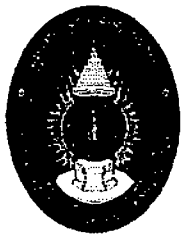


ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับลดการสูญเสียในเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
Automatic control systems for loss reduction in Welding Machine

สมเจตน์ บุญชื่น

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ประจำปีงบประมาณ 2558

สำนักวิทยบริการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

b00104562

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับลดการสูญเสียในเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
Automatic control systems for loss reduction in Welding Machine

สมเจตน์ บุญชื่น

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ประจำปีงบประมาณ 2558

สำนักวิทยบริการฯ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
อนุมัติยืมจาก
สวพ.
24 พ.ค. 60 เล่มที่ 442

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี ความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย จึงขออนุญาตขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ให้ทุนวิจัย ตลอดจนอธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาและเจ้าหน้าที่ประจำสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ให้คอยความช่วยเหลือ ให้ข้อมูล ตรวจสอบและสนับสนุนโครงการวิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า ที่ให้การสนับสนุนทั้งครุภัณฑ์และสถานที่ในการทำโครงการวิจัย

สมเจตน์ บุญชื่น

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้เกิดสถานการณ์ขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าอย่างหนักทั่วโลกบทความนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะไม่มีการเชื่อมเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีการดำเนินงานเริ่มด้วยการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าการประหยัดพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี หากผู้ใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 8 ชั่วโมงต่อวันโดยแบ่งเป็น 4 ชั่วโมงเป็นเวลาที่เชื่อมชิ้นงานและอีก 4 ชั่วโมงเป็นเวลาจับชิ้นงาน ซึ่งภายหลังติดตั้งระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยตั้งเวลาปิดเครื่องเชื่อมหลังเริ่มจับชิ้นงาน 60 วินาทีหรือ 2 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1021.02บาทต่อปี ส่วนผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่องหลังจับชิ้นงาน 30 วินาทีหรือ 3 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1522.77 บาทต่อปีและหากผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่องหลังจับชิ้นงานทันทีหรือ 4 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 2187.90 บาทต่อปี ทั้งนี้ยังยึดความสะดวกของผู้ใช้งานเป็นหลัก

คำสำคัญ: ลดการสูญเสีย ระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

Abstract

The global crisis of electrical energy shortage is currently critical. This paper presents a control system of welding machine that can cut off electrical load when the welding is on standby mode; resulting in the reduction of overall electrical usage. The information of the presented system (before and after applied) can be used to calculate and analyze for the saving budget per year. Assuming the welder use welding machine for 8 hours per day, 4 hours will be used for welding and another 4 hours is to handle the working object. After applied the presented system, the 60 seconds cutoff time which equivalence to 2 hours electrical usage per day, will save the budget for 1021.02 baht per year, and for the 30 seconds cutoff time which equivalence to 3 hours electrical usage per day, will save the budget for 1522.77 baht per year. If the control system is set as a sudden cutoff load which equivalences to 4 hours electrical usage per day, the budget will be saved for 2187.90 baht per year. However, to choose a suitable cutoff time is mostly depend on the convenience of the welder.

Keyword: loss reduction, Welding Machine, Automatic control systems

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	
การออกแบบชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง	18
การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง	18
การออกแบบด้านอินพุตของระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	19
การออกแบบด้านเอาต์พุตของระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	20
การออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	20
การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	22
การออกแบบวงจรวัดแรงดันและเปรียบเทียบแรงดัน	23
บทที่ 4 ผลการศึกษา และอภิปรายผล	
ทำการวัดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า	24
วิธีการติดตั้ง	29
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	29
วิธีการวิเคราะห์	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	
สรุปผล	33
ประเมินผล	33
อภิปรายผล	33
ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก	36

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 การทดสอบค่ากระแส แรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านปฐมภูมิก่อนติดตั้ง	25
ตารางที่ 4.2 การทดสอบค่ากระแสแรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านปฐมภูมิหลังการติดตั้ง	26
ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิก่อนติดตั้ง	28
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในการประหยัดพลังงาน	30
ตารางที่ 4.5 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน	31
ตารางที่ 4.5 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน(ต่อ)	32

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การทำงานของวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า	4
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า	5
รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A รุ่น 40 ขา	8
รูปที่ 2.5 สวิตช์แม่เหล็ก	10
รูปที่ 2.6 ออปแอมป์	11
รูปที่ 2.7 สวิตช์ปุ่มกด	11
รูปที่ 2.8 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ และแบบปรับค่าได้	11
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์แทนตัวต้านทาน	12
รูปที่ 2.10 ตัวเก็บประจุและสัญลักษณ์	12
รูปที่ 2.11 ไดโอด	13
รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์โครงสร้างของไดโอด	13
รูปที่ 2.13 ทรานซิสเตอร์	13
รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ และโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	14
รูปที่ 2.15 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์	14
รูปที่ 2.16 รีเลย์ และสัญลักษณ์การทำงาน	15
รูปที่ 2.17 ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนและสัญลักษณ์การทำงาน	15
รูปที่ 2.18 หม้อแปลงกระแส	16
รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบควบคุม	18
รูปที่ 3.2 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุม	19
รูปที่ 3.3 การออกแบบระบบอินพุตของระบบควบคุม	19
รูปที่ 3.4 การออกแบบระบบเอาต์พุตของระบบควบคุม	20
รูปที่ 3.5 แผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A	21
รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	22
รูปที่ 3.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	23
รูปที่ 4.1 (ก)การวัดค่ากระแสด้านปฐมภูมิด้วยแคลมมิเตอร์ (ข)การวัดค่าแรงดันด้านปฐมภูมิด้วยมัลติมิเตอร์	24
รูปที่ 4.2 การวัดค่ากระแสด้านทุติยภูมิด้วยแคลมมิเตอร์	27
รูปที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันด้านทุติยภูมิด้วยมัลติมิเตอร์	27
รูปที่ 4.4 แสดงการติดตั้งหม้อแปลงกระแส	29
รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก	29

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 แสดงการติดตั้งระบบควบคุมส่วนฮาร์ดแวร์ 30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานถือได้ว่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอันดับต้นๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มนุษย์รู้จักกันดี และถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย สามารถควบคุมและใช้งานได้สะดวกและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลาเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภครวมถึงสภาวการณ์โลกในปัจจุบันทุกประเทศทั่วโลกกำลังประสบปัญหาด้านพลังงานอย่างหนัก จึงต้องตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของพลังงาน เมื่อมีอุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างมีการใช้ไฟฟ้าอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

หนึ่งในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าก็คือ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อทำการแปลงแรงดันไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด ดังนั้นจึงมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า หม้อแปลงมี 2 ส่วนคือ ในขดลวด (Copper losses) ทั้งทางด้านขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดด้านทุติยภูมิ และการสูญเสียที่แกนเหล็ก (Core losses) ของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิธีและกระบวนการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า และได้ทำการทดสอบว่าขณะไม่มีการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะกินกระแสไฟฟ้าถึง 10-20 แอมแปร์ หรือประมาณ 2000-3000 วัตต์ ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ จึงได้ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เพื่อนำมาคำนวณหาค่าพลังงานที่สูญเสียไปขณะเปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะที่จับชิ้นงาน(ไม่มีการเชื่อม)และคำนวณค่าพลังงานที่สูญเสียขณะที่จับชิ้นงานตามช่วงเวลาต่างๆ ตามช่วงเวลาการเปิด-ปิด เพื่อให้เห็นผลของการประหยัดพลังไฟฟ้าตามช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่ออนุรักษ์พลังงานและลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ขณะไม่ใช้งาน
2.เพื่อศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
3.เพื่อศึกษาวิธีการทำงานและการเขียนโปรแกรมคำสั่งในไมโครคอนโทลเลอร์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สามารถใช้ควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเฉพาะแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 12 เดือน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ออกแบบชุดควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
1.4.2 ออกแบบการติดตั้งระบบควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
1.4.3 ออกแบบด้านอินพุตของระบบควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
1.4.4ออกแบบด้านเอาต์พุตของระบบควบคุม การ เปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
1.4.5 ออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
1.4.6 ออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
1.4.7 ออกแบบวงจรวัดแรงดันและเปรียบเทียบแรงดัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงาน ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจและวิธีการเขียนคำสั่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
1.5.3 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
1.5.4ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง และลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

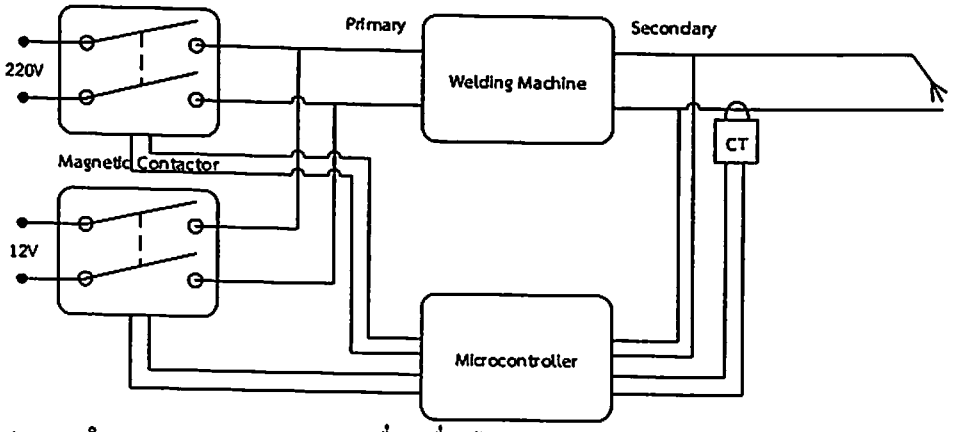
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า โดยมีการนำทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้ามาประยุกต์การเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยสวิตช์แม่เหล็ก หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์นอกจากนี้มีการอธิบายคุณสมบัติและการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากผลงานวิจัย ระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งผู้จัดทำคือนายสมเจตน์ บุญชื่นและคณะ เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมในการปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะไม่ทำงานเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีการดำเนินงานโครงงานเริ่มด้วยการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าต่อมานำข้อมูลมาวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมการปิด-เปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A และออกแบบระบบแสดงผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบการติดต่อสื่อสารผู้ใช้งานอย่างง่าย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลแรงดันและกระแส และทำการส่งข้อมูลไปยังโมดูลของ MATLAB ขณะส่วนสุดท้ายแสดงผลพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบเส้นโค้งโดยการใช้โปรแกรม MATLAB จากผลการทดสอบระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมานี้พบว่ามีการจัดเก็บข้อมูลแรงดัน กระแสและพลังงานไฟฟ้าพร้อมกับนำเสนอเส้นโค้งของสัญญาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 12.47% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ไม่มีระบบควบคุม แต่ระบบควบคุมนี้เมื่อต้องการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะต้องกดรีโมทคอนโทรลเพื่อให้เครื่องเชื่อมเปิดเครื่องซึ่งทำให้ผู้ใช้งานเกิดความยุ่งยากไม่สะดวกต่อการใช้งาน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการทำงานของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษากระบวนการทำงาน ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงในขณะที่มีการทำงาน และไม่มีการทำงาน เพื่อทำการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในขณะที่ไม่มีการทำงาน โดยการใช้วงจรวัดแรงดันในการวัดแรงดันไฟฟ้า และใช้หม้อแปลงกระแสวัดกระแสไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมไฟฟ้าว่ามีการทำงานหรือไม่ และทำการส่งสัญญาณเป็นแบบแรงดันไปที่ส่วนควบคุมการทำงาน เพื่อประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สั่งสวิตช์แม่เหล็กปิด-เปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง โดยมีการแสดงการทำงานดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การทำงานของวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า

2.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้า คือแหล่งผลิตกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงาน ทำให้เกิดประกายอาร์คในวงจรเชื่อมให้ความร้อนแก่การหลอมละลายอย่างเพียงพอ ส่วนประกอบของไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมต้องทราบถึงการทำงานของไฟฟ้า ในเครื่องเชื่อมอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะการไหลของกระแสไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญ วงจรไฟฟ้า คือทางเดินของกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเริ่มต้นจากขั้วลบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ กระแสจะไหลไปตามสายเคเบิลผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงาน แล้วไหลกลับไปยังขั้วบวก เครื่องเชื่อมที่ใช้งานโดยทั่วไป จะแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

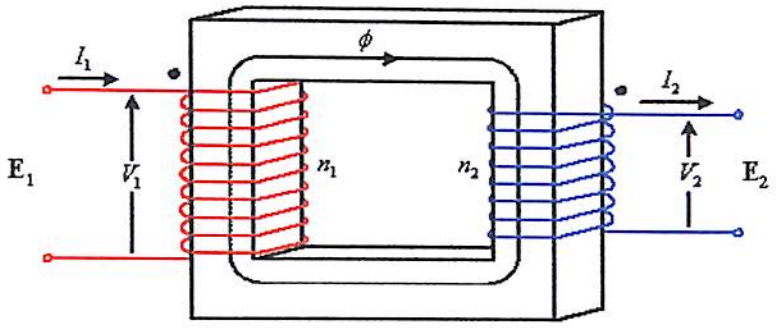
1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator)
2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบเลกติฟาย (Rectifier)
3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

เครื่องเชื่อมที่ใช้ในโครงงานภาคนิพนธ์นี้ คือเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแทนเครื่องกำเนิด ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าในการเชื่อมกระแสสลับ ประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งสามารถปรับด้วยตัวปรับเอากระแสออกมาใช้งาน ขดลวดปฐมภูมิรับกระแสจากแหล่งกำเนิด ป้อนเข้าสนามแม่เหล็ก ได้แก่แกนหม้อแปลงไฟฟ้า ขดลวดทุติยภูมิ ไม่ได้ต่อจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แต่เกิดจากการเปลี่ยนเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กไหลผ่านตัวนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสูงกว่าต้นกำเนิด และนำกระแสไฟฟ้านี้ไปใช้ในการเชื่อมโลหะ กระแสที่นำออกมาใช้ถูกควบคุมโดยตัวควบคุม ซึ่งสามารถปรับให้กระแสสูงหรือปรับให้กระแสต่ำได้ตามความต้องการของผู้ใช้

1. หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้การถ่ายทอดพลังงานไฟฟ้า จากวงจรหนึ่งไปสู่อีกวงจรหนึ่งโดยการเหนี่ยวนำ ซึ่งจะประกอบด้วยขดลวด 2 ขด ที่พันอยู่รอบแกนเหล็กเรียกตามลำดับว่า ขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ กระแสไฟฟ้าสลับที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็ก ที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงความแรง ของสนามแม่เหล็กอยู่ตลอดเวลา (แกนเหล็กทำหน้าที่ ช่วยเพิ่มความเข้มของนามแม่เหล็กให้สูงขึ้น) ซึ่งการเปลี่ยนแปลง

ของสนามแม่เหล็กดังกล่าวนี้จะเหนี่ยวนำ ให้เกิดมีกระแสไฟฟ้าสลับไหล ในขดลวดทุติยภูมิ กระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบที่พันอยู่ของขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า ขดลวดและวงจรแม่เหล็กต่างอยู่กับที่ แรงเคลื่อนไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยเวลาดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นส่วนประกอบพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้แก่

E_1 = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดปฐมภูมิ

I_1 =กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

V_1 = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

N_1 = จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

E_2 = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดทุติยภูมิจ่ายออกสู่โหลด

I_2 =กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดทุติยภูมิ

V_2 = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดทุติยภูมิ

N_2 = จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

Ø =เส้นแรงแม่เหล็ก

2. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.1 แกนเหล็ก (Core)เป็นแผ่นเหล็กผสมซิลิคอนแบบบาง จำนวนหลายแผ่นอัดเป็นชั้น มีฉนวนทำจากวานิช หรือกระดาษกั้นระหว่างแผ่นเหล็ก และได้รับการตัดแต่งให้มีรูปร่างตามที่ต้องการ นำมาเรียงกันเป็นแกนหม้อแปลงให้ได้ขนาดพื้นที่หน้าตัดตามที่ออกแบบไว้ เหตุที่ต้องใช้กระดาษเป็นฉนวนกั้นระหว่างแผ่นเหล็ก เพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเรียงกันได้ดีไม่เกิดกระแสไหลวน และไม่เกิดความร้อนภายในเครื่อง

2.2 ขดลวดปฐมภูมิ (Primary) เป็นขดลวดเส้นเล็กพันรอบแกนเหล็กมีจำนวนรอบสูง ที่ปลายต่อกับสายเมนกระแสสลับแรงเคลื่อนที่ 110-500 V ค่าใดค่าหนึ่งตามขนาดการใช้งาน ขณะกระแสไฟฟ้าจากสายเมนไหลผ่านขดลวด จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็ก

2.3 ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) เป็นขดลวดเส้นโตกว่าขดลวดปฐมภูมิ และมีจำนวนรอบน้อยกว่า พันอยู่รอบแกนเหล็กเช่นเดียวกับขดลวดปฐมภูมิที่อยู่ตรงข้ามกัน

เนื่องจากแกนเหล็กที่ขดลวด ทุติยภูมิพันรอบอยู่นั้นมีเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่าน ตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดความต้านทานในตัวนำต่ำ ทำให้มีกระแสไหลและได้นำกระแสนี้ไปใช้ในการเชื่อม

3. ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ 1 เฟส

เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อทำการแปลงแรงดันไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดนั้น จะเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Power Losses) และจะมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงมี 2 ส่วน คือในขดลวด (Copper losses) ทั้งทางด้านขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดด้านทุติยภูมิและการสูญเสียที่แกนเหล็ก (Core losses) การสูญเสียในขดลวดตัวนำ (Copper Loss) การสูญเสียในขดลวดตัวนำหรือขดลวดทองแดง เนื่องจากความต้านทานของขดลวดทั้งด้านปฐมภูมิ และทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงไฟฟ้าทางานภาวะไม่มีโหลดจะมีกระแสไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิเพียงเล็กน้อยดังนั้นการสูญเสียที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยแต่เมื่อต่อโหลดกับขดลวดทุติยภูมิจะมีไหลผ่านโหลด และกระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นดังนั้นการสูญเสียจึงมีค่ามากขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการสูญเสียในขดลวดตัวนำของหม้อแปลงไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลง ไปตามค่ากระแสไฟฟ้าของโหลดหรือขนาดโหลดและสูญเสียในรูปของความร้อน การสูญเสียในขดลวดตัวนำจะสามารถหาได้โดยการทดสอบสภาวะลัดวงจรดังที่กล่าวมาแล้วการสูญเสียในลวดตัวนำทั้งสองด้านของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถหาได้จากสมการ

$$I_1^2 + I_2^2 = I_1^2 R_{01} = I_2^2 R_{02}$$

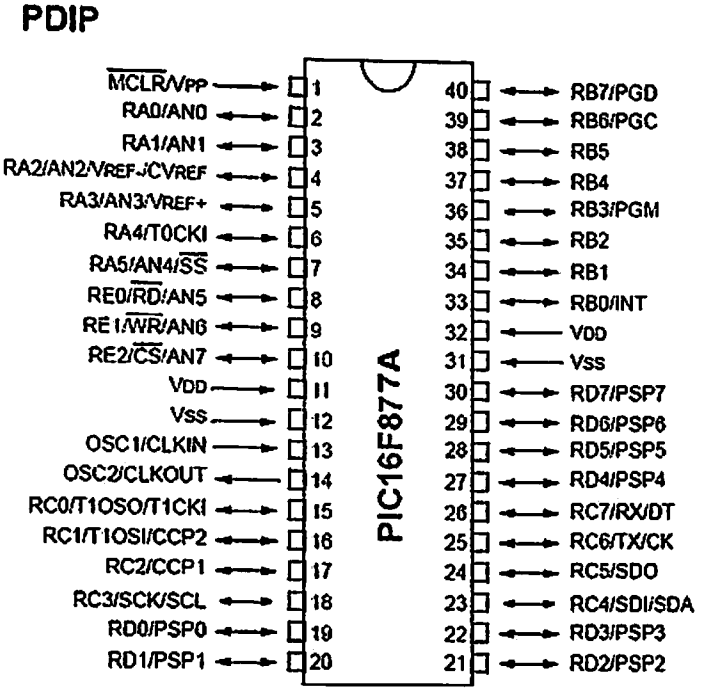
การสูญเสียในแกนเหล็ก (Core Loss) ของหม้อแปลงไฟฟ้า = Core Loss x $[(V_1/V_2)^2-1]$ โดยที่

V_1 = แรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า ก่อนปรับแถบเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า

V_2 = แรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า หลังปรับแถบเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า

2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

โครงงานภาคนิพนธ์นี้ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์PIC16F877Aมีพอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต คือ PORTA 6 บิตPORTB 8 บิต,PORTC 8 บิต, และ PORTD 8 บิต, เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต และยังเป็นพอร์ตที่สามารถแปลงสัญญาณ ADC (Analog to Digital Converter) ได้อีกด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit)

CPU เปรียบได้กับสมองของคนเรา เพราะการคำนวณต่างๆเกิดขึ้นที่ CPU ประกอบด้วยวงจรต่างๆหลายวงจร เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) จะทำหน้าที่แปลงคำสั่งทั้งหมดเป็นภาษาเครื่อง วงจรควบคุมเวลาและระบบการทำงานตลอดจนหน่วยความจำภายในRegister, Adder, Subtraction, Buffer ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและการประมวลผล เป็นต้น

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา BASIC ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นควรคำนึงถึงชนิดของหน่วยความจำ สำหรับหน่วยความจำในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์PIC จะมีหน่วยความจำในการใช้งาน 3 ประเภท ดังนี้

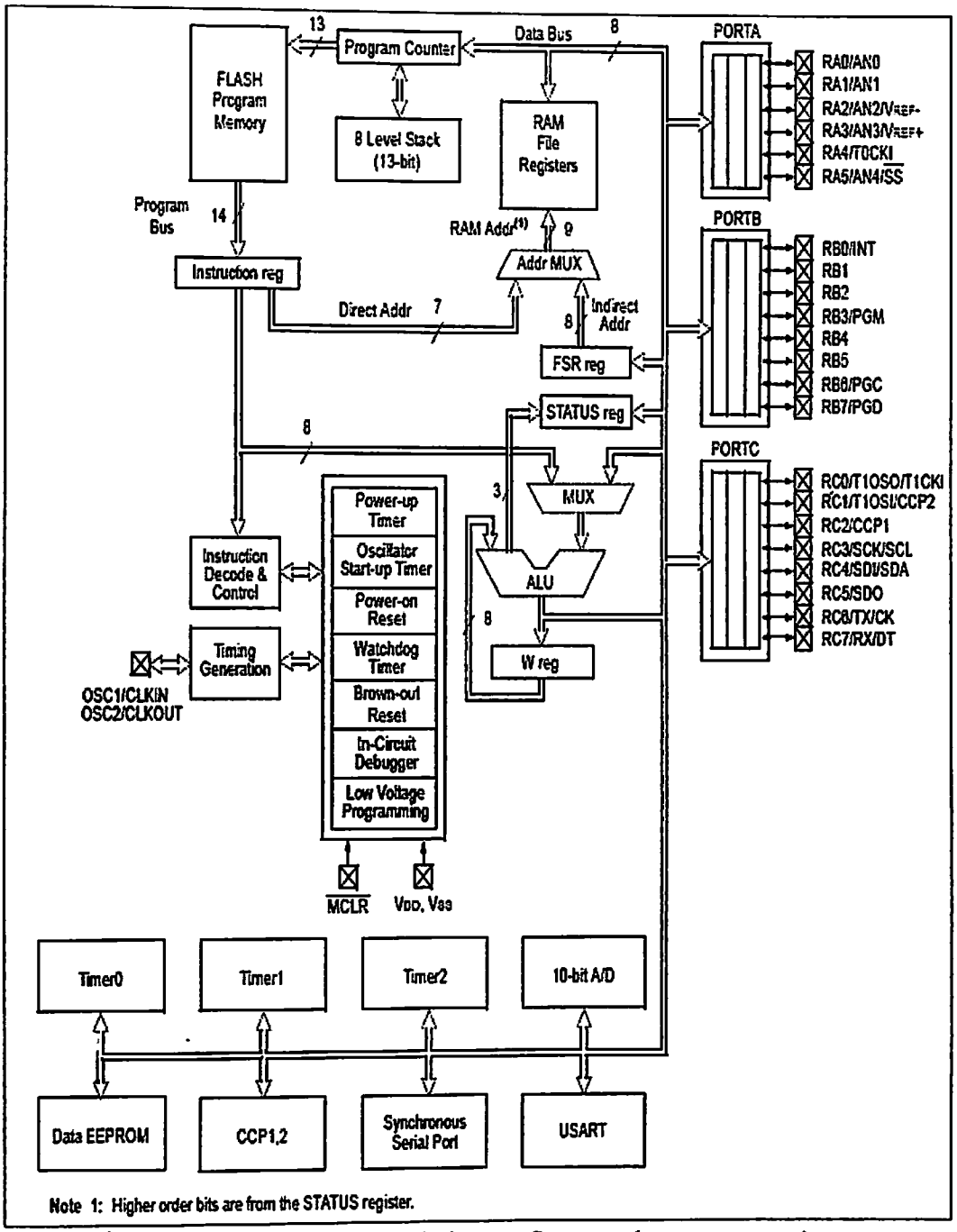
(ก)หน่วยความจำโปรแกรมแฟลช (Flash Program Memory) หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash ROM) มีคุณสมบัติในการเขียนและลบโปรแกรม ได้มากกว่า 1 แสนครั้ง

(ข) หน่วยความจำโปรแกรม (Data Memory RAM) หน่วยความจำนี้สามารถเก็บข้อมูลขณะประมวลผลโปรแกรม สามารถอ่านและเขียนได้ขณะมีไฟเลี้ยง แต่เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลต่างๆจะสลายไป

(ค)หน่วยความจำแบบอีอีพรอม (EEPROM Data Memory)หน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบโปรแกรมด้วยกระแสไฟฟ้าใน PROM (Programmable Read Only Memory) โดยภายในจะมี RAM (Random Access Memory) ที่มีหน่วยความจำชั่วคราวให้เก็บข้อมูลได้ถาวรแบบหน่วยความจำ ROM (Read Only Memory) โดยสามารถเขียนและลบโปรแกรมจำนวนหลายๆครั้งได้

3. พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีพอร์ตไว้สำหรับติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกแล้วแต่ความต้องการที่จะนำไปใช้งาน เช่น LCD, Pushbutton, Relay เป็นต้น พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตยังสามารถแปลงสัญญาณ (A/D or A to D)ได้โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.4 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A รุ่น 40 ขา

4. คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1 คุณสมบัติหลัก

(ก) ซีพียูเป็นแบบ (RISC) มีคำสั่งใช้งาน 35 คำสั่ง

(ข) สามารถกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูก

(ค) ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz

(ง)หน่วยความจำโปรแกรมมี 8 กิโลเวิร์ด

(จ)หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจิสเตอร์ (RAM) มี 368 ไบต์

(ฉ) ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM) มี 256 ไบต์

(ช) ตอบสนองกับอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด 15 แหล่ง

(ซ) มีสแต็ก 8 ระดับ

(ฌ) มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset)

(ญ) มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ (Power Up Timer)

(ฎ) มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (Oscillator Start-up Timer)

(ฏ) วงจรวอทช์ด็อกไทเมอร์ (WATCHDOG Timer)

(ฐ)มีระบบ (Code Protection)

(ฑ)มีโหมดประหยัดพลังงาน

(ฒ) แก้ไขข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม ด้วยกระบวนการ ICD ผ่านพอร์ต 2 ขา

(ณ) ซีพียูสามารถอ่าน และเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้

(ด) ไฟเลี้ยง +2V ถึง +5.5V

(ต) กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25mA

(ถ) การใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีโหลดน้อยกว่า 25mA ที่ไฟเลี้ยง +5V

4.2 คุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม

(ก) ไทเมอร์3ตัว ได้แก่ 0, 1, 2, ขนาด 8 บิต,16 บิต,8 บิตตามลำดับ

(ข)มีโมดูล CCP 2 ชุด โดยมีตรวจจับสัญญาณมีขนาด 16 บิตและความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที เปรียบเทียบสัญญาณขนาด 16บิต ความละเอียดสูงสุด12.5นาโนวินาที วงจร PWM มีความละเอียดสูงสุด 10บิต

(ค)มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 10 บิต

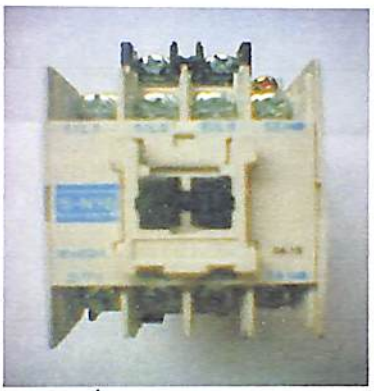
(ง)มีวงจรตรวจจับระดับไฟเลี้ยงเพื่อการรีเซตซีพียู

2.2.3 สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor)

สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยในการ ON/OFF วงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูงประมาณ 30-300A ข้อดีของสวิตช์แม่เหล็กคือให้ความปลอดภัยต่อการควบคุมและผู้ใช้งานในวงจรกำลังที่มีกระแสไฟฟ้าค่อนข้างสูง ประหยัดเวลาในการควบคุมขณะที่โหลดอยู่ห่างจากแหล่งจ่าย และจุดที่จะควบคุมการทำงาน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.5

การเลือกสวิตช์แม่เหล็กที่เหมาะสมกับงานควรดูข้อมูลทางบริษัทผู้ผลิตซึ่งมีข้อพิจารณาคือ

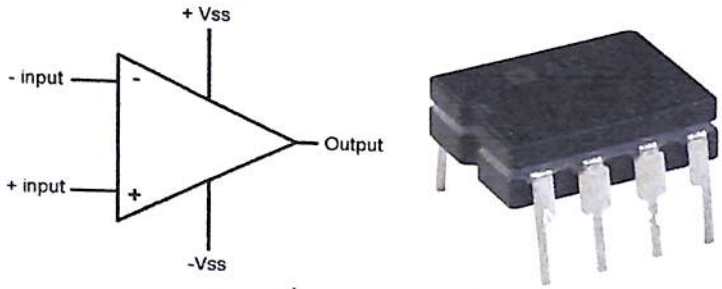
1. ลักษณะโหลดและการใช้งาน
2. แรงดันและความถี่
3. สถานที่ใช้งาน
4. ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
5. การป้องกันจากการสัมผัส และการป้องกันน้ำ
6. ความคงทนทางกลและไฟฟ้า (Mechanical and Electrical Stresses)



รูปที่ 2.5 สวิตช์แม่เหล็ก

2.2.4 ออปแอมป์ (Op-Amp)

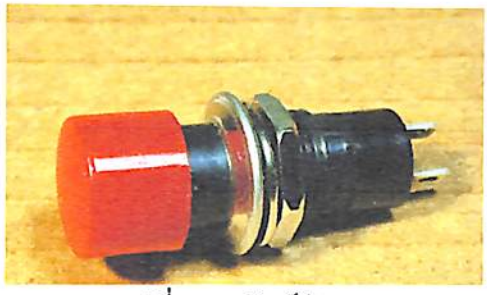
ออปแอมป์ เป็นชื่อย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจากวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct couled amplifier) ที่มีอัตราการขยายสูงมาก ใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคที่หนึ่ง คือวงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียล ภาคที่สอง คือวงจรเลื่อนระดับ และวงจรขยายกำลังด้านทางออกสัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ไอซีออปแอมป์เป็นไอซีที่แตกต่างไปจากลิเนียร์ไอซีทั่วๆไป คือไอซีออปแอมป์มีขาอินพุท 2 ขา เรียกว่า ขาเข้าไม่กลับเฟสหรือขา (+) และขาเข้ากลับเฟสหรือขา (–) ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียวเมื่อสัญญาณป้อนเข้าขาไม่กลับเฟสสัญญาณทางด้านออก จะมีเฟสตรงกับทางด้านเข้าแต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเข้ากลับเฟส สัญญาณทางออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศาจากสัญญาณทางด้านเข้าดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ออปแอมป์

2.2.5 สวิตช์ (Switch)

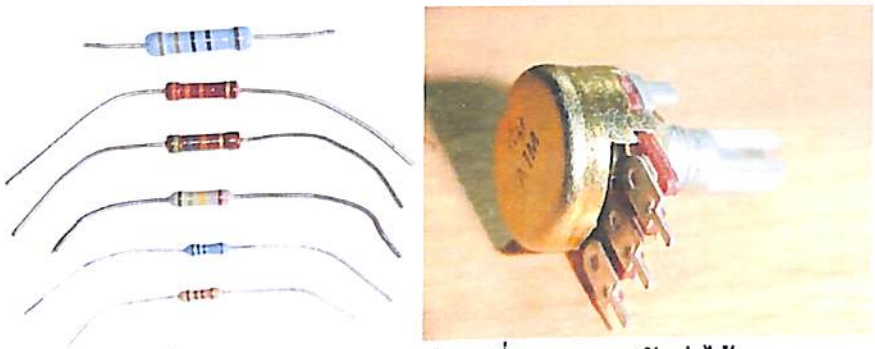
ทำหน้าที่ในการต่อหรือตัดการไหลของกระแสไฟฟ้า AC หรือ DC สวิตช์มีหลายชนิด เช่น จากรูปที่ 2.11 เป็นแบบสวิตช์กดติดปล่อยดับหรือกดติดปล่อยดับ มีขั้วเดียวทางเดียว หลักการทำงาน เมื่อไม่มีการกดสวิตช์ จะอยู่ในสภาวะปกติเปิดแต่เมื่อมีการกดจะอยู่ในสภาวะปกติปิด สวิตช์แบบนี้จะมีสปริงดันกลับ อยู่ภายในดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สวิตช์ปุ่มกด

2.2.6 ตัวต้านทาน (Resistors)

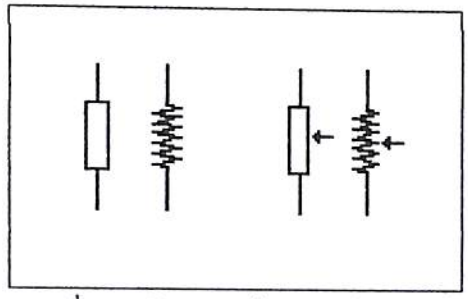
เป็นอุปกรณ์ที่มีแตกต่างกัน ทั้งขนาด และรูปร่าง แต่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันคือจำกัดกระแส โดยถ้าค่าความต้านทานน้อยกระแสไหลผ่านมากค่าความต้านทานมากกระแสไหลผ่านน้อยเมื่อกระแสไหลผ่านก็จะเกิดความร้อน ถ้าความร้อนมากๆจะทำให้ค่าความต้านทานลดลงและตัวต้านทานแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือแบบค่าคงที่และแบบที่ปรับค่าได้ดังรูปที่ 2.8 และมีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ และแบบปรับค่าได้

1. แบบค่าคงที่ เป็นแบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ การเลือกใช้ควรเลือกให้ถูกขนาดที่เหมาะสมกับงานด้วย เพื่อความประหยัดควรคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าที่จะทนได้ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

2. แบบปรับค่าได้ เป็นตัวต้านทานที่ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามต้องการมีหลายแบบ เช่น ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า และตัวต้านทานปรับค่าได้แบบมีแกนปรับ



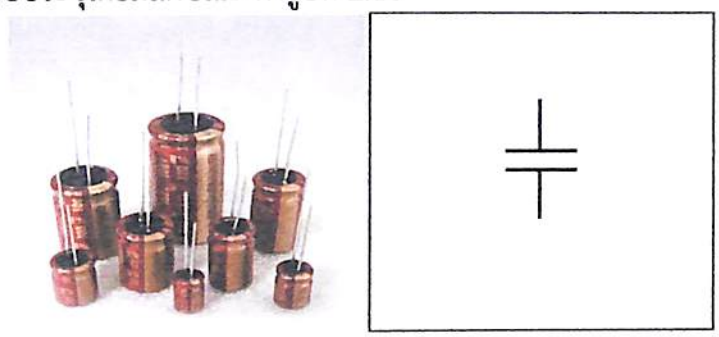
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์แทนตัวต้านทาน

2.2.7 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญ ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทำกระแสให้เรียบ กรองความถี่ และเชื่อมโยงสัญญาณ เป็นต้น และตัวเก็บประจุมีคุณสมบัติดังนี้

1. เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับตัวเก็บประจุ แล้วปลดไฟออกมันจะเก็บค่าไฟที่ได้ไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อนจึงค่อยๆ ลดลงจนเป็น 0 มีหน่วยเป็นฟารัด (F)

2. เมื่อเริ่มป้อนไฟกระแสตรงค่าความต้านทานเป็น 0แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเท่ากับแรงดันที่ป้อนเข้ามาซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับค่าความจุของตัวเก็บประจุโดยมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.10

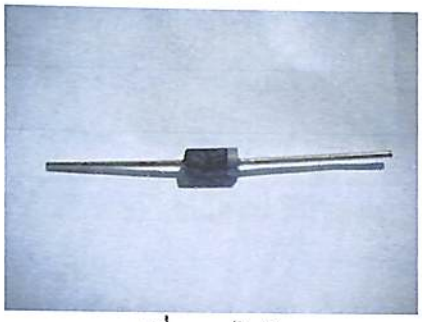


รูปที่ 2.10 ตัวเก็บประจุและสัญลักษณ์

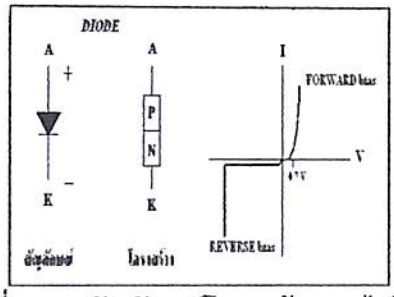
2.2.8 ไดโอด (Diode)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่ใช้ในการป้องกันแรงดันไหลย้อนกลับเข้าสู่ตัวอุปกรณ์ และใช้เรียงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงคุณสมบัติของไดโอด จะยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านได้ ถ้าป้อนขั้วตรงกัน คือถ้าป้อนกระแสขั้วบวกผ่านเข้าไดโอดตรงกับขาแอโนด กระแสจะผ่านได้เรียกว่า “ไบอัสตรง” แต่ถ้าให้ขั้วบวกไหลผ่านขาคาโทด กระแสไฟฟ้าจะผ่านไม่ได้เรียกว่า “ไบอัสกลับ”การใช้งานไดโอดต้องคำนึงถึงลักษณะงานคุณสมบัติของไดโอดและ

อัตราทนแรงดันและกระแสของไดโอดของแต่ละเบอร์ เช่น ไดโอดเบอร์ 1N4001 ทนกระแส 1 A แรงดัน 50V, 1N4004 ทนกระแส 1 A แรงดัน 400V และ 1N5402 ทนกระแส 3A แรงดัน 200Vโดยไดโอดจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.11 และสัญลักษณ์โครงสร้างของไดโอด ดังรูปที่ 2.12



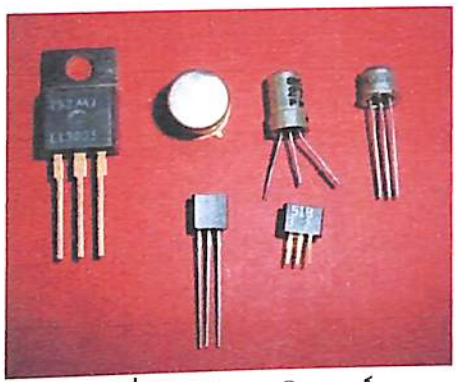
รูปที่ 2.11ไดโอด



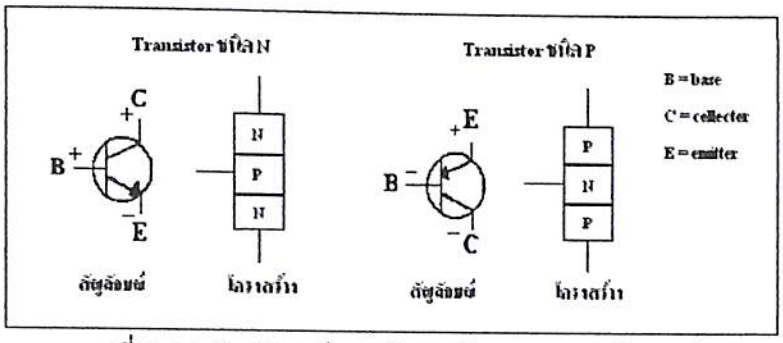
รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์โครงสร้างของไดโอด

2.2.9 ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีสารกึ่งตัวนำ P และ N มาต่อรวมกันมี 2 ชนิด คือแบบNPN ใช้กับไฟบวก และ PNP ใช้กับไฟลบทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้ามีหลายขนาดตั้งแต่ไม่ถึงวัตต์ไปจนถึง 250W จะเห็นว่าโครงสร้างของทรานซิสเตอร์จะมีสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น แต่ละชั้นจะต่อลวดตัวนำจากเนื้อสารกึ่งตัวนำไปใช้งาน ชั้นที่เล็กที่สุด (บางที่สุด) เรียกว่า เบส (Base) ตัวอักษรย่อ B สำหรับสารกึ่งตัวนำชั้นที่เหลือคือ คอลเลกเตอร์ (C) และอิมิตเตอร์ (E) นั่นคือทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN จะมี 3 ขา คือขาเบส ขาคอลเลกเตอร์ลักษณะและโครงสร้างทรานซิสเตอร์แสดง ดังรูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14



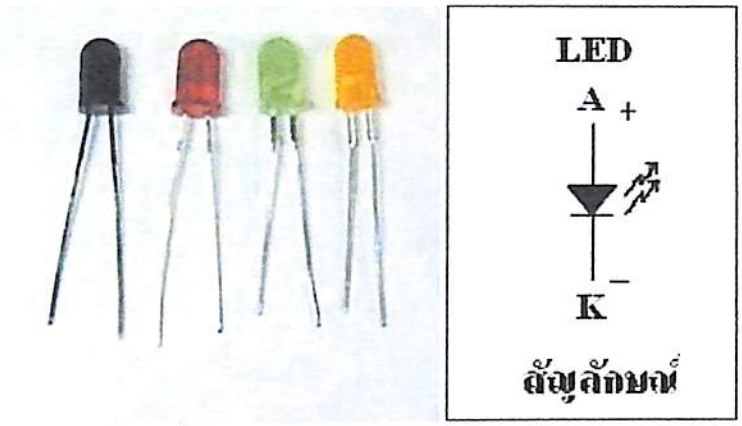
รูปที่ 2.13 ทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์ และโครงสร้างของทรานซิสเตอร์

2.2.10 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของวงจรนิยมเรียกสั้นๆว่า LED การใช้ไดโอดเปล่งแสงนี้ควรดูที่ขาของไดโอดข้างที่สั้นกว่า จะเป็นขั้วแคโทดหรือต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ ขาข้างที่ยาวกว่าจะเป็นขั้วแอโนด หรือขั้วบวกของแบตเตอรี่และยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว แบบไดโอดมีแรงดันตกคร่อมขณะนำกระแสประมาณ 2V ใช้งานโดยต่อแบบ (Forward bias) และต่ออนุกรมกับตัวต้านทานโดยไดโอดเปล่งแสงขนาดทั่วไปจะกินกระแส 5-25mA โดยมีรูป และสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสงแสดง ดังรูปที่ 2.15

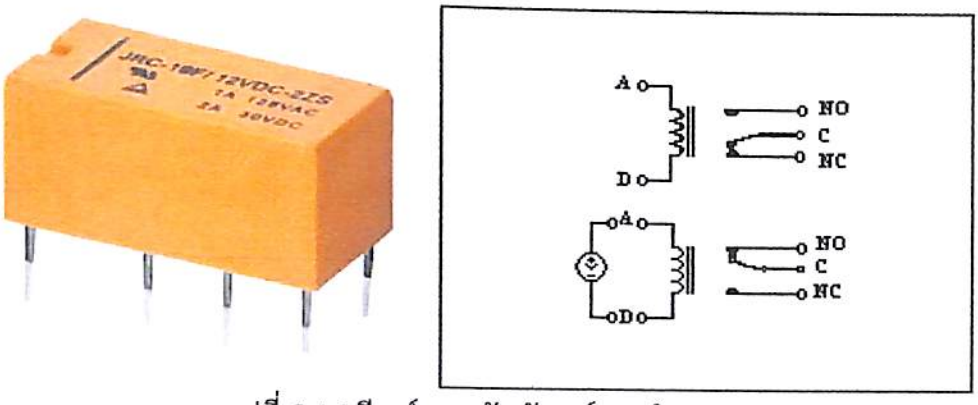


รูปที่ 2.15 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์

2.2.11 รีเลย์ (Relay)

ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กในการเปิด-ปิด วงจรควบคุมเช่นคอยล์ของคอนแทคเตอร์โซลีนอยด์เป็นต้น หรืออาจใช้ในการปิด-เปิด วงจรกำลังขนาดเล็กเหมือนกันเช่น วงจรหลอดสัญญาณมอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น ขณะที่มีการป้อนไฟให้กับรีเลย์ขดลวดขากลางของแกนเหล็กได้รับพลังงานไฟฟ้าจึงมีการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา แรงอำนาจแม่เหล็กสามารถเอาชนะแรงของสปริงทำให้ดึงชุดแกนเหล็กเคลื่อนที่ไปหา NO จะอยู่ในสภาวะ ON หน้าสัมผัสทั้ง 2 ชุดติดกันก็จะเปลี่ยนสภาวะการทำงานเรียกว่า “หน้าสัมผัสปกติเปิด” และจะกลับสู่สภาวะเดิมอีกครั้ง เมื่อหยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ขดลวด และแรงสปริงจะถูกผลักให้ห่างกันเรียกว่า “หน้าสัมผัสปกติปิด” หรือNC การเลือก

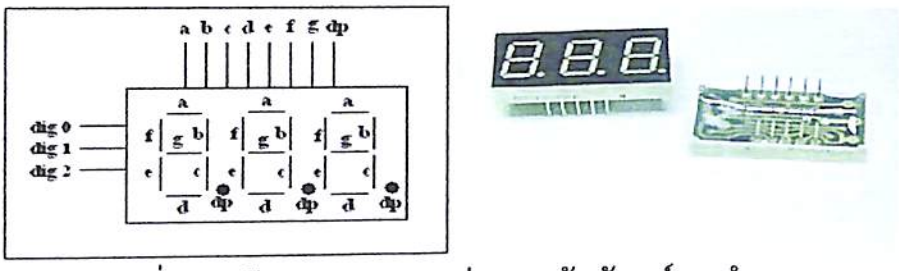
รีเลย์ใช้งานควรดูขนาดแรงดันที่ป้อนให้ตรงกับที่ใช้งานควรต่างกันไม่เกิน 10% เพื่อการทำงานที่ดีและเนื่องจากรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์อย่างหนึ่ง ควรที่จะดูขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานแล้วเลือกให้มีความเหมาะสมที่สุด คือต้องมากกว่า 2 เท่า ของกระแสที่ใช้งานดูรายละเอียดได้บนรีเลย์ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 รีเลย์ และสัญลักษณ์การทำงาน

2.2.12 ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วน (7-Segment)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล การทำงานออกเป็นรูปตัวเลข มีหลายแบบแล้วแต่จะเลือกนำมาใช้งาน และในโครงงานภาคนิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ตัวเลขแสดงผลแบบ 1 หลักและ 2 หลัก โครงสร้างภายในประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสง หลักการทำงาน (Seven Segment) จะรับสัญญาณสองแบบ เพื่อให้ทำงานได้ คือ จะรับเป็น Segment จะมี 8 ขา เพื่อแสดงตัวเลขและจะรับเป็น digit 3 ขา ทำงานเป็นแบบมัลติเพล็กซึ่งแสดง ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนและสัญลักษณ์การทำงาน

2.2.13 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

เป็นอุปกรณ์แปลงกระแสด้านแรงดันสูงให้เป็นกระแสปริมาณเล็กลงเพื่อป้อนให้กับขา RB3 ของชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีให้เลือกใช้งานทั้งแบบ Single และMulti Ratio เช่น 500/5 หรือ 100-2,000/5 ในหม้อแปลงกระแส 1 เฟส อาจมี 1 แกนหรือ 2 แกนก็ได้ โดยแต่ละแกนจะมี อัตราส่วน ของตัวเองเป็นอิสระต่อกันดังในรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 หม้อแปลงกระแส

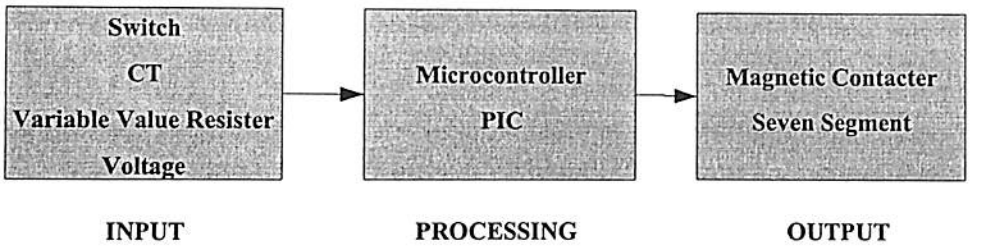
บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะกล่าวถึงการออกแบบวงจรไฟฟ้าในส่วนของการควบคุมเปิดแล้วปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ รวมไปถึงการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า อธิบายได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
3.2 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
3.3 การออกแบบด้านอินพุตของระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
3.4 การออกแบบด้านเอาต์พุตของระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง
3.5 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
3.6 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A
3.7 การออกแบบวงจรวัดแรงดันและเปรียบเทียบแรงดัน

3.1 การออกแบบชุดควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

การทำงานของส่วนควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมอัตโนมัติจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A เป็นตัวควบคุมการทำงานโดยมีอินพุตเป็นวงจรวัดแรงดันหม้อแปลงกระแส ตัวต้านทานปรับค่าได้ และสวิตช์ซึ่งอุปกรณ์แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้ คือนำวงจรวัดแรงดันต่อเข้ากับวงจารเปรียบเทียบแรงดันนำแรงดันไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าขณะนี้ต้องการเชื่อมชิ้นงานนั้น หม้อแปลงกระแสนำมาต่อกับตัวต้านทาน เมื่อมีกระแสไหลจะเกิดแรงดันขึ้นนำแรงดันไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่า ขณะนี้มีการเชื่อมชิ้นงานหรือไม่สวิตช์มีทั้งหมดสามตัวด้วยกัน คือสวิตช์ Start, Stop และ Set โดยสวิตช์ Start มีหน้าที่ 2 แบบ คือแบบแรกช่วงที่ทำงานปกติสวิตช์จะสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้สวิตช์แม่เหล็กทำงาน แบบสองอยู่ในช่วงการปรับตั้งเวลาสวิตช์นี้จะทำหน้าที่การเพิ่มเวลาในการปิดเครื่องอัตโนมัติให้มากขึ้น ต่อมาเป็นสวิตช์ Stop มีหน้าที่คล้ายกับสวิตช์ Start คือถ้าทำงานในช่วงปกติก็เป็นการส่งให้สวิตช์แม่เหล็กหยุดการทำงานทันที ถ้าอยู่ระหว่างการปรับตั้งเวลาสวิตช์นี้ จะมีหน้าที่ในการลดเวลา ตัวต่อมาคือ สวิตช์ Set มีหน้าที่เข้าเมนูการปรับตั้งเวลา หากต้องการปรับความเร็วในการตั้งเวลา ความต้านทานปรับค่าได้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความเร็วในการเซตเวลาคือถ้าหมุนเพิ่มก็จะทำให้เวลาในการเซตวิ่งเร็วขึ้นซึ่งทั้งหมดได้แสดง ดังแผนภาพ ดังรูปที่ 3.1

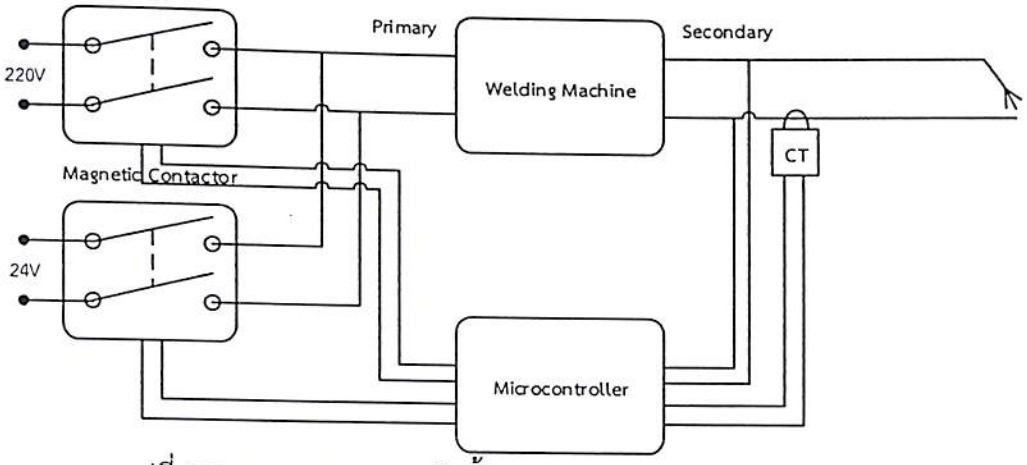


รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบควบคุม

3.2 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

การติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนควบคุมการเปิด-ปิด โดยนำสายไฟด้านทุติยภูมิของเครื่องเชื่อมทั้งสองเส้นมาต่อกับวงจรวัดแรงดัน และนำสายไฟด้านทุติยภูมิของเครื่องเชื่อมมาหนึ่งเส้นมาคล้องผ่านหม้อแปลงกระแส และทำการต่อหม้อแปลงกระแสมาที่อุปกรณ์ จากนั้นทำการต่อสายฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมเข้ากับสวิตช์แม่เหล็ก เพื่อใช้ควบคุมการปิด-เปิด เครื่องเชื่อมซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.2

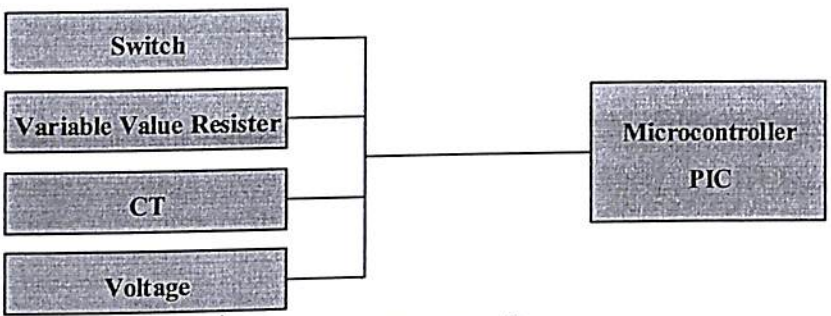
สำนักวิทยบริการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์



รูปที่ 3.2 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุม

3.3 การออกแบบด้านอินพุตของระบบควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

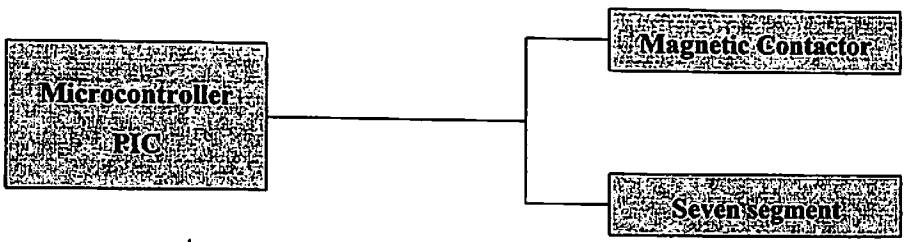
การออกแบบระบบปิด-เปิด เครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้านอินพุตซึ่งจะมีอินพุตอยู่ 4 ส่วนด้วยกัน ตัวแรกคือสวิตช์ซึ่งมีทั้งหมดสามตัวด้วยกัน คือสวิตช์ Start, Stop, และ Set โดยสวิตช์ Start มีหน้าที่อยู่2 หน้าที่คือถ้าช่วงที่ทำงานปกติ สวิตช์ตัวนี้มีหน้าที่สั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A สั่งให้สวิตช์แม่เหล็กทำงาน แต่ถ้าอยู่ในช่วงการปรับตั้งเวลา หน้าที่ก็คือเป็นการเพิ่มเวลาในการปิดเครื่องอัตโนมัติให้มากขึ้นต่อมาเป็นสวิตช์ Stop มีหน้าที่คล้ายกับสวิตช์ Start คือถ้าทำงานในช่วงปกติก็เป็นการสั่งให้สวิตช์แม่เหล็กหยุดการทำงานทันที ถ้าอยู่ระหว่างการปรับตั้งเวลาสวิตช์นี้มีหน้าที่ในการลดเวลาตัวต่อมาคือ สวิตช์ Set มีหน้าที่เข้าเมนูการปรับตั้งเวลาหากต้องการปรับตั้งเวลาต่อมาคือ วงจรวัดแรงดันมีหน้าที่คล้ายกับสวิตช์ Start แต่จะทำงานเฉพาะในช่วงการทำงานปกติเท่านั่นไม่สามารถปรับเวลาได้ ตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นความต้านทานปรับค่าได้ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความเร็วในการเซตเวลา คือถ้าหมุนเพิ่มก็จะทำให้เวลาในการเซตวิ่งเร็วขึ้น แต่ถ้าหมุนลดลงก็เป็นการลดความเร็วของการเซตก็จะลดลงลดลง ตัวสุดท้าย คือหม้อแปลงกระแสนำมาต่อกับตัวต้านทานเมื่อมีกระแสไหลก็จะเกิดแรงดันขึ้น นำแรงดันนี้ต่อเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าขณะนี้มีการเชื่อมชิ้นงานแล้วหรือไม่ซึ่งได้แสดง ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบระบบอินพุตของระบบควบคุม

3.4 การออกแบบด้านเอาต์พุตของระบบควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

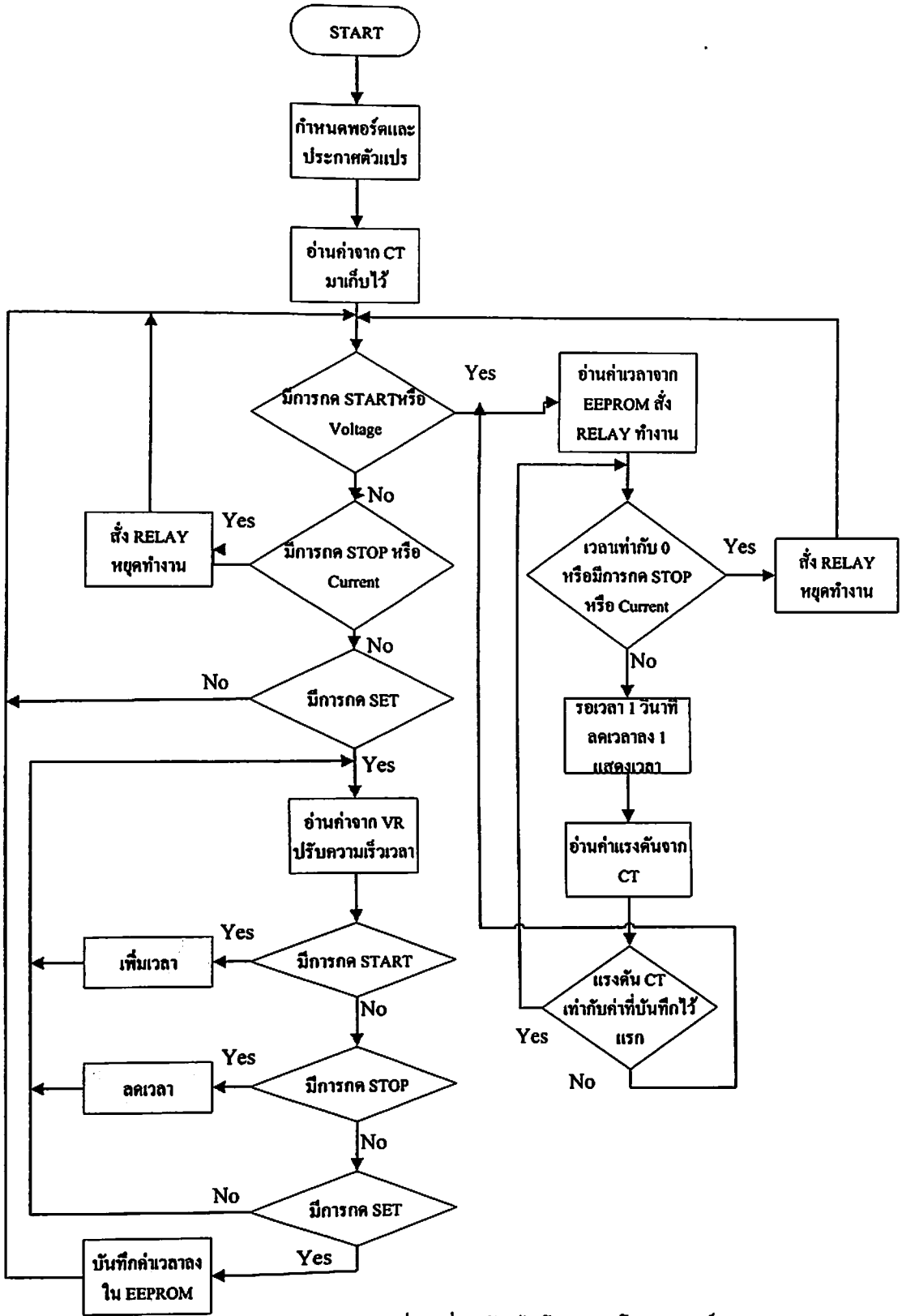
การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุต ของระบบควบคุมประกอบด้วย 2 ส่วน คือในส่วนของสวิตช์แม่เหล็กและในส่วนของตัวเลขแสดงผลทั้งสองส่วนนี้จะทำงานสอดคล้องกันคือเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้สวิตช์แม่เหล็กทำงาน หรือว่าเปิดตู้เชื่อมหากไม่มีอินพุตในส่วนของหม้อแปลงกระแสเข้ามาไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะนับเวลาถอยหลังครั้งละหนึ่ง โดยมีการแสดงผลเป็นตัวเลขถ้าไม่มีการเชื่อมจนเวลาเท่ากับศูนย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้ปิดตู้เชื่อมทันที ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การออกแบบระบบเอาต์พุตของระบบควบคุม

3.5 การออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

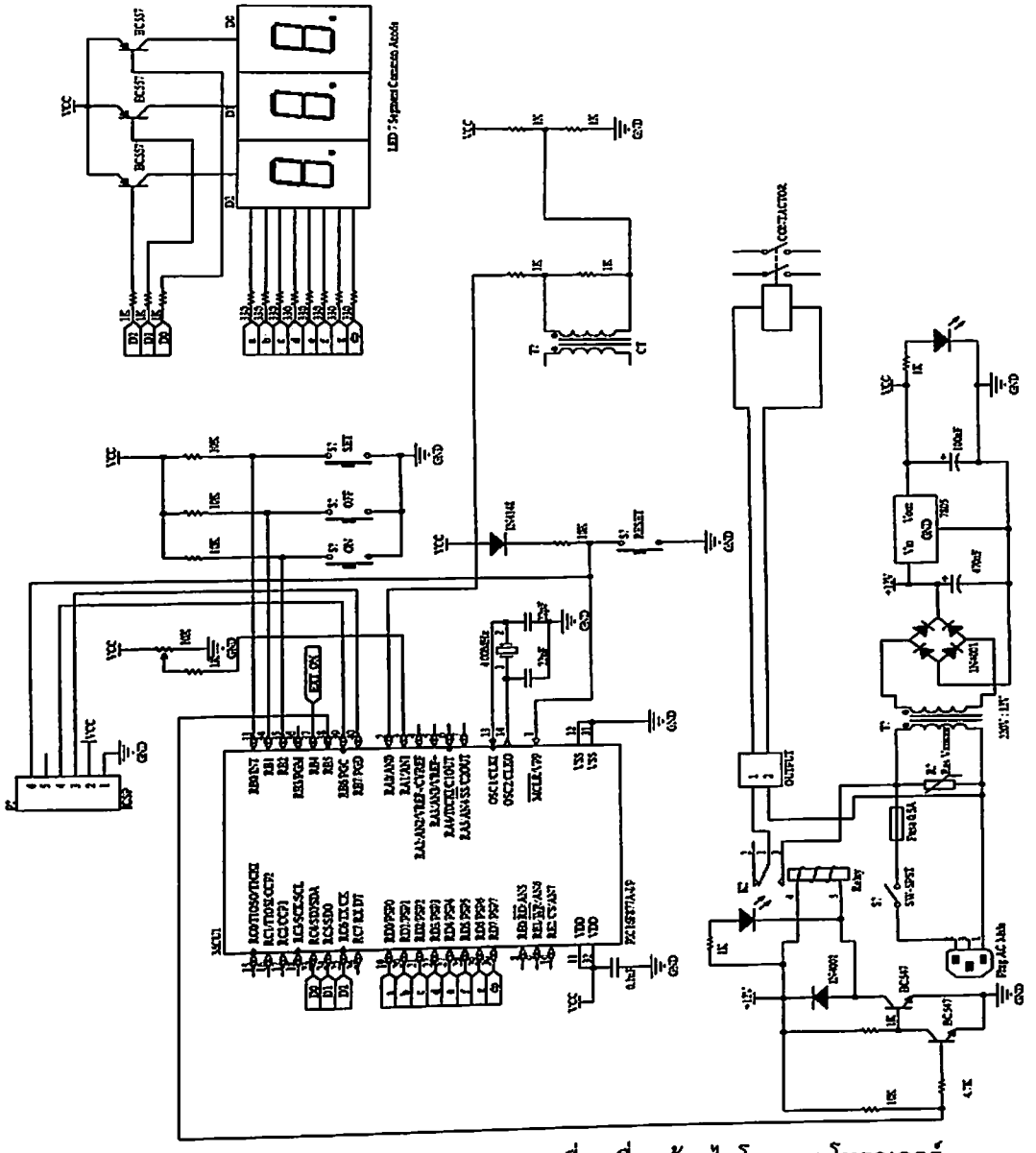
การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เริ่มต้นโดยการกำหนดพอร์ตและประกาศตัวแปรที่ใช้ในโครงงานภาคนิพนธ์นี้ เมื่อทำการกำหนดพอร์ตได้แล้วอ่านค่าวงจรแรงดันมาเก็บไว้เพื่อจะได้รู้ว่าไม่มีการเชื่อมชิ้นงาน แต่ถ้ามีการเชื่อมค่าจะเปลี่ยนไปจากค่าที่เก็บไว้ครั้งแรก รอสัญญาณจากสวิตช์ START หรือจากการเปลี่ยนค่าของวงจรวัดแรงดัน ถ้ามีการกดก็จะอ่านค่าจาก EEPROM สั่งให้ รีเลย์ ทำงานและเมื่อมีการกด STOP หรือไม่มีกระแสไหลเวลาจะลดลงทีละหนึ่งจนเวลาเท่ากับศูนย์ รีเลย์หยุดทำงานกลับไปที่ก่อนกด START และรอสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบแรงดันถ้ามีการเชื่อมก็จะเริ่มนับเวลาใหม่ในการกด SET เป็นการตั้งเวลาในการปิดเครื่องรอรับจากตัวต้านทานปรับค่าได้ เพื่อปรับความเร็วในการแสดงเวลาถ้ากด START จะเป็นการเพิ่มเวลา และถ้ากด STOP จะเป็นการลดเวลาแล้วกด SET อีกครั้งเพื่อจะได้ทำการบันทึกค่าเวลาลง EEPROM และแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 เป็นการแสดงแผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A



รูปที่ 3.5 แผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A

3.6 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

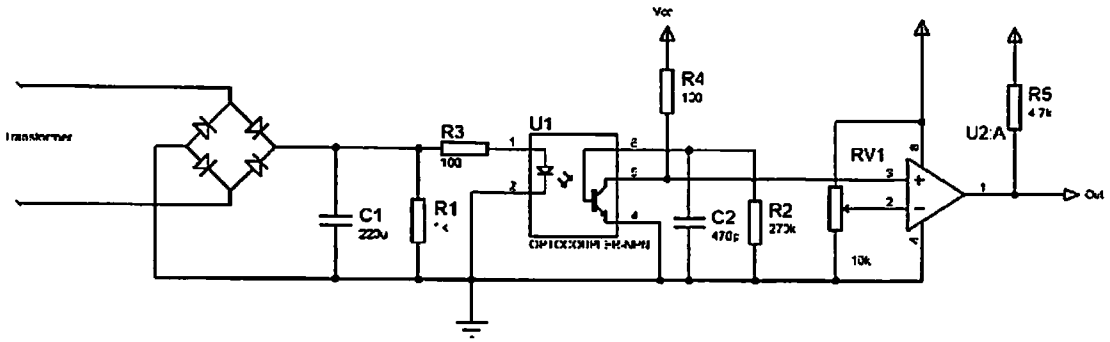
ในระบบควบคุมได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ควบคุมการทำงานซึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A ต้องใช้ไปเลี้ยง +5V จึงได้ออกแบบวงจรบริดจ์และใช้ IC 7805 ลดแรงดันให้เป็น +5V และใช้ขา RA0/AN0 เป็นอินพุตรับค่าแรงดันจากหม้อแปลงกระแส และใช้ขา RB5 สั่งการทำงานของรีเลย์และใช้รีเลย์ควบคุมสวิตช์แม่เหล็กอีกที และในการตั้งเวลาได้ใช้ปุ่มกดโดยต่อเข้ากับขา RB0 RB1 และRB2 เป็นปุ่มSet Off และ On ตามลำดับและใช้ขา PA0 อ่านค่าจากความต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับความเร็วในการตั้งเวลา โดยมีตัวเลขเจ็ดส่วนเป็นตัวแสดงเวลาซึ่งสามารถแสดงค่าได้สูงสุดถึง 999 ซึ่งวงจรทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7 การออกแบบวงจรวัดแรงดันและเปรียบเทียบแรงดัน

วงจรวัดแรงดันเป็นวงจรที่วัดแรงดันด้านทุติยภูมิของตู้เชื่อมซึ่งทำหน้าที่เหมือนสวิตช์สตาร์ท เมื่อนำวงจรต่อกับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน จะทำให้สามารถทราบได้ว่ามีการเชื่อมหรือไม่ โดยถ้ามีการเชื่อมค่าแรงดันจะต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้เมื่อค่าแรงดันต่ำกว่าที่ตั้งไว้ จะส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรเลอร์ ไมโครคอนโทรเลอร์จะสั่งให้สวิตช์แม่เหล็กทำงานซึ่งวงจรเปรียบเทียบแรงดันได้แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผล

ในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการวัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าเพาเวอร์แฟกเตอร์ พารามิเตอร์ต่างๆทางด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิ เพื่อเก็บค่าและทำตารางการเปรียบเทียบซึ่งสะดวกในการคำนวณผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าว่า หลังจากที่ทำการต่อระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยคิดออกมาในรูปแบบค่าไฟฟ้าต่อหน่วยและอธิบายการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าอัตโนมัติ

4.1 ทำการวัดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า

4.1.1 การวัดค่าด้านปฐมภูมิ

ในการวัดจะใช้แคลมมิเตอร์เป็นตัววัดกระแส วิธีการวัดกระแสจะนำตัวแคลมมิเตอร์ไปคร่อมสายใดสายหนึ่งด้านปฐมภูมิดังรูปที่ 4.1(ก) โดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมเปิดใช้งานแต่ไม่มีการเชื่อม ขณะที่มีการเริ่มเชื่อมและขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ เพื่อดูว่ากระแสกระชากเท่าไร ส่วนการวัดค่าแรงดันจะใช้มัลติมิเตอร์เป็นตัววัดแรงดัน วิธีการวัดจะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดสายไฟประธานด้านปฐมภูมิดังรูปที่ 4.1(ข) โดยจะวัดขณะที่เครื่องเชื่อมเปิดใช้งานแต่ไม่มีการเชื่อม ขณะที่มีการเริ่มเชื่อมและขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูล ดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปเป็นตัวบอกว่าจะเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไป

(ก)

(ข)

รูปที่ 4.1 (ก)การวัดค่ากระแสด้านปฐมภูมิด้วยแคลมมิเตอร์
(ข)การวัดค่าแรงดันด้านปฐมภูมิด้วยมัลติมิเตอร์

ตารางที่ 4.1 การทดสอบค่ากระแส แรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านปฐมภูมิก่อนการติดตั้ง

จำนวนครั้ง	กระแส (A)		แรงดัน (V)		เพาเวอร์แฟกเตอร์	
	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด
1	14.27	29.70	224.38	221.98	0.12	0.50
2	14.23	29.79	225.86	219.07	0.12	0.50
3	14.20	30.47	224.33	220.91	0.12	0.50
4	14.37	28.13	224.34	223.04	0.12	0.50
5	14.23	29.22	225.65	219.90	0.12	0.50
6	14.27	31.16	224.87	221.45	0.12	0.50
7	14.31	30.83	225.68	221.82	0.12	0.50
8	14.23	28.41	225.92	219.90	0.12	0.51
9	14.34	28.43	225.51	221.22	0.12	0.50
10	14.30	28.27	225.90	218.00	0.12	0.50
11	14.21	27.91	224.64	222.86	0.12	0.50
12	14.37	29.67	225.89	218.46	0.12	0.50
13	14.20	30.66	226.48	218.92	0.12	0.50
14	14.25	30.95	226.22	222.06	0.12	0.51
15	14.23	30.13	224.27	220.23	0.12	0.50
16	14.31	28.34	224.97	221.89	0.12	0.50
17	14.20	30.56	224.97	219.69	0.12	0.50
18	14.28	28.41	225.76	218.96	0.12	0.50
19	14.20	28.45	225.54	217.57	0.12	0.50
20	14.20	28.29	226.02	221.32	0.12	0.51
Max	14.37	31.16	226.48	223.04	0.12	0.51
Min	14.20	27.91	224.27	217.57	0.12	0.50
Average	14.26	29.39	225.36	220.46	0.12	0.50

จากผลทดสอบวัดค่าก่อนติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติในตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าค่ากระแสขณะไม่มีการเชื่อมจะคงที่เฉลี่ย 14.26A และขณะที่การเชื่อมจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29.39Aส่วนค่าแรงดันขณะที่ไม่มีการเชื่อมและมีการเชื่อมจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 225.36V และ 220.46V ตามลำดับ ส่วนค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ขณะที่ไม่มีการเชื่อมและมีการเชื่อมจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.12 และ 0.50 ตามลำดับ เมื่อวัดค่าต่างๆได้แล้ว จะนำค่ากระแสสูงสุดไปพิจารณาในการเลือกใช้สวิตช์แม่เหล็ก ซึ่งในงานวิจัยนี้วัดค่ากระแสสูงสุดได้31.16A จึงได้เลือกสวิตช์แม่เหล็กขนาด 32Aหรือมากกว่ามาใช้งาน

ตารางที่ 4.2 การทดสอบค่ากระแสแรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้านปฐมภูมิหลังการติดตั้ง

จำนวนครั้ง	กระแส (A)		แรงดัน (V)	
	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด
1	0.01	29.70	224.38	221.98
2	0.01	29.79	225.86	219.07
3	0.02	30.47	224.33	220.91
4	0.01	28.13	224.34	223.04
5	0.01	29.22	225.65	219.90
6	0.01	31.16	224.87	221.45
7	0.01	30.83	225.68	221.82
8	0.02	28.41	225.92	219.90
9	0.01	28.43	225.51	221.22
10	0.01	28.27	225.90	218.00
11	0.01	27.91	224.64	222.86
12	0.01	29.67	225.89	218.46
13	0.01	30.66	226.48	218.92
14	0.02	30.95	226.22	222.06
15	0.01	30.13	224.27	220.23
16	0.01	28.34	224.97	221.89
17	0.01	30.56	224.97	219.69
18	0.01	28.41	225.76	218.96
19	0.02	28.45	225.54	217.57
20	0.01	28.29	226.02	221.32
Max	0.02	31.16	226.48	223.04
Min	0.01	27.91	224.27	217.57
Average	0.01	29.39	225.36	220.46

จากผลทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันหลังติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติใน ตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ยังคงเหมือนเดิมซึ่งจะมีค่ากระแสขณะเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่วนค่ากระแสขณะที่ไม่มีการเชื่อมจะมีค่าลดลงโดยจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.01Aซึ่งกระแสไฟฟ้าดังกล่าวเป็นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนของวงจรควบคุม

4.1.2 การวัดค่าด้านทุติยภูมิ

ในการวัดจะใช้แคลมมิเตอร์เป็นตัววัดกระแส วิธีการวัดกระแสจะนำตัวแคลมมิเตอร์ไปคร่อมสายใดสายหนึ่งด้านทุติยภูมิลักษณะเดียวกับด้านปฐมภูมิ ส่วนการวัดค่าแรงดันจะใช้มัลติมิเตอร์เป็นตัววัดแรงดัน วิธีการวัดจะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดสายไฟด้านทุติยภูมิของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมเปิดใช้งานแต่ไม่มีการเชื่อม และขณะที่มีการเชื่อม ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูล ดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปเป็นตัวบอกว่าจะเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไป

รูปที่ 4.2 การวัดค่ากระแสด้านทุติยภูมิด้วยแคลมมิเตอร์

รูปที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันด้านทุติยภูมิด้วยมัลติมิเตอร์

จากผลทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิใน ตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าค่ากระแสตอนไม่มีการเชื่อมจะมีค่าเท่ากับศูนย์และตอนที่มีการเชื่อมค่ากระแสเฉลี่ย 101.50A และค่าสูงสุดที่ 107.99A จากค่าดังกล่าวผู้วิจัยจะนำไปพิจารณาในการเลือกใช้หม้อแปลงกระแสและใช้ในการออกแบบวงจร โดยจะเลือกใช้หม้อแปลงกระแส 200 ต่อ 5 มาใช้งาน ส่วนค่าแรงดันขณะไม่มีการเชื่อมจะค่าเฉลี่ยที่45.23V และขณะเชื่อมจะมีค่าแรงดันลดลงเฉลี่ยอยู่ที่ 24.61V

ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิก่อนติดตั้ง

จำนวนครั้ง	กระแส (A)		แรงดัน (V)	
	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด
1	0	94.11	45.21	24.67
2	0	107.99	45.48	27.34
3	0	105.25	45.26	26.11
4	0	107.65	44.43	22.85
5	0	95.70	45.06	25.57
6	0	103.46	45.36	22.17
7	0	103.29	45.17	27.72
8	0	92.46	44.95	27.88
9	0	98.15	45.80	26.64
10	0	95.51	45.63	21.89
11	0	104.33	45.66	22.55
12	0	95.67	44.95	20.47
13	0	107.92	45.28	25.84
14	0	106.53	45.70	26.83
15	0	97.80	45.79	27.14
16	0	99.96	45.39	23.58
17	0	103.90	44.70	23.99
18	0	106.69	45.37	19.49
19	0	102.19	44.50	27.00
20	0	101.49	45.00	22.50
Max	0	107.99	45.80	27.88
Min	0	92.46	44.43	19.49
Average	0	101.50	45.23	24.61

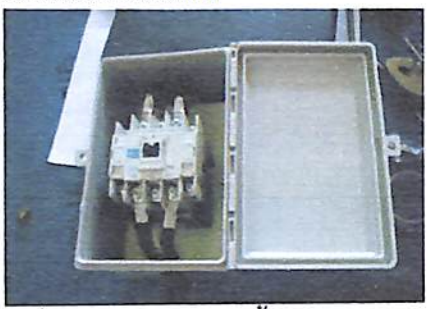
จากผลทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิหลังติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ จะได้ว่าค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ยังคงเหมือนเดิมเช่นเดียวกับก่อนติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ

4.2 วิธีการติดตั้ง Hardware

4.2.1 การติดตั้งหม้อแปลงกระแสด้านทุติยภูมิ

รูปที่ 4.4 แสดงการติดตั้งหม้อแปลงกระแส

4.2.2 การติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก



รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก

4.2.3 การติดตั้งระบบควบคุมส่วนฮาร์ดแวร์

รูปที่ 4.6 แสดงการติดตั้งระบบควบคุมส่วนฮาร์ดแวร์

4.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

จากตารางที่ 4.4 เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยมีค่ากระแส แรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์ ซึ่งจะนำผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าของเครื่องเชื่อมมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อไป

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในการประหยัดพลังงาน

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	แหล่งข้อมูล	ข้อมูล
ก่อนปรับปรุง				
แรงดันไฟฟ้าขณะ On load	Volt	V_U	ตรวจวัด	220.46
กระแสไฟฟ้าขณะ On load	Amp.	I_U	ตรวจวัด	29.39
ค่า Power Factor ขณะ On load		F_U	ตรวจวัด	0.50
แรงดันไฟฟ้าขณะ No load	Volt	V_W	ตรวจวัด	225.36
กระแสไฟฟ้าขณะ No load	Amp.	I_W	ตรวจวัด	14.26
ค่า Power Factor ขณะ No load		F_W	ตรวจวัด	0.12
หลังปรับปรุง				
แรงดันไฟฟ้าขณะ On load	Volt	V_{UI}	ตรวจวัด	220.46
กระแสไฟฟ้าขณะ On load	Amp.	I_{UI}	ตรวจวัด	29.39
ค่า Power Factor ขณะ On load		F_{UI}	ตรวจวัด	0.50
แรงดันไฟฟ้าขณะ No load	Volt	V_{WI}	ตรวจวัด	225.36
กระแสไฟฟ้าขณะ No load	Amp.	I_{WI}	ตรวจวัด	14.26
กระแสไฟฟ้าขณะปิดเครื่อง	Amp.	I_M	ตรวจวัด	0.01
ค่า Power Factor ขณะ No load		F_{WI}	ตรวจวัด	0.12
ระยะเวลาและอัตราค่าไฟฟ้า				
วันทำงานใน 1 ปี	D/y	D	สอบถาม	300
ชั่วโมงการใช้งานใน 1 วัน ขณะ On load	h/D	h_{OL}	สอบถาม	4
ชั่วโมงการใช้งานใน 1 วัน ขณะ No load	h/D	h_{NL}	สอบถาม	4
เวลาในการเชื่อมต่อ 1 ครั้ง	min	t	ตรวจวัด	2
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (อัตราปกติ)	B/kWh	C_E	บิลไฟฟ้า	4.42

4.4 วิธีการวิเคราะห์

จากตารางที่ 4.5 หากมีการเปิดใช้งานเครื่องเชื่อม 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งใช้เวลาในการเชื่อมประมาณ4 ชั่วโมงต่อวัน ใช้เวลาจับชิ้นงานประมาณ 4 ชั่วโมงต่อวัน จะเห็นได้ว่าหลังติดตั้งระบบควบคุมเครื่องเชื่อมอัตโนมัติแล้วทำการตั้งเวลาปิดเครื่องทันทีมีหยุดเชื่อม จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 2187.90 บาท หากผู้ใช้งานตั้งเวลาปิดเครื่องเชื่อมมากขึ้น ก็จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าลดลงตามเวลาที่ทำการปรับตั้งมากขึ้นทั้งนี้การปรับตั้งเวลาขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้งาน

ตารางที่ 4.5 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

ปริมาณ	หน่วย	ตัวย่อ	การคำนวณ
การคำนวณ			
จำนวนครั้งใน 4 ชั่วโมง $T = [(h_{NL} x(60\ min\ /t)]$	Times	T	120.00
ก่อนปรับปรุง			
พลังงานที่ใช้ขณะ No load ใน 4 ชั่วโมง $P_{NL1} = (V_W \times I_W \times F_W \times h_W) / 1000$	kWh/D	P_{NL1}	1.54
พลังงานที่ใช้ขณะ On load ใน 4 ชั่วโมง $P_{OL1} = (V_U \times I_U \times F_U \times h_U) / 1000$	kWh/D	P_{OL1}	12.96
พลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง $P_1 = (P_{NL1} + P_{OL1})$	kWh/D	P_1	14.50
หลังปรับปรุง			
พลังงานที่ใช้ขณะ No load $P_{NL2} = (V_{WI} \times I_{WI} \times F_{WI}) / 1000$	kWh	P_{NL2}	0.3856
พลังงานที่ใช้ขณะ On load $P_{OL2} = (V_{UI} \times I_{UI} \times F_{UI} \times h_{UI}) / 1000$	kWh/D	P_{OL2}	12.96
$P_M = (V_{WI} \times I_M)$	kWh	P_M	0.0020
พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง (เวลาปิดเครื่องทันที)	kWh/D	P_0	12.97
$P_0 = [(((T \times (120)) / 3600)P_M + P_{OL2}]$			
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $E_{S0} = (P_1 - P_0) \times D$	kWh/y	E_{S0}	495
คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี CS60 = ES x CE	B/y	S60	2187.90

ตารางที่ 4.5 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน(ต่อ)

ปริมาณ	หน่วย	ตัวย่อ	การคำนวณ
การคำนวณ			
หลังปรับปรุง			
พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง (เวลาปิดเครื่อง 30 วินาที) $P_{30} = [((T \times 30) / 3600)P_{NL2} + ((T \times (120 - 30)) / 3600)P_M + P_{OL2}]$	kWh/D	P_{30}	13.35
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $E_{S30} = (P_1 - P_{30}) \times D$	kWh/y	E_{S30}	344.52
คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $C_{S30} = E_S \times C_E$	B/y	C_{S30}	**1522.77**
พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง (เวลาปิดเครื่อง 60 วินาที) $P_{60} = [((T \times 60) / 3600)P_{NL2} + ((T \times (120 - 60)) / 3600)P_M + P_{OL2}]$	kWh/D	P_{60}	13.73
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $E_{S60} = (P_1 - P_{60}) \times D$	Wh/y	E_{S60}	231.00
คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $C_{S60} = E_S \times C_E$	B/y	E_{S60}	**1021.02**

บทที่ 5
สรุปผลอภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาและทำวิจัยได้ผลสรุปดังนี้

5.1.1 เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์สามารถใช้ในการควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้จริงและไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

5.1.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนควบคุมทำงานตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ สามารถควบคุมการทำงานเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยสวิตช์แม่เหล็กโดยรับสัญญาณจากหม้อแปลงกระแสขณะมีการเชื่อมและทำการประมวลผล แสดงการหน่วงเวลาออกทางส่วนแสดงผลเพื่อทำการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

5.1.3 การเก็บข้อมูลในการทำงานก่อนและหลังการติดตั้งเพื่อมาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าการประหยัดพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี หากผู้ใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยแบ่งเป็น 4 ชั่วโมงเป็นเวลาที่เชื่อมชิ้นงานและอีก 4 ชั่วโมงเป็นเวลาจับชิ้นงาน ซึ่งภายหลังติดตั้งระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยตั้งเวลาปิดเครื่องเชื่อมหลังเริ่มจับชิ้นงาน 60 วินาทีหรือ 2 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1021.02 บาทต่อปี ส่วนผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่องหลังจับชิ้นงาน 30 วินาทีหรือ 3 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1522.77 บาทต่อปีและหากผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่องหลังจับชิ้นงานทันทีหรือ 4 ชั่วโมงต่อวันจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 2187.90 บาทต่อปี ทั้งนี้ยังยึดความสะดวกของผู้ใช้งานเป็นหลัก

5.2 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานโครงงาน เมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ ได้ผลดังนี้

5.2.1 ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้

5.2.2 สามารถนำไปใช้งานได้จริงกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 สามารถอนุรักษ์พลังงานและลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

5.3 อภิปรายผล

จากผลการดำเนินงานได้ผลดังนี้การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงสามารถนำไปใช้งานได้และการออกแบบอุปกรณ์และวงจรเปรียบเทียบแรงดันสามารถทำการเปรียบเทียบแรงดันได้อย่างสมบูรณ์และยังสามารถลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปโดยเปล่าประโยชน์ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงอีกทั้งยังนำไปใช้ได้จริงกับงานเชื่อมโดยทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข

5.4.1 เนื่องจากระบบควบคมเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการติดตั้งควรคำนึงถึงเรื่องสัญญาณรบกวน

5.4.2 ถ้าระบบควบคุมชำรุด ควรให้ผู้เชี่ยวชาญทำการซ่อมบำรุง

5.4.3ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงมีค่าน้อยซึ่งทำให้ต้องใช้อุปกรณ์ที่ต้องที่สิ้นเปลืองเพื่อรองรับกระแสที่มีค่ามาก

5.4.4 สามารถพัฒนาระบบควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบอัตโนมัติเพื่อลดการใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าได้

บรรณานุกรม

[1] กฤษดา ใจเย็น. ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และใช้งาน PICBASIC PRO คอมไพเลอร์**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริ เมนต์ จำกัด, 2521

[2] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และนคร ภักดีชาติ, **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2**. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2549.

[3] มงคล ทองสงคราม. **หม้อแปลงไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 3กรุงเทพมหานคร : บริษัท รามาการพิมพ์ จำกัด, 2541

[4] ศุภชัย ปัญญาวีร์. **คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน**.กรุงเทพมหานคร : สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549

[5] สมยศ จุณณะปิยะ, **"การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MSC-51"** คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546.

[6] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, **Digital Image Processing**.2nd edition., Boston : Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. 1993.

[7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steven L. Eddins, **Digital Image Processing using MATLAB**. New jersey : Prentice-Hall, Inc. 1990.

[8] Alasdair McAndrew, **Induction to Digital Image Processing with MATLAB**.Victoria University. Thomson Course Technology, 2004.

[9] "TheMathworks."[online].Available: http://www.mathworks.com/

ภาคผนวก (ก)
คู่มือการใช้และการตั้งเวลา

คู่มือการใช้

1. กดสวิตซ์เปิดด้านหลังเครื่อง
2. เครื่องจะทำงานโดยแสดงเวลาในการปิดเครื่อง
3. ถ้าจะหยุดเครื่องให้กดสวิตซ์ *STOP* หรือ *รีโมต* จะแสดงเวลาเท่ากับศูนย์
4. ถ้าจะให้เครื่องทำงานให้กดสวิตซ์ *START* หรือ *รีโมต* จะเริ่มนับเวลาถอยหลังในการปิดเครื่อง
5. ถ้าไม่มีการทำงาน เวลาจะนับลดลงจนเท่ากับศูนย์ และเครื่องจะหยุดทำงาน
6. ถ้าไม่ทำงานแล้วให้กด *STOP* แล้วปิดสวิตซ์ด้านหลังเครื่อง

ขั้นตอนการตั้งเวลา

1. จะต้องหยุดเครื่องก่อนทำการตั้งเวลา โดยการกด *STOP* หรือ *รีโมต*
2. กดสวิตซ์ *SET* จะมีจุด 3 จุดแสดงขึ้นมา
3. ทำการตั้งเวลาถ้าจะเพิ่มหรือลดเวลาให้
   - กด *START* เพื่อเพิ่มเวลาในการการปิดเครื่อง
   - กด *STOP* เพื่อลดเวลาในการปิดเครื่อง

   ถ้าจะให้เวลาวิ่งเร็วขึ้นให้หมุน *VOLUME* ไปทางขวา
   ถ้าจะให้เวลาวิ่งช้าลงให้หมุน *VOLUME* ไปทางซ้าย
4. ถ้าปรับตั้งเวลาเสร็จแล้วให้กด *SET* อีกครั้ง และแสดงเวลาเป็นศูนย์
5. กดสวิตซ์ *START* หรือ *รีโมต* เพื่อเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง