การวิเคราะห์ดัชนีเพื่อทำนายการบำรุงรักษาสำหรับระบบ PLC ผ่าน SCADA

Analysis of Predictive Maintenance Index for PLC System through SCADA

วนิดา เครือคู่
สมชาย คำสัตย์
เพชร นันทิวัฒนา
วิชชากร เฮงศรีธวัช
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
E-mail: petch.na@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสร้างระบบ SCADA และระบบจัดการฐานข้อมูลด้วยซอฟแวร์ Microsoft SQL Server สำหรับตรวจสอบความแม่นยำในการทำงานของระบบ PLC ในสภาพอุณหภูมิโดยรอบสูง (Ambient Temperature) โดยวิธีการทดสอบระบบ PLC Mitsubishi รุ่น FX3S จำนวน 2 เครื่องให้ PLC1 มีสภาพอุณหภูมิปกติที่ผู้ผลิตแนะนำ เปรียบเทียบค่าเอาต์พุตที่โปรแกรมคำสั่งในรูปแบบความถี่ (สัญญาณพัลส์ Duty Cycle 50%) ในย่าน 10 เฮิร์ต ตามลำดับ ให้กับ PLC2 ขณะทำงานที่ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ตรวจสอบค่าอินพุตว่าตรงกับที่ PLC1 ส่งมาหรือไม่ นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อสรุปด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อกำหนดการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบแนวโน้มก่อนจะเกิดความผิดพลาดล่วงหน้าได้ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Wonderware Intouch ในการสร้างกราฟิกการทำงานจริงของระบบ PLC แสดงค่าพารามามิเตอร์ ดัชนี และแสดงกราฟการทำงานแบบเรียลไทม์ ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร OPC ด้วยซอฟแวร์ KepwareEX เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คือ PLC Mitsubishi FX3S จำนวน 2 เครื่อง และบอร์ด Arduino UNO เป็นอนาลอกอินพุตรับค่าอุณหภูมิ และความชื้นจากเซนเซอร์ส่งมาที่ระบบ SCADA นำข้อมูลจากการทดสอบทั้ง 4 ครั้ง ครั้งละ 10 นาทีมาคำนวณใน Microsoft Excel ผลจากการวิเคราะห์พบว่า อุณหภูมิ และโปรแกรมคำสั่งที่ดาวน์โหลดให้ระบบ PLC (ความถี่) มีผลต่อความแม่นยำในการทำงานอย่างเห็นได้ชัด ดังนี้ ช่วงอุณหภูมิโดยรอบการติดตั้งระบบ PLC ที่ 30 - 40 องศาเซลเซียส ระบบ PLC มีแนวโน้มการทำงานผิดพลาดตั้งแต่ 22% - 38% ช่วงอุณหภูมิ 40 - 50 องศาเซลเซียส ทำงานผิดพลาดตั้งแต่ 29% - 51% และช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส ทำงานผิดพลาดตั้งแต่ 29% - 58% จากการทำสอบที่ความถี่ 10, 20, 30 และ 40 เฮิร์ต พบว่าความถี่ต่ำที่สุดในการทดสอบมีค่าการทำงานผิดพลาด (Error) ต่ำกว่าความถี่ทั้งหมดที่ทดสอบ

คำสำคัญ: พีแอลซี, ระบบสกาดา, โปรโตคอลมอดบัส, ทำนายการบำรุงรักษา

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 13 ประจำปี 2561 วันที่ 20 ธันวาคม 2561

ABSTRACT

This paper presents the SCADA and database managing system design using Microsoft SQL Server. The main objective is accuracy verification of PLC under high ambient temperature operation. Testing implementation with 2 unit of PLC Mitsubishi series FX3 S which PLC1 is setting up for normal operation recommended by manufacturing. Another one, PLC2 is operating under temperature control of 30, 40, 50 and 60 °C. In order to investigate how the ambient temperature impact on PLC, the output signal of PLCs with the same command in pulse rate of 10 Hz (50% duty cycle) are compared and analyzed. The OLE for process control (OPC) takes into the communication of the SCADA, PLCs and Arduino UNO interfaced with temperature sensor using the KepwareEX software. The results from 4 tests (10 min/test) demonstrate that temperature has a significant impact on the accuracy of PLC operation. The PLC systems tend to mis-operation from 22% to 38% errors of 30-40 °C ambient temperature. Also, the 29% to 51% errors occur at 40-50 °C and 29% to 58% errors at 50-60 °C. Finally, the minimum error occurs at a minimum frequency from all testing of 10, 20, 30 and 40 Hz.

KEYWORDS: PLC, SCADA, Protocol MODBUS, Predictive Maintenance

1. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

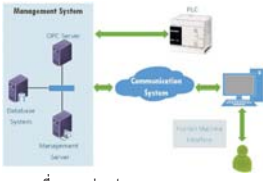
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานออกแบบ สร้างระบบ SCADA ระบบจัดการฐานข้อมูล ที่ได้จากการทดสอบการทำงานจริงของระบบ PLC ที่อุณหภูมิรอบการติดตั้งสูงกว่าผู้ผลิตกำหนด นำไปสู่การวิเคราะห์หาระดับการแจ้งเตือนเพื่อทำนายการบำรุงรักษาระบบ PLC ผ่าน SCADA ประกอบด้วย SCADA, โปรโตคอลมอดบัส, PLC และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.1 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) [1]

SCADA เป็นระบบการส่งข้อมูลในระยะไกลผ่านเครือข่ายเพื่อใช้การการตรวจสอบ เก็บข้อมูลและควบคุมกระบวนการผลิต สามารถแสดงผลสัญญาณจากตัววัดที่อยู่ในรูปแบบไฟฟ้า หรือพลังงานอื่นๆมาแปลงอยู่ในรูปข้อมูลที่เป็นตัวเลข เช่นแสดงผลบนจอภาพ เก็บข้อมูลไว้เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ

1.1.1 ส่วนประกอบของระบบ SCADA [2]

ระบบ SCADA ประกอบไปด้วยระบบย่อยหลายระบบเชื่อมต่อและทำงานร่วมกันดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบของระบบ SCADA

โครงสร้างด้านการสื่อสาร (Communications) การสื่อสารระหว่าง Client/Server จะสื่อสารผ่านโปรโตคอลโดย Client จะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ภายใน Server ที่บริการข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามผู้ผลิตซึ่งในบทความนี้ใช้ PLC มีมาตรฐานการสื่อสาร คือ Modbus มาตรฐาน RS-485

ในการพัฒนาระบบ SCADA มีรูปแบบมาตรฐานการรับส่งข้อมูลเพื่อให้ SCADA กับ PLC ต่างยี่ห้อต้องใช้ซอฟแวร์กลางคือ OPC (OLE for Process Control) โดยจะรวมโปรโตคอลของ PLC ที่หลากหลายให้ติดต่อสื่อสารกันได้ สามารถแสดงบนกราฟิกที่ใช้ควบคุมเหมือนกับโรงงานจริงมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีการสร้างให้สามารถติดต่อได้ผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity), DDE (Dynamic Data Exchange) เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น Microsoft SQL, Microsoft Excel

1.1.2 การแจ้งเตือนของระบบ SCADA [3]

การแจ้งเตือน (Alarm) เมื่อเกิดข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ระบบ SCADA ต้องมีการแจ้งเตือนให้ผู้ที่รับผิดชอบระบบ รับทราบและแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที รวมไปถึงการแจ้งเตือนในกรณีที่มีความเสี่ยงต่อการทำให้ระบบเสียหายอีกด้วย

1.2 โปรโตคอลมอดบัส (Protocol MODBUS) [4]

โปรโตคอลมอดบัส เป็นโปรโตคอลเพื่อสื่อสารข้อมูลอินพุต เอาต์พุต และรีจิสเตอร์ภายใน PLC โปรโตคอลมอดบัสเป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ข่าย (Master) เครื่องเดียว ไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย (Slave) ได้หลายๆ เครื่องโดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) โปรโตคอลมอดบัสที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐานสอง จะเรียก MODBUS RTU ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จะเลือกใช้โหมดใดก็ได้แต่มีเงื่อนไขว่าอุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อร่วมกันอยู่ในบัสหรือเครือข่ายเดียวกันจะต้องตั้งให้เลือกใช้โหมดเดียวกันทั้งหมด

1.3 PLC (Programmable Logic Controller) [5]

PLC เป็นเครื่องมือที่ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ การควบคุมขบวนการผลิตอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทจะมีการควบคุมแบบซีเควันซ์ (Sequence Control) [6] เนื่องจาก PLC ทำงานตามโปรแกรมที่ถูกป้อนไว้ก่อนในหน่วยความจำ ทำให้ PLC มีความอ่อนตัว สามารถ

นำไปใช้ควบคุมงานได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับผู้ใช้พัฒนาโปรแกรมที่ต้องการควบคุมตามลักษณะงานไม่ควรติดตั้ง PLC ในสภาพที่ มีแสงแดดส่องโดยตรง มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60° C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน

1.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของ PLC

PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูลและหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับพีแอลซีขนาดเล็ก

- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)หน่วยประมวลผลประกอบด้วยระบบไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) จะทำหน้าที่ในการประมวลผลทางลอจิก ทางคณิตศาสตร์ การจัดการข้อมูลและควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยรับข้อมูลอินพุตเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory Unit) CPU จะทำการประมวลผลโปรแกรมตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป และส่งผลนั้นไปสั่งให้อุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกทำงาน

- ภาคอินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปเพื่อทำการประมวลผลสัญญาณอินพุตต่างๆ ที่เข้ามา

- หน่วยเอาต์พุต ภาคเอาต์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาต์พุตทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ ส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ [7]

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการทำงานจริงของระบบ PLC โดยใช้วิธีการหาข้อสรุปทางสถิติ คือ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เพื่อหาค่าตัวแทนของการทดสอบ ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย และวัดการกระจายของข้อมูลแบบ ความแปรปรวนและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Variance and Standard deviation) ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ความหมายดีที่สุด

สูตรค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X}{N} \quad (1)$$

สูตรความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (X - \overline{X})^2}{N-1} \quad (2)$$

สูตรความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (X - \overline{X})^2}{N-1}} \quad (3)$$

เมื่อ X_i แทนค่ากลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

N แทนจำนวนข้อมูล

S แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

S^2 แทนความแปรปรวนของตัวอย่าง

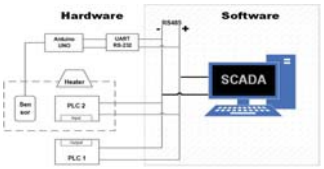
2. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์ดัชนีเพื่อทำนายการบำรุงรักษาระบบ PLC ผ่าน SCADA ได้ร่วมดำเนินงานกับโครงงานสหกิจศึกษาหัวข้อ “การวิเคราะห์อุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพของ PLC” เพื่อรับข้อมูลโปรโตคอลมอดบัส สำหรับตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ส่งมาจากแบบจำลองการทำงานจริงของระบบ PLC จึงแบ่งโครงสร้างการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนดังแสดงไว้ในภาพที่ 2 แต่ละส่วนมีการดำเนินงานดังนี้

ส่วนที่ 1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะทำการสร้างเครือข่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองการทำงานจริงของระบบ PLC เพื่อส่งค่าดัชนี คืออุณหภูมิและพารามิเตอร์ต่างๆมาที่ SCADA ประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อดังแสดงในภาพที่ 2 มีดังต่อไปนี้

- PLC Mitsubishi รุ่น FX3S จำนวน 2 เครื่องมีการสื่อสารผ่านทาง RS-485
- บอร์ด Arduino Uno ทำหน้าที่เป็นอนาลอกอินพุต รับส่งค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นจากเซนเซอร์ที่สื่อสารผ่าน RS-232 แปลงเป็น RS-485

ส่วนที่ 2 ซอฟแวร์ (Software) ในส่วนของซอฟแวร์จะสร้างระบบ SCADA สำหรับแสดงผล ตรวจสอบและเก็บค่าดัชนีรวมถึงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มการทำงานของระบบ PLC ที่อุณหภูมิสูงขึ้นว่าส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ PLC อยู่ในช่วงใด เพื่อนำไปสู่การทำนายผ่านระบบ SCADA แสดงดังขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งการดำเนินงานจะเน้นอธิบายในส่วนของซอฟแวร์เป็นหลัก



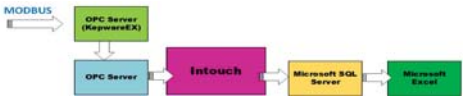
ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบโครงสร้างการดำเนินงานระหว่างส่วนฮาร์ดแวร์ กับซอฟแวร์

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานจะมีการออกแบบและสร้างระบบ SCADA สร้างระบบจัดการฐานข้อมูลทำการทดสอบการทำงานจริงของระบบ PLC ส่งออกฐานข้อมูลจากจากซอฟแวร์ Microsoft SQL Server ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติในซอฟแวร์ Microsoft Excel แล้วจึงกำหนดขอบเขตสัญญาณแจ้งเตือน ในระบบ SCADA และสุดท้ายจึงทำการทดสอบระบบอีกครั้ง

2.1 การสร้างระบบ SCADA โดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch ต้องเชื่อมต่อผ่าน OPC server ด้วยซอฟแวร์ชื่อ KepwareEX เพื่อรับข้อมูลอนุกรมมอดบัส จากแบบจำลองการทำงานจริงของระบบ PLC

2.2 การกำหนดคอนฟิกูเรชั่น มีขั้นตอนหลักๆดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงลำดับการคอนฟิกกูชั่นซอฟแวร์สร้างระบบ SCADA ผ่านโปรโตคอลมอดบัส

(1) กำหนดค่าพารามิเตอร์หรือ Tag ให้กับอุปกรณ์ PLC Mitsubishi รุ่น FX3S และบอร์ด Arduino มีการควบคุมผ่านระบบการสื่อสารแบบ Ethernet ที่จะนำไปแสดงผลด้วยกราฟิก โดยใช้ KepwareEX เลือกไดร์เวอร์ของอุปกรณ์เป็น MODBUS RTU serial ทำการสร้าง Tag ตั้งค่าอันดับ ตำแหน่งแอดเดรสที่ใช้งาน ชนิดของพารามิเตอร์ให้ตรงกับตำแหน่งอินพุต หรือเอาต์พุตของ PLC ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางค่าพารามิเตอร์ที่สื่อสารโปรโตคอลมอดบัส

Chanel	Node	ชื่อ Tag	คำอธิบาย	ID	ลำดับคำสั่ง	ตำแหน่งแอดเดรส
1	PLC1	D100	ค่าเอาต์พุตของ PLC1	1	03	300101
		Freq.	ค่าความถี่	1	03	300103
	PLC2	D101	ค่าเอาต์พุตของ PLC2	2	03	300102
	Arduino	Temp1	ค่าอุณหภูมิ (°C)	3	04	300001
		Humidity	ค่าความชื้น	3	04	300002

(2) โปรแกรม Wonderware Intouch ทำงานร่วมกับซอฟแวร์ System Management Console (SMC) เป็นการจัดการ Tag เพื่อเลือกเชื่อมต่อของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับ จัดเก็บค่าการทำงานจริงจาก PLC และ Arduino

(3) สร้างกราฟิกแสดงระบบจำลองการทำงานจริงของ PLC แสดงดังภาพที่ 6 เพื่อตรวจสอบพารามิเตอร์ที่กำหนด โดย SCADA Server จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base)

(4) การติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกของซอฟแวร์ SCADA ต้องผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity) เลือกฐานข้อมูล ตารางเซิร์ฟเวอร์ ใน SQL โดยการเขียนฟังก์ชันสคริปส่งพารามิเตอร์ทุก 1 วินาที

(5) ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ PLC 2 ด้วยวิธีการตรวจสอบการรับคำสั่งในรูปแบบความถี่เพิ่มขึ้น10 เฮิร์ต ภายในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา10 นาที จากนั้นใช้เครื่องเป่าลมร้อน (Heater) เพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเพิ่มความถี่เป็น 20, 30 และ 40 เฮิร์ต ทำการทดสอบลักษณะเดียวกับที่ความถี่ 10 เฮิร์ต แสดงการการทดสอบประสิทธิภาพของ PLC ดังภาพที่ 5 ในขณะเดียวกัน SCADA เก็บค่าการทดสอบทุกๆ 1 วินาที ได้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการทำงานของ PLC ได้อย่างสมบูรณ์

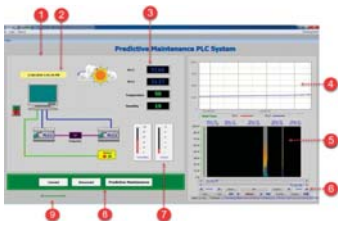
ภาพที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ PLC ภายในอุณหภูมิสูง

3. ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบ SCADA สำหรับรับข้อมูลโปรโตคอลมอดบัส สร้างฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บค่าดัชนี ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบ และวิเคราะห์ดัชนีเพื่อเพื่อทำนายการบำรุงรักษาระบบ PLC ผ่าน SCADA ได้จัดลำดับผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.1 ผลการออกแบบและสร้างระบบ SCADA สำหรับรับข้อมูลโปรโตคอลมอดบัส

การออกแบบและสร้างระบบ SCADA สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ต้องคอนฟิกูเรชั่นซอฟต์แวร์ทั้ง 5 โปรแกรมเพื่อให้ได้ระบบ SCADA ที่มีความสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงกราฟิกระบบ SCADA ขณะติดต่อกับ PLC Mitsubishi FX3S รับค่าแบบเรียลไทม์

ส่วนที่ 1 แสดงการทำงานจริงในการทดสอบการทำงานของระบบ PLC

ส่วนที่ 2 แสดงเวลาขณะทดสอบ

ส่วนที่ 3 ส่วนแสดงค่าเอาต์พุตของ PLC1 ค่าอินพุตของ PLC2 ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น

ส่วนที่ 4 แสดงกราฟการทำงานของ PLC แบบเรียลไทม์
ส่วนที่ 5 แสดงกราฟการทำงานของ PLC ที่ผ่านมา
ส่วนที่ 6 รูปแบบการเรียกดูกราฟการทำงานของ PLC ที่ผ่านมา
ส่วนที่ 7 มิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น
ส่วนที่ 8 ปุ่มเปิด/ปิดการเชื่อมต่อข้อมูลไปเก็บไว้ใน Microsoft SQL Server
ส่วนที่ 9 แสดงถานะการเชื่อมต่อไปยังระบบจัดการฐานข้อมูล

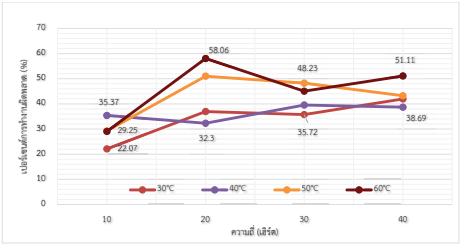
3.2 ผลการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลนำมาแสดงในซอฟแวร์ Microsoft Excel

การสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าดัชนี และพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบการทำงานจริงของระบบ PLC ให้แสดงผลด้วยซอฟแวร์ Microsoft Excel เรียงลำดับอุณหภูมิโดยรอบตั้งแต่ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ดังในภาพที่ 7

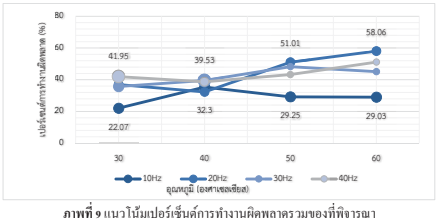
ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างผลการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลด้วยซอฟแวร์ Microsoft SQL Server และนำเสนอข้อมูลจากภายนอกมาแสดงในซอฟแวร์ Microsoft Excel

3.3 ผลการวิเคราะห์การทำงานผิดพลาดของระบบ PLC โดยพิจารณาความถี่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการทำงานจริงของระบบ PLC ณ เวลาที่ PLC1 ส่งสัญญาณความถี่ให้ PLC2 ค่าอินพุตของ PLC2 ต้องเท่ากับค่าเอาต์พุตของ PLC1 แต่จากการทดสอบไม่เป็นเช่นนั้น จึงแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานผิดพลาด (Percent Error) ที่ความถี่ 10, 20, 30 และ 40 เฮิร์ต ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9



ภาพที่ 8 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์การทำงานผิดพลาดรวมของที่พิจารณา อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 แนวโน้มเปอร์เซ็นต์การทำงานผิดพลาดรวมของที่พิจารณา ความถี่ 10, 20, 30 และ 40 เฮิร์ต

4. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบ PLC เป็นอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการควบคุมอัตโนมัติ จำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำสูง จึงนำคุณสมบัติของระบบ SCADA มาใช้ในการตรวจสอบและทำนายการบำรุงรักษาระบบ PLC จากการสร้างระบบ SCADA สำหรับ แสดงผลค่าพารามิเตอร์ กราฟิกแอนิเมชั่นการทำงาน และสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าพารามิเตอร์แบบ Real-time ต้องใช้ซอฟต์แวร์ระบบทั้งหมด 5 ซอฟต์แวร์คือ KepwareEX, System Management Console, Wonderware Intouch, Microsoft SQL Server และ ODBC ระบบที่สร้างสามารถนำมาใช้งานเก็บข้อมูลการทดสอบ PLC ได้ตามวัตถุประสงค์

สรุปผลการวิเคราะห์

จากการทดสอบทดสอบ PLC Mitsubishi รุ่น FX3S พบว่าอุณหภูมิ และโปรแกรมคำสั่งที่ดาวน์โหลดให้ระบบ PLC มีผลต่อความแม่นยำในการทำงานอย่างเห็นได้ชัด ดังนี้

อุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นยิ่งส่งผลต่อการทำงานผิดพลาดดังนี้

- ช่วงอุณหภูมิโดยรอบการติดตั้งระบบ PLC ที่ 30 - 40 องศาเซลเซียส ระบบ PLC มีแนวโน้มการทำงานผิดพลาดตั้งแต่ 22% - 38%
- ช่วงอุณหภูมิ 40 - 50 องศาเซลเซียส ระบบ PLC มีแนวโน้มการทำงานผิดพลาดตั้งแต่29% - 51%
- ช่วงอุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส ระบบ PLC มีแนวโน้มการทำงานผิดพลาดตั้งแต่ 29% - 58% จากการทำสอบที่ความถี่ 10, 20, 30, 40 และ 50 เฮิร์ต

ความถี่ จากที่ได้ทำการทดสอบความถี่ 10 เฮิร์ต คือความถี่ต่ำที่สุดในการทดสอบมีค่าการทำงานผิดพลาด (Error) ต่ำกว่าความถี่ทั้งหมดที่ทดสอบ

สรุปการทำนายการบำรุงรักษาระบบ PLC ผ่าน ระบบ SCADA

ในการทำนายการบำรุงรักษาระบบ SCADA จะนำค่าจากการค่าเฉลี่ยการทำงานผิดพลาดของระบบ PLC ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน มาประเมินควบคู่กับจำนวนครั้งการทำงานผิดพลาด เพื่อออกแบบแจ้งเตือน ให้ผู้ใช้ได้ทราบแนวโน้มการทำงานของระบบ PLC

5. เอกสารอ้างอิง

รศ. สุเชียร เกียรติสุนทร. 2558. **ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม พีแอลซีกับระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม**. สำนักพิมพ์, หน้า 88-100.

คอร์ด สุทิม .2555. **การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลแบบเวลาจริงสำหรับระบบ SCADA เพื่อใช้ในสถานีไฟฟ้าย่อย**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

กรวิษณ์ จั่นทอง .2553. **การพัฒนาเชื่อมต่อ OPC (OLE for Process Control) สำหรับระบบ SCADA ในไฟฟ้าสถานีย่อย**. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

นริศ เสริมปรุงสุข .2559. **โปรโตคอลมอดบัสการสื่อสารไร้สายระยะใกล้ด้วยแสงที่มองเห็น** มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยานิพนธ์

ภานุ วัชระนฤมล .2550. **การพัฒนาซอฟต์พีแอลซี สำหรับภาษา IL ตามมาตรฐาน IEC 61131-3**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

Damrong Jintasirikool **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER AND CONTROL 3120-210**. Rev.0 Rayong Technical Collage

รศ.ล้วน ลายยศ และ รศ.อังคณา ลายยศ. 2540. **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ สุวีริยา สาส์น, หน้า 52-115.