

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานของโครงการชุดประหยัดพลังงานในระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) ได้ทำการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของระบบ โดยมีโปรแกรมหลักอยู่ 3 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ (Motor) โปรแกรมควบคุมการทำงานของวาล์ว บังคับทิศทางให้ทำงานตามเงื่อนไข และโปรแกรมเก็บค่าข้อมูล (Program Data Logging) กระแสไฟฟ้าและความดันในระบบไฮดรอลิก ได้มีการทดลองเพื่อเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และความดันในระบบไฮดรอลิก โดยเก็บข้อมูลในรูปแบบของไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) และบันทึกผลการทดลองและหาการประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ ซึ่งในผลการดำเนินงานและการทดลองประกอบด้วย

4.1 หน้าต่างโปรแกรมบันทึกข้อมูล

4.2 หน้าต่างโปรแกรมระบบเดิม

4.3 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยพีไอดี (Program Saving Energy by PID Control)

4.4 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่ (Program Saving Energy by Fuzzy Control)

4.5 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่บวกพีไอดี (Saving Energy by Fuzzy+PID Control)

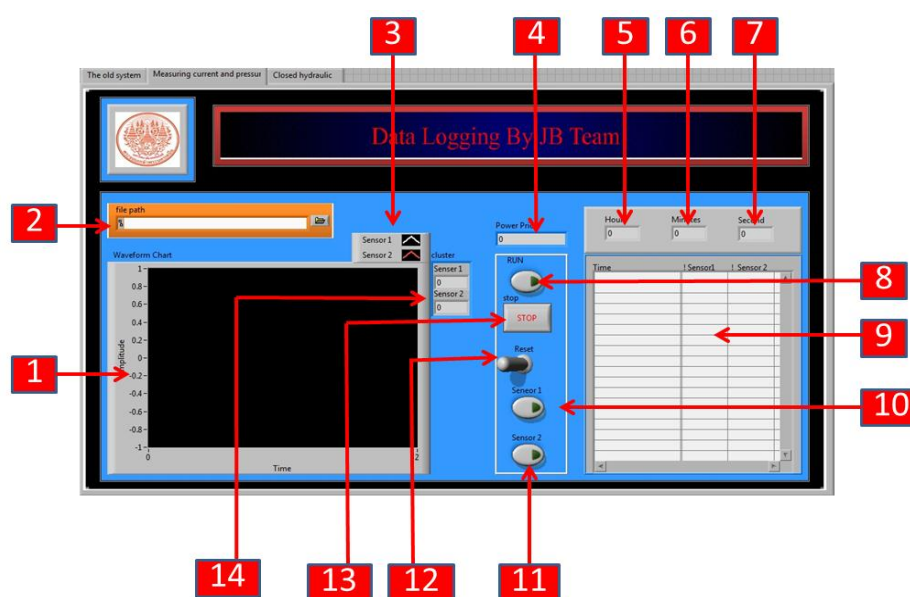
4.6 ผลการทดลองจากความดันในแต่ละระบบและเปรียบเทียบค่าความดันในแต่ละระบบ

4.7 ผลการทดลองจากค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในแต่ละระบบและการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในแต่ละระบบ

4.8 การเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ

4.1 หน้าต่างโปรแกรมบันทึกข้อมูล

โปรแกรมบันทึกข้อมูล เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์และความดันในระบบไฮดรอลิก โดยค่าที่ทำการบันทึกนั้นจะอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมเอ็กเซลซึ่งค่าที่ถูกบันทึกจะแสดงช่วงเวลาที่ทำการบันทึก และในส่วน of หน้าต่างของโปรแกรมนี้อย่างแสดงค่าไฟฟ้า (บาท) โดยคิดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 5 บาท ในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 หน้าต่างของโปรแกรมบันทึกข้อมูล

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมบันทึกข้อมูลมีดังนี้

หมายเลข 1 คือ กราฟแสดงผล ระหว่างจุดกำหนด (Set Point) สีแดง,ค่าป้อนกลับ (Feed Back) สีดำและค่าผิดพลาด (Error)

หมายเลข 2 คือ ช่องที่แสดงที่อยู่ของตารางที่บันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและความดันในระบบไฮดรอลิก

หมายเลข 3 สำหรับปรับค่าสีของเส้นกราฟ

หมายเลข 4 ค่าการใช้ไฟฟ้าขณะนั้นๆ (บาท)

หมายเลข 5 คือ แสดงค่าจำนวนชั่วโมงที่เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (Sensor) ไปแล้ว

หมายเลข 6 คือ แสดงค่าจำนวนนาฬิกาที่เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปแล้ว

หมายเลข 7 คือ แสดงค่าจำนวนวินาทีที่ได้เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไปแล้ว

หมายเลข 8 คือ ปุ่มรัน (RUN) เพื่อ เริ่มการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 9 คือ ตารางการแสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ากับความดันในระบบไฮดรอลิกและแสดงช่วงเวลาในการบันทึกค่า

หมายเลข 10 คือ ปุ่มควบคุมการเปิดและปิดของเซ็นเซอร์ตัวที่ 1

หมายเลข 11 คือ ปุ่มควบคุมการเปิดและปิดของเซ็นเซอร์ตัวที่ 2

หมายเลข 12 คือ สวิตช์รีเซตตารางการแสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ากับความดันในระบบไฮดรอลิกและแสดงช่วงเวลาในการบันทึกค่า

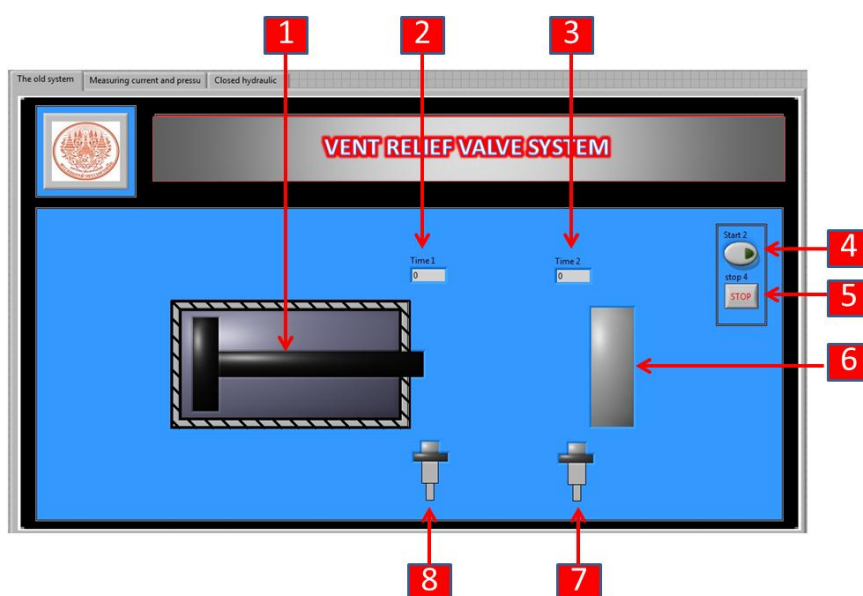
หมายเลข 13 คือ ปุ่มหยุด (Stop) เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 14 คือ ช่องการแสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ากับความดันในระบบไฮดรอลิก

การทดสอบเก็บค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ต้องกดใส่ค่าข้อมูลที่จะเก็บว่าเก็บไว้ที่ไหนจากหมายเลข 2 และกดปุ่มรันโปรแกรมหมายเลข 8 แล้วเลือกให้เก็บค่าเซ็นเซอร์ให้กดเปิดเซ็นเซอร์หมายเลข 10 , 11 โดยผลการเก็บค่าสามารถดูได้จากกราฟที่แสดงขึ้นที่กราฟแสดงผลได้ทันทีและตารางตัวเลขได้จากช่องแสดงผลหมายเลข 9

4.2 หน้าต่างของโปรแกรมระบบเดิม

โปรแกรมระบบเดิมเป็นโปรแกรมการเคลื่อนที่ของก้านสูบ ขณะทำงานโปรแกรมจะแสดงค่าความดันภายในระบบไฮดรอลิกและมีพรอกซิมีตี้ (proximity) ในการตรวจเช็คตำแหน่งของก้านสูบโดยที่พรอกซิมีตี้จะอยู่ที่ตำแหน่งก้านสูบเลื่อนเข้าสู่สุดและก้านสูบอัดขึ้นงานดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 หน้าต่างของโปรแกรมระบบเดิม

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมระบบเดิมมีดังนี้

หมายเลข 1 คือ ก้านสูบ เมื่อระบบเริ่มทำงานก้านสูบก็จะเคลื่อนที่ตามตำแหน่ง

หมายเลข 2 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนออก

หมายเลข 3 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนเข้า

หมายเลข 4 คือ ปุ่มสตาร์ท (Start) เพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 5 คือ ปุ่มหยุดเพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 6 คือ ช่องแสดงค่าความดันภายในระบบ

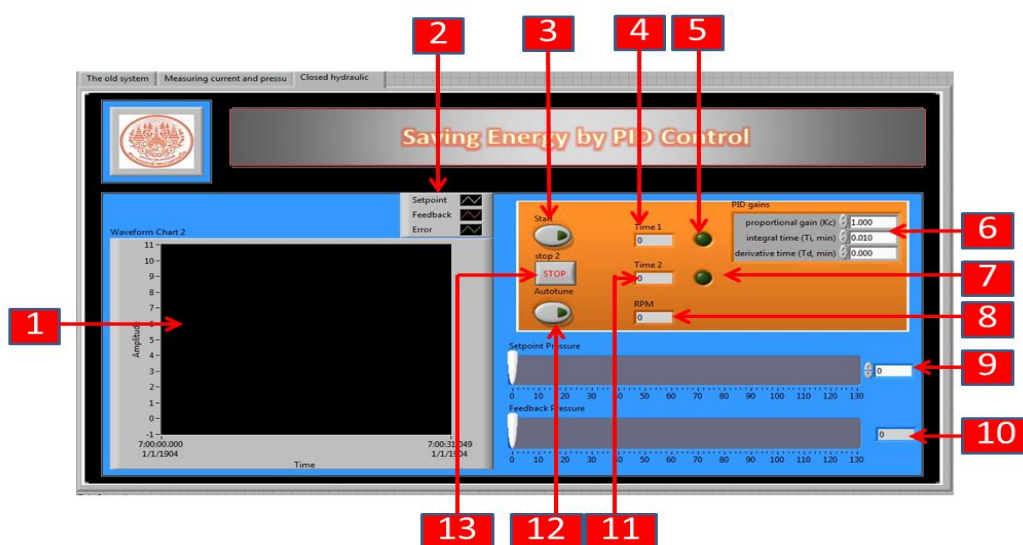
หมายเลข 7 คือ พรอกซิมิตีที่จะแสดงสัญญาณเมื่อก้านสูบอัดขึ้นงาน

หมายเลข 8 คือ พรอกซิมิตีที่จะแสดงสัญญาณเมื่อก้านสูบรูดขึ้นงาน

การทดลองการแสดงสภาวะของก้านสูบไฮดรอลิกขณะที่ทำงาน กดปุ่มที่ หมายเลข 4 เพื่อเริ่มการทำงานของระบบ จากนั้นช่องที่ หมายเลข 2 ก็จะนับแสดงค่าเวลา 10 วินาทีก่อนที่จะสั่งให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออก เมื่อก้านสูบอัดขึ้นงาน ช่องหมายเลข 3 ก็จะนับแสดงค่าเวลา 10 วินาที ก่อนที่จะสั่งให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้าสุด เมื่อก้านสูบเคลื่อนที่อัดขึ้นงานค่าความดันภายในระบบก็จะแสดงในช่องที่ หมายเลข 6

4.3 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยพีไอดี

โปรแกรมประหยัดพลังงานโดยพีไอดี เป็นโปรแกรมในการควบคุมชุดประหยัดพลังงานในระบบไฮดรอลิกโดยใช้พีไอดี สามารถปรับค่าความดันภายในระบบได้และมีการแสดงค่าความดันป้อนกลับในภาพที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าต่างของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยพีไอดี

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยพีไอดี มีดังนี้

หมายเลข 1 คือ กราฟแสดงผล เซ็นเซอร์ตัวที่ 1 สีขาวและเซ็นเซอร์ตัวที่ 2 สีแดง

หมายเลข 2 คือ สำหรับปรับค่าสีของเส้นกราฟ

หมายเลข 3 คือ ปุ่มสตาร์ทเพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 4 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนออก

หมายเลข 5 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนเข้าสุด

หมายเลข 6 คือ ปุ่มปรับกำหนดค่าพีไอดี (Proportional:Kp Integral:(Ki) Derivative:Kd)

เพื่อให้ระบบมีความเสถียรกับระบบ

หมายเลข 7 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนออกสุด

หมายเลข 8 คือ ช่องแสดงค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า

หมายเลข 9 คือ ช่องกำหนดค่าความดันภายในระบบ

หมายเลข 10 คือ ช่องแสดงค่าความดันป้อนกลับจากเซ็นเซอร์วัดความดัน

หมายเลข 11 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนเข้า

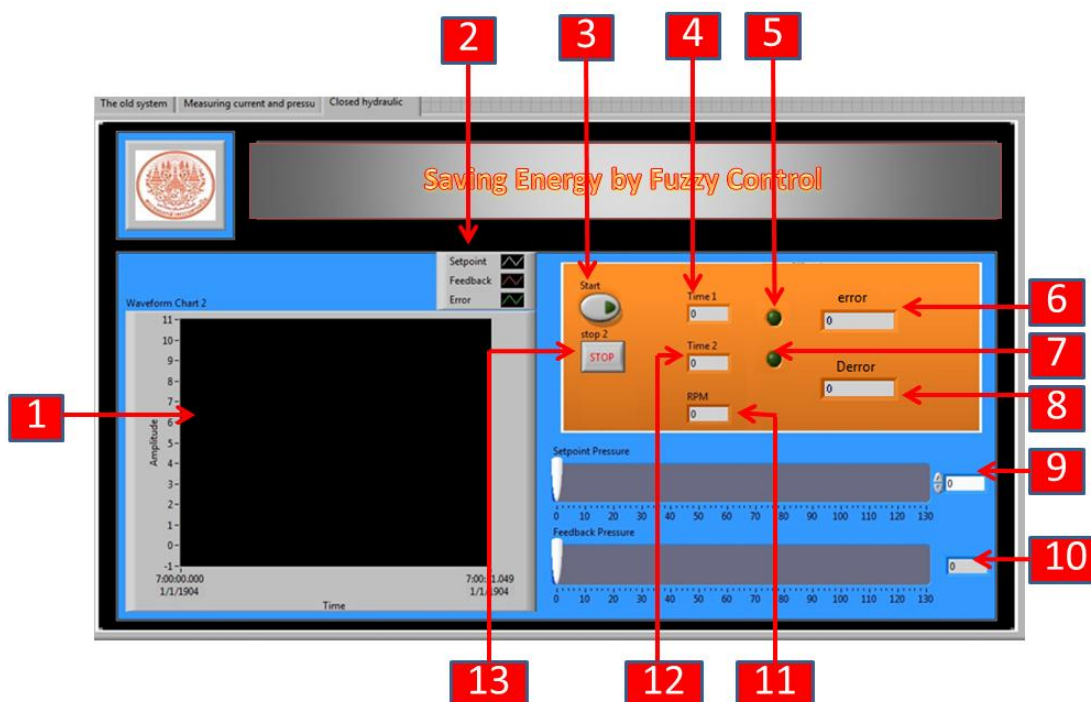
หมายเลข 12 คือ ปุ่มปรับค่าเกณฑ์พีไอดีอัตโนมัติ

หมายเลข 13 คือ ปุ่มหยุดเพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

การทดสอบการควบคุมโดยสามารถเลือกการควบคุมซึ่งสามารถควบคุมความดันได้โดยการ
กลอกค่าความดันในช่องที่ หมายเลข 9 เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วสามารถกดปุ่มที่ หมายเลข 3 เพื่อเริ่มการ
ทำงานและสามารถดูความดันภายในระบบภายในช่องที่ หมายเลข 10 และจากกราฟที่ หมายเลข 1

4.4 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟuzzy

โปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟuzzy เป็นโปรแกรมในการควบคุมชุดประหยัดพลังงานในระบบไฮดรอลิกโดยใช้ฟuzzy สามารถปรับค่าความดันภายในระบบได้และมีการแสดงค่าความดันป้อนกลับ ในภาพที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าต่างของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่มีดังนี้

หมายเลข 1 คือ กราฟแสดงผล เซ็นเซอร์ตัวที่ 1 สีขาวและเซ็นเซอร์ตัวที่ 2 สีแดง

หมายเลข 2 คือ สำหรับปรับค่าสีของเส้นกราฟ

หมายเลข 3 คือ ปุ่มสตาร์ทเพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 4 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนออก

หมายเลข 5 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนเข้าสุด

หมายเลข 6 คือ ช่องแสดงค่าความผิดพลาดของค่ากำหนดไว้กับสัญญาณป้อนกลับ

หมายเลข 7 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนออกสุด

หมายเลข 8 คือ ช่องแสดงค่าความผิดพลาดที่เปลี่ยนไปจากค่าเดิม

หมายเลข 9 คือ ช่องกำหนดค่าความดันภายในระบบ

หมายเลข 10 คือ ช่องแสดงค่าความดันป้อนกลับจากเซ็นเซอร์วัดความดัน

หมายเลข 11 คือ ช่องแสดงค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า

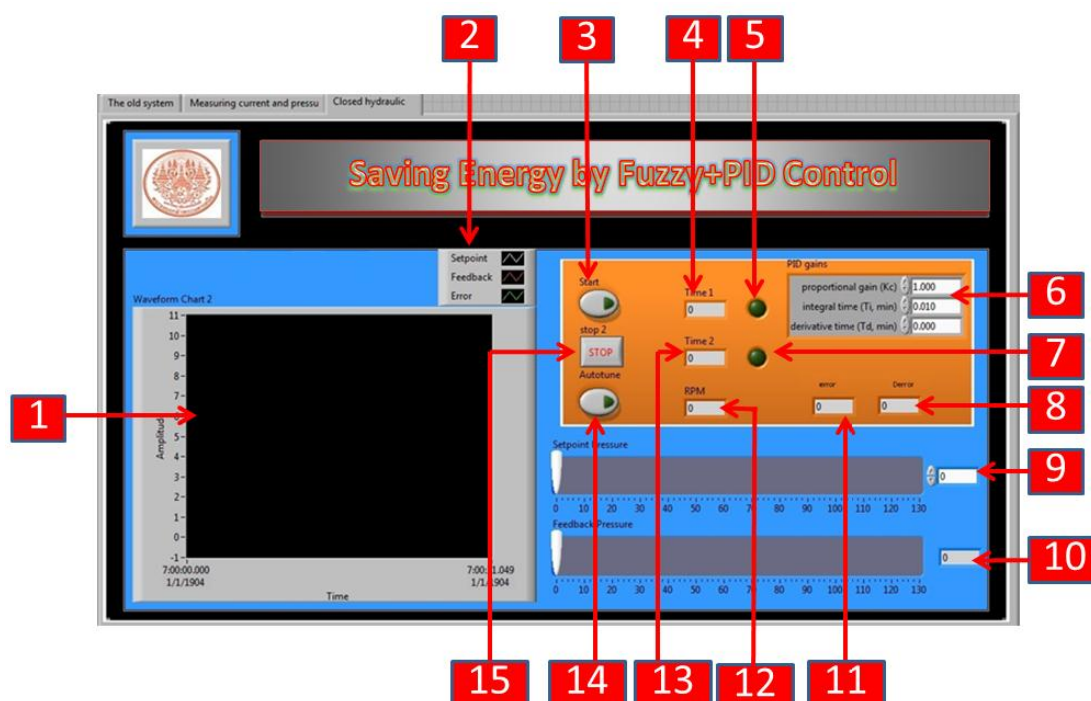
หมายเลข 12 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนเข้า

หมายเลข 13 คือ ปุ่มหยุดเพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

การทดสอบการควบคุมโดยสามารถเลือกการควบคุม ซึ่งสามารถควบคุมความดันได้โดยการ
กลองค่าความดันในช่องที่ หมายเลข 9 เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วสามารถกดปุ่มที่ หมายเลข 3 เพื่อเริ่มการ
ทำงานและสามารถดูความดันภายในระบบภายในช่องที่ หมายเลข 10 และจากกราฟที่ หมายเลข 1

4.5 หน้าต่างโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่บวกพีไอดี

โปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่บวกพีไอดี เป็นโปรแกรมในการควบคุมชุดประหยัด
พลังงานในระบบไฮดรอลิกโดยใช้ฟัซซี่และพีไอดี โดยสามารถปรับค่าความดันภายในระบบได้
และมีการแสดงค่าความดันป้อนกลับ ในภาพที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าต่างของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่บวกพีไอดี

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมประหยัดพลังงานโดยฟัซซี่บวกพีไอดีมีดังนี้

หมายเลข 1 คือ กราฟแสดงผล เซ็นเซอร์ตัวที่ 1 สีขาวและเซ็นเซอร์ตัวที่ 2 สีแดง

หมายเลข 2 คือ สำหรับปรับค่าสีของเส้นกราฟ

หมายเลข 3 คือ ปุ่มสตาร์ทเพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม

หมายเลข 4 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนออก

หมายเลข 5 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนเข้าสู่ชุด

หมายเลข 6 คือ ปุ่มปรับกำหนดค่าฟัซซี่เพื่อให้ระบบมีความเสถียรกับระบบ

หมายเลข 7 คือ ไฟสัญญาณ เมื่อกระบอกสูบเลื่อนออกสุด

หมายเลข 8 คือ ช่องแสดงค่าความผิดพลาดที่เปลี่ยนไปจากค่าเดิม

หมายเลข 9 คือ ช่องกำหนดค่าความดันภายในระบบ

หมายเลข 10 คือ ช่องแสดงค่าความดันป้อนกลับจากเซ็นเซอร์วัดความดัน

หมายเลข 11 คือ ช่องแสดงค่าความผิดพลาดของค่ากำหนดไว้กับสัญญาณป้อนกลับ

หมายเลข 12 คือ ช่องแสดงค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า

หมายเลข 13 คือ ช่องนับเวลาเพื่อสั่งให้กระบอกสูบเลื่อนเข้า

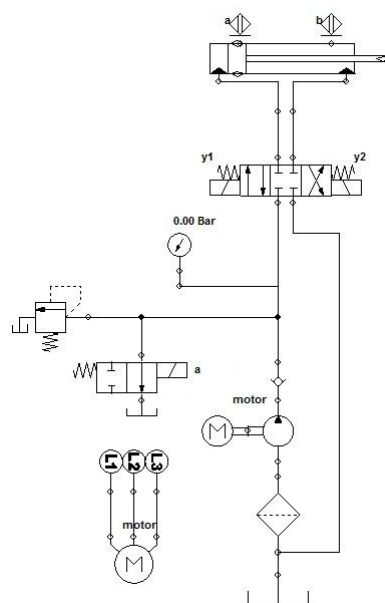
หมายเลข 14 คือ ปุ่มปรับค่าเกณฑ์พีไอดีอัลกอริทึม

หมายเลข 15 คือ ปุ่มหยุดเพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม

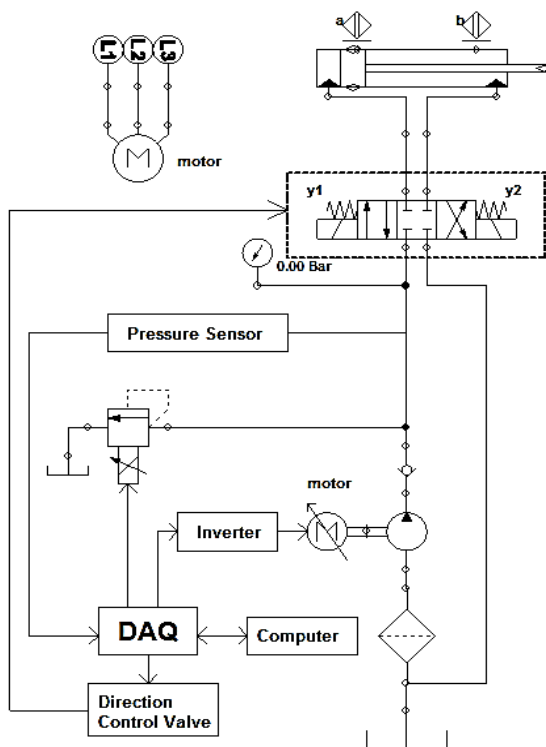
การทดสอบการควบคุมโดยสามารถเลือกการควบคุมซึ่งสามารถควบคุมความดันได้โดยการ
กลอกค่าความดันในช่องที่ 9 เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วสามารถกดปุ่มที่ 5 เพื่อเริ่มการทำงานและสามารถดู
ความดันภายในระบบภายในช่องที่ 10 และจากกราฟที่ 1

4.6 ผลการทดลองจากค่าความดันในระบบและการเปรียบเทียบค่าความดันในแต่ละระบบ

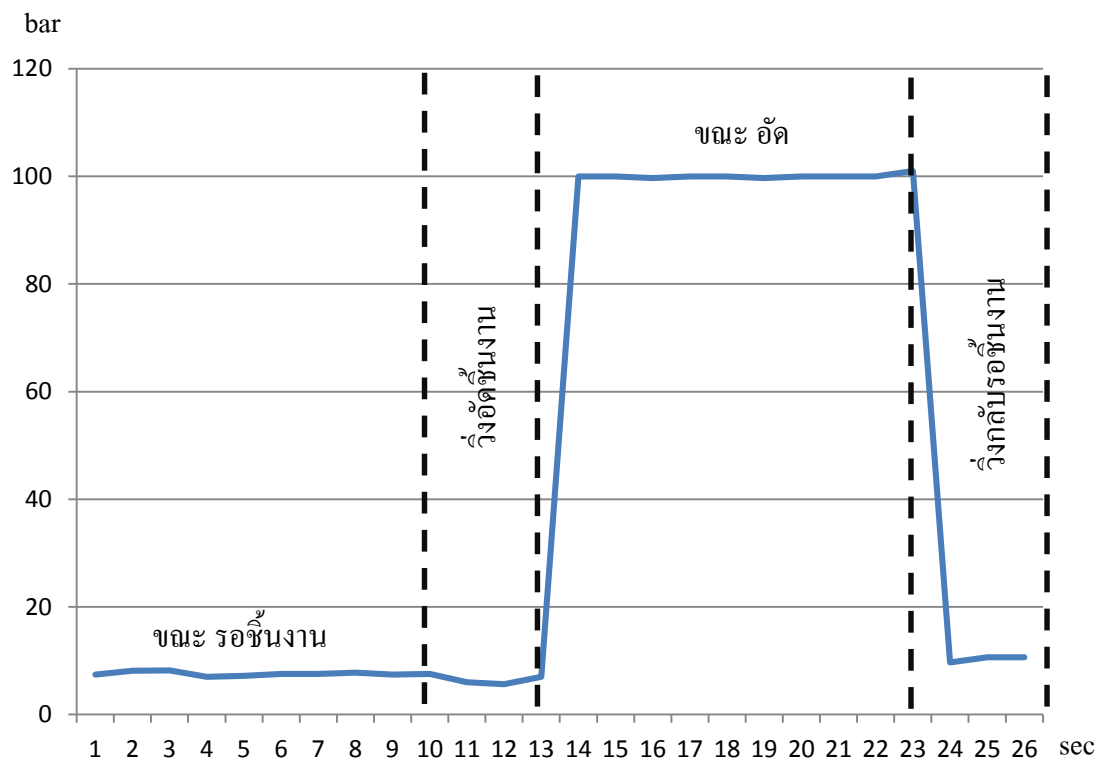
จากการทดลองการเก็บค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะแสดงกราฟค่าความดัน ภายในระบบไฮดรอลิก
แบบต่างๆเช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุม
แบบฟัซซี่บวกพีไอดี โดยชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิมจะมีวงจรการทำงานดังภาพที่ 4.6 และส่วน
ชุดไฮดรอลิกแบบระบบควบคุมแบบต่างๆ เช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุม
แบบฟัซซี่และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีจะมีวงจรการทำงานดังภาพที่ 4.7



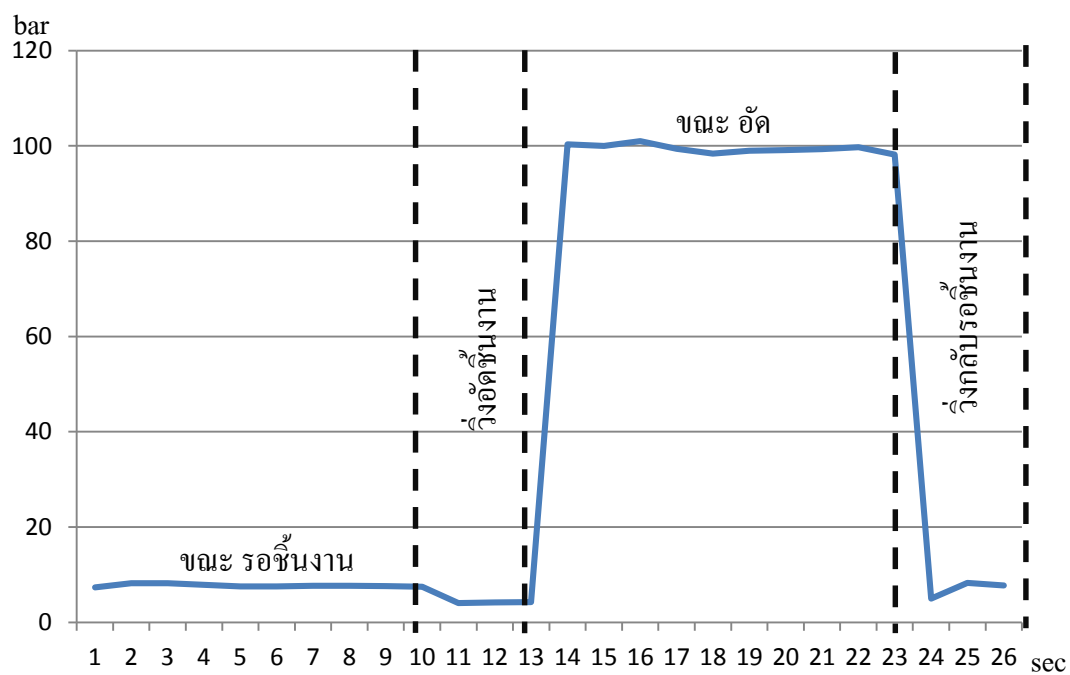
ภาพที่ 4.6 วงจรไฮดรอลิกระบบแบบเดิม



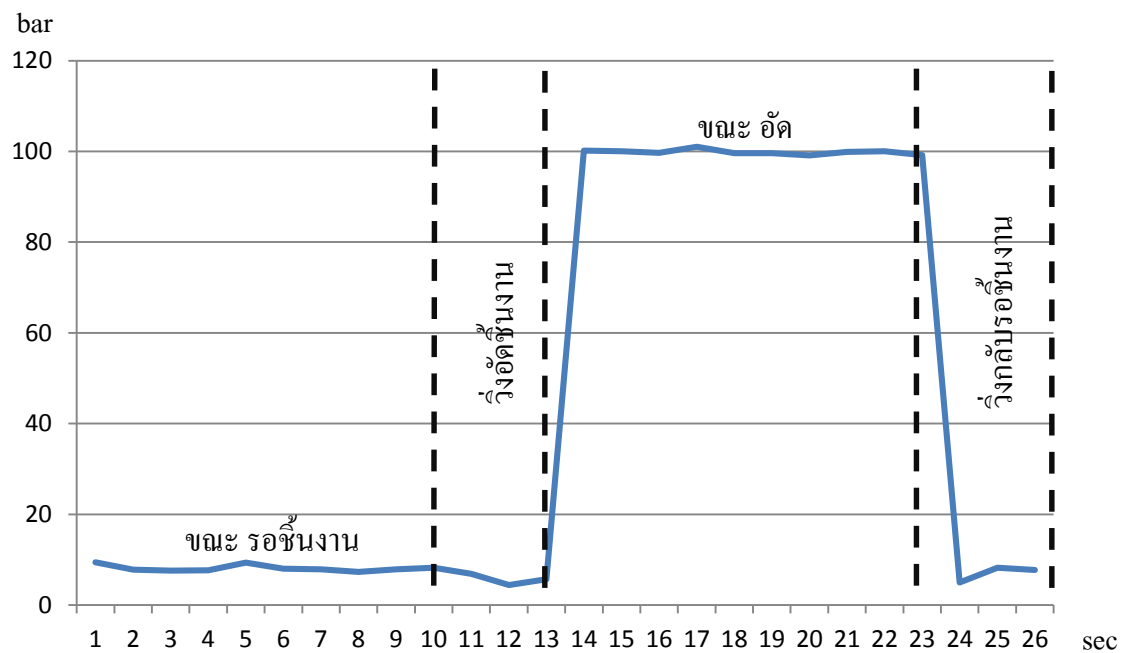
ภาพที่ 4.7 วงจรไฮดรอลิกแบบระบบควบคุมความดัน



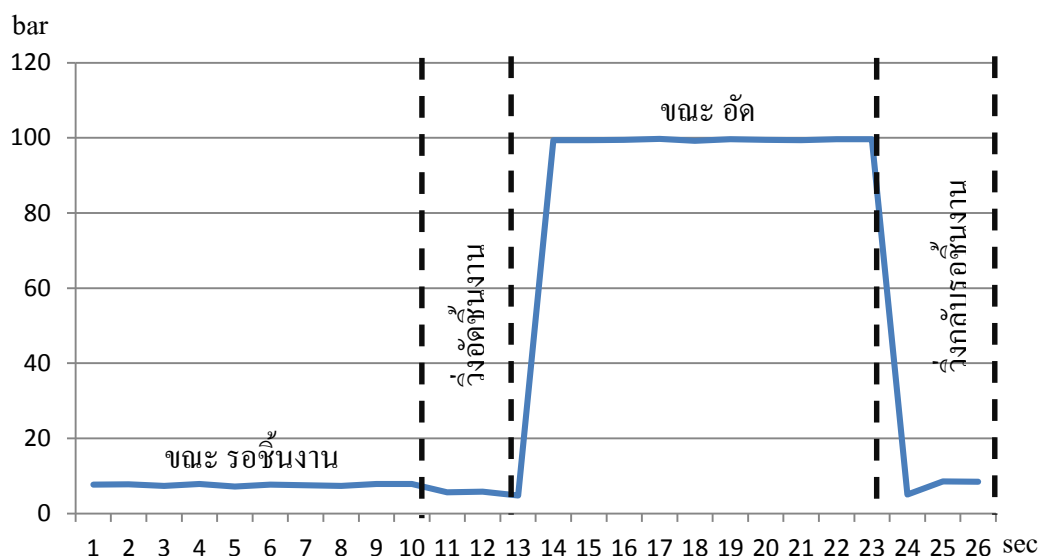
ภาพที่ 4.8 ความดันภายในชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิม



ภาพที่ 4.9 ความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟิไอดี

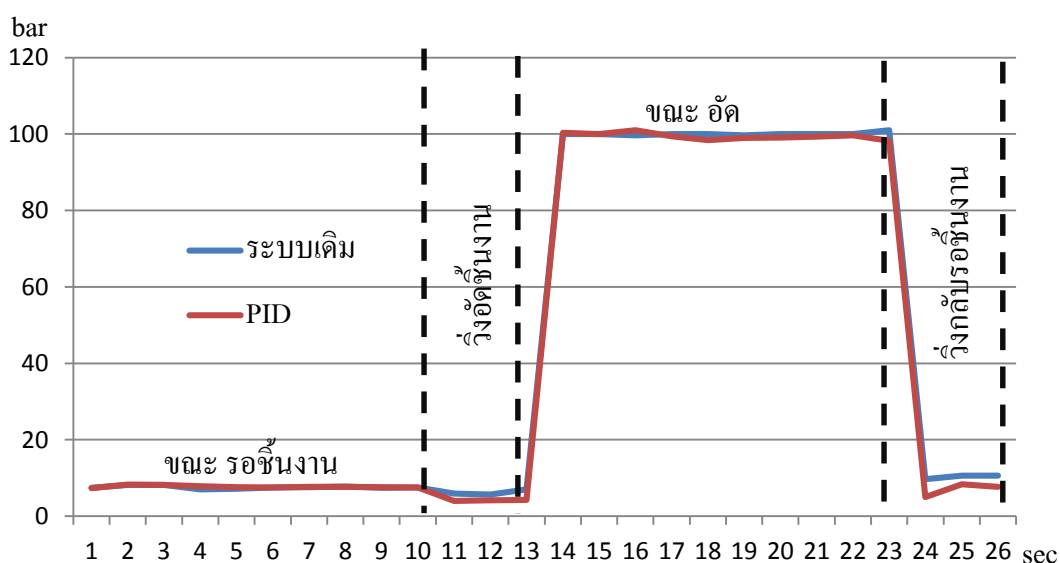


ภาพที่ 4.10 ความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟิซีซี

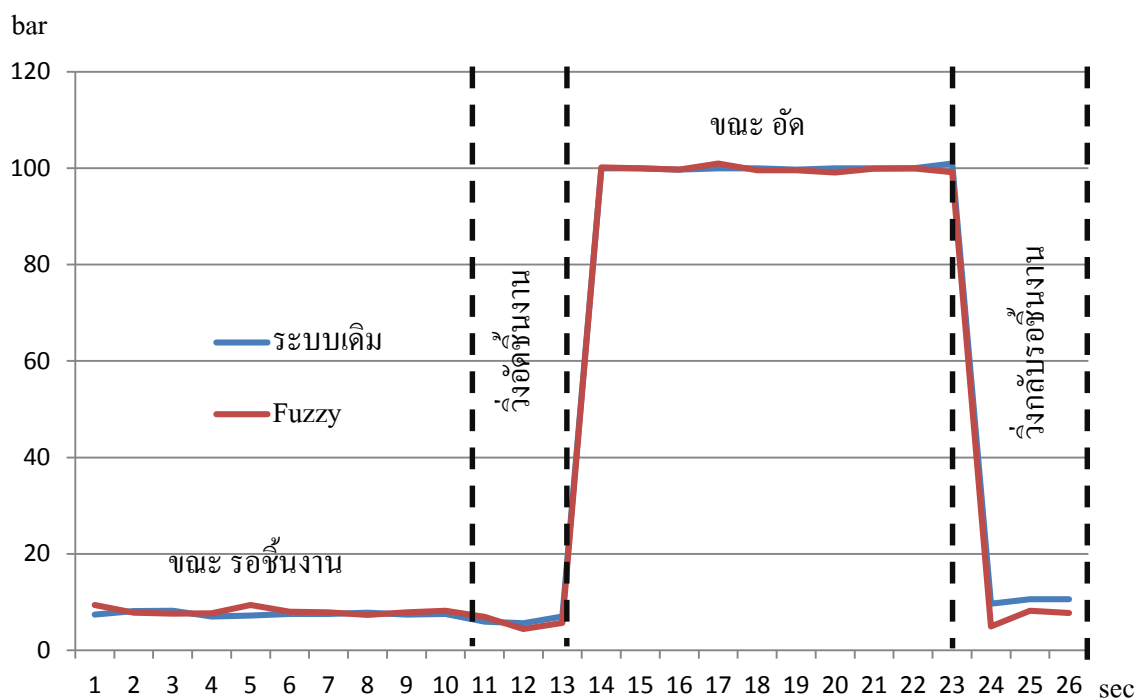


ภาพที่ 4.11 ความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยพีซีร่วมกับพีไอดี

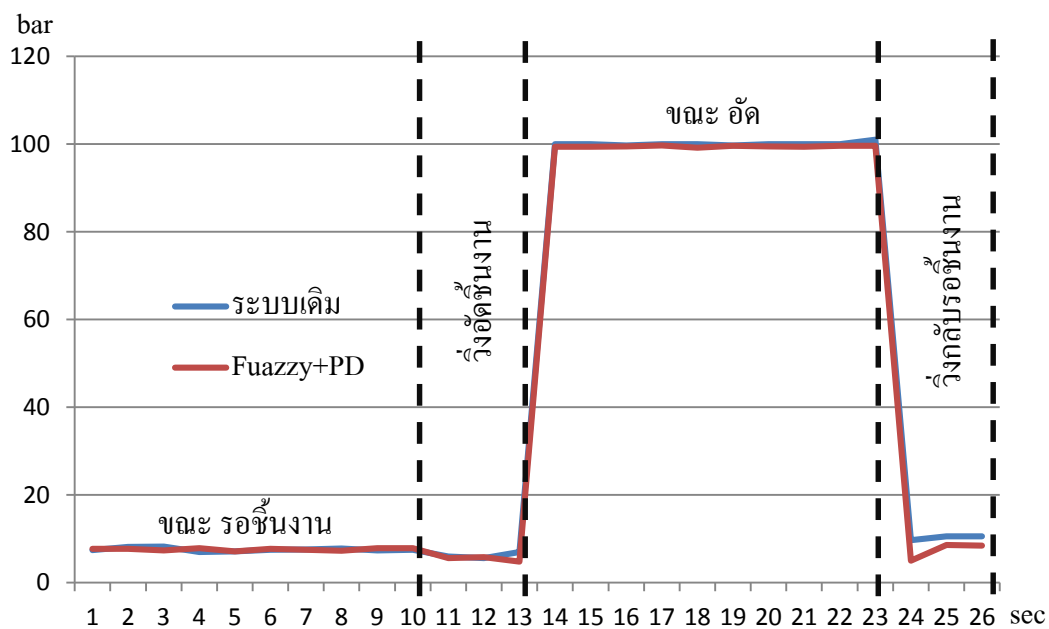
จากภาพที่ 4.8-4.11 เป็นกราฟจากผลการทดลองชุดไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่นระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีซี และระบบควบคุมแบบพีซีร่วมกับพีไอดี ที่ความดัน 100 บาร์ (bar) ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลของโปรแกรมบันทึกข้อมูล ซึ่งความความดันแต่ละค่าจะมีเวลาที่แสดงขณะเก็บข้อมูล จึงสามารถนำค่าการควบคุมความดันในแต่ละระบบเช่นระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีซี และระบบควบคุมแบบพีซีร่วมกับพีไอดี มาเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบเดิม เพื่อแสดงให้เห็นค่าความดันภายในระบบที่แตกต่างดังภาพที่ 4.12-4.14



ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยพีไอดี

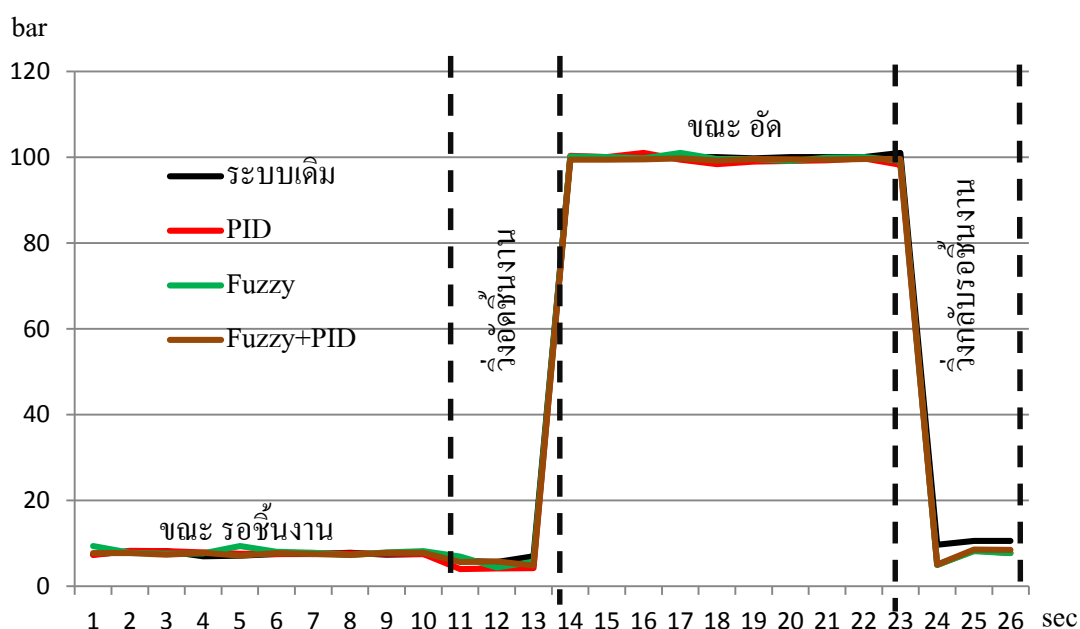


ภาพที่ 4.13 การเปรียบเทียบความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟัซซี่



ภาพที่ 4.14 การเปรียบเทียบความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี

จากภาพที่ 4.12-4.14 เป็นกราฟจากการเปรียบเทียบผลการทดลองของชุดควบคุมความดันไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆเช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีเปรียบเทียบกับชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิมที่ความดัน 100 บาร์ ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลของโปรแกรมบันทึกข้อมูล จะสังเกตได้ว่าค่าของความดันขณะรอขึ้นงานความดันของชุดไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆเช่น ระบบแบบเดิม ระบบควบคุมโดยพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่และระบบควบคุมแบบฟัซซี่บวกพีไอดี จะมีความดันภายในระบบอยู่ที่ 7-8 บาร์ เมื่อนำชุดไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมโดยพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีมาเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 4.15

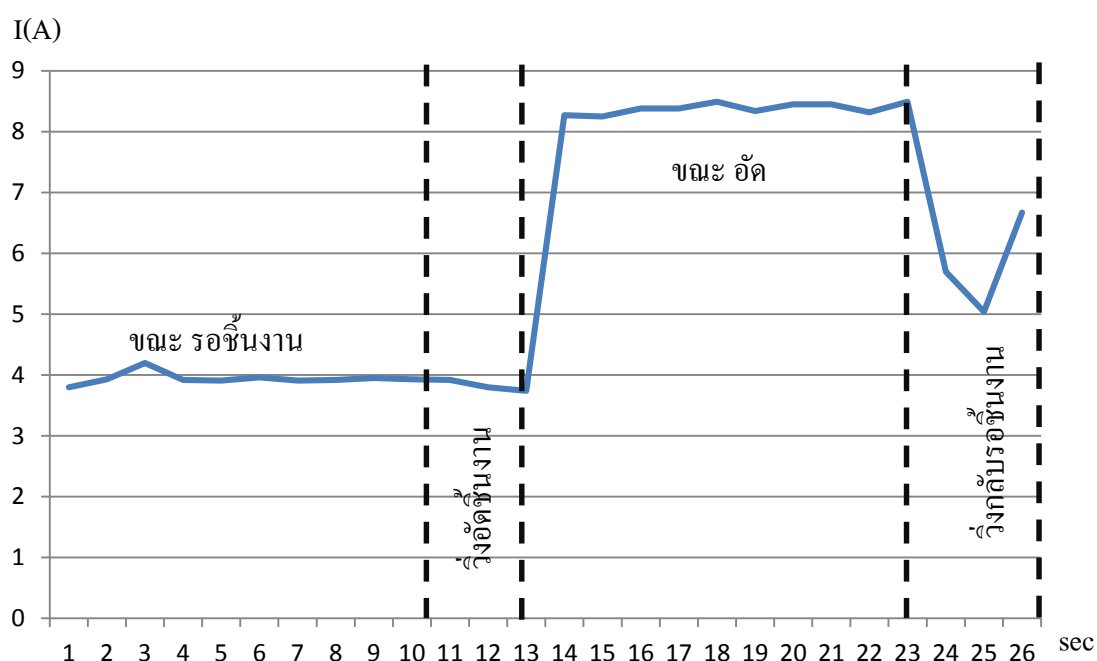


ภาพที่ 4.15 การเปรียบเทียบความดันภายในชุดไฮดรอลิกควบคุมแบบต่างๆ

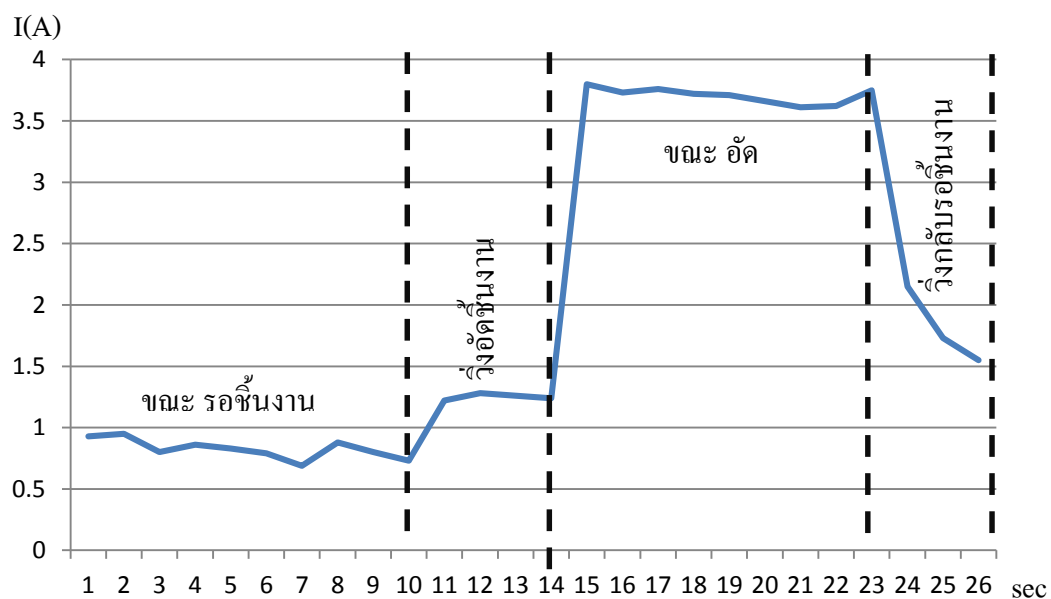
จากภาพที่ 4.15 จะสังเกตได้ว่าความดันขณะที่รอขึ้นงานความดันของชุดควบคุมความดันไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆเช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมโดยพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีจะมีความดันภายในระบบอยู่ที่ 7-8 บาร์ และในช่วงขณะอัดขึ้นงานจะรักษาความดันอยู่ที่ 100 บาร์ ซึ่งมีค่าความดันใกล้เคียงกันในแต่ละระบบ

4.7 ผลการทดลองจากค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในแต่ละระบบและการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในแต่ละระบบ

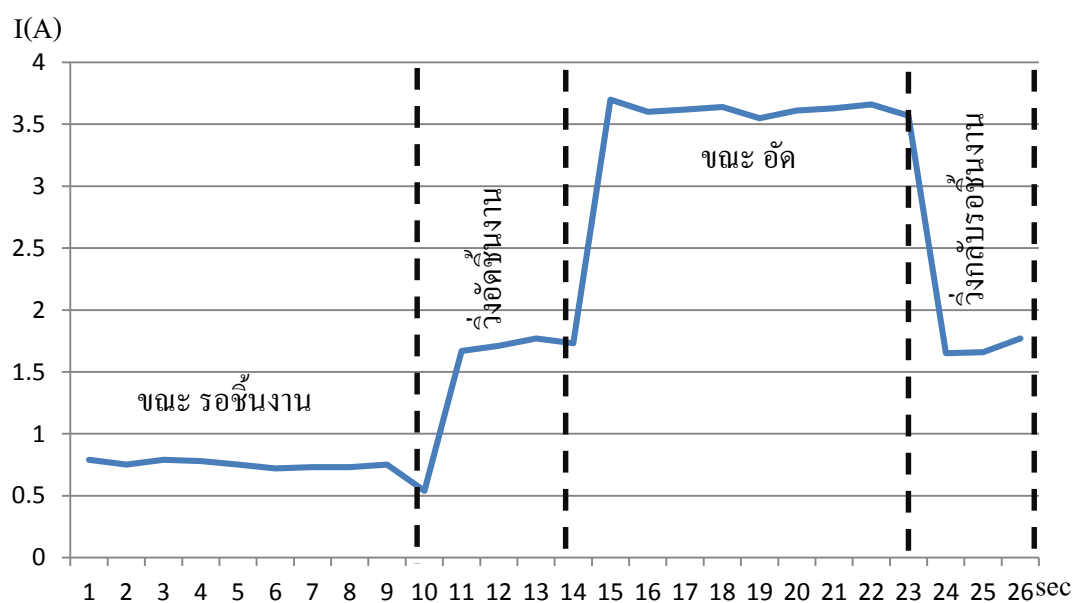
จากการทดลองการเก็บค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ซึ่งจะแสดงกราฟค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบไฮดรอลิกแบบต่างๆ เช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี โดยชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิมจะมีวงจรการทำงานดังภาพที่ 4.6 และชุดไฮดรอลิกแบบระบบควบคุมแบบต่างๆเช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีจะมีวงจรการทำงานดังภาพที่ 4.7



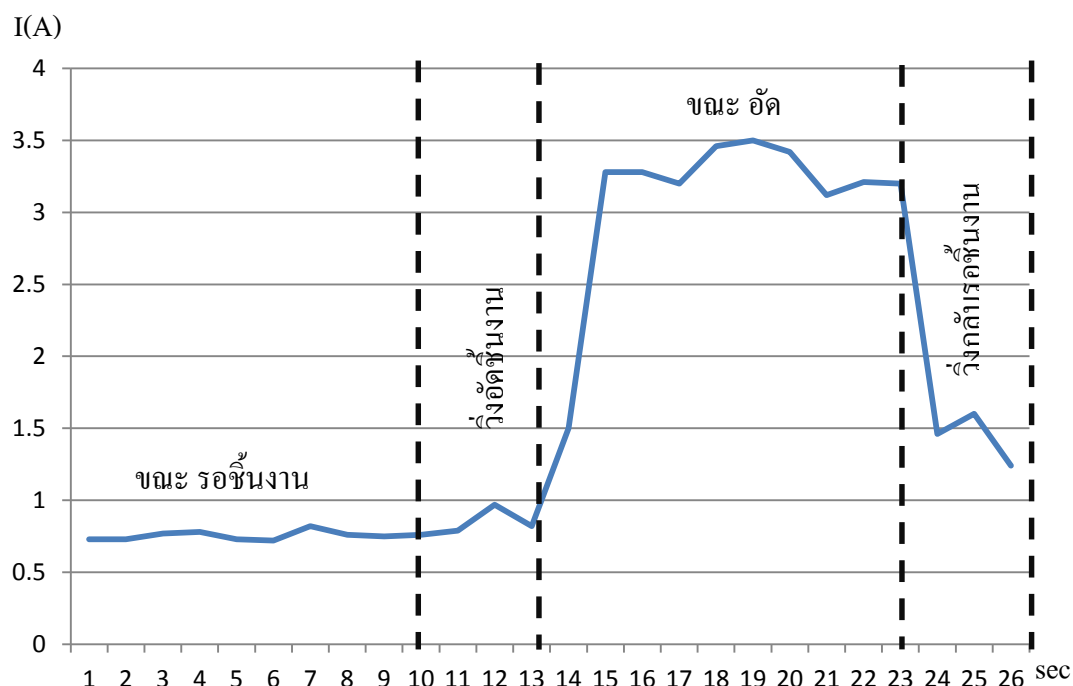
ภาพที่ 4.16 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ระบบเดิม



ภาพที่ 4.17 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์แบบควบคุมแบบพีไอดี

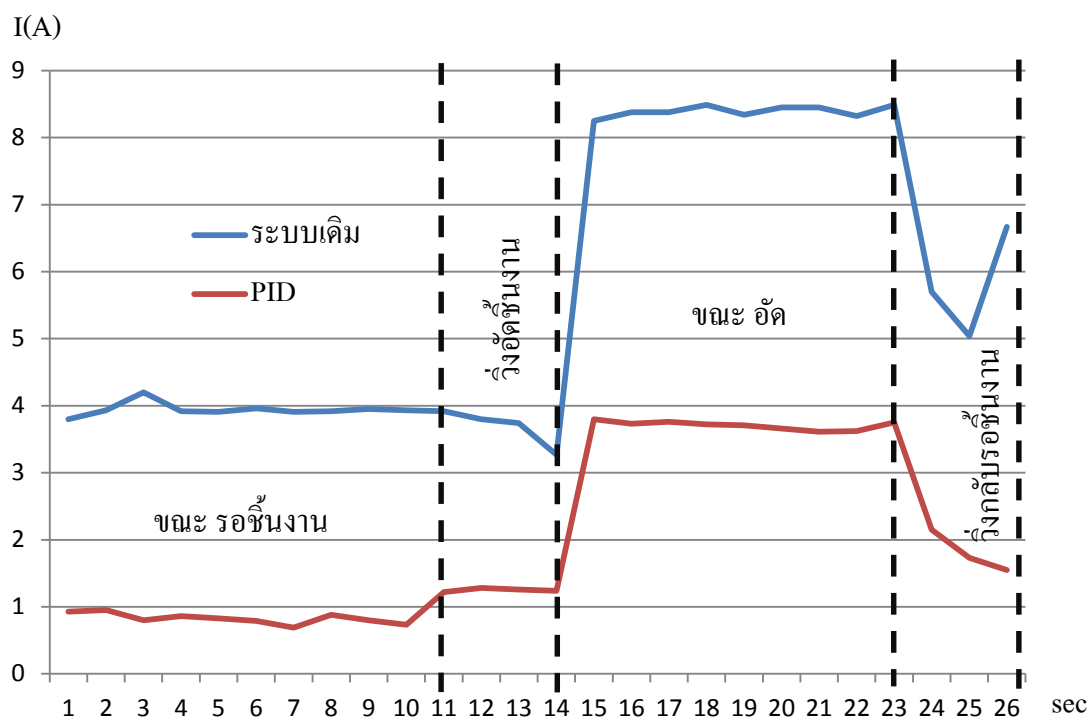


ภาพที่ 4.18 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์แบบควบคุมแบบฟัซซี่

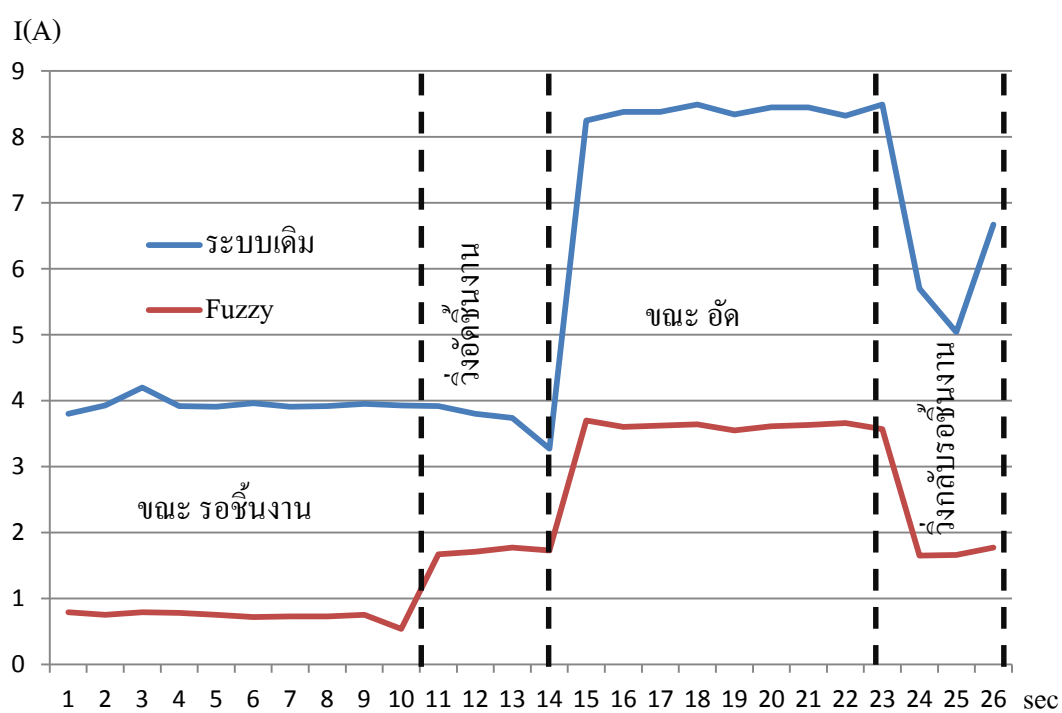


ภาพที่ 4.19 การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์แบบควบคุมแบบพีชชีบวกพีไอดี

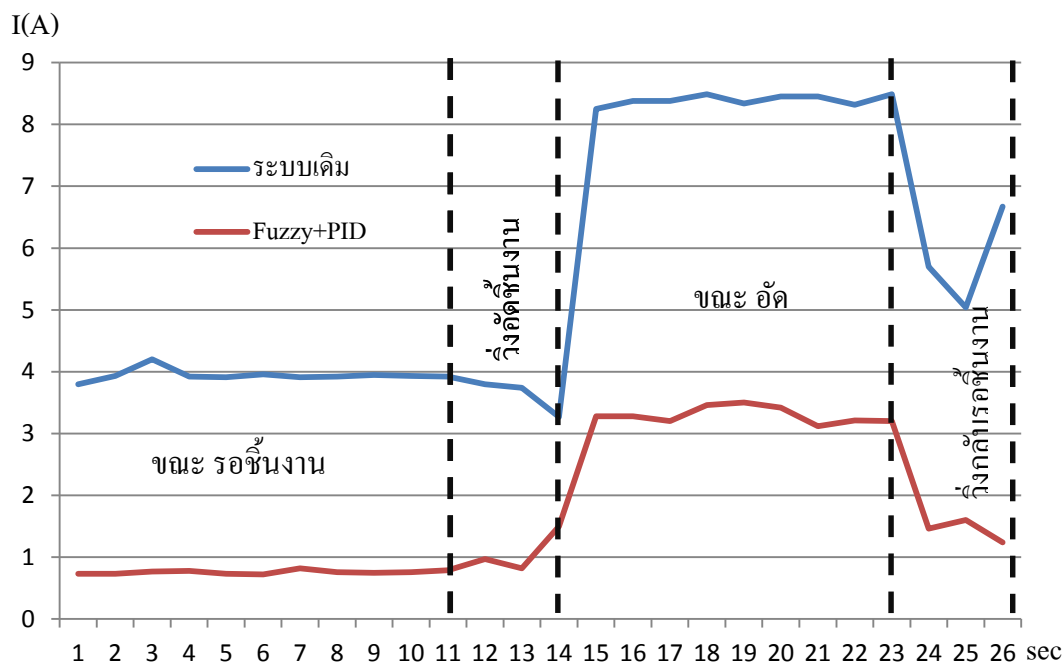
จากภาพที่ 4.16-4.19 เป็นกราฟจากผลการทดลองชุดไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีชชี และระบบควบคุมแบบพีชชีร่วมกับพีไอดีที่ความดัน 100 บาร์ ซึ่งได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์มาจากการเก็บข้อมูลของโปรแกรมบันทึกข้อมูล ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์แต่ละค่าจะมีเวลาที่แสดงขณะเก็บข้อมูล จึงสามารถนำค่าการควบคุมความดันในแต่ละระบบ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีชชี และระบบควบคุมแบบพีชชีร่วมกับพีไอดี มาเปรียบเทียบกับการทำงานของระบบเดิม เพื่อแสดงให้เห็นค่าความดันภายในระบบที่แตกต่าง ดังภาพที่ 4.20-4.22



ภาพที่ 4.20 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยพีไอดี

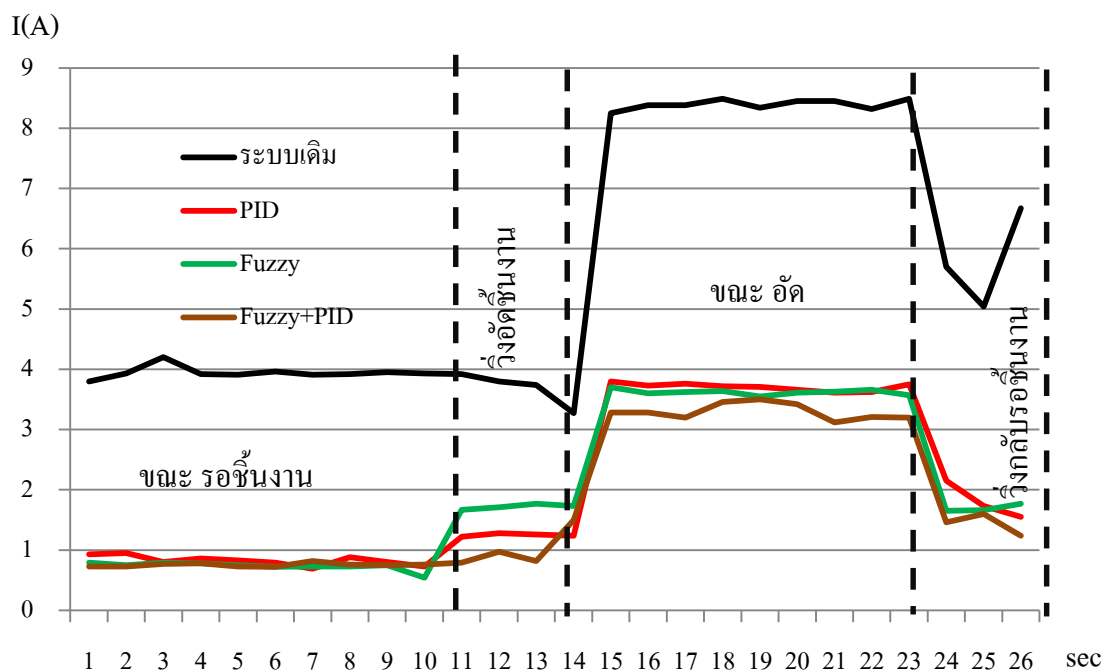


ภาพที่ 4.21 การเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟัซซี่



ภาพที่ 4.22 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในชุดไฮดรอลิกควบคุมโดยฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี

จากภาพที่ 4.20-4.22 เป็นกราฟการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในชุดไฮดรอลิก ผลการทดลองของชุดควบคุมความดันในไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี เปรียบเทียบกับชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิมที่ความดัน 100 บาร์ ซึ่งเป็นค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลของโปรแกรมบันทึกข้อมูล ซึ่งจะสังเกตได้ว่าค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะรอขึ้นงานค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ของชุดไฮดรอลิก แบบระบบเดิมจะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 3.9 แอมแปร์ (Ampere) ซึ่งชุดควบคุมไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 0.7-0.8 แอมแปร์ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะอัดขึ้นงาน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ของชุดไฮดรอลิก แบบระบบเดิมจะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 8 แอมแปร์ ซึ่งชุดควบคุมไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 3.2-3.7 แอมแปร์ เมื่อนำชุดไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบเดิม ระบบควบคุมแบบพีไอดีระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดี มาเปรียบเทียบกับภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ในชุดไฮดรอลิกควบคุมแบบต่างๆ

จากภาพที่ 4.23 จะสังเกตได้ว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะรอขึ้นงานค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ของชุดไฮดรอลิก แบบระบบเดิมจะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 3.9 แอมแปร์ ซึ่งชุดควบคุมไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีซี และระบบควบคุมแบบพีซีร่วมกับพีไอดี จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 0.7-0.8 แอมแปร์ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ ขณะอัดขึ้นงานค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ของชุดไฮดรอลิกแบบระบบเดิมจะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 8 แอมแปร์ ซึ่งชุดควบคุมไฮดรอลิกแบบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบพีซี และระบบควบคุมแบบพีซีร่วมกับพีไอดี จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ภายในระบบอยู่ที่ประมาณ 3.2-3.7 แอมแปร์ ซึ่งการที่กระแสไฟฟ้าของระบบควบคุมต่างๆ แตกต่างกันเนื่องจากการปรับค่าเกณฑ์ต่างๆ ของระบบควบคุมซึ่งมีผลต่อความเร็วรอบของมอเตอร์จึงทำให้เกิดกระแสที่แตกต่างกัน

4.7 การเปรียบเทียบอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าของระบบ

จากโปรแกรมบันทึกข้อมูล เป็นโปรแกรมในการเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและความดันในระบบ ซึ่งโปรแกรมสามารถบันทึกค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ซึ่งนำมาคำนวณหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของระบบเดิม กับระบบการควบคุมแบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมด้วยพีไอดี ระบบควบคุมด้วยฟัซซี่ และระบบควบคุมด้วยฟัซซี่รวมกับพีไอดีดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ของแต่ละระบบกับระบบปลดความดัน

เวลา	ระบบเดิม (kW*hr)	PID (kW*hr)	Fuzzy (kW*hr)	Fuzzy+PID (kW*hr)
1 ชั่วโมง	2.252	0.760	0.758	0.666
1 วัน	54.048	18.240	18.192	15.984
1 เดือน	1,621.440	547.200	545.760	479.520
1 ปี	19,457.280	6,566.400	6,549.120	5,754.240
ลดได้ (%)		66.252	66.341	70.426

ตารางที่ 4-2 ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์(บาท)ของแต่ละระบบกับระบบปลดความดัน

เวลา	จำนวน (ชิ้น)	ระบบเดิม (บาท)	PID (บาท)	Fuzzy (บาท)	Fuzzy+PID (บาท)
1 ชั่วโมง	138	11.260	3.800	3.790	3.330
1 วัน	1,104	90.080	30.400	30.320	26.640
1 เดือน	28,704	2,342.080	790.400	788.320	692.640
1 ปี	344,448	28,104.960	9,484.800	9,459.840	8,311.680
ลดได้ (บาท)			18,620.160	18,645.120	19,793.28

จากตารางที่ 4-2 เป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ จากทำงานคือการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง หยุดวันอาทิตย์ และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าคิดหน่วยละ 5 บาท/หน่วย จะเป็นการเปรียบเทียบการประหยัดเงินโดยเปรียบเทียบระบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีกับระบบเดิม ในส่วนระบบเดิมเมื่อคิดค่าใช้จ่ายต่อปีเป็นเงินจำนวน 28,104.960 บาท/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับระบบควบคุมแบบพีไอดีซึ่งจ่ายต่อปีเป็นเงินจำนวน 9,484.800 บาท/ปี ซึ่งลดได้ 18,620.160 บาท/ปี สามารถลดจากเดิมได้ถึง 66.252% ระบบควบคุมแบบฟัซซี่จ่ายต่อปีเป็นเงินจำนวน 9,459.840 บาท/ปี ลดได้ 18,645.120 บาท/ปี สามารถลดจากเดิมได้ถึง 66.341% และระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีจ่ายเป็นเงินต่อปีเท่ากับ 8,311.680 บาท/ปี ลดได้ 19,793.28 บาท/ปี ซึ่งจากการเปรียบเทียบจะสังเกตได้ว่า ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ร่วมกับพีไอดีสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ซึ่งสามารถลดจากเดิมได้ถึง 70.426% จากการเปรียบเทียบข้างต้นเป็นการเปรียบเทียบของระบบเดิม ซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันจึงนำมาเปรียบเทียบกับระบบควบคุมแบบไฟฟ้าคือ ระบบควบคุมแบบพีไอดี ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ และระบบควบคุมแบบฟัซซี่บวกพีไอดี ซึ่งในการพัฒนาในระบบควบคุมแบบไฟฟ้านั้นได้มีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อช่วยในการควบคุมระบบ อุปกรณ์เสริมในการควบคุมของระบบต่างๆมีดังนี้ เช่น เซอร์วัลดความดัน, อินเวอร์เตอร์ (Inverter), วงจรควบคุมวาล์ว บังคับทิศทาง 4/3 ปกติตำแหน่งกลางปิด, คอมพิวเตอร์ (Computer), การ์ดดีเอคิว (Card Data Acquisition : DAQ), พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Valve) รวมอุปกรณ์ทั้งหมดเป็นเงินจำนวน 83,550 บาท เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของระบบเดิมกับระบบการควบคุมแบบต่างๆ เช่น ระบบควบคุมด้วยพีไอดี ระบบควบคุมด้วยฟัซซี่ และระบบควบคุมด้วยฟัซซี่บวกพีไอดี