**บทที่4**

**ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง**

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงผลการทดสอบควบคุมระดับของเหลวในกระบวนการ 4 ถัง โดยใช้ PLCร่วมกับPID และใช้การเรียนรู้ของเครื่องเข้ามาตรวจจับการทำงานที่ผิดปกติของกระบวนการ โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 การเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง

4.2 การทดสอบการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้ระบบ PID

4.3 การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง

**4.1 การเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง**

การเริ่มในการทำงาน ทำการโดยการใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับ PLC และหน้าจอ HMI โดยใช้สาย LAN ผ่าน Siemens SCALANCE XB005 โดยจะมีหลอดไฟสีเขียวขึ้นเพื่อแสดงว่าว่าพร้อมใช้งาน และเตรียมน้ำในถังให้เรียบร้อย เตรียมความพร้อมสำหรับการทดลองกระบวนการและการทดสองกระบวนการแสดงดังภาพที่ 4-1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง ดังตารางที่ 4-1

ภาพที่ 4-1 โครงสร้างการต่ออุปกรณ์แต่ละส่วนเพื่อเตรียมการทดลอง

จากภาพที่ 4-1 โครงสร้างชิ้นงานจริงในการเตรียมการทดลอง โดยมีหน้าจอ HMI ให้ผู้ใช้งานได้ป้อนค่าระดับน้ำที่ต้องการ โดยระบบจะเติมน้ำจนถึงที่ต้องการ และรักษาระดับน้ำนั้นไว้

ภาพที่ 4-2 เปลี่ยนแปลงเซ็ตพอยต์

จากภาพที่ 4-2 เมื่อระดับน้ำถึงระดับที่ต้องการ ทำการเปลี่ยนแปลงค่าเซ็ตพอยต์ และสังเกตกราฟการเปลี่ยนแปลงของค่า SP, PV1, PV2, MV1, MV2 และบันทึกผลทุกๆ 1 วินาทีเป็นเวลา 10 นาที ต่อ 1 เซ็ตพอยต์ และเปลี่ยนเซ็ตพอยต์ไปยังค่าอื่นๆที่ 20% 50% 80% และบันทึกการเปลี่ยนแปลงในรูปในแบบไฟล์ CSV

ภาพที่ 4-3 การแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติ

จากภาพที่ 4-3 เป็นการแสดงผลผ่านทางหน้าจอ เอชเอ็มไอ ขึ้นแจ้งเตือนว่ากระบวนการควบคุมของเหลวเกิดความผิดปกติขึ้น

**ตารางที่ 4-1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง**

|  |  |
| --- | --- |
| CPU |  |
| RAM |  |
| Graphic |  |
| OS |  |
| องค์ประกอบในคอมพิวเตอร์ | ใช้ในการเชื่อมต่อ PLC |
| Software |  |

**ตารางที่ 4-2 คุณสมบัติของหน้าจอ HMI**

|  |  |
| --- | --- |
| รุ่น | PI3070i |
| Resolution | 800×480 TFT LCD, 16,000k colors |
| Power input | DC 24V |
| Display size | 7 inch |
| Software | PIStudio |
| Interface | RS232, RS422/RS485(2 in 1) |

**ตารางที่ 4-3 คุณสมบัติของ PLC Simens S7-1200, CPU 1212c DC 24V**

|  |  |
| --- | --- |
| รุ่น | SM00014 CPU 1212C DC/DC/DC  (6ES7212-1AE40-0XB0) |
| Input Type | Analogue, Digital |
| Output Type | Digital, Transistor |
| Dimensions | 100 x 90 x 75 mm |
| Voltage Category | 24 V dc |
| Programming Language Used | FBD, LAD, SCL |

**ตารางที่ 4-4 คุณสมบัติของ Siemens SCALANCE XB005, IP20 24VDC**

|  |  |
| --- | --- |
| รุ่น | XB005 |
| Terminal equipment | RJ45 |
| Number of electrical Port | 5 Port |
| Supply voltage | 24 VDC |
| Dimensions | 45 x 100 x 87 mm |
| Protection class | IP20 |

**ตารางที่ 4-5 คุณสมบัติของ S7-1200 Analog Module**

|  |  |
| --- | --- |
| รุ่น | SM1231 |
| Supply voltage | 24 VDC |
| Number of analog inputs | 8 Current or Voltage differential inputs |
| Dimensions | 45 x 100 x 75 mm |
| Protection class | IP20 |

**ตารางที่ 4-6 คุณสมบัติของ Water pump**

|  |  |
| --- | --- |
| Volt | 12V/24VDC |
| Pump shaft position | horizontal |
| Max Flow | 35L/min |
| Protection level | IP67 |
| Max Noise | 40dB |
| Size | 170x160mm |

**ตารางที่ 4-7 คุณสมบัติของ pressure transmitter**

|  |  |
| --- | --- |
| รุ่น | ES-P300 |
| Input | 24VDC |
| Output | 4-20mA |
| Signal Output | RS485 |
| Measuring range | 0-0.1 bar |
| Pressure connection | G 1/4 |

**4.2 การทดสอบการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้ระบบ PID**

ในการทดลองจะใช้ PLC ในการทำงาน โดยคำนวณผ่าน PID\_ โดยจะกำหนดอัตราการไหลเข้าของน้ำอยู่ที่

4.2.1 การทดลองเมื่อระดับน้ำเริ่มต้นอยู่ที่ 0% เซ็ตพอยต์ที่ 20%

ทดลองการเติมน้ำเข้าสู่ถังที่มีระดับน้ำเริ่มต้นที่ 0 และทำการเติมน้ำเข้าสู่ถัง โดยกำหนดที่ 20% และได้เก็บค่าระดับน้ำไว้เมื่อผ่านไปทุกๆ 1 วินาที ดังภาพที่ 4-2

ภาพที่ 4-2

**4.3 การทดสอบการควบคุมระดับน้ำในถังโดยใช้ระบบ PID**

การควบคุมระดับของเหลวในกระบวนการ 4 ถัง แบบจำลอง โดยใช้ระบบ PID นั้นจะทำการ ตั้งค่า Kp, Ki, Kd ให้เหมาะสมต่อการควบคุม

ตารางที่ 4-... ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ |  |
| Proportional gain (Kp) | 7.595362E-1 |
| Integral action time (Ti) | 5.605294 |
| Derivative action time (Td) | 1.17459 |
| Derivative delay coefficient (a) | 0.1 |
| Proportional action weighting (b) | 1.0 |
| Derivative action weighting (c) | 0.0 |
| Sampling time of PID algorithm | 3.000078E-1 |

จากภาพที่ 4- การทดลองกระบวนการควบคุมระดับของเหลวในกระบวนการ การทดลองป้อนค่า Kp,KI เข้า Controller แล้ว สังเกตค่าที่ทำให้ระบบสมดุล โดยกำหนด Setpoint อยู่ที่ 80% ผลที่ได้ จะยังมีค่า Undershoot อยู่ที่ .....% แต่ไม่มีค่า Overshoot ใช้ระยะเวลาการเข้าสู่ Setpoint จะอยู่ที่ 96 วินาทีดังภาพที่ 4-16

**4.3 การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง**

การใช้การเรียนรู้ของเครื่องเข้ามาช่วยตรวจสอบความผิดปกติของกระบวนการควบคุมของเหลว เริ่มโดยการเก็บค่า SP, PV1, PV2, MV1, MV2 เข้าในไฟล์ CSV และให้ Pythoninterface เรียนรู้โดยวิธีของ FNN เพื่อเรียนรู้ค่า Feature ของข้อมูล เพื่อให้โมเดลเรียนรู้และตรวจจับความผิดปกติของกระบวนการและแจ้งเตือนผ่านทางหน้าจอ HMI