บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 เครื่องเชื่อม

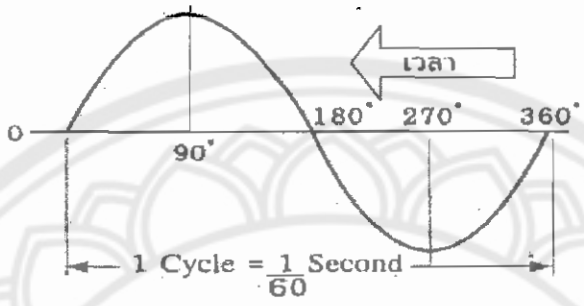
เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Welding machines) เป็นแหล่งกำเนิดหรือแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอและเหมาะสมกับการอาร์คในขณะเชื่อม เป็นเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าซึ่งส่งมาตามสาย โดยเฉพาะสายไฟฟ้าที่ส่งมาใช้ตามบ้านซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 220 โวลต์ อันเป็นแรงดันที่ไม่เหมาะสมกับงานเชื่อม จะเป็นอันตรายต่อช่างเชื่อม เครื่องเชื่อมจะปรับลดแรงดันสูงนี้ให้ต่ำลงเหลือประมาณ 40-100 โวลต์ และผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้น พร้อมทั้งควบคุมให้เหมาะกับการเชื่อม มากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องเชื่อม ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 150,200,300,400 และ 500 แอมแปร์ เป็นต้น ปัจจุบันเครื่องเชื่อมได้ถูกปรับปรุงพัฒนา ออกแบบ และผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดหลายรูปแบบ หลายขนาด ช่างเชื่อมหรือผู้ใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมมากพอสมควรจึงจะสามารถเลือกเครื่องเชื่อมมาใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับงาน

การแบ่งหรือแยกประเภทของเครื่องเชื่อมแบ่งได้หลายชนิด ดังนี้ แบ่งตามชนิดของกระแสไฟที่ใช้ได้ 3 ชนิดคือ ชนิดกระแสไฟสลับ (Alternating Current ; AC) ชนิดกระแสไฟตรง (Direct Current ; DC) และชนิดผสมระหว่างกระแสสลับกับกระแสตรง (AC/DC Machine) แบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงานไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดกระแสไฟฟ้าคงที่(Constant Current ; CC) และแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltane ; CV) หรือแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่องเชื่อมมี 3 แบบ ได้แก่แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Gennerator) แบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) และแบบหม้อแปลงเรียงกระแส (Transformer rectifier) หรือจะแบ่งตามลักษณะการทำงานภายในของเครื่องเชื่อมเป็น 2 แบบคือ แบบหมุนและแบบไม่หมุน ซึ่งเครื่องเชื่อมแบบหรือชนิดต่างๆ เหล่านี้ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการการทำงานทางเทคนิคของแต่ละแบบก่อน เพื่อสะดวกและเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกเครื่องเชื่อมอย่างมีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์มากที่สุด

2.1.1 ชนิดกระแสไฟของเครื่องเชื่อม

การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เครื่องเชื่อมจะเป็นแหล่งกำเนิดหรือเป็นเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเชื่อมนั้นๆ โดยกระแสไฟตรงมีทิศทางการไหลไปทางเดียวอย่างต่อเนื่อง เครื่องเชื่อมกระแสตรงจะเชื่อมโลหะแผ่นได้ง่าย สะเก็ดโลหะกระเด็นน้อย เชื่อมได้ง่าย ได้ทุกท่าเชื่อม แต่จะเกิดการเบี่ยงเบนของแนวเชื่อมได้ง่าย ส่วนกระแสสลับทิศทางการไหลของกระแสจะสลับไปมาในวงจร โดยเริ่มจากศูนย์แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปในทิศทางหนึ่งแล้วกลับมายังศูนย์ไปเพิ่มขึ้นอีกทิศทางหนึ่ง แล้วกลับมายังศูนย์อีก เป็นเช่นนี้สลับกันไปมา อัตราการ

เปลี่ยนสลับทิศทางไปมานี้หมายถึงความถี่ (Frequency) ซึ่งความถี่จะมีขนาดต่างๆ ตั้งแต่ 25,40,50, และ 60 รอบ (Cycle) ต่อวินาที ซึ่งส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็น 60 รอบ ต่อวินาทีดังรูป

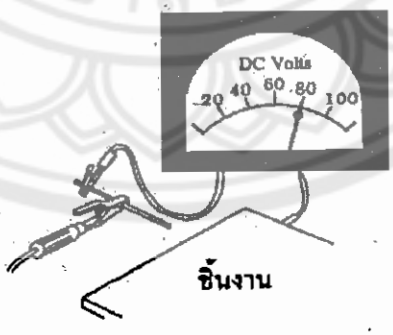


รูปที่ 2 แสดงการสลับทิศทางของกระแสไฟฟ้า

การเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสไฟสลับ จะได้การเชื่อมที่มีกำลังสูง เชื่อมได้รวดเร็วกว่ากระแสไฟตรง เพราะสามารถใช้ลวดเชื่อมได้ขนาดโตกว่า ไม่เกิดการเบี่ยงเบนของแนวเชื่อมขณะเชื่อม การควบคุมการเชื่อมกระทำได้โดยง่าย สามารถเชื่อมเหล็กที่มีความหนามากๆ ได้ดี

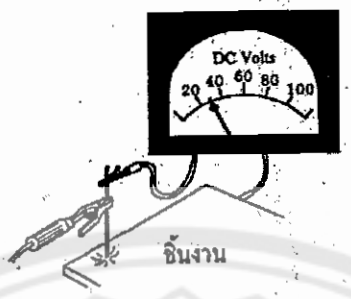
2.1.2 วงจรเปิดและวงจรเครื่องเชื่อม

1. วงจรเปิด (Open circuit voltage) คือค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดด้วยโวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) วัดจากขั้วสายเชื่อมและขั้วสายดินของเครื่องเชื่อมขณะเปิดเครื่อง แต่ยังไม่ได้เชื่อมซึ่ง มีค่าแรงเคลื่อนระหว่าง 50-100 โวลต์



รูปที่ 3 แสดงค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดด้วยโวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

2. วงจรเชื่อม (Arc voltage) คือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จากขั้วสายเชื่อมและขั้วสายดินขณะที่ทำการเชื่อม ซึ่งมีแรงเคลื่อนระหว่าง 18-36 โวลต์ดังรูป แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะแตกต่างกันตามตำแหน่งท่าเชื่อมด้วย



รูปที่ 4 แสดงแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จากขั้วสายเชื่อมและขั้วสายดินขณะที่ทำการเชื่อม

2.1.3 ขั้ว (Polarity)

เป็นขั้วของตัวนำไฟฟ้า ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะกระแสไฟตรงเท่านั้น เพราะกระแสไฟตรงมีทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (Electron) ไปในทิศทางเดียวกันตลอดไม่เปลี่ยนแปลง ไหลเป็นเส้นตรงตลอด ขั้วของกระแสไฟตรงจริงคงที่แน่นอน คือมีขั้วบวกและขั้วลบซึ่งอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ

ขั้วของเครื่องเชื่อมไฟกระแสตรงมี 2 ชนิดคือ

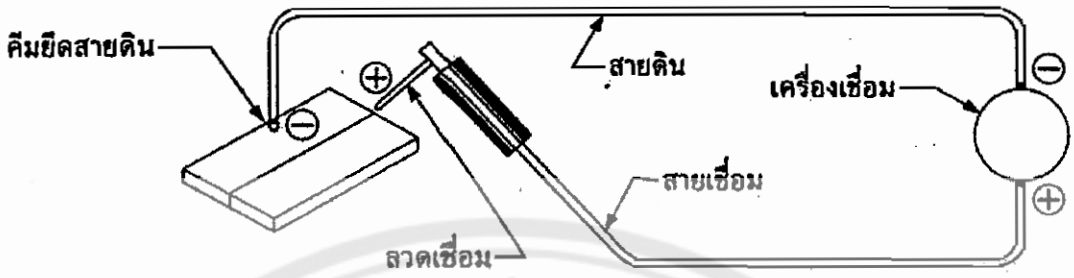
1.ขั้วตรงหรือขั้วลบ (Direct Current Straight Polarity หรือ DCSP)

2.ขั้วกลับหรือขั้วบวก (Direct Current Reverse Polarity หรือ DCRP)

ขั้วของกระแสไฟจะบอกทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรเครื่องเชื่อมได้

2.1.4 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วตรงหรือขั้วลบ (DCSP)

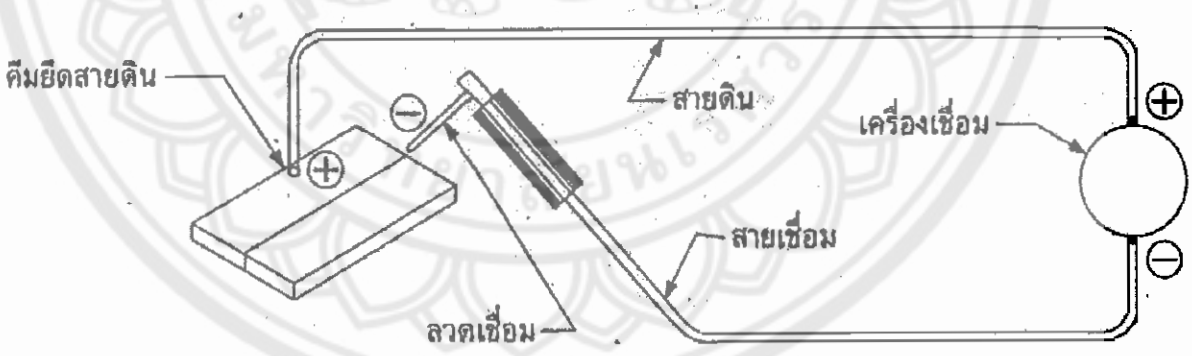
การต่อลวดเชื่อมจะเป็นขั้วลบชิ้นงานจะเป็นขั้วบวก ดังรูปที่ 5 อิเล็กตรอนจะไหลเคลื่อนที่จากขั้วลบของเครื่องเชื่อมไปยังลวดเชื่อม แล้วไหลผ่านไปยังชิ้นงาน (ขณะเชื่อม) และไหลกลับไปยังเครื่องเชื่อมทางขั้วบวก ความร้อนที่เกิดขึ้นสำหรับการอาร์คด้วยขั้วตรงนี้ เนื่องจากอิเล็กตรอนวิ่งผ่านลวดเชื่อมแล้วไปตกที่ชิ้นงานเชื่อม จึงทำให้เกิดความร้อนที่ลวดเชื่อมน้อยกว่าชิ้นงานเชื่อม จึงทำให้ความร้อนที่ลวดเชื่อมน้อยกว่าชิ้นงาน คือประมาณ 1/3 หรือประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของความร้อนที่อยู่ที่ลวดเชื่อม และอีกประมาณ 2/3 หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ชิ้นงานมีผลให้ชิ้นงานเชื่อมได้แนวเชื่อมที่หลอมละลายลึกแต่ไม่กว้าง ดังรูป



รูปที่ 5 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วตรงหรือขั้วลบ (DCSP)

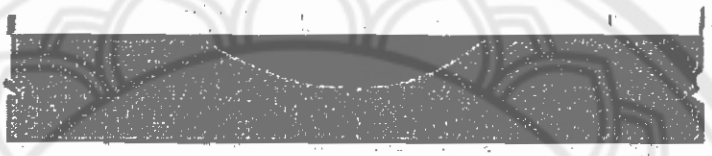
2.1.5 เครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วกลับหรือขั้วบวก (DCRP)

ลวดเชื่อมจะเป็นขั้วบวกชิ้นงานจะเป็นขั้วลบ ดังรูปที่ 6 อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปยังชิ้นงาน แล้วไหลผ่านไปยังลวดเชื่อม (ขณะเชื่อม) และไหลกลับไปเข้าเครื่องเชื่อมทางขั้วบวก ความร้อนที่เกิดขึ้นสำหรับการอาร์คด้วยขั้วกลับนี้ เนื่องจากอิเล็กตรอนวิ่งไปตกที่ลวดเชื่อมมาก จึงทำให้ความร้อนที่ชิ้นงานน้อยกว่าลวดเชื่อม ความร้อน 2/3 หรือ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่ลวดเชื่อมและอีก 1/3 หรือ 30 เปอร์เซ็นต์อยู่ที่ชิ้นงานมีผลให้ชิ้นงานมีการหลอมละลายกว้างแต่ซึมลึกน้อยดังรูปที่ เหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะบาง

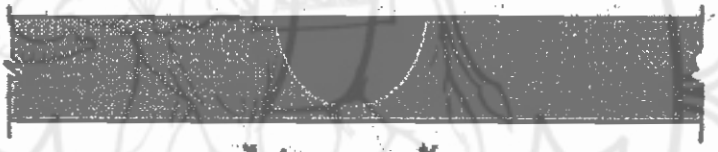


รูปที่ 6 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงต่อขั้วกลับหรือขั้วบวก (DCRP)

ขั้วตรง
(DC Straight polarity)
การหลอมละลายลึกแต่แคบ



ขั้วกลับ
(DC Reverse polarity)
การหลอมละลายกว้างแต่ซึมเล็กน้อย



ไฟกระแสสลับ
(A C H F)
การหลอมละลายลึกและกว้าง

รูปที่ 7 แสดงความแตกต่างระหว่างขั้วต่างๆ

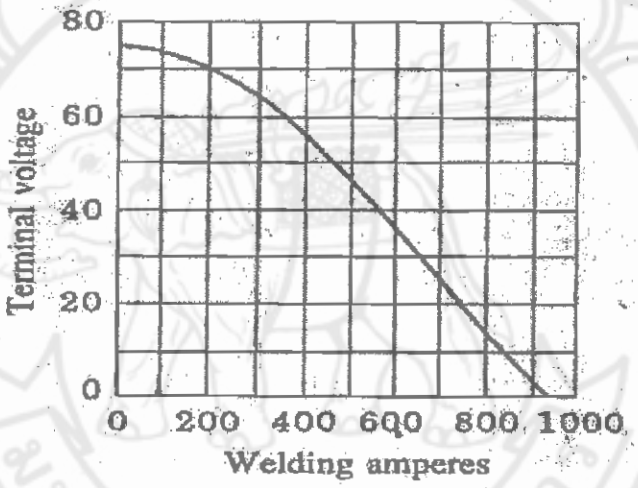
2.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงาน

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าถ้าแบ่งตามลักษณะการจ่ายพลังงาน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดกระแสไฟคงที่ และชนิดแรงเคลื่อนคงที่ ความแตกต่างของเครื่องเชื่อมทั้งสองชนิดนี้จะแตกต่างกันที่ลักษณะการจ่ายพลังงานมาใช้ในการเชื่อม ซึ่งมีลักษณะการจ่ายพลังงานมาใช้ในการเชื่อม ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบจากแผนภาพแรงเคลื่อน-กระแสไฟ(Volt-ampere curve) ของทั้งสองชนิด โดยกำหนดให้แกนแนวนอนเป็นค่ากระแสไฟเชื่อม และแกนแนวตั้งเป็นค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า

1. เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จ่ายพลังงานออกมาโดยเขียนเดิร์ฟ (Curve) ได้ดังรูป 8 เมื่อวงจรปกติไม่มีกระแสไฟไหลผ่านกระแสเป็นศูนย์ (Zero current) แรงเคลื่อนจะขึ้นสูงสุด(ประมาณ 75 โวลต์) และแรงเคลื่อนจะค่อยๆลดลงเมื่อทำการเชื่อม และยิ่งปรับกระแสไฟสูงขึ้นมากเท่าไรค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็ยิ่งลดลงเป็นสัดส่วนเท่านั้น คือถ้ากระแสเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตาม ช่างเชื่อมสามารถควบคุมกระแสไฟเชื่อมให้สูงหรือต่ำได้ขณะ

เชื่อม โดยเพียงเปลี่ยนระยะห่างของการเชื่อม ถ้าระยะห่างของการเชื่อมเพิ่มขึ้นแรงเคลื่อนก็จะเพิ่มขึ้น กระแสไฟก็จะลดลง และถ้าระยะห่างของการเชื่อมลดลง แรงเคลื่อนก็จะลดลง กระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น

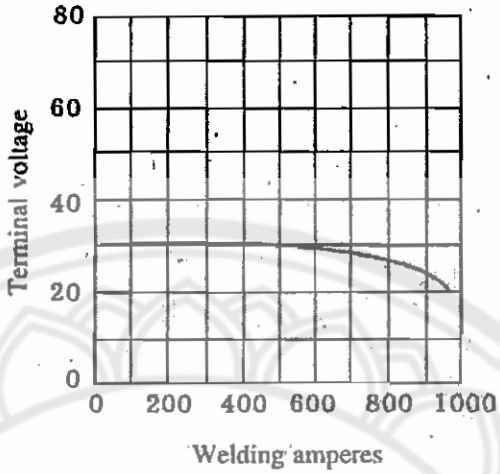
เครื่องเชื่อมกระแสคงที่มีใช้มากกับการเชื่อมแบบธรรมดาด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ใช้ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ ใช้กับเครื่องเชื่อมแบบทิก เครื่องเชื่อมแบบคาร์บอนอาร์ค การเซาะร่องและการเชื่อมแบบสตัด(Stud welding) เป็นต้น ใช้ได้ทั้งกับเครื่องเชื่อมแบบหมุนและแบบไม่หมุน ซึ่งเครื่องเชื่อมแบบหมุนอาจขับด้วยมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ก็ได้



รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)

2. เครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (CV) เครื่องเชื่อมชนิดนี้จ่ายพลังงานออกมาโดยเขียนเป็นแผนภาพจะได้ดังรูปที่ 9 ลักษณะเส้นเคิร์ฟจะเรียบ เมื่อวงจรเปิดไม่มีกระแสไหลผ่าน กระแสจะเป็นศูนย์แอมป์ แรงเคลื่อนจะอยู่ประมาณ 30 โวลต์ และเมื่อทำการเชื่อมหรือวงจรปิด แรงเคลื่อนก็ยังคงเท่าเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง แม้กระแสจะเพิ่มขึ้นเป็น 200, 400, หรือ 600 ก็ตามดังรูป เส้นเคิร์ฟจะตกลาดเอียงเล็กน้อยถ้ามีกระแสไฟฟ้าเชื่อมสูงขึ้นมากๆ จะเห็นได้ว่าเครื่องเชื่อมชนิดนี้มีแรงดันไฟฟ้าคงที่ตลอดเวลา ไม่ว่ากระแสไฟเชื่อมจะเปลี่ยนไปก็ตาม

เครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนคงที่ เหมาะสำหรับเครื่องเชื่อมที่มีกระบวนการเชื่อมที่เป็นกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเครื่องเชื่อมที่มีการป้อนลวดเชื่อมแบบอัตโนมัติ มีความเร็วในการป้อนลวดเชื่อมคงที่ เช่น การเชื่อมมิก หรือการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) เป็นต้น เครื่องเชื่อมแบบแรงดันคงที่มักจะผลิตออกมาเป็นไฟกระแสตรงอย่างเดียวเท่านั้นไม่ว่าจะเป็นเครื่องขับด้วยมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ หรือแบบหม้อแปลงเรียงกระแสก็ตาม



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องเชื่อมชนิดแรงเคลื่อนคงที่ (CV)

2.3 เครื่องเชื่อมแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่อง

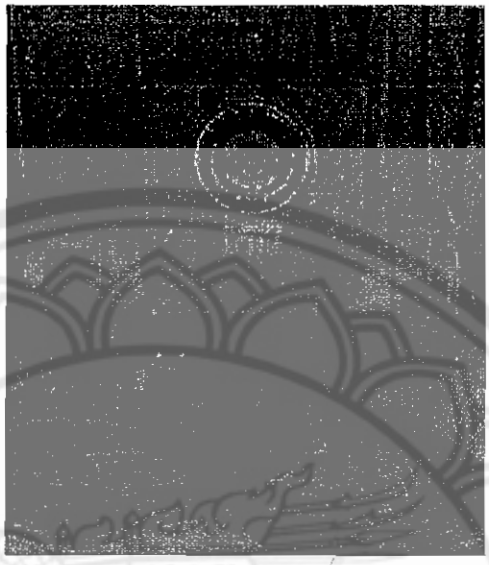
เครื่องเชื่อมไฟฟ้าถ้าแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของเครื่องจะแบ่งออกเป็น 3 แบบได้แก่

1. แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. แบบหม้อแปลงไฟฟ้า
3. แบบหม้อแปลงเรียงกระแส

2.3.1 เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator welding machine)

จัดอยู่ในประเภทเครื่องเชื่อมแบบโครงสร้างภายในเคลื่อนที่ เป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ ชนิดขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเหมาะสำหรับใช้กับงานในโรงงาน ส่วนขับด้วยเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนหรือดีเซล นิยมใช้สำหรับการเชื่อมในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้าผ่านเข้าถึง หรือสถานที่ก่อสร้างต่างๆ ซึ่งใช้ไฟฟ้าไม่สะดวก เครื่องเชื่อมแบบนี้จะติดตั้งอยู่บนล้อเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง(DC generator) และเครื่องกำเนิดไฟสลับ (Alternating) แต่ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟตรงขับด้วยมอเตอร์สามเฟส ให้การอาร์คได้นิ่มนวล เพราะแรงเคลื่อนคงที่ เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดขับด้วยมอเตอร์และชนิดขับด้วยเครื่องยนต์ แสดงไว้ในรูป

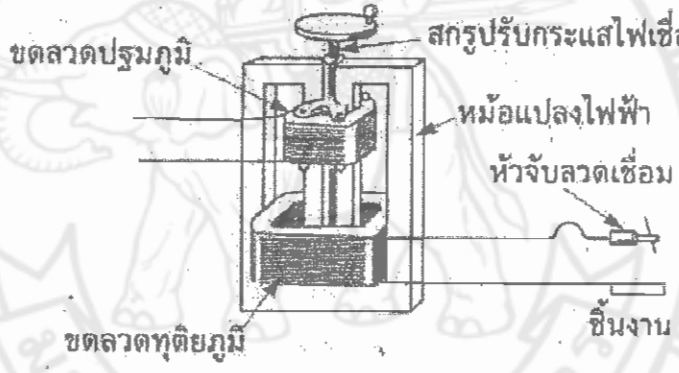


รูปที่ 10 แสดงเครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator welding machine)
(อ้างอิงจากหนังสือการเชื่อมไฟฟ้าและแก๊สของ สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ)

รูปที่ 11 แสดงเครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator welding machine)
(อ้างอิงจากหนังสือการเชื่อมไฟฟ้าและแก๊สของ สมบูรณ์ เต็งหงส์เจริญ)

2.3.2.เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (AC transformer welding machine)

จัดอยู่ในประเภทเครื่องเชื่อมแบบโครงสร้างภายในไม่เคลื่อนที่หรือแบบไม่หมุน เป็นเครื่องเชื่อมกระแสไฟสลับ เครื่องเชื่อมชนิดนี้จะมีหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแกนเหล็ก (Core) ซึ่งเกิดจากการนำเหล็กแผ่นมาซ้อนกันหลายแผ่น มีขดลวดปฐมภูมิ (Primary) ซึ่งเป็นเส้นลวดตัวนำขนาดเล็กพันรอบ แกนเหล็กด้วย จำนวนรอบมาก และมีขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) เป็นเส้นลวดที่ใหญ่กว่าพันรอบแกนเหล็กด้วยจำนวนรอบที่น้อยกว่า เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นในแกนเหล็ก ขณะเดียวกันจะเกิดกระแสเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดทุติยภูมิ เมื่อต่อเข้ากับสายเชื่อมและสายดินก็สามารถนำไปใช้เชื่อมได้ ดังรูปที่ 12ในการปรับเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าเชื่อมสามารถทำได้หลายวิธีเช่น ใช้วิธีการปรับค่ากระแสด้วยการเคลื่อนที่ของแกนเหล็ก โดยมีมือหมุนติดอยู่บนเครื่องเชื่อมหรือด้านหน้าของเครื่อง และมีเข็มบอกจำนวนกระแสไว้ ผู้เชื่อมสามารถปรับได้ตามความต้องการ



รูปที่ 12 แสดงภายในของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (AC transformer welding machine)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงนิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นเครื่องเชื่อมกระแสไฟสลับที่ผลิตขึ้นมาให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลวดเชื่อมที่ใช้เชื่อมถูกปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น ให้สามารถเริ่มต้นเชื่อมได้อย่างง่ายขึ้น ได้การเชื่อมที่สม่ำเสมอ เป็นเครื่องเชื่อมที่ราคาต่ำกว่าแบบอื่นๆ มีขนาดเล็กมากจนถึงขนาดใหญ่ตั้งแต่ 100 , 150 , 200 , 250 , 300 , และ 500 แอมแปร์ขึ้นไป สามารถเชื่อมได้รวดเร็วกว่าเครื่องเชื่อมกระแสตรง เพราะใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดใหญ่กว่าได้ ใช้กระแสได้สูงกว่า ไม่เกิดการ**เบี่ยงเบนของแนวเชื่อมขณะเชื่อม มีทั้งแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส และ 380 โวลต์ 3 เฟส ส่วนสายเชื่อม สายดิน และอุปกรณ์อื่นๆ จะเหมือนกับการเชื่อมด้วยไฟกระแสตรง**

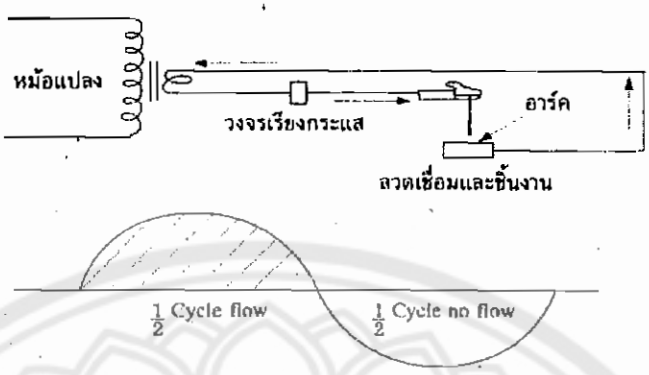
รูปที่ 13 แสดงเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (AC transformer welding machine)

2.3.3 เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแส (AC/DC welding machine)

เป็นเครื่องเชื่อมซึ่งผลิตได้ทั้งกระแสไฟสลับ และกระแสไฟตรง ตัวเครื่องประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ หม้อแปลงไฟฟ้า และวงจรเรียงกระแส (Rectifier) หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นตัวผลิตกระแสไฟซึ่งเป็นกระแสไฟสลับ ส่วนวงจรเรียงกระแสจะเป็นตัวเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสไฟตรง ดังนั้นในการเชื่อมเครื่องเดียว ช่างเชื่อมสามารถเลือกได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ซึ่งกระแสไฟตรงก็ให้เลือกใช้ได้ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ ดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 แสดงเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแส (AC/DC welding machine)

เครื่องเรียงกระแสหรือวงจรเรียงกระแสทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟสลับเป็นกระแสไฟตรงโดยมีชุดไดโอด (Diode) และวงจรเรียงกระแสเป็นตัวหลัก จะทำด้วยแผ่นซิลิกอน (Silicon)หรือแผ่นเซเลเนียม (Selenium) ก็ได้ สำหรับเปลี่ยนหรือเรียงกระแสให้เป็นกระแสตรง ทั้งซิลิกอนและเซเลเนียมเป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า มีคุณสมบัติโดยยอมให้อิเล็กตรอนไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียว ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงวงจรเรียงกระแส

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงเรียงกระแส เป็นเครื่องเชื่อมอีกแบบหนึ่งที่จัดอยู่ในพวก เครื่องเชื่อมแบบโครงสร้างภายในไม่เคลื่อนที่ ได้ถูกผลิดมาใช้ในงานต่างๆ มากมาย มีทั้งขนาดเครื่องตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ตั้งแต่ขนาด 200 แอมแปร์ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้าแบบ 3 เฟส การใช้งานมีประสิทธิภาพและใช้ได้ดีกว่าเครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและแบบหม้อแปลงธรรมดา

2.4 หลักการพิจารณาเลือกเครื่องเชื่อม

การเลือกเครื่องเชื่อมควรยึดหลักดังต่อไปนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกซื้อเครื่องเชื่อมอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.1.ประสิทธิภาพหรือความสามารถของเครื่องเชื่อม(Duty cycle)

2.4.2.วิธีการเชื่อมที่จะใช้

2.4.3.จำนวนกระแสที่ต้องการให้เหมาะสมกับงานเชื่อม

2.4.4.แรงเคลื่อนที่จะนำมาใช้

2.4.5.จำนวนเฟสที่จะใช้

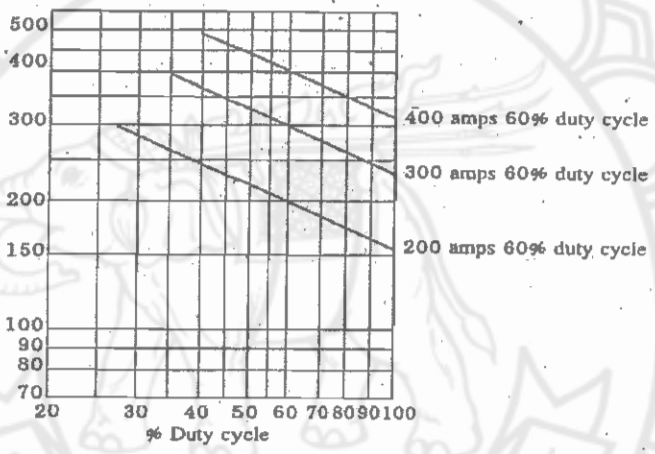
2.4.6.ความถี่ของกระแสไฟฟ้า

2.4.7.ความสะดวกและปัจจัยกำลังซื้อรวมทั้งการประหยัด

2.5 ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม

ประสิทธิภาพหรือความสามารถของเครื่องเชื่อม หาได้จากอัตราส่วนของเวลาในการเชื่อมต่อเวลาทั้งหมด ซึ่งเวลาทั้งหมดยึดหลักมาตรฐาน 10 นาที การบอกค่าความสามารถจะบอกเป็นเปอร์เซนต์ เช่นเครื่องเชื่อมที่มีความสามารถของเครื่องเชื่อม 60 เปอร์เซ็นต์ ที่ 400 แอมแปร์สามารถเชื่อมต่อเนื่องกันได้ 6 นาที แล้วต้องหยุดพัก 4 นาทีจึงจะเชื่อมต่อไป ถ้าเชื่อมเกิน 6 นาทีโดยไม่พักจะ

ทำให้เครื่องเชื่อมเกิดความเสียหายได้ จากแผนภาพในรูปที่ 16 เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความสามารถของเครื่องเชื่อมกับกระแสไฟเชื่อม ใช้สำหรับหาค่าเปอร์เซนต์ความสามารถของเครื่องเชื่อมกับกระแสไฟในจุดต่างๆ โดยเทียบกับเส้นทแยง 3 เส้น ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการทราบว่าเครื่องเชื่อมที่มีเปอร์เซนต์ความสามารถของเครื่องเชื่อม 60 เปอร์เซนต์ที่กระแส 300 แอมแปร์ ถ้าตั้งกระแสไฟเชื่อมเพียง 250 แอมแปร์เครื่องเชื่อมเครื่องนี้จะมีความสามารถของเครื่องเชื่อมเป็น 85 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นเครื่องเชื่อมแบบอัตโนมัติแรงเคลื่อนคงที่ จะมีความสามารถของเครื่องเชื่อม 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ความสามารถของเครื่องเชื่อมกับกระแสไฟเชื่อม

2.6 เครื่องเชื่อมยี่ห้อพลัง 300 และ พลัง 500

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในบริษัท TNS

รูปที่ 17 แสดงเครื่องเชื่อมยี่ห้อพลัง 300 และ พลัง 500

บริษัท ดี.เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด เป็นผู้ผลิตเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ “พลัง” มาเป็นเวลากว่า 20 ปี ทำให้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ “พลัง” เป็นที่เชื่อถือและยอมรับในวงการอุตสาหกรรมของประเทศไทย และบริษัท TNS ได้ใช้เครื่องเชื่อมยี่ห้อพลัง 500 ประมาณ 90 เปอร์เซนต์หรือประมาณ 200 ตัว (เฉพาะเครื่องเชื่อมแบบกระแสไฟฟ้าสลับ)

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติมาตรฐานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ “พลัง”

คุณสมบัติมาตรฐานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ "พลัง"															
รุ่น	ขนาดไฟฟ้ากระแสเชื่อม (A)	ความถี่ไฟฟ้า (Hz)	ขนาดพลังไฟฟ้าด้านไฟเข้า (V)		ขนาดความดันไฟฟ้าด้านไฟเข้า (V)	ขนาดความดันด้านไฟจ่าย(V)	ดิวตี้ไซเกิ้ล %	ความดันกระแสไฟเชื่อม(V)	ช่วงปรับกระแสไฟฟ้าด้านไฟจ่าย(A)	ขนาดสายฟ้าด้านไฟเข้า/ด้านไฟจ่าย(MM)^2	เส้นผ่าศูนย์กลางลวดเชื่อม (MM)	น้ำหนักสุทธิ (Kg)	ขนาด (mm)		
			(KW)	(KVA)									กว้าง	ลึก	สูง
MOD-145	145	50	6	8	200-220	50	30	25	35-145	6/25	2.0-3.2	47	287	367	435
MOD-300	300	50	13	24.5	200-220	80	40	35	45-300	16/50	2.0-6.0	120	410	615	670
MOD-500	500	50	23.5	44	200-220	85	60	40	80-500	25/95	3.2-10.0	196	485	710	750

2.7 หลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคที่สำคัญในโครงงานประหยัดไฟฟ้าในเครื่องเชื่อม

เอสซีอาร์หรือซิลิกอน คอนโทรล เร็กติไฟร์ (Silicon Control Rectifier : SCR) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่อยู่ในตระกูลไทรีสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้เพียงทิศทางเดียว มี 3 ขั้ว คือ ขั้วแอโนด (A) ขั้วแคโทด (K) และขั้วเกต (G) เอสซีอาร์แบ่งตามโครงสร้างของการต่อขาเกตในชั้นสาร พี-เอ็น แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ เอสซีอาร์ที่ขาเกตต่ออยู่ที่สารเอ็น เรียกว่า เกตชนิดเอ็น (N-Gate) และเอสซีอาร์ที่ขาเกตต่ออยู่ที่สารพี เรียกขาเกตชนิดพี (P-Gate)

เอสซีอาร์จะนำกระแสได้ก็ต่อเมื่อไบอัสแบบฟอร์เวิร์ด คือ ป้อนศักย์ไฟฟ้าบวกให้กับขั้วแอโนดและป้อนศักย์ไฟฟ้าลบให้กับขั้วแคโทด แต่เอสซีอาร์จะยังไม่นำกระแสจนกว่าขาเกตจะมีการป้อนศักย์ไฟฟ้าบวกในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อเทียบกับขั้วแคโทด และเมื่อเอสซีอาร์นำกระแสแล้ว ศักย์ไฟฟ้าบวกที่ป้อนให้กับขาเกตสามารถปลดออกได้โดยที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสต่อไปซึ่งเป็นคุณสมบัติที่พิเศษอย่างหนึ่งของเอสซีอาร์

วิธีการนำกระแสของเอสซีอาร์ในขณะไบอัสแบบฟอร์เวิร์ดสามารถทำได้โดยหลายวิธีเช่น การป้อนกระแสเกต การใช้แสง การใช้แรงดันไฟฟ้าสูง การเพิ่มอัตราแรงดันไฟฟ้าต่อเวลาที่คร่อมเอสซี-อาร์ (dv/dt) และการใช้ความร้อน เป็นต้น ส่วนวิธีการทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสนั้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีธรรมชาติหรือไลน์ คอมมิวเตชั่น (Line Commutation) ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือวิธีบังคับ หรือ ฟอร์ช คอมมิวเตชั่น (Force Commutation) ลักษณะสมบัติทางไดนามิกของเอสซีอาร์มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ช่วงเริ่มนำกระแสหรือ เทิร์น ออน (Turn On) และช่วงนำกระแสหรือ เทิร์น ออฟ (Turn Off)

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในเรื่องของการเลือกใช้เอสซีอาร์ คือ พิกัดของกระแส (Current Rating) พิกัดของแรงดัน (Voltage Rating) พิกัดของกำลังไฟฟ้า (Power Rating) ความไวในการจุดชนวนเกต ความเร็วในการใช้งาน กระแสรั่วไหล และแรงดันตกคร่อมเอสซีอาร์ขณะนำกระแส

การต่อเอสซีอาร์เพื่อให้ได้คุณสมบัติพิกัดด้านกระแสและพิกัดแรงดันเพิ่มขึ้นนั้นสามารถต่อได้อีก 2 แบบคือ การต่อเอสซีอาร์แบบอนุกรมหรือแบบอันดับ ซึ่งการต่อแบบนี้จะทำให้เอสซีอาร์มีพิกัดของแรงดันสูงขึ้น จะทนพิกัดแรงดันได้มากขึ้น เพราะเป็นผลบวกของพิกัดแรงดันของเอสซีอาร์ทั้ง 2 ตัว การเลือกเอสซีอาร์ที่จะนำมาต่ออนุกรมกันนั้น ควรเลือกเอสซีอาร์ที่มีคุณสมบัติและพิกัดต่างๆ เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นในวงจร ส่วนการต่อเอสซีอาร์แบบขนาน จะทำในกรณีโหลดใช้กระแสมากกว่าพิกัดกระแสของเอสซีอาร์ตัวเดียวจะทนได้ การพิจารณาคุณสมบัติของเอสซีอาร์ที่จะนำมาต่อขนานกันจะทำเหมือนกับการต่อเอสซีอาร์แบบอนุกรม คือ การนำคุณสมบัติของแต่ละตัวมาพิจารณาร่วมกัน แต่ในการต่อแบบขนานจะพิจารณาที่แรงดันค่าเดียวกัน ส่วนกระแสที่ทนได้ คือ ค่ากระแสของเอสซีอร์แต่ละตัวบวกกัน