



รายงานผลการศึกษาวิจัยชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้า
ของกรมชลประทาน โดยใช้ Inputจากระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟส
แปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส

โดย

นายณที ถนนมวงษ์	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน
นายปัญญาศักดิ์ เทพอวยพร	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ
ส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า	
สำนักเครื่องจักรกล	

คำนำ

การศึกษาวิจัยชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าของกรมชลประทาน โดยใช้ Input จากระบบไฟฟ้าแบบ ซิงเกิลเฟสแปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสนี้ สืบเนื่องมาจากทางคณะทำงานได้รับทุนในการดำเนินการจากมูลนิธิ ชัยพัฒนาในการพัฒนาชุดควบคุมดังกล่าว เพื่อให้สามารถควบคุมเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาชนิด ๓ เฟสในพื้นที่ที่มีเพียงระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟสได้ และโดยหลักการเดียวกันนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ชุด ควบคุมดังกล่าวกับเครื่องจักรกลไฟฟ้าอื่นๆ ที่ใช้งานในการกิจของกรมชลประทานได้ด้วย เช่น เครื่องสูบน้ำ ชุดเกียร์มอเตอร์ของเครื่องกว้านบานระบายและเครื่องผลักดันน้ำ ซึ่งโดยปกติการใช้งานเครื่องจักรกลไฟฟ้า ของกรมชลประทานที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ ๓ เฟส ๓๘๐ โวลต์ขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีเพียงระบบไฟฟ้าแบบซิง เกิลเฟส ๒๒๐ โวลต์นั้นไม่สามารถทำได้ จากสถานการณ์อุทกภัยของประเทศไทยเมื่อปีพ.ศ.๒๕๕๔ จะเห็น ว่าในหลายพื้นที่ที่ประสบปัญหาอุทกภัยนั้น กรมชลประทานไม่สามารถดำเนินการระบายน้ำโดยการสูบน้ำด้วย ไฟฟ้าเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้ เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส ทำให้ไม่สามารถใช้งาน เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้าและเครื่องผลักดันน้ำแบบ ๓ เฟสได้ ดังนั้น การพัฒนาชุดควบคุมไฟฟ้านี้ช่วยให้กรม ชลประทานสามารถใช้งานเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีอยู่เหล่านี้ได้อย่างคุ้มค่า เนื่องจากไม่ต้องจัดซื้อเครื่องจักรกล ไฟฟ้าดังกล่าวแบบซิงเกิลเฟสเพิ่มเติม

คณะทำงานหวังว่าเอกสารนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกรไฟฟ้า นายช่างไฟฟ้าและผู้สนใจ ในการ นำไปศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดควบคุมดังกล่าวเพื่อการใช้งานในโครงการชลประทานต่างๆ ต่อไป

คณะทำงาน

สารบัญ

	หน้า
๑. ระยะเวลาที่ดำเนินการ	๑
๒. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวความคิดที่ใช้ในการดำเนินการ	๑
๓. สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ	๓
๔. คณะทำงาน	๔
๕. รายละเอียดผลงาน	๔
๖. ข้อดีของชุดควบคุม	๑๑
๗. ข้อจำกัดของชุดควบคุม	๑๑
๘. การประกอบชุดควบคุม	๑๒
๙. การทดสอบชุดควบคุม	๑๓
๑๐. ผลสำเร็จของงาน	๑๔
๑๑. การนำไปใช้ประโยชน์	๑๔
๑๒. ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค	๑๕
๑๓. การเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงาน	๑๕
เอกสารอ้างอิง	๑๗

รายงานผลการศึกษาวิจัยชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าของกรมชลประทาน โดยใช้ Input จากระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟสแปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส

๑. ระยะเวลาที่ดำเนินการ

เมษายน พ.ศ.๒๕๕๕ – พฤษภาคม พ.ศ.๒๕๕๕

๒. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวความคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

๒.๑ อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของสควิรเคจอินดักชันมอเตอร์แบบ ๓ เฟส (3 Phase Squirrel Cage Induction Motor) โดยวิธีการปรับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์ โดยอินเวอร์เตอร์ที่เลือกใช้นี้มีวงจรสำหรับแปลง Input แบบซิงเกิลเฟสให้มี Output ออกมาแบบ ๓ เฟสด้วย

หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์จะแปลงไฟกระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรงโดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่นและผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์

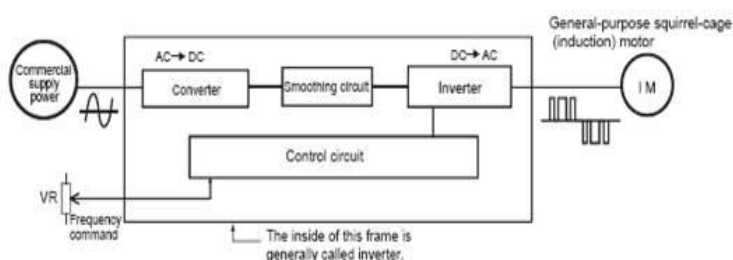
โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นแบบไซน์ (Sine Wave) แต่ Output ของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ (Sine) นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) และวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด ๓ เฟส

โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ประกอบด้วย

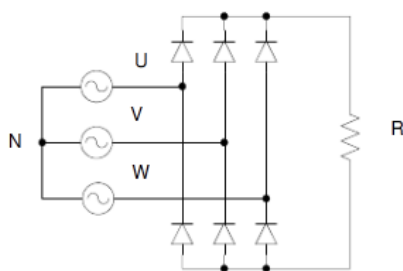
(๑) วงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC power supply (๕๐ Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage)

(๒) วงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้

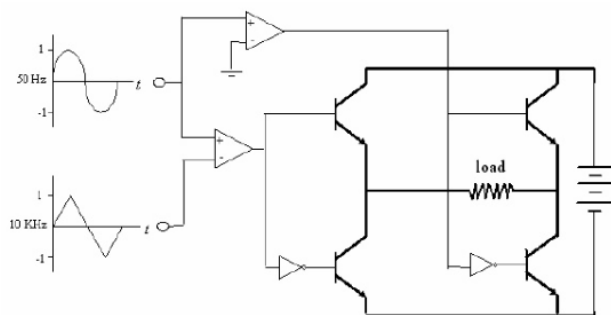
(๓) วงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) และวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit)



รูปที่ ๑ โครงสร้างภายในอินเวอร์เตอร์



รูปที่ ๒ วงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) แบบ ๓ เฟส Full-Bridge



รูปที่ ๓ วงจร PWM Inverter แบบ Full-Bridge

๒.๒ ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและการป้องกันการรั่วลงดินของวงจรยอยมอเตอร์

เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินสำหรับวงจรยอยมอเตอร์ต้องสามารถทนกระแสเริ่มต้นของมอเตอร์ได้ และมีขนาดหรือการปรับตั้งไม่เกินค่าที่กำหนด ดังนี้

ตารางที่ ๑ พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรยอยมอเตอร์ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์ทำงานไว	ฟิวส์หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน
มอเตอร์กระแสสลับแบบซิงเกิลเฟสทั้งหมดและมอเตอร์แบบ ๓ เฟส แบบกรงกระรอกและแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่หรือเริ่มเดินผ่านตัวต้านทานหรือรีแอคเตอร์				
• ไม่มีรหัสอักษร	๓๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
• รหัสอักษร F ถึง V	๓๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
• รหัสอักษร B ถึง E	๒๕๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
• รหัสอักษร A	๑๕๐	๑๕๐	๗๐๐	๑๕๐

สายสำหรับวงจรมอเตอร์กรณีมอเตอร์ตัวเดียว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๑๒๕ ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ ยกเว้นมอเตอร์ชนิดความเร็วหลายค่าที่นำมาใช้งานระยะสั้น ใช้งานเป็นระยะ ใช้งานเป็นคาบและใช้งานที่เปลี่ยนแปลง สายต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าจำนวนร้อยละของพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่องแต่ต้องไม่น้อยกว่า ๑.๕ ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ ๒ ขนาดกระแสของสายสำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ประเภทการใช้งาน	ร้อยละของพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง			
	มอเตอร์พิกัดใช้งาน ๕ นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งาน ๑๕ นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งาน ๓๐, ๖๐ นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งานต่อเนื่อง
ใช้งานระยะสั้น เช่น มอเตอร์หมุนปิด-เปิดวาล์ว ฯลฯ	๑๑๐	๑๒๐	๑๕๐	-
ใช้งานเป็นระยะ เช่น มอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์ปิด-เปิดสะพาน ฯลฯ	๘๕	๘๕	๙๐	๑๔๐
ใช้งานเป็นคาบ เช่น มอเตอร์หมุนลูกกลิ้ง ฯลฯ	๘๕	๙๐	๙๕	๑๔๐
ใช้งานเปลี่ยนแปลง	๑๑๐	๑๒๐	๑๕๐	๒๐๐

การติดตั้งเครื่องควบคุมมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์จะต้องติดตั้งในที่ที่มองเห็นได้ (Within Sight) จากมอเตอร์ และอยู่ห่างกันไม่เกิน ๑๕ เมตร เพื่อความปลอดภัยขณะทำการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมมอเตอร์

๓. สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๑ วัตถุประสงค์ของผลงาน

การดำเนินการตามผลงานดังกล่าว มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- (๑) เพื่อศึกษาพัฒนาและจัดสร้างชุดควบคุมไฟฟ้า โดยใช้ Input แบบซิงเกิลเฟส (Single Phase) แปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส เพื่อใช้ควบคุมเครื่องจักรกลที่ใช้กับไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส
- (๒) เพื่อนำไปใช้กับเครื่องจักรกลไฟฟ้าของกรมชลประทานในภาวะฉุกเฉินที่ไม่สามารถจัดหาไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสได้
- (๓) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
- (๔) เพื่อตรวจสอบวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ Input แบบซิงเกิลเฟส (Single Phase) แปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส เพื่อใช้กับเครื่องจักรกลไฟฟ้าของกรมชลประทาน

๓.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

(๑) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยในที่นี้เลือกใช้มอเตอร์ของเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาแบบ ๓ เฟส ขนาด ๑.๕ กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นพิกัดมอเตอร์ที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไป

(๒) ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้

(๓) ออกแบบชุดควบคุม

(๔) ตรวจสอบและวิเคราะห์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบชุดควบคุม เทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาชุดควบคุมดังกล่าว ข้อดีและข้อจำกัดของชุดควบคุม

(๕) จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้

(๖) ประกอบชุดควบคุม

(๗) ทดสอบชุดควบคุม

๔. คณะทำงาน

๑. นายณัฏฐ์ วัฒนวงษ์

ตำแหน่งหัวหน้างานควบคุม

ฝ่ายซ่อมและบำรุงรักษา ส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า

สำนักเครื่องจักรกล

๒. นายปัญญาศักดิ์ เทพอวยพร

ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ

กลุ่มงานตรวจสอบและวิเคราะห์ ส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า

สำนักเครื่องจักรกล

๕. รายละเอียดผลงาน

๕.๑ ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้

(๑) มอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาที่ใช้ เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ ๓ เฟส ๓๘๐/๒๒๐ โวลต์ ๑.๕ กิโลวัตต์ (๒ แรงม้า)



รูปที่ ๔ มอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาที่ใช้ในการทดลอง

(๒) ตู้สวิตช์บอร์ด (Switchboard) แบบกั้นน้ำมีหลังคา (Wall mounting cabinet) ชนิดฝา ๒ ชั้น หน้ากระจก ฝาในทึบ ขนาด ๔๐ x ๕๗ x ๒๕ เซ็นติเมตร เหล็กหนา ๑.๐ มิลลิเมตร ชนิด Steel sheet, Powder coated in Epoxy Light Gray ยี่ห้อ KJL รุ่น KBSG มาตรฐาน ISO ๙๐๐๑:๒๐๐๘ จำนวน ๑ ชุด



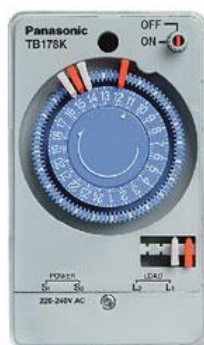
รูปที่ ๕ ตู้สวิตช์บอร์ดที่ใช้กับชุดควบคุม

(๓) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ยี่ห้อ TOSHIBA รุ่น VF-S๑๑ ซิงเกิลเฟส ๒๐๐/๒๔๐ โวลต์ ๑.๕ กิโลวัตต์/๒ แรงม้า จำนวน ๑ ชุด



รูปที่ ๖ อินเวอร์เตอร์ที่ใช้กับชุดควบคุม

(๔) สวิตช์หน่วงเวลา (Timer Switch) ยี่ห้อ Panasonic รุ่น TB๑๗๘K จำนวน ๑ ชุด



รูปที่ ๗ สวิตช์หน่วงเวลาที่ใช้กับชุดควบคุม

(๕) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker) ยี่ห้อ National ชนิด ๒ โพล ๓๐ แอมแปร์ ๒๔๐ โวลต์ จำนวน ๑ ชุด



รูปที่ ๘ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กับชุดควบคุม

(๖) Magnetic relay ยี่ห้อ MATSUSHITA รุ่น AW๕๑๒๙ ชนิด ๒ NO ๒ NC ๑๐ แอมแปร์ ๒๕๐ โวลต์ พร้อมฐาน จำนวน ๒ ชุด

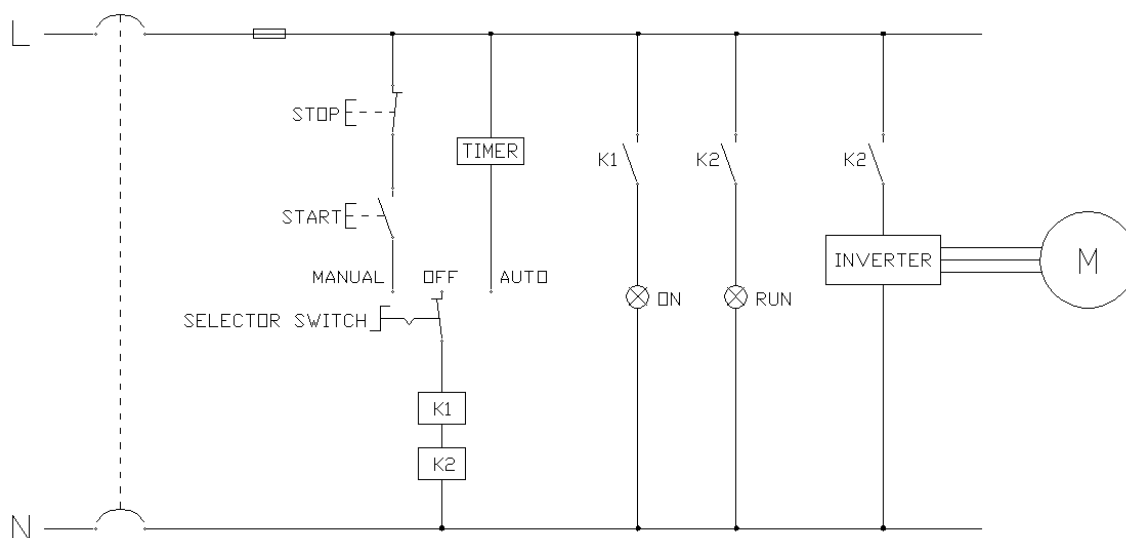


รูปที่ ๙ Magnetic relay ที่ใช้กับชุดควบคุม

- (๗) ฟิวส์กระปุก ชนิด ๒ แอมแปร์ ๕๐๐ โวลต์ จำนวน ๑ ชุด
- (๘) สวิตช์เลือก (Selector Switch) ชนิด ๓ จังหวะ จำนวน ๑ ชุด
- (๙) หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp) ยี่ห้อ T&B ชนิด Primary ๒๐๐-๒๒๐ โวลต์ Secondary ๕ โวลต์ สีเหลือง จำนวน ๑ ชุด สีเขียว จำนวน ๑ ชุด
- (๑๐) Terminal ต่อสายไฟ ชนิด ๑๒ ช่อง จำนวน ๑ ชุด
- (๑๑) สายไฟชนิด THW ๗๕๐ โวลต์ ๗๐ องศาเซลเซียส ฉนวน PVC ขนาด ๔ ตารางมิลลิเมตร สีเหลือง ใช้กับวงจรกำลัง จำนวน ๑ ม้วน
- (๑๒) สายไฟชนิด THW ๗๕๐ โวลต์ ๗๐ องศาเซลเซียส ฉนวน PVC ขนาด ๑.๕ ตารางมิลลิเมตร สีดำ ใช้กับวงจรควบคุม จำนวน ๑ ม้วน
- (๑๓) สายไฟชนิด VSF ๓๐๐ โวลต์ ๗๐ องศาเซลเซียส ฉนวน PVC ขนาด ๑.๕ ตารางมิลลิเมตร สีแดง ใช้กับการต่อวงจรหลอดไฟแสดงสถานะและสวิตช์เลือก จำนวน ๑ ม้วน
- (๑๔) ทางปลาฉกชนิดหุ้มฉนวนสีแดง ชนิดใช้กับสายไฟขนาด ๑.๕ ตารางมิลลิเมตร จำนวน ๑ ถัง

๕.๒ การออกแบบชุดควบคุม

การออกแบบชุดควบคุม เน้นการออกแบบวงจรควบคุมซึ่งคำนึงถึงรายการอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วในส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า เพื่อความประหยัดและเป็นการใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากนั้นจึงเขียนแบบวงจรควบคุม จะได้วงจรควบคุมดังนี้



รูปที่ ๑๐ วงจรควบคุม

๕.๓ การตรวจสอบและวิเคราะห์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบชุดควบคุม เทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาชุดควบคุมดังกล่าว ข้อดีและข้อจำกัดของชุดควบคุม

จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบชุดควบคุมเทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสใหม่ สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส จะได้ข้อมูลตามรายการเปรียบเทียบดังนี้

- กรณีใช้ชุดควบคุมแบบ Inverter (3 วัน)

- ชุดควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ 25,000 บ.

- กรณีขอขยายเขตไฟฟ้าแรงต่ำแบบ 3 เฟส จากการไฟฟ้า (>30 วัน)

- ชุดควบคุม (แบบเดิม) 12,000 บ.
- ค่าต่อไฟ 4,500 บ.
- ค่าตรวจสอบ (ภายใน) 1,200 บ.
- ค่าส่วนเฉลี่ย 16,500 บ.
- ค่าประกัน 15,000 บ.
- รวม 49,200 บ.

● กรณีขอขยายเขตไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้า (>90 วัน)

- ชุดควบคุม (แบบเดิม)	12,000	บ.
- ค่าต่อไฟ	30,000	บ.
- ค่าตรวจสอบ (ภายใน)	15,000	บ.
- ค่าหม้อแปลง 100 kVA 22 kV	135,000	บ.
- ค่าประกัน	40,000	บ.
- ค่าเดินสายและติดตั้งเสาแรงสูง (1 กม.)	1,260,000	บ.
รวม	<u>1,492,000</u>	บ.

ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค www.pea.co.th

๖. ข้อดีของชุดควบคุม

- (๑) เป็นการสร้างนวัตกรรมขององค์กร เนื่องจากยังไม่เคยมีหน่วยงานใดในกรมชลประทานจัดทำมาก่อน
- (๒) เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสที่มีอยู่แล้ว ให้สามารถนำมาใช้กับพื้นที่ที่มีเพียงไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟสได้ เช่น พื้นที่ทุ่งกันดาร ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของกรมชลประทานในการจัดซื้อเครื่องจักรกลไฟฟ้าใหม่
- (๓) สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของกรมชลประทานในการขยายเขตไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสเพื่อใช้กับเครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส เนื่องจากสามารถใช้ไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟสที่มีอยู่เดิมได้
- (๔) ทำให้กรมชลประทานสามารถประยุกต์ใช้หลักการนี้กับเครื่องผลักดันน้ำแบบ ๓ เฟส ในกรณีน้ำท่วมหรือภัยแล้งฉุกเฉินที่ไม่สามารถขยายเขตไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสอย่างเร่งด่วนได้
- (๕) ทำให้กรมชลประทานสามารถประยุกต์ใช้หลักการนี้กับเครื่องกว้านบานระบายแบบ ๓ เฟส เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขยายเขตไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส หรือใช้ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบ ๓ เฟสปกติไม่สามารถใช้ได้ เช่น ในกรณีไฟดับเพียงบางเฟส เป็นต้น
- (๖) เพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบของกรมชลประทานในการพัฒนาประสิทธิภาพต่อไป

๗. ข้อจำกัดของชุดควบคุม

- (๑) พิกัดสูงสุดของเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่สามารถใช้ได้ ขึ้นอยู่กับพิกัดกระแสของแหล่งจ่ายไฟแบบซิงเกิลเฟส
- (๒) หากนำไปใช้กับเครื่องจักรกลไฟฟ้าจำนวนมาก จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการขยายเขตไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส

๘. การประกอบชุดควบคุม

จากนั้นจึงดำเนินการประกอบชุดควบคุมดังกล่าว ณ ฝ่ายซ่อมและบำรุงรักษา ส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า สำนักเครื่องจักรกล โดยมีขั้นตอนในการประกอบชุดควบคุมดังนี้

- (๑) เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้
- (๒) ทำความสะอาดอุปกรณ์และวัสดุที่จะใช้ในการประกอบ
- (๓) ติดตั้งอุปกรณ์หลักที่จะใช้ในชุดควบคุม
- (๔) เดินสายไฟภายในชุดควบคุม
- (๕) ตรวจสอบ วิเคราะห์การทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาด
- (๖) เก็บรายละเอียดในการประกอบต่างๆ เช่น ติด Marker ที่ปลายสาย ติดป้าย Tag เพื่อแสดงการทำงาน ติดตั้ง Cable gland เพื่อร้อยสาย
- (๗) ทำความสะอาดอุปกรณ์และวัสดุในการประกอบอีกครั้ง



รูปที่ ๑๑ การประกอบชุดควบคุม



รูปที่ ๑๒ ชุดควบคุมที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

๙. การทดสอบชุดควบคุม

ในการทดสอบชุดควบคุมนั้น ได้ดำเนินการทดสอบทั้งหมด ๒ รูปแบบ คือ

(๑) การทดสอบชุดควบคุมกับมอเตอร์ตัวเปล่า ซึ่งไม่ได้ต่อกับโหลดใดๆ ณ ฝ่ายซ่อมและบำรุงรักษา ส่วนเครื่องจักรกลไฟฟ้า สำนักเครื่องจักรกล

(๒) การทดสอบชุดควบคุมกับเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนา รุ่น Model RX-๒ (กังหันน้ำชัยพัฒนา) ซึ่งติดตั้งอยู่ ณ พิพิธภัณฑ์เครื่องจักรกลกรมชลประทาน

ซึ่งผลการทดสอบทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดี ชุดควบคุมสามารถจ่ายโหลดให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง สามารถปิด-เปิดและตั้งเวลาการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์



รูปที่ ๑๓ การทดสอบชุดควบคุมกับมอเตอร์ตัวเปล่า



รูปที่ ๑๔ การทดสอบชุดควบคุมกับเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนา

๑๐. ผลสำเร็จของงาน

๑๐.๑ เชิงปริมาณ

ผลการปฏิบัติงานได้ชุดควบคุมไฟฟ้า โดยใช้ Input จากระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟสแปลงเป็นไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส จำนวน ๑ ชุด รายงานการดำเนินการและรายการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบชุดควบคุม เทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบไฟฟ้า ๓ เฟส เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาชุดควบคุมไฟฟ้าดังกล่าว ข้อดีและข้อจำกัดของชุดควบคุม

๑๐.๒ เชิงคุณภาพ

ชุดควบคุมดังกล่าวสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของมูลนิธิชัยพัฒนา โดยช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขยายเขตไฟฟ้าระบบ ๓ เฟส เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการดำเนินการติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนา และยังสามารถประยุกต์ใช้ชุดควบคุมดังกล่าวกับเครื่องจักรกลไฟฟ้าอื่นๆ ที่ใช้งานในการกิจกรรมชลประทาน เช่น เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ชุดเกียร์มอเตอร์ของบานระบายและเครื่องผลักดันน้ำได้ด้วย

๑๑. การนำไปใช้ประโยชน์

(๑) มูลนิธิชัยพัฒนาสามารถนำชุดควบคุมไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้ควบคุมเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาแบบ ๓ เฟส โดยใช้ Input จากระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟส (Single Phase) โดยไม่ต้องดำเนินการขยายเขตไฟฟ้าระบบ ๓ เฟส ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขยายเขตและเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการดำเนินการติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนา

(๒) วัดป่าเชิงเลน เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร ได้นำผลงานดังกล่าวไปใช้กับเครื่องกลเติมอากาศมูลนิธิชัยพัฒนาที่นำไปติดตั้งภายในบริเวณวัด ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขยายเขตไฟฟ้าแบบ ๓ เฟส



รูปที่ ๑๕ การติดตั้งชุดควบคุม ณ วัดป่าเชิงเลน



รูปที่ ๑๖ การทดสอบเดินเครื่องกลเติมอากาศหลังการติดตั้งชุดควบคุม

(๒) กรมชลประทานสามารถประยุกต์ใช้ชุดควบคุมดังกล่าวกับเครื่องจักรกลไฟฟ้าอื่นๆ ที่ใช้งานในภารกิจของกรมชลประทาน เช่น เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ชุดเกียร์มอเตอร์ (Gear Motor) ของบานระบาย และเครื่องผลักดันน้ำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น ในพื้นที่น้ำท่วมซึ่งไม่มีไฟฟ้าระบบ ๓ เฟสและพื้นที่ที่มีปัญหาไฟฟ้าดับบางเฟส

(๓) ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับกรมชลประทานในการขอขยายเขตไฟฟ้าระบบ ๓ เฟสและเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการดำเนินการติดตั้งเครื่องจักรกลไฟฟ้าขนาดเล็กแบบ ๓ เฟส ในพื้นที่ที่มีเพียงระบบไฟฟ้าแบบซิงเกิลเฟส

(๔) เป็นแนวทางให้วิศวกรไฟฟ้า นายช่างไฟฟ้าและผู้สนใจ ในการนำไปศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดควบคุมดังกล่าวเพื่อการใช้งานในโครงการชลประทานต่างๆ ต่อไป

๑๒. ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

ต้องใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ทั้งด้านการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อวงจร การใช้เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า และความรู้ด้านมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย รวมทั้งความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าจากการติดตั้งและทดสอบชุดควบคุม

๑๓. การเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงาน

ผลงานการศึกษาวิจัยชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้านี้ได้มีการเผยแพร่ผลงานผ่านการนำเสนอในที่ประชุมคณะทำงาน KM ของสำนักเครื่องจักรกลเมื่อวันที่ ๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๕ และ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๖



รูปที่ ๑๗ การนำเสนอผลงานในที่ประชุมคณะทำงาน KM ของสำนักเครื่องจักรกล
เมื่อวันที่ ๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๕



รูปที่ ๑๘ การนำเสนอผลงานในที่ประชุมคณะทำงาน KM ของสำนักเครื่องจักรกล
เมื่อวันที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๖

เอกสารอ้างอิง

- (๑) ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สมสิริพรินติ้ง, ๒๕๔๑.
- (๒) ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ ๑๓. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., ๒๕๔๙.
- (๓) สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๔๕. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๑ พ.ศ.๒๕๕๑). กรุงเทพฯ: บริษัท ส.เอเชียเพรส (๑๙๘๙) จำกัด, ๒๕๕๑.