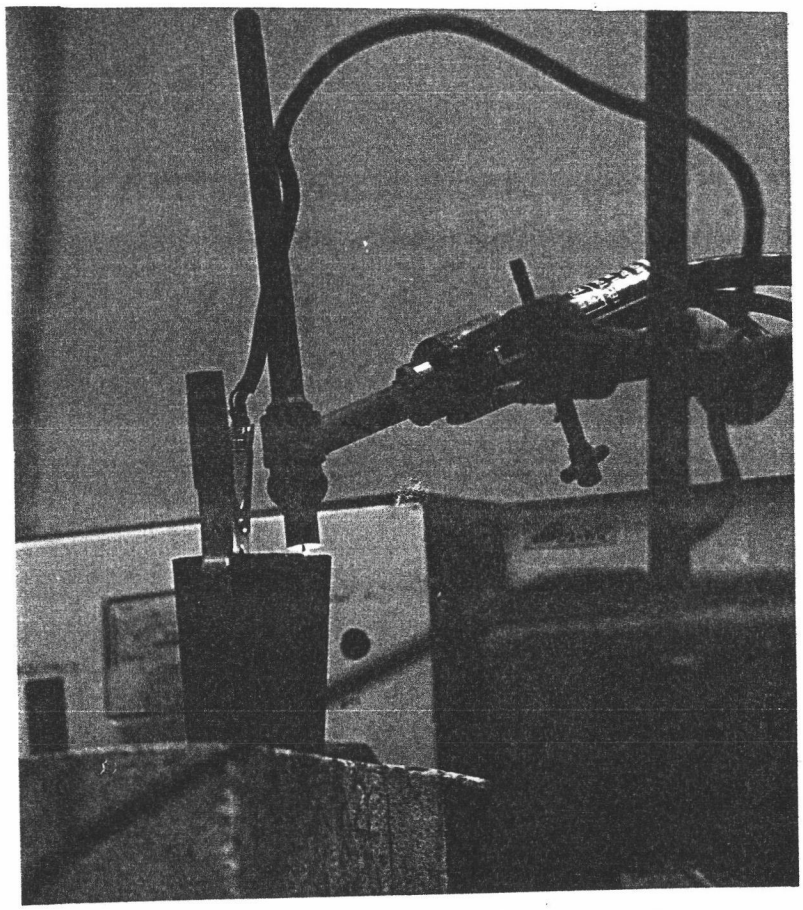
รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณกระแสทางออกขณะลัดวงจรที่กระแสคงที่ 20 A ขณะปรับเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ที่ X= 1 ms/div และ Y = 5 A /div



รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณศักดาไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิเมื่อลัดวงจรที่กระแสคงที่ 0.5 A ขณะปรับเครื่องอ่านรูปสัญญาณ ที่ X= 1 ms/div และ Y = 20V /div จะเห็นว่าวงจรสวิตซ์ปิดความกว้างของพัลส์เกือบหมด

## 4.2 การทดสอบการทำงานของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าศักดาสูงความถี่สูง

การทดสอบระยะ discharge ของศักดาสูงความถี่สูงสำหรับเริ่มอาร์คเมื่อปรับให้แกสอาร์กอนไหลผ่านหัวเชื่อมแบบ TIG ในอัตรา 8 l/min ที่ระยะ gap 0.5 ,1 , 1.5, 2.5,3,3.5,4 มิลลิเมตร ระยะห่างสุดที่สามารถจุดอาร์คได้เท่ากับ 3 มิลลิเมตร

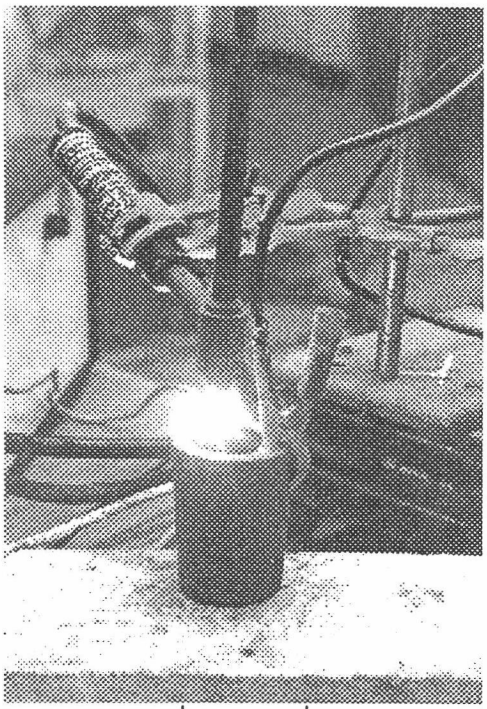


รูปที่ 4.11 แสดงการทดสอบระยะห่างมากที่สุดของขั้วอิเล็กโตรดที่วงจรกำเนิดศักดาไฟฟ้าสูงความถี่สูงยังทำงานได้ดี

## 4.3 การทดสอบเครื่องไมโครอาร์คพลาสมา

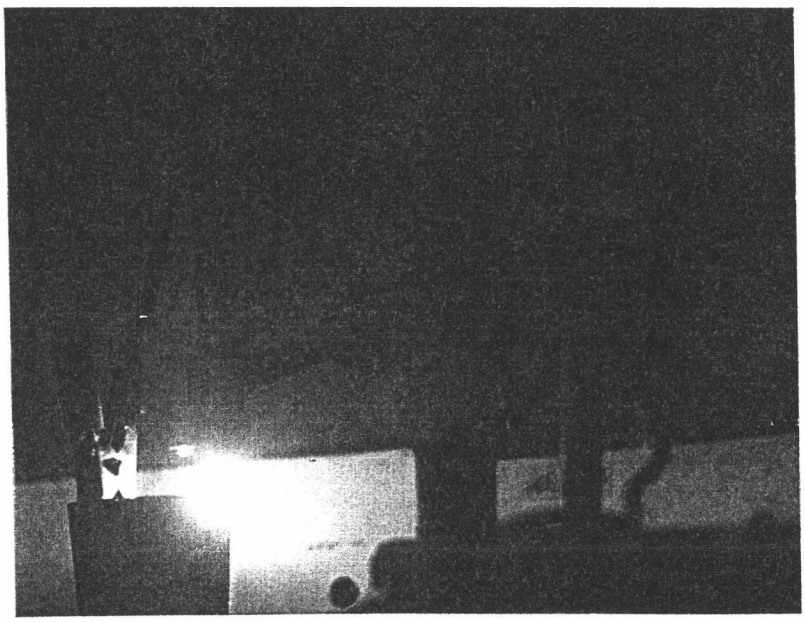
ได้ทำการทดสอบการอาร์คด้วยหัวเชื่อมของเครื่อง TIG ขนาด 100 A เพื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องไมโครอาร์คพลาสมาดังนี้

ก. ทดลองการอาร์คที่ระยะห่างของขั้วอิเล็กโตรดกับชิ้นงาน 3 มิลลิเมตร อัตราไหลของแกสอาร์กอน 8-10 L/min ที่กระแส 1 A , 5 A , 10 A , 20 A ด้วยการจุดอาร์คด้วยแหล่งกำเนิดศักดาไฟฟ้าสูงความถี่สูง ผลปรากฏว่า หัวเชื่อมขนาด 100 A ขึ้นไปไม่สามารถอาร์คที่กระแสต่ำได้และทำงานได้ตั้งแต่ 10 A ขึ้นไป จึงทดลองการอาร์คที่กระแส 10 A และ 20 A ดังแสดงผลการอาร์คในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

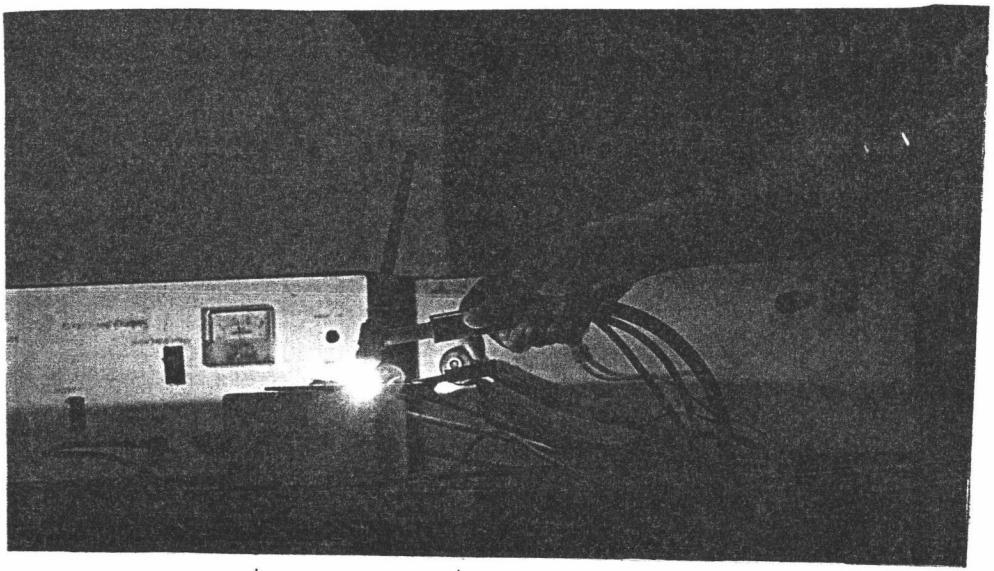


รูปที่ 4.12 อาร์คพลาสมาด้วยหัวเชื่อม TIG ที่ระยะห่าง 3 มิลลิเมตร, กระแส 10 A

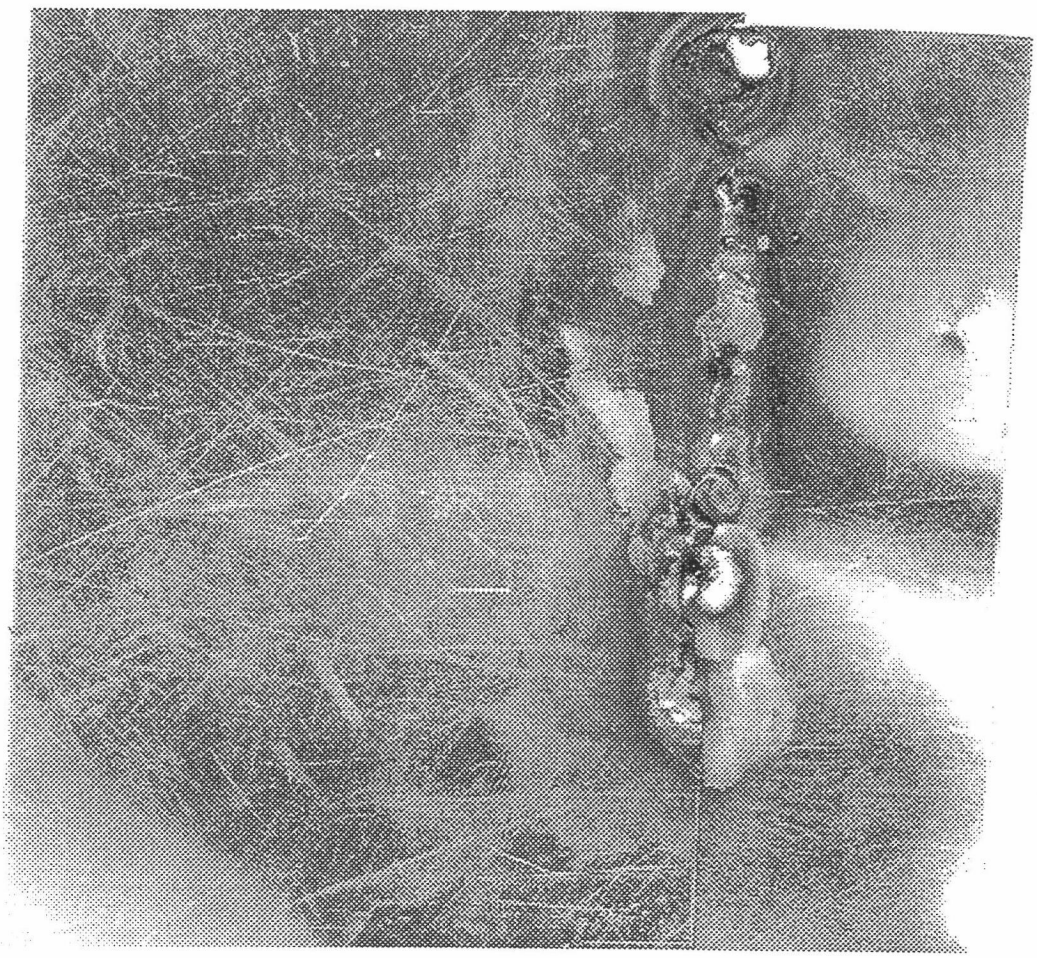
ข. ทดลองการเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมแผ่นบางความหนาเท่ากับ BWG 18 ที่กระแส 10 A โดยใช้หัวเชื่อมแบบ TIG ดังแสดงในรูปที่ 4.14 แนวเชื่อมที่ได้ไม่สมบูรณ์นักดังรูปที่ 4.15 เนื่องจากตะเข็บเชื่อมที่มีขนาดเล็กจะต้องใช้เครื่องควบคุมการเลื่อนหัวเชื่อมให้สม่ำเสมอ เดินจึงจะเป็นแนวเชื่อมที่เป็นระเบียบ คาดว่าถ้าเชื่อมด้วยหัวเชื่อมแบบไมโครอาร์คพลาสมาจริง จะได้รอยเชื่อมที่ดีกว่านี้ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายสามารถควบคุมให้คงที่ได้



รูปที่ 4.13 อาร์คพลาสมาด้วยหัวเชื่อม TIG ที่ระยะห่าง 3 มิลลิเมตร ที่กระแส 20 A



รูปที่ 4.14 ทดลองเชื่อมแผ่นเหล็กไร้สนิมแผ่นบาง



รูปที่ 4.15 แสดงรอยเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมเบอร์ 18