



ระบบ Human Machine Interface (HMI) สำหรับคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยใช้ Visual C# และ OPC Server

จิตพร เหล่าอิมจันทร์* และ วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ

Human Machine Interface (HMI) for Boiler Efficiency Calculation using Visual C# and OPC Server

Chittaporn Hlaoimchan* and Wudhichai Assawinchaichote

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
Department of Electronic and Telecommunication Engineering, Faculty of Engineer, KMUTT, Bangkok, 10140

* Corresponding author. E-mail address: tomrewriter@yahoo.com, wudhichai.asa@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การออกแบบระบบ Human Machine Interface (HMI) เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ โดยใช้ Programmable Logic Control (PLC) ควบคุมและรับค่าจากเครื่องมือวัด ใช้ Visual C# เขียนโปรแกรมแสดงผล คำนวณ และติดต่อกับ PLC ผ่านทาง OPC Server ค่าจากเครื่องมือวัดที่รับเข้ามาที่เวลาเดียวกัน ถูกนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ และแสดงผลแบบ Online ให้ผู้ปฏิบัติงานทราบทันที ทำให้ทราบสภาพปัจจุบันของหม้อไอน้ำ ง่ายต่อการวางแผนในการซ่อมบำรุง เพื่อให้หม้อไอน้ำทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิง

การทดลองรับส่งค่าระหว่าง HMI กับ PLC ผ่านทาง Port Ethernet ที่ Computer จะติดตั้งโปรแกรม OPC Server เพื่อสร้าง Tag ติดต่อกับ Address ของ PLC ใช้ Visual C# ที่ติดตั้ง Component COPC.DLL เขียนโปรแกรมรับส่งค่าจาก OPC Server นำค่า Digital/Analog input มาแสดงผลที่หน้าจอ และทดลองส่งค่าจาก HMI ออกไปที่ Digital/Analog output ของ PLC ส่วนการทดลองเพื่อคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ ค่า Input จะถูกป้อนเข้าไปที่ OPC Server เพื่อส่งค่าให้กับ HMI โดยมี Input บางส่วนที่ต้องกำหนดเองตามประเภทของหม้อไอน้ำ จากนั้นจะนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ และแสดงผลที่หน้าจอ HMI เมื่อค่า Input เปลี่ยนแปลง ค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ผลการทดลองพบว่า การเขียน HMI โดยใช้ Visual C# สามารถรับค่า Input เข้ามาคำนวณได้โดยไม่ต้องไปแก้ไขในโปรแกรม PLC ทำให้ไม่เปลืองหน่วยความจำของ PLC ค่า Input ที่นำมาคำนวณ เป็นค่าที่เวลาเดียวกัน ช่วยลดความผิดพลาดจากการให้ผู้ปฏิบัติงานเดินจุดค่าจากเครื่องมือวัดซึ่งทำให้เวลาไม่ตรงกัน จากเดิมที่คำนวณประสิทธิภาพนาน ๆ ครั้ง งานวิจัยนี้ทำให้ทราบค่าประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว และลดความผิดพลาดจากการคำนวณโดยผู้ปฏิบัติงาน HMI ที่เขียนด้วย Visual C# สามารถนำข้อมูลไปใช้ในรูปแบบอื่นๆ ได้อีก เช่น เก็บค่าไว้ใน Database เพื่อดูข้อมูลย้อนหลัง หรือให้แสดงผลผ่านทาง Website

คำสำคัญ: หม้อไอน้ำ ประสิทธิภาพ เครื่องมือวัด

Abstract

This article presents a design of Human Machine Interface (HMI) for computing the boiler efficiency using PLC such that it can control and obtain the measured values from the measurement tools. The program, display and calculation are based on Visual C# while contacting with PLC was made through OPC Server so that several PLC could be simultaneously contacted. All measured values obtaining from the measurement tools at the same time were calculated to identify the boiler efficiency. The results were displayed online to inform operators. As a result, this could show the current condition of the boiler so it was easy for maintenance which could maximize the boiler efficiency and reduce fuel cost.

To conduct a transmission test between HMI and PLC via port Ethernet, OPC Server is installed in a computer to create Tag connected to PLC Address. Visual C# installed in Component COPC.DLL writes a program that transmits the values from OPC Server and displays Digital/Analog input on screen. HMI is transmitted through PLC Digital/Analog output. To conduct a test of

the boiler efficiency calculation, the input value is transmitted through OPC Server to transfer the values to HMI. Some input is identified according to types of boilers. After that the boiler efficiency is calculated and displayed on HMI screen. When Input values change, efficiency values change accordingly.

The results show that using Visual C# to write HMI can receive Input value calculation without making any changes in PLC program. As a result, this can save PLC memory. Input values retrieved at the same time which is used for calculation can reduce errors caused by an operator who records values from measuring instrument. This study enables quick efficiency values and reduces calculating errors caused by an operator. HMI written by Visual C# can apply data in different formats. For instance, the values can be recorded in Database to enable retrieving previous information or to display the results via Website.

Keywords: HMI, Boiler, Visual C#, PLC

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้หม้อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย ปัญหาหม้อไอน้ำระเบิดได้สร้างความเสียหายต่อชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน และทรัพย์สินของโรงงานเป็นจำนวนมาก ตามกฎกระทรวงของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549) ได้มีการกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อไอน้ำ ให้ทำการตรวจสอบ และทดสอบเพื่อให้หม้อไอน้ำอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ถ้าชำรุดหรือใช้งานไม่ได้ ก็ให้ดำเนินการซ่อมบำรุง หรือยกเลิกการใช้งานก่อนที่จะเกิดความเสียหาย การคำนวณหาประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญเพื่อให้ทราบสถานะปัจจุบันของเครื่องจักร แต่การคำนวณโดยให้ผู้ปฏิบัติงานเดินจดค่าเครื่องมือวัดแต่ละตัว แล้วนำมาคำนวณ จะทำให้ค่าที่จดไม่ใช่ค่า ณ เวลาเดียวกัน ส่งผลให้การคำนวณคลาดเคลื่อนไปด้วย

Human Machine Interface (HMI) คือระบบที่ใช้แสดงผล บอกรายงาน การทำงานของเครื่องจักร ผ่านทางหน้าจอ Computer หรือ Touchscreen โดยมี Programmable Logic Control (PLC) ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร แล้วส่งค่าสัญญาณต่าง ๆ มาแสดงผลที่ HMI ในอดีตได้มีการนำระบบ HMI มาใช้โดย Erwin, Francis, and Ofosu (2014) ทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมอยู่ภายในห้องโดยไม่ต้องเข้าไปใกล้เครื่องจักร ช่วยลดความเสี่ยงและอันตรายจากเครื่องจักร แต่ Software HMI ซึ่งเป็น Software เฉพาะทาง ยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง การนำค่า Input เข้ามาคำนวณ ต้องเข้าไปแก้ไขโปรแกรมใน PLC หรือ HMI ด้วย

นอกจากนั้น การนำ HMI ไปต่อกับ PLC โดยตรงหรือติดต่อผ่านทาง Serial port ยังทำได้ยาก เนื่องจากปัจจุบัน PLC มีการเชื่อมโยงเป็นระบบ Network ผ่านทาง Port Ethernet จึงจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถเชื่อมโยงกับ PLC ได้หลายตัวผ่านทาง OPC Server โดยนำสัญญาณจาก PLC เข้ามาเก็บไว้ที่ OPC Server แล้วแจกจ่ายให้กับ Computer ในอดีต Li and Sun (2011) ได้นำ OPC Server มาใช้ สามารถติดต่อกับ PLC โดยไม่ทำให้สัญญาณขาด ๆ หาย ๆ

จากงานวิจัยในอดีต สามารถนำระบบ HMI มาแสดงสถานะเครื่องจักร และค่าจากเครื่องมือวัด โดยติดต่อกับ PLC ผ่านทาง Port Ethernet งานวิจัยนี้จะเปลี่ยนจากโปรแกรม WinCC มาใช้ Visual C# ในการเขียน HMI เพื่อให้สามารถคำนวณได้หลากหลายมากขึ้น โดยที่ไม่ต้องเข้าไปแก้ไขโปรแกรมใน PLC และ OPC Server ยังสามารถนำมาใช้เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC และ HMI เพื่อให้สามารถติดต่อกับ PLC ได้หลายยี่ห้อ และ Simulate ค่า Input ส่งไปให้ HMI คำนวณ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเขียนโปรแกรม HMI โดยใช้ Visual C# ติดต่อกับ PLC ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และรับสัญญาณจาก PLC นำมาแสดงผลที่หน้าจอ นำค่า Input จาก PLC มาคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ และแสดงผลให้ทราบแบบ Online

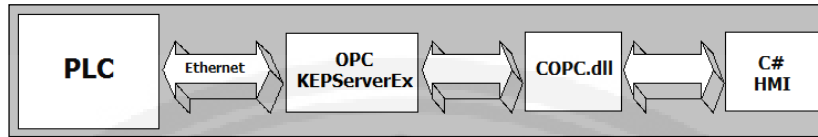
วิธีการศึกษาและวัสดุอุปกรณ์

การเขียนโปรแกรม HMI ติดต่อกับ PLC มีรูปแบบดังรูปที่ 1 โดย Computer จะติดต่อ PLC ผ่านทาง Port



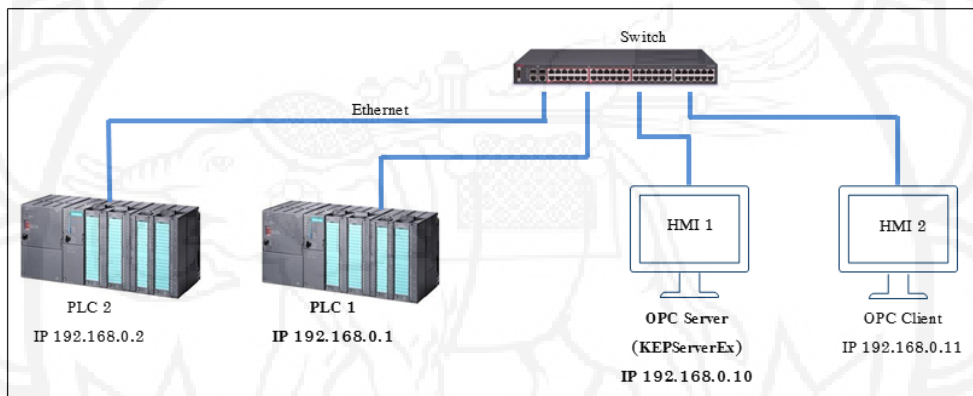
Ethernet ใช้โปรโตคอล TCP/IP ที่ Computer จะติดตั้งโปรแกรม OPC Server ชื่อว่า KEPServerEx เพื่อรับสัญญาณจาก PLC มาเก็บอยู่ในรูปของ Tag จากนั้นเขียน

HMI โดยใช้ Visual C# ที่ติดตั้ง Component COPC.DLL เพื่อรับค่าจาก OPC Server มาคำนวณ และแสดงผล



รูปที่ 1 รูปแบบการเขียนโปรแกรม HMI ติดต่อกับ PLC ผ่านทาง OPC Server

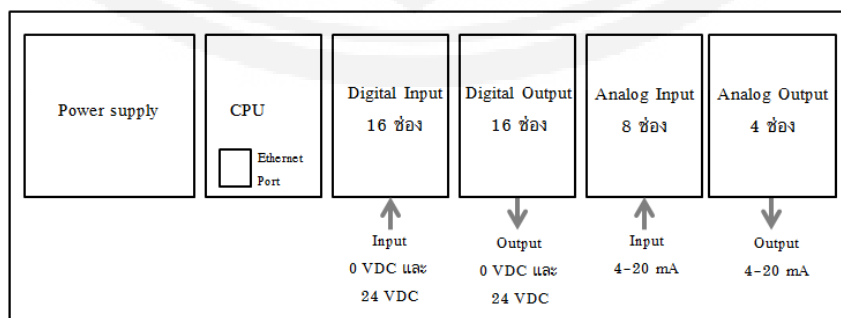
Hardware PLC ที่นำมาใช้เป็นของบริษัท Siemens เป็น 192.168.0.1 Computer Set IP เป็น รุ่น S7-300 ประกอบด้วย CPU 317-2 PN/DN 192.168.0.10 ติดต่อ Computer โดยใช้ Port Ethernet, Set IP Address



รูปที่ 2 Computer OPC Server ต่อกับ PLC ทาง Port Ethernet

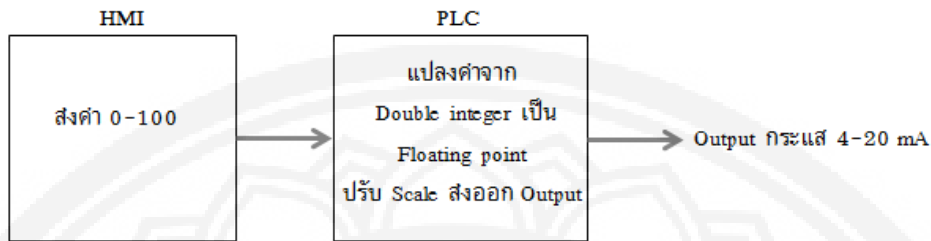
Input และ Output จะแบ่งเป็น 1. Analog รับส่งค่าการวัดต่างๆ สัญญาณจะอยู่ในรูปกระแสหรือแรงดัน เช่น 4-20 mA, 0-10 VDC เป็นต้น 2. Digital มี 2 สถานะคือ On/Off ใช้สำหรับเปิดปิด Valve, Start/Stop Motor หรือรับ Feedback เพื่อแสดงสถานะเครื่องจักร การวิจัยนี้จะใช้ Digital Input 16 ช่อง, Digital Output 16 ช่อง, Analog Input 8 ช่อง, Analog Output 4 ช่อง การส่ง

และรับค่าระหว่าง HMI และ PLC สามารถรับส่งค่าจาก PLC ได้โดยตรงโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมใน PLC ยกเว้นการส่งค่าไปที่ Analog output จะต้องเขียนโปรแกรมใน PLC เพื่อปรับ Scale และส่งออกทาง Output เป็นค่ากระแส 4-20 mA

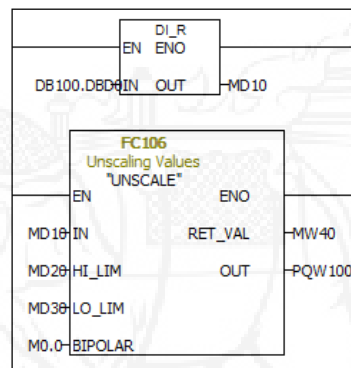


รูปที่ 3 สัญญาณที่รับเข้ามาทาง Input PLC และสัญญาณที่ส่งออกจาก Output PLC

รูปที่ 4 เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งค่าออกจาก Analog output ต้องทำการแปลงค่าจาก Double integer เป็น Floating-point จากนั้นจะนำค่าไปเข้า Function block FC106 (UNSCALE CONVERT) เพื่อปรับ scale แล้วส่งออกจาก Analog output เป็นค่ากระแส 4-20 mA

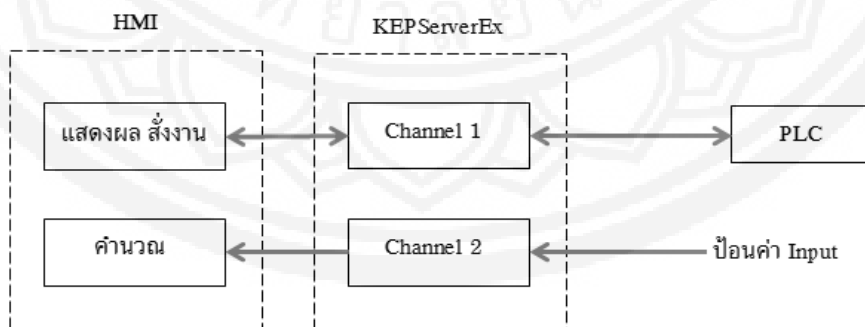


รูปที่ 4 การส่งค่าจาก HMI ไปที่ PLC เพื่อส่ง Output ออกเป็นกระแส 4-20 mA



รูปที่ 5 โปรแกรมใน PLC รับค่าจาก HMI ส่งออกทาง Analog Output ของ PLC

โปรแกรมที่ใช้เป็น OPC Server คือ KEPServerEX มีการสร้างไว้ 2 Channel คือ Channel ที่ 1 ใช้สำหรับทดสอบการติดต่อระหว่าง HMI และ PLC ภายใน Channel จะมี Tag ที่ Link ไปที่ Address PLC, Channel ที่ 2 ใช้ทดสอบการคำนวณ โดยสามารถกำหนดค่า Input เพื่อที่จะส่งให้ HMI ข้อดีของ OPC Server คือสามารถติดต่อกับ PLC ได้หลายรุ่นหลายยี่ห้อ และยังสามารถแจกจ่ายค่าสัญญาณให้กับ Computer ได้หลายเครื่อง



รูปที่ 6 KEPServerEx แบ่งเป็น 2 Channel เพื่อติดต่อกับ PLC และรับค่าเข้ามาคำนวณ

จากข้อมูลของ EDA International Ltd. (n.d.) ระบุว่า COPC.DLL เป็น Component ติดตั้งเพื่อให้ Visual C# สามารถติดต่อกับ OPC Server ใช้หน่วยความจำ

น้อย ทำให้ไม่เปลืองทรัพยากรระบบ กำหนดจำนวน Input/Output ได้ตามการใช้งานจริง ซึ่ง Software ที่ใช้เขียน HMI โดยทั่วไปจะจำกัดจำนวน Input/Output



การเขียนโปรแกรม Visual C# รับส่งค่าสัญญาณจาก PLC เริ่มแรกต้องประกาศใช้ cpcUnlimited, เรียกใช้ Class, กำหนดจำนวน Tag

```
using cpcUnlimited;
copc1 = new copcClass();
copc1.datChange += new_copc Class_dat Change
Event Handler(copc1_datChange);
copc1.tagAmount = 200;
```

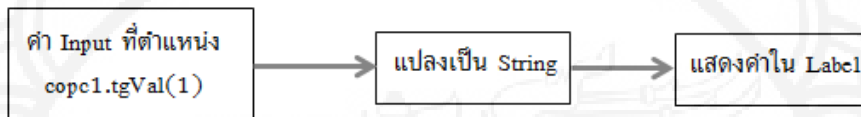
จากนั้นกำหนด OPC ที่ต้องการเชื่อมต่อ กำหนด Channel กำหนด TAG ดังตัวอย่างเป็นการติดต่อกับ

โปรแกรม KEPServer.KEPSEServerEx.V4, Channel ชื่อ Siemens.S7-300, TAG ชื่อ NALOG_INPUT มาเก็บไว้ใน copc1.tgVal (1)

```
copc1.svrName= "KEPware.KEPSEServerEx.V4";
copc1.setItm(1, "Siemens.S7-300.DIGITAL_
INPUT.ZI00");
```

การรับสัญญาณ Analog input และ Digital input จาก PLC จะกำหนดเหมือนกัน คือทำการแปลงให้อยู่ในรูป String แล้วนำมาแสดงใน label เป็นแบบข้อความ

```
label1.Text = copc1.tgVal(1).ToString();
```

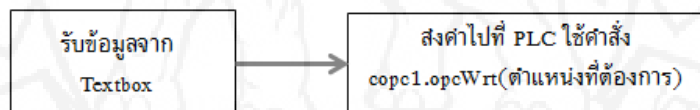


รูปที่ 7 การเขียนโปรแกรมรับค่าจาก Analog input และ Digital input ของ PLC ไปที่หน้าจอ HMI

การส่งสัญญาณไปออกที่ Analog output ทำได้โดยรับ ข้อมูลจาก Textbox จากนั้นจะส่งออกไปที่

copc1.opcWrt(ตำแหน่งที่ต้องการ) ซึ่งต้องมีการกำหนดไว้ก่อนว่าเชื่อมโยงกับ Tag ใน OPC Server ตัวไหน

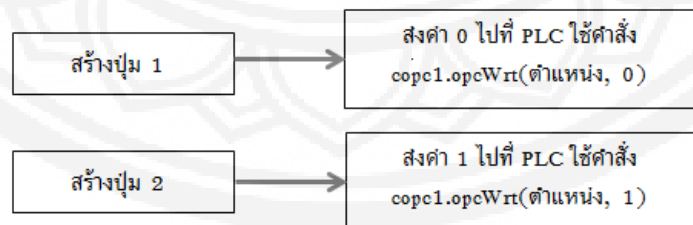
```
copc1.opcWrt(50, int.Parse(textBox24.Text));
```



รูปที่ 8 การเขียนโปรแกรมส่งค่าจากหน้าจอ HMI ไปออกที่ Analog output ของ PLC

การส่งสัญญาณ Digital output คือการ Write ค่า 1 หรือ 0 ไปที่ตำแหน่งที่ต้องการ

```
copc1.opcWrt(30, 0);
copc1.opcWrt(30, 1);
```

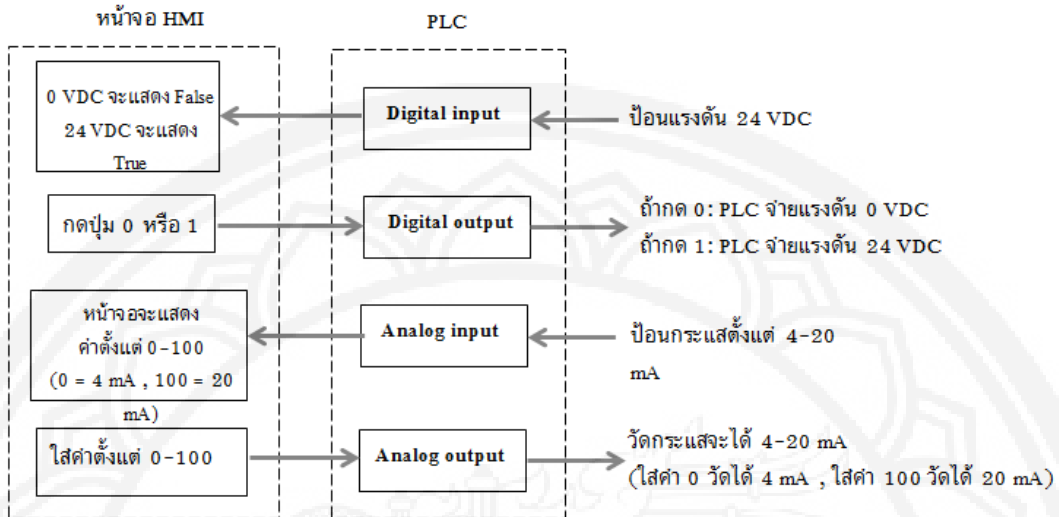


รูปที่ 9 การเขียนโปรแกรมส่งค่าจาก HMI ไปที่ Digital output ของ PLC

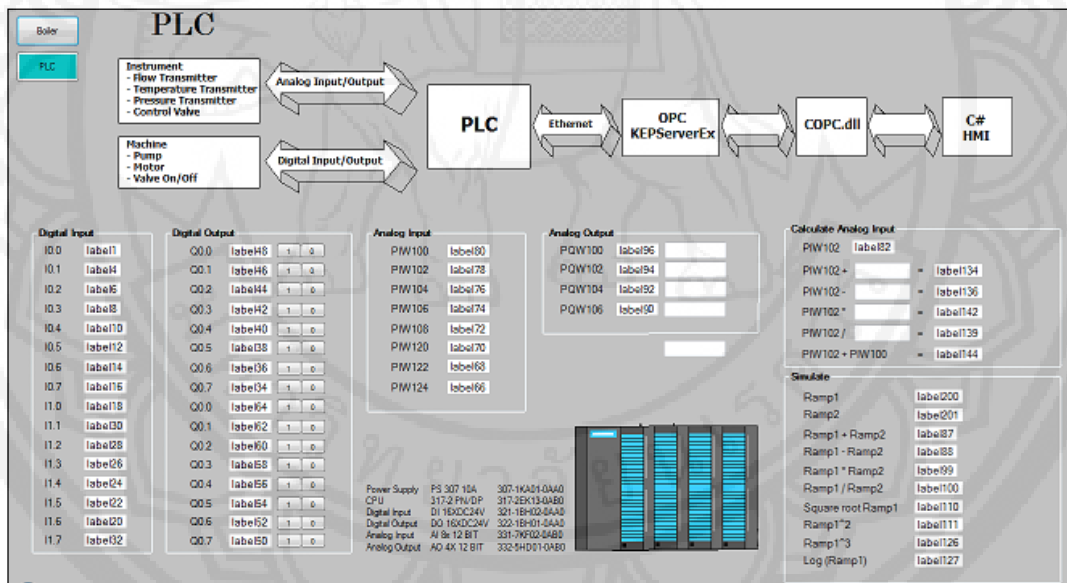
การเขียนหน้าจอแสดงผลติดต่อกับ PLC หน้าจอแสดงผลจะแสดงค่า Input/Output PLC เพื่อทดสอบการติดต่อสื่อสารกับ PLC แบ่งเป็น 1. Digital Input ทดสอบโดยจ่ายไฟ 24VDC เข้าที่ Digital Input PLC ที่

หน้าจอ HMI จะเปลี่ยนจาก False เป็น True 2. Digital Output เมื่อกดปุ่ม On ที่หน้าจอ HMI ไฟที่ Digital Output PLC จะติด วัดไฟได้ 24 VDC, กด Off ไฟที่ Digital Output PLC จะดับ วัดไฟได้ 0 VDC 3. Analog

Input จ่ายกระแสตั้งแต่ 4-20 mA เข้าไปที่ Analog Input PLC ที่หน้าจอ HMI จะแสดงค่าตั้งแต่ 0-100 4. Analog Output ใส่ค่าที่หน้าจอ HMI ตั้งแต่ 0-100 วัดกระแสที่ Analog Output PLC จะได้ค่าตั้งแต่ 4-20 mA

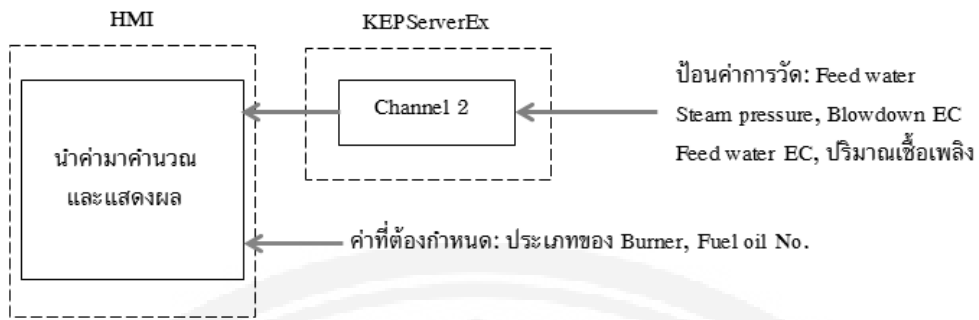


รูปที่ 10 การทดสอบรับส่งค่าระหว่าง HMI และ PLC



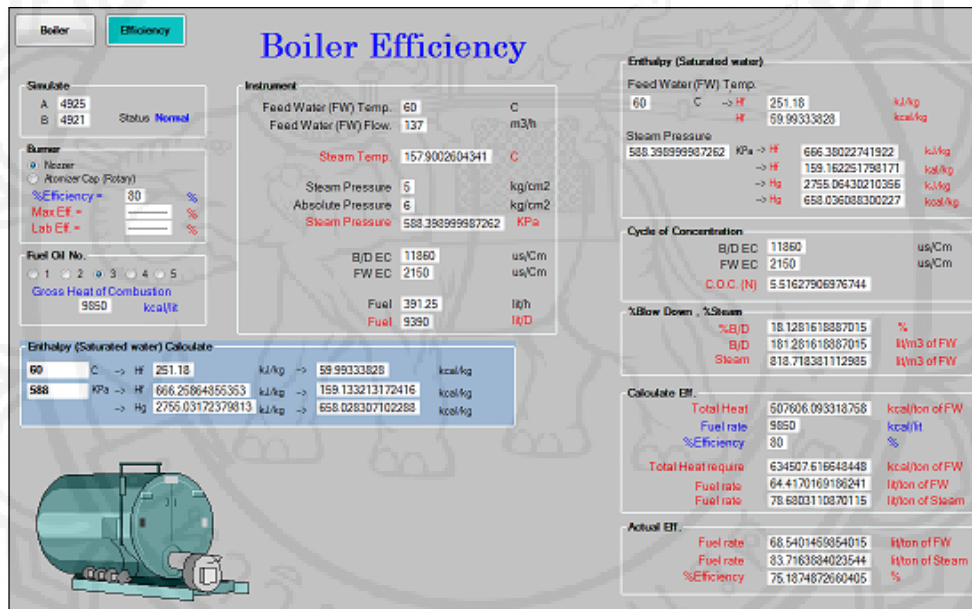
รูปที่ 11 หน้าจอทดสอบการรับส่งค่าระหว่าง PLC และ HMI

การเขียนหน้าจอคำนวณประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ ค่า Blowdown EC, ความนำไฟฟ้า Feed water EC, Input ที่รับเข้ามามีดังนี้ อุณหภูมิและอัตราการไหลของ ปริมาณเชื้อเพลิง ค่าที่ต้องกำหนดเองตามประเภทของ Feed water, ความดัน Steam pressure, ความนำไฟฟ้า หม้อไอน้ำคือ ประเภทของ Burner, Fuel oil No.



รูปที่ 12 การรับค่า Input เข้ามาคำนวณ จาก KEP Server Ex และค่าที่ต้องกำหนดเอง

หาค่า Enthalpy โดยนำค่า Steam pressure มาของ Klein and Alvarado (1995) แล้วนำค่าต่างๆมาเปลี่ยนเป็น Absolute pressure นำไปหาค่า Saturated คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตรของส่วนเทคโนโลยี liquid h_f และ Saturated vapor h_g จาก Steam table น้ำอุตสาหกรรม (2549)



รูปที่ 13 หน้าจอแสดงการคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ผลการศึกษา

หน้าจอก็จะแสดงผลเป็น 0-100 เมื่อปรับกระแส Input เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 4 mA ไปจนถึง 20 mA หน้าจอ HMI จะทดสอบการติดต่อระหว่าง HMI และ PLC โดยการ แสดงค่าตั้งแต่ 0-100 เมื่อนำไปบวก,ลบ,คูณ,หาร จำยกระแส 4-20 mA เข้าที่ PLC Address PIW102 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงไว้ในดังตารางที่ 1

Calculate Analog Input				
PIW102	50			
PIW102 +	100	=	150	
PIW102 -	100	=	-50	
PIW102 *	100	=	5000	
PIW102 /	100	=	0.5	

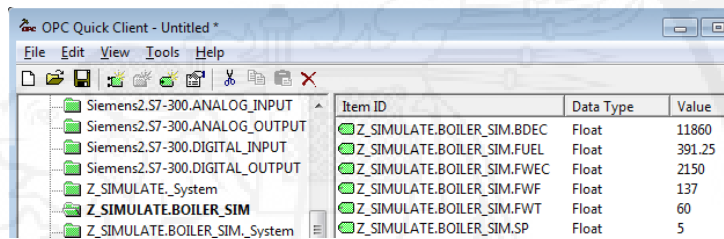
รูปที่ 14 หน้าจอแสดงการนำค่า Analog input มาคำนวณ

ตารางที่ 1 ค่า Analog input ที่ได้จากการคำนวณ

กระแส (mA)	HMI PIW102	PIW102 +100	PIW102 -100	PIW102 *100	PIW102 /100
4	0	100	-100	0	0
8	25	125	-75	2500	0.25
12	50	150	-50	5000	0.5
16	75	175	-25	7500	0.75
20	100	200	0	10000	1

ทดสอบการคำนวณประสิทธิภาพ โดยใช้ OPC Server Simulate กำหนดค่า Input ดังนี้ Feed water Temperature 60 °C, Steam pressure 5 kg/cm², ความนำไฟฟ้าของน้ำ Blowdown 11,860 µS/cm, ความนำ

ไฟฟ้าของ Feed water 2,150 µS/cm, อัตราการไหล Feed water 137 m³/h และปริมาณเชื้อเพลิง 9,390 lit ส่งเข้ามาที่ HMI ได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 75% ซึ่งเท่ากับการคำนวณโดยใช้สูตร



รูปที่ 15 การ Simulate จาก OPC Server

Actual Eff.		
Fuel rate	68.5401459854015	lit/ton of FW
Fuel rate	83.7163884023544	lit/ton of Steam
%Efficiency	75.1874872660405	%

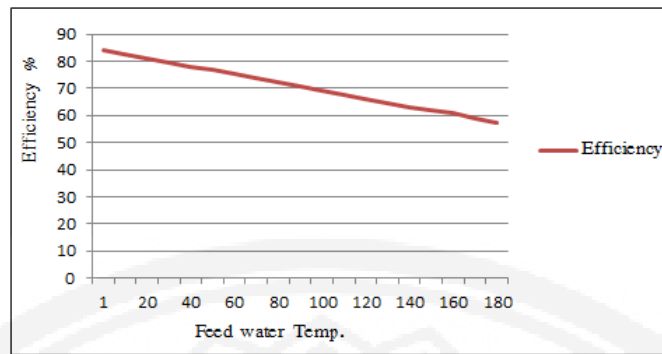
รูปที่ 16 หน้าจอแสดงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ทดลองเปลี่ยนค่าอุณหภูมิ Feed water โดยที่ค่าอื่น ๆ ยังคงที่ ค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงเมื่อ

Input เปลี่ยนแปลง โดยเมื่ออุณหภูมิลดลงประสิทธิภาพจะสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพจะลดลง

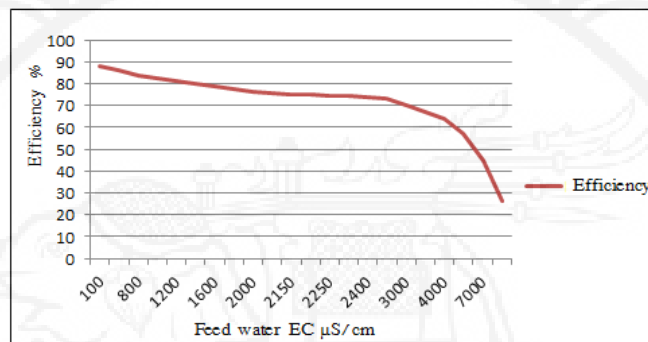
ตารางที่ 2 แสดงค่าอุณหภูมิ Feed water, Enthalpy และประสิทธิภาพ

FW Temp (°C)	Enthalpy FW Hf (kJ/kg)	Efficiency %
40	167.53	78.15
50	209.34	76.67
60	251.18	75.19
70	293.07	73.70
80	335.02	72.22



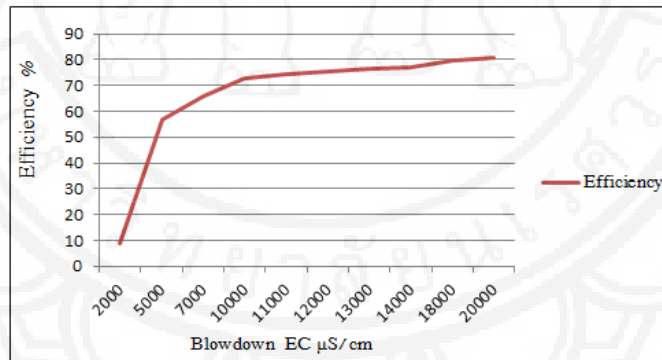
รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่าง Feed water Temp. ที่มีต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ทดลองเปลี่ยนค่า Feed water EC โดยที่ค่าอื่น ๆ ยังคงที่ ค่าประสิทธิภาพจะต่ำลงเมื่อค่า Feed water EC มากขึ้น



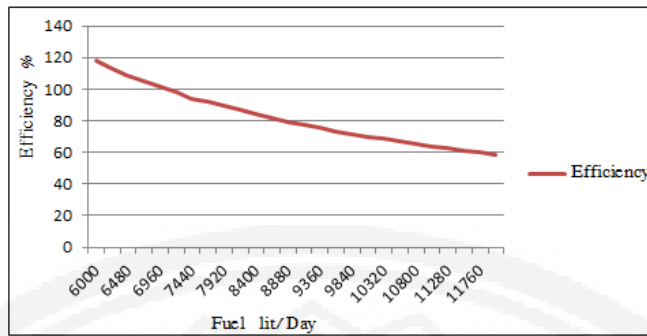
รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่าง Feed water EC ที่มีต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ทดลองเปลี่ยนค่า Blowdown EC โดยที่ค่าอื่น ๆ ยังคงที่ ค่าประสิทธิภาพจะสูงขึ้นเมื่อค่า Blowdown EC เพิ่มขึ้น



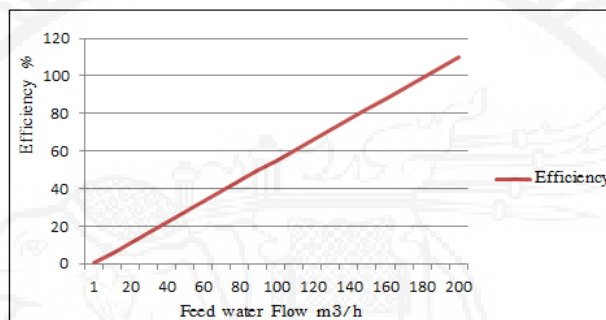
รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่าง Blowdown EC ที่มีต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ทดลองเปลี่ยนค่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยที่ค่าอื่น ๆ ยังคงที่ ค่าประสิทธิภาพจะต่ำลงเมื่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสูงขึ้น



รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิง ที่มีต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ทดลองเปลี่ยนค่าอัตราการไหลของ Feed water โดยที่ค่าอื่น ๆยังคงที่ ค่าประสิทธิภาพจะสูงขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของ Feed water ที่มีต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดสอบพบว่า HMI สามารถติดต่อกับ Digital input, Digital output, Analog input ได้โดยตรง ไม่ต้องเขียนโปรแกรมใน PLC เพิ่มเติม ยกเว้น Analog output ต้องเขียน Function block เพื่อรับค่า แล้วปรับ Scale ส่ง Output ออกเป็น 4-20 mA ค่า Analog input หรือค่าการวัดที่รับเข้ามาสามารถนำมาคำนวณได้

ทดสอบการคำนวณประสิทธิภาพ โดยป้อนค่าการวัดที่ OPC Server สามารถทดสอบรับส่งค่าจาก PLC และ Simulate ค่าการวัดได้พร้อมกัน และยังสามารถทดลองเปลี่ยนค่า Input ทำให้ทราบว่าค่า Input มีผลต่อประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำอย่างไร ตัวอย่างเช่น เมื่ออุณหภูมิ Feed water ลดลง โดยที่ค่า Input อื่น ๆคงที่ ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed water EC มากขึ้น ประสิทธิภาพจะต่ำลง เมื่อค่า Blowdown EC เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพจะสูงขึ้น เมื่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสูงขึ้น ประสิทธิภาพจะต่ำลง เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพจะสูงขึ้น

การนำ HMI ไปใช้กับ PLC รุ่นอื่น ทำได้โดยเปลี่ยนค่า Config ใน OPC Server ให้ตรงกับ PLC รุ่นนั้น ๆ ซึ่งไม่ต้องเข้าไปแก้ไขที่ HMI การติดต่อผ่านทาง Port Ethernet สามารถติดต่อผ่าน Protocol ได้หลายแบบ เช่น TCP/IP, Modbus, Device Net เป็นต้น

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การนำ HMI มาคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ แสดงผลแบบ Online ทำให้ทราบค่าประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว ค่า Input ที่นำมาคำนวณเป็นค่าที่เวลาเดียวกัน ช่วยลดความผิดพลาดจากการให้ผู้ปฏิบัติงานเดินจดค่าจากเครื่องมือวัดซึ่งทำให้เวลาไม่ตรงกัน และลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ จากเดิมที่คำนวณประสิทธิภาพวันละครั้ง หรือนาน ๆ ครั้ง งานวิจัยนี้ทำให้ทราบค่าประสิทธิภาพได้ตลอดเวลา สามารถวางแผนซ่อมบำรุงเมื่อประสิทธิภาพเริ่มต่ำลง ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิง HMI ที่เขียนด้วย Visual C# สามารถนำข้อมูลไปใช้ในรูปแบบอื่น ๆ ได้อีก



เช่น เก็บค่าไว้ใน Database เพื่อดูข้อมูลย้อนหลัง หรือให้
แสดงผลผ่านทาง Website

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้สำเร็จได้ ขอขอบคุณกำลังใจจากคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัว อีกทั้ง รศ.ดร.วุฒิชัย อัครวิชัยโชติ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยชี้แนะให้คำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). กฎกระทรวง เรื่อง กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อน้ำ หม้อต้มที่ใช้ของเหลวเป็นสื่อ นำความร้อน และภาชนะรับแรงดันในโรงงาน พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006). ลงวันที่ 21 มิถุนายน 2549, หน้าที่ 28-33, เล่มที่ 123 ตอนที่ 65 ก. [1]

ส่วนเทคโนโลยีน้ำอุตสาหกรรม. (2549). การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (Calculation of Boiler Efficiency) สำนักเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษ โรงงาน. สืบค้นจาก http://www.gmeinspector.com/private_folder/Bolier/CalculationofBoilerEfficiency.ppt [2]

Erwin, N., Francis, H., & Ofosu, R. A. (2014). Developing a Human Machine Interface (HMI) for Industrial Automated Systems using Siemens Simatic WinCC Flexible Advanced Software. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 5(2), 134-144.

EDA International Ltd. (n.d.). COPC32: SCADA with Trend View created by Visual Studio Express 2015. Retrieved from <http://www.eda.co.th/COPC.htm>

Klein, S. A., & Alvarado, F. L. (1995). *Property table and charts (SI units). The International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS)*. Retrieved from http://www.kostic.niu.edu/350/_350-posted/350Chengel7th/Appendix1Udated.pdf

Li, D., & Sun, R. (2011). Implement of Communication between Configuration Software and OPC Server Based on Modbus/TCP. In *The Tenth International Conference on Electronic Measurement & Instruments, ICEMI'2011* (pp. 218-221). Chengdu, China: IEEE.

Translated Thai Reference

Department of Industrial Works. (2006). *Ministerial regulation regarding the security measure on the Boiler using liquid as a heat conductor and pressure container in the plant B.E. 2549 (2006)* dated June 21, 2006, on the pages of 28-33, book No. 123 section 65 a. [in Thai] [1]

Industrial Water Technology Department. (2006). *Calculation of Boiler Efficiency, Bureau of Industrial Water Technology and Pollution Management*. Retrieved from http://www.gmeinspector.com/private_folder/Bolier/CalculationofBoilerEfficiency.ppt [in Thai] [2]