

การผสมผสานไอโอทีที่เกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับ
ระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อการเฝ้าระวังโดยใช้เทคโนโลยีเออาร์
INTEGRATING SIMATIC IPC127E IoT GATEWAY INTO
PLC-BASED PRODUCTION SYSTEM FOR MONITORING USING
AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

INTEGRATING SIMATIC IPC127E IoT GATEWAY INTO
PLC-BASED PRODUCTION SYSTEM FOR MONITORING USING
AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **SCHOOL OF ENGINEERING** อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น **KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG** ที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2020

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์


.....

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การผสมผสานไอโอทีที่เกตเวย์รุ่น SIMATICS IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบน
พื้นฐานพีแอลซีเพื่อการเฝ้าระวังโดยใช้เทคโนโลยีเออาร์

Thesis Tittle Integrating SIMATIC IPC127E IoT Gateway PLC-Based Production
System for Monitoring Using Augmented Reality Technology

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวลภัสสรดา จันทร์วิวัฒน์กุล รหัสนักศึกษา 60010877
นายสรวิศ ส่งแสง รหัสนักศึกษา 60011029
นางสาวสุนันทนา สมพงษ์ รหัสนักศึกษา 60011095

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2563
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. ชีร์วัฒน์ เทพมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา	ลายมือชื่อ
รศ. ดร. ชีร์วัฒน์ เทพมณี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การผสมผสานไอโอทีที่เกตเวย์รุ่น SIMATICs IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อการเฝ้าระวังโดยใช้เทคโนโลยีเออาร์		
นักศึกษา	นางสาวลภัสสรดา	จันทร์วิวัฒน์กุล	รหัสนักศึกษา 60010877
	นายสรวิศ	ส่งแสง	รหัสนักศึกษา 60011029
	นางสาวสุนันทนา	สมพงษ์	รหัสนักศึกษา 60011095
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. อีร์วัฒน์ เทพมณี		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการผสมผสานไอโอทีที่เกตเวย์รุ่น SIMATICs IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีสำหรับการแสดงผลแบบเรียลไทม์ของค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต สถานะการทำงานและข้อมูลการวินิจฉัยของอุปกรณ์ที่สำคัญ และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยีเออาร์ โดยใช้ระบบการผลิตซึ่งประกอบด้วยพีแอลซีรุ่น SIMATICs S7 – 1200 เซนเซอร์อินฟาเรดรุ่น GAODE E3 F-DS10C4 อินเวอร์เตอร์รุ่น SINAMICS V20 มอเตอร์ 3 เฟสรุ่น SUPER LINE ดิจิตอลมอเตอร์รุ่น Power Logic™ PM5300 และจอตช์สกรีนรุ่น GP-4402WW เป็นกรณีศึกษาเพื่อแสดงถึงความเป็นไปได้ของการผสมระบบที่นำเสนอ โดยมีการจำลองการผลิตสินค้า 3 ประเภทด้วยรูปแบบการหมุนของมอเตอร์ 3 แบบซึ่งถูกควบคุมด้วยพีแอลซี และการจำลองการผลิตสินค้าตามคำสั่ง 1 ชิ้นด้วยระยะเวลาการหมุนของมอเตอร์ 20 วินาที สำหรับการจำลองคุณภาพสินค้าจากการผลิตได้ติดตั้งงานหมุนเพิ่มที่เพลามอเตอร์ ซึ่งพื้นที่ของงานหมุนเคลือบด้วยสีดำ 12.5 % และสีขาว 87.5 % และใช้เซนเซอร์อินฟาเรดในการตรวจจับสีของงานหมุนในตำแหน่งหยุด ถ้าเอาต์พุตของเซนเซอร์มีลอจิกเป็น ‘1’ ซึ่งเป็นผลจากการตรวจจับ ‘สีขาว’ คุณภาพสินค้าถูกจำลองให้เป็น ‘ดี’ ในทางตรงกันข้าม ถ้าเอาต์พุตของเซนเซอร์มีลอจิกเป็น ‘0’ ซึ่งเป็นผลจากการตรวจจับ ‘สีดำ’ คุณภาพสินค้าถูกจำลองให้เป็น ‘ไม่ดี’ นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งดิจิตอลมอเตอร์เพื่อวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญของมอเตอร์ และค่าที่วัดได้ถูกส่งให้พีแอลซีเพื่อประมวลผลฟังก์ชันการวินิจฉัยของมอเตอร์ต่อไป และมีการใช้หน้าจอตช์สกรีนหรือเอชเอ็มไอเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบเพื่อตั้งค่าประเภทและจำนวนสินค้าตามคำสั่ง รวมไปถึงเพื่อแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ ในส่วนการส่งข้อมูลจากพีแอลซีไปยังแพลตฟอร์มระบบคลาวด์ Google Firebase ได้ทำการติดตั้งไอโอทีที่เกตเวย์ซึ่งประมวลผล Node-RED และในส่วนการแสดงผลละเอียดของเป้าหมายที่สนใจซึ่งถูกตรวจจับจากการใช้กล้องโทรศัพท์มือถือได้ทำการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือที่รองรับเทคโนโลยีเออาร์ด้วยโปรแกรม Unity, Vuforia Engine และ Microsoft Visual Studio 2017 โดยเป้าหมายที่ต้องการให้มีการแสดงผลในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ไม่เพียงแค่มอเตอร์แต่ก็ยังมีพีแอลซี

อินเวอร์เตอร์ และดิจิทัลมิเตอร์ซึ่งถูกติดตั้งในตู้ควบคุมอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้น แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่สร้างขึ้นยังมีฟังก์ชันที่รองรับให้ผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลความล้มเหลวของอุปกรณ์และวิธีการแก้ปัญหาด้วย Google Forms เพื่อบันทึกผลเป็นประวัติข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการบำรุงรักษา รวมไปถึงฟังก์ชันการทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ในระบบก่อนเริ่มการผลิต และได้ทำการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันที่สร้างขึ้นในระบบที่นำเสนอ ซึ่งผลการทดสอบยืนยันได้ว่าฟังก์ชันที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงกับความต้องการ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณนิพนธ์ฉบับนี้มีการแสดงผลการทดลองเพียงบางส่วน อันเนื่องมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19

คำสำคัญ: ไอโอทีเกตเวย์, เทคโนโลยีเออาร์, การเฝ้าระวัง, ระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ^{II} cite the document when use.

Thesis Title	Integrating SIMATIC IPC127E IoT Gateway PLC-Based Production System for Monitoring Using Augmented Reality Technology		
Students	Ms. Lapatrada Chanvivatkul	Student ID	60010877
	Mr. Soravit Songsang	Student ID	60011029
	Ms. Sunantana Sompong	Student ID	60011095
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Teerawat Thepmanee		
Academic Year	2020		

ABSTRACT

This thesis presents an integration of SIMATIC IPC127E IoT gateway into a programmable logic controller (PLC)-based production system for real-time monitoring of production progress, major device operating statuses and diagnostic data, and overall equipment effectiveness (OEE) by using augmented reality (AR) technology. In order to demonstrate the feasibility of the proposed integration, the production system consisting of a PLC modeled SIMATIC S7-1200, an infrared sensor modeled GAODE E3F-DS10C4, an inverter modeled SINAMICS V20, a 3-phase motor modeled SUPER LINE, a digital meter modeled Power Logic™ PM5300, and a touch screen modeled GP-4402WW is used as an illustrative case study. Three rotation patterns of the motor controlled by the PLC are emulated three types of the ordered products, while a time period of 20s for running the motor rotation is emulated one ordered product. In case of emulating final product quality, a cycle board coated with 12.5% of black color and 87.5% of white color is attached on the motor shaft. The infrared sensor is used for detecting the cycle board color when stopping the motor rotation. If the logic sensor output is '1' when detecting the 'white' cycle board, the final production quality is emulated as 'Good'. On the other hand, if the logic sensor output is '0' when detecting the 'black' cycle board, the final production quality is emulated as 'No Good'. In addition, the digital meter is installed to measure the major electrical parameters of the motor, and these measured values are sent to the PLC for further processing a motor diagnostic function. The touch screen is employed as a human machine interface (HMI) for setting the type and number of the ordered product as well as for locally monitoring the specified parameters. The IoT gateway running the Node-RED is

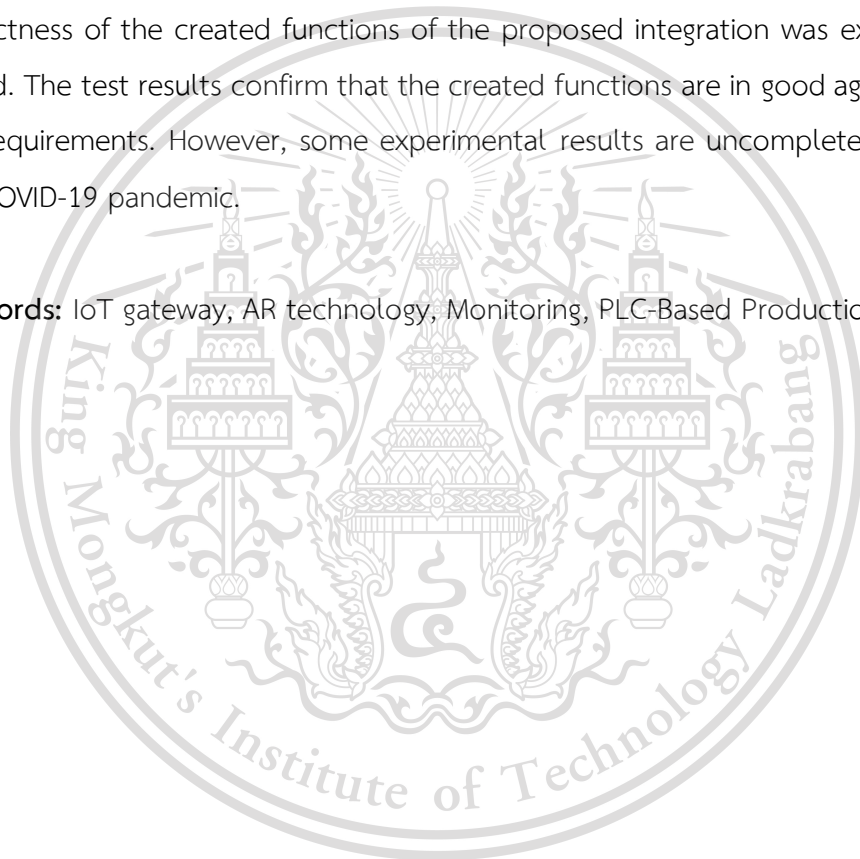
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ^{III} cite the document when use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

installed for data transfer from the PLC to the Google Firebase cloud platform. An AR-based mobile application is created by using the Unity, Vuforia Engine, and Microsoft Visual Studio 2017 for monitoring details of an interested target, which is detected by using a camera of the mobile phone used. The defined targets for AR-based monitors include not only the motor but also the PLC, inverter, and digital meter, which are installed in a control cabinet. Moreover, the created mobile application provides the function to allow a user for entering device failure and troubleshooting guide on a Google Forms to record as historian data for maintenance purpose as well as the function to test the device availability when starting up the production system. The correctness of the created functions of the proposed integration was experimentally tested. The test results confirm that the created functions are in good agreement with the requirements. However, some experimental results are uncompleted because of the COVID-19 pandemic.

Keywords: IoT gateway, AR technology, Monitoring, PLC-Based Production System



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ^{IV} cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อการเฝ้าระวังโดยใช้เทคโนโลยีเออาร์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีความกรุณาจาก รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพนมณี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขจนปริญญาานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ทุกท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ความรู้ใด ๆ ที่ผู้รักการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้รับจากรายงานฉบับนี้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยต่อไปของผู้รักการศึกษาค้นคว้าวิจัยนั้น ซึ่งนับว่าเป็นความดีประการหนึ่ง ข้าพเจ้าขอมอบอุทิศให้แต่ท่านเจ้าคุณทหารและคุณหญิงเลียม ผู้ซึ่งมอบที่ดินสำหรับสร้างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งนี้

ท้ายที่สุดนี้ หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับผู้สนใจ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน.....	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 กล่าวนำ.....	7
2.2 ระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี.....	7
2.2.1 พีแอลซี.....	7
2.2.2 บอร์ดการสื่อสาร.....	8
2.2.3 โมดูลการสื่อสาร.....	8
2.2.4 อินเวอร์เตอร์.....	9
2.2.5 มอเตอร์.....	9
2.2.6 เซนเซอร์อินฟาเรด.....	10
2.2.7 ดิจิตอลมิเตอร์.....	10
2.2.8 เอชเอ็มไอ.....	11
2.2.9 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย.....	11
2.2.10 อะคูสติทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย.....	12
2.2.11 ดิสครีตทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย.....	12
2.2.12 TIA Portal V15.....	13
2.2.13 GP-Pro EX.....	13
2.3 เทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่เอื้อนุญาตให้หน่วยงานใด ๆ หนึ่งไปใช้ประโยชน์ได้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 ไอโอทีเกตเวย์.....	14
2.3.2 เราเตอร์.....	15
2.3.3 Node-RED	15
2.3.4 Google Firebase.....	15
2.3 เทคโนโลยีเออาร์	16
2.3.1 Vuforia.....	16
2.3.2 Unity.....	16
2.3.3 Microsoft Visual Studio 2017.....	16
2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	17
2.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	17
2.6 ฟังก์ชันการวินิจฉัย.....	18
2.6.1 เอฟทีเอ.....	18
2.6.2 เอฟเอ็มอีเอ.....	18
2.6.3 พีระมิดดีไอเคตบเบิลยู.....	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....	20
3.1 กล่าวนำ.....	20
3.2 การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐาน พีแอลซี.....	20
3.2.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของการผสมผสานไอโอทีเกตเวย์กับระบบการผลิต... 20	
3.2.2 การไหลของข้อมูล.....	22
3.2.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของไอโอทีเกตเวย์.....	23
3.3 การจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี.....	24
3.3.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการผลิต.....	24
3.3.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิต.....	26
3.3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีแบบแลตเตอร์.....	30
3.4 การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิต.....	37
3.4.1 เอฟทีเอ.....	38
3.4.2 เอฟเอ็มอีเอ.....	39
3.4.3 การทำลอจิกสำหรับการวินิจฉัยอุปกรณ์.....	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูลของเนื้อหาเอกสารนี้ลงในสื่อออนไลน์หรือเว็บไซต์ใดๆโดยไม่ได้รับ
อนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.4 ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต	44
3.5 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในระบบการผลิต	45
3.5.1 การคำนวณอัตราการเดินเครื่องจักร	48
3.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร	49
3.5.3 การคำนวณอัตราคุณภาพ.....	51
3.5.4 การคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	53
3.6 การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW	53
3.7 เทคนิคทางวิศวกรรมในการใช้งานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATICS IPC127E ผสานเข้ากับระบบการผลิต	56
3.7.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์เพื่อติดตั้ง Node-RED.....	56
3.7.2 การดาวน์โหลดและเรียกใช้งานของไลบรารีบน Node-RED	58
3.8 เทคนิคทางวิศวกรรมในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีเออาร์	61
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ.....	78
4.1 กล่าวนำ.....	78
4.2 การทดสอบระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี	78
4.2.1 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลของการเปิด-ปิดระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน	79
4.2.2 การทดสอบฟังก์ชันการเลือกชนิดสินค้า จำนวนสินค้า และการแสดงผล	81
4.2.3 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลการนับจำนวนสินค้า	82
4.2.4 การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบการผลิตล้มเหลว	83
4.2.5 การทดสอบการแสดงผลประวัติการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว	85
4.2.6 การทดสอบแสดงผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	85
4.3 การทดสอบแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์	86
4.3.1 การทดสอบฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน	87
4.3.2 การทดสอบฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต	89
4.3.3 การทดสอบฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม	97
4.3.4 การทดสอบฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม	99
4.3.5 การทดสอบฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอกสารใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

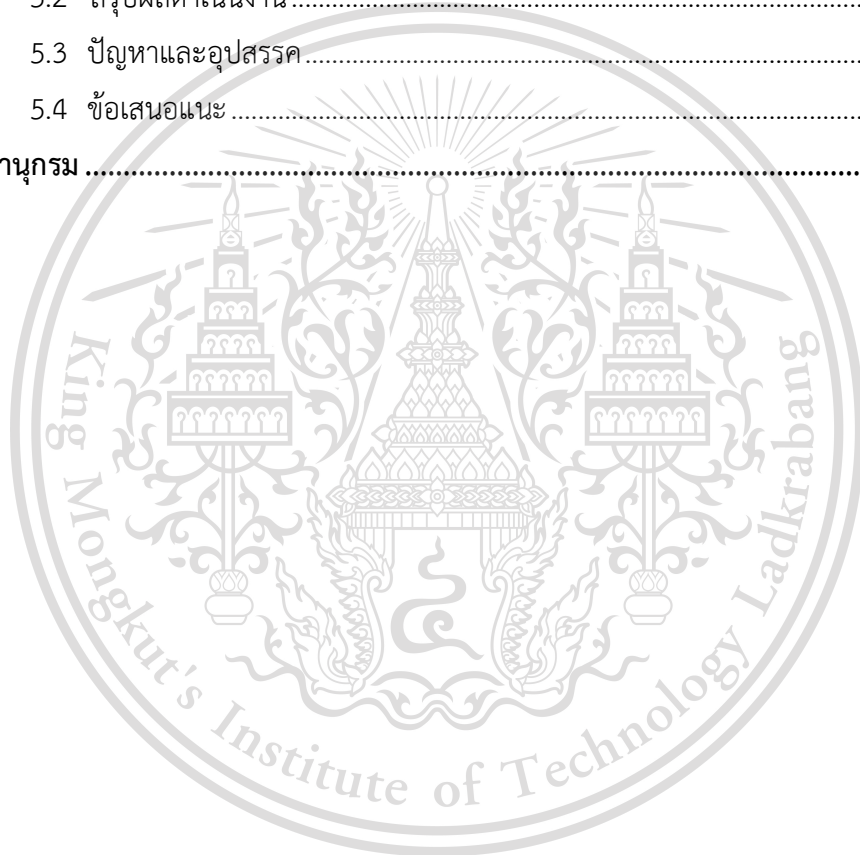
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือข้อมูลการบำรุงรักษาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.6 การทดสอบฟังก์ชันการทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต	102
4.3.7 การทดสอบฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับ ผู้ใช้งาน	107
บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	108
5.1 กล่าวนำ.....	108
5.2 สรุปผลดำเนินงาน.....	108
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	109
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	109
บรรณานุกรม	110



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	4
3.1 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนกรอบโครงแบบเปิด.....	23
3.2 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายนอกตู้ควบคุม	26
3.3 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้ควบคุม	27
3.4 พารามิเตอร์สำคัญสำหรับการนำไปสร้างฟังก์ชันบล็อก	30
3.5 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสพอร์ต	34
3.6 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสไดรฟ์	34
3.7 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกมอดบัส	36
3.8 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกมอดบัสมาสเตอร์	36
3.9 รายละเอียดของเอฟเอ็มอีเอ	39
3.10 พารามิเตอร์สำคัญในการสร้างฟังก์ชันการวินิจฉัยอุปกรณ์	41
3.11 พารามิเตอร์สำคัญของดิจิทัลมิเตอร์ที่นำมาใช้งาน	42
3.12 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	46
3.13 ไลบรารีที่ใช้งานบน Node-RED.....	59
3.14 การเก็บข้อมูลใน Google Firebase.....	70
4.1 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนจอเอชเอ็มไอ.....	78
4.2 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ^X cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200.....	7
2.2 บอร์ดการสื่อสาร รุ่น CB1241 (RS485)	8
2.3 โมดูลการสื่อสาร รุ่น CM1241 (RS422/485)	8
2.4 อินเวอร์เตอร์ รุ่น SIEMENS SINAMICS V20	9
2.5 มอเตอร์ 3 เฟส รุ่น SUPER LINE.....	9
2.6 เซนเซอร์อินฟาเรด รุ่น GAODE E3F-DS10C4.....	10
2.7 ดิจิตอลมิเตอร์ รุ่น Power Logic™ PM5300.....	10
2.8 เอชเอ็มไอ รุ่น GP-4402WW.....	11
2.9 ทราฟฟิกเทอร์มินัลแบบไร้สาย รุ่น 648.....	11
2.10 อะคูสติทราฟฟิกเทอร์มินัลแบบไร้สาย รุ่น 708	12
2.11 ดิสครีททราฟฟิกเทอร์มินัลแบบไร้สาย รุ่น 702	12
2.12 สถาปัตยกรรมของไอโอที.....	14
2.13 ไอโอทีเกตเวย์ รุ่น SIMATIC IPC127E.....	14
2.14 เราเตอร์ รุ่น Archer MR200.....	15
3.1 การผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี.....	21
3.2 การไหลของข้อมูล.....	22
3.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E	23
3.4 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี	24
3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของระบบการผลิต.....	25
3.6 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิตภายนอกตู้ควบคุม.....	26
3.7 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิตภายในตู้ควบคุม	27
3.8 แบบจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบการผลิต.....	28
3.9 การเดินสายไฟส่วนพาวเวอร์	28
3.10 การเดินสายไฟส่วนอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี.....	29
3.11 แลตเตอร์ควบคุมการเปิด-ปิดของระบบการผลิต.....	31
3.12 แลตเตอร์หยุดระบบการผลิตแบบฉุกเฉินจากการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน	31
3.13 แลตเตอร์ควบคุมการเลือกชนิดสินค้า	32
3.14 แลตเตอร์กำหนดจำนวนสินค้า	32
3.15 แลตเตอร์ตรวจสอบคุณภาพสินค้า.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม กรุณาแจ้งให้ผู้นัดหมายทราบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use. XI

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 แลตเตอร์นับจำนวนสินค้า	33
3.17 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสพอร์ต	35
3.18 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสโปรดคอลล	35
3.19 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของมอดบัส	37
3.20 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของมอดบัสมาสเตอร์	37
3.21 แผนภาพเอฟทีเอ	38
3.22 แลตเตอร์วินิจฉัยสถานะของอินเวอร์เตอร์	41
3.23 แลตเตอร์วินิจฉัยสถานะของมอเตอร์	42
3.24 แลตเตอร์วินิจฉัยสถานะของเซนเซอร์อินฟาเรด	43
3.25 ฟังก์ชันวินิจฉัยสถานะของพีแอลซีบนโปรแกรม Node-RED	43
3.26 แลตเตอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (1)	44
3.27 แลตเตอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (2)	45
3.28 แลตเตอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (3)	45
3.29 การคำนวณเวลาที่เครื่องจักรทำงาน	48
3.30 การคำนวณเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน	48
3.31 การคำนวณอัตราการเดินเครื่องจักร	49
3.32 การคำนวณเวลาที่คาดว่าจะผลิตของได้ 1 ชิ้น	49
3.33 การคำนวณระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตของได้ 1 ชิ้น	50
3.34 การคำนวณประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร	51
3.35 การคำนวณจำนวนสินค้าที่มีคุณภาพ	51
3.36 การคำนวณจำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้	52
3.37 การคำนวณอัตราคุณภาพ	52
3.38 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	53
3.39 หน้าจอหลักเอชเอ็มไอ	54
3.40 ผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรบนเอชเอ็มไอ	55
3.41 ประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลวของระบบการผลิตบนเอชเอ็มไอ	56
3.42 การตรวจสอบเวอร์ชันของโปรแกรม Node.js	57
3.43 การติดตั้ง Node-RED	57
3.44 การพิมพ์คำสั่ง node-red	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.45 หน้าต่างโปรแกรม Node-RED.....	58
3.46 การเรียกใช้ไลบรารีสำหรับพีแอลซี.....	59
3.47 การเรียกใช้ไลบรารีสำหรับอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ท.....	60
3.48 การเรียกใช้ไลบรารีรับผลคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากพีแอลซี.....	60
3.49 ตัวอย่างการอัปโหลดรูปคิวอาร์โค้ดสำหรับตู้ควบคุม.....	61
3.50 ตัวอย่างการใช้แอปพลิเคชัน Vuforia Object Scanner สร้างภาพแบบสามมิติขนาดเล็ก.....	62
3.51 ตัวอย่างผลการประเมินเรตติ้งของคิวอาร์โค้ด.....	62
3.52 ยูทิลิตี้สคริปต์จากไลเซนซ์เมเนเจอร์.....	63
3.53 การนำยูทิลิตี้สคริปต์ไปใช้กับโปรแกรม Unity.....	63
3.54 กราฟิกยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน.....	64
3.55 กราฟิกฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต.....	64
3.56 กราฟิกการแจ้งเตือนเมื่อระบบการผลิตเกิดความผิดปกติ.....	65
3.57 กราฟิกการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุม.....	65
3.58 กราฟิกการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม.....	66
3.59 กราฟิกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (1).....	66
3.60 กราฟิกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (2).....	67
3.61 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (1).....	67
3.62 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (2).....	68
3.63 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (3).....	68
3.64 การนำแคนวาสทั้งหมดวางบนภาพสามมิติขนาดเล็ก.....	69
3.65 กราฟิกฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน.....	69
3.66 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลใน Google Firebase.....	71
3.67 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน.....	71
3.68 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต.....	72
3.69 ตัวอย่างสคริปต์การทำแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันเมื่ออุปกรณ์ล้มเหลว.....	72
3.70 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุม.....	73
3.71 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม.....	73
3.72 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด 3.72 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use. XIII

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.73 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการทดสอบอุปกรณ์ในระบบการผลิต.....	74
3.74 การสร้างแอปพลิเคชัน.....	75
3.75 ขั้นตอนการดำเนินงานเมื่อใช้แอปพลิเคชันร่วมด้วย.....	76
4.1 การทดลองเริ่มระบบการผลิต.....	79
4.2 การทดลองหยุดระบบการผลิต.....	80
4.3 การทดลองกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน.....	80
4.4 การผลิตเสร็จสิ้น.....	81
4.5 ผลการทดสอบเลือกชนิดสินค้าและกำหนดจำนวนสินค้า.....	82
4.6 ผลการนับจำนวนสินค้า.....	82
4.7 การแจ้งเตือนเมื่ออินเวอร์เตอร์ล้มเหลว.....	83
4.8 การแจ้งเตือนเมื่อมอเตอร์ล้มเหลว.....	83
4.9 การแจ้งเตือนเมื่อเซนเซอร์อินฟาเรดล้มเหลว.....	84
4.10 ตัวอย่างประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลวของระบบการผลิต.....	85
4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.....	85
4.12 หน้าล๊อคอินสำเร็จ.....	87
4.13 หน้าล๊อคอินไม่สำเร็จ (1).....	88
4.14 หน้าล๊อคอินไม่สำเร็จ (2).....	88
4.15 หน้าล๊อคอินไม่สำเร็จ (3).....	89
4.16 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า).....	89
4.17 ตัวอย่างค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.....	90
4.18 สถานะของอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า).....	90
4.19 ตัวอย่างสถานะของอุปกรณ์ระบบการผลิต (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	91
4.20 ตัวอย่างสถานะของอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ท (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	91
4.21 ค่ากำลังไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า).....	92
4.22 ตัวอย่างแสดงค่าเฉลี่ยศักย์ไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	92
4.23 ตัวอย่างแสดงค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	93
4.24 ตัวอย่างแสดงค่ากำลังไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	93
4.25 ตัวอย่างการแจ้งเตือนพีแอลซีล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	94
4.26 ตัวอย่างการแจ้งเตือนอินเวอร์เตอร์ล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27 ตัวอย่างการแจ้งเตือนมอเตอร์ลัมเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	96
4.28 ตัวอย่างการแจ้งเตือนเซนเซอร์อินฟาเรดลัมเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)	97
4.29 ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า).....	97
4.30 ตัวอย่างปุ่มกดเพื่อเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	98
4.31 ตัวอย่างฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	98
4.32 ตัวอย่างฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์	99
4.33 ตัวอย่างปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์	100
4.34 หน้าหลักบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด).....	100
4.35 การทดสอบป้อนข้อมูลทำบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์	101
4.36 รายงานการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์บนเอ็กซ์เซล	102
4.37 การทดสอบแอสกนมอเตอร์เมื่อเลือกวิธีควบคุมบนเอชเอ็มไอ	102
4.38 การทดสอบแอสกนมอเตอร์เมื่อเลือกวิธีควบคุมบนเออาร์	103
4.39 หน้าหลักฟังก์ชันทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์	103
4.40 ขณะใช้ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์	104
4.41 ผลทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์เมื่อไม่มีอุปกรณ์ใดลัมเหลว	104
4.42 ผลทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์เมื่อมีอุปกรณ์ลัมเหลว	105
4.43 หน้าหลักการทดสอบโดยละเอียด	105
4.44 การทดสอบใช้งานฟังก์ชันการทดสอบโดยละเอียด (1)	106
4.45 การทดสอบใช้งานฟังก์ชันการทดสอบโดยละเอียด (2)	106
4.46 การทดสอบดูขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอ	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ^{XV} cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป เช่น อุตสาหกรรมการผลิตจะมีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร ซึ่งมีการแสดงข้อมูลทั่วไปของระบบการผลิต เช่น สถานะของกระบวนการ จำนวนการผลิต เป็นต้น และมีขั้นตอนการดำเนินงานไม่ซับซ้อนแต่เมื่อเครื่องจักรเริ่มทำงานและพบว่ามีความล้มเหลวเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ภายในระบบการผลิตจะส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง เนื่องจากเครื่องจักรมีการหยุดการทำงานเองอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของอุปกรณ์ นอกจากนี้การแก้ปัญหาสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ชำนาญอาจส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการแก้ไขซ่อมบำรุงนาน รวมไปถึงทำให้อุปกรณ์หรือระบบการผลิตเสียหายเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงได้มีการนำไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ผสานเข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี (PLC-Based Production System) ที่สร้างขึ้นสำหรับเป็นกรณีศึกษาเพื่อการเฝ้าระวังในรูปแบบของเทคโนโลยีเออาร์บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อลดโอกาสของการเกิดเหตุการณ์ที่เครื่องจักรหยุดชะงักระหว่างการทำงานอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของอุปกรณ์ในกระบวนการ เพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสำหรับอุปกรณ์ที่มีความล้มเหลวได้อย่างทันท่วงที และลดข้อผิดพลาดจากความไม่ชำนาญของผู้ใช้งาน โดยมีการออกแบบฟังก์ชันให้สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. นำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมการผลิตบนไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E กับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีที่สร้างขึ้นสำหรับเป็นกรณีศึกษา ใช้โปรแกรม Node-RED เพื่อดึงข้อมูลของกระบวนการ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร สถานะการทำงานของอุปกรณ์ การแจ้งเตือนและวินิจฉัยเมื่ออุปกรณ์ล้มเหลว ไปแสดงผลแบบเรียลไทม์ในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2. นำเสนอการจัดสร้างส่วนแสดงผลบนเอชเอ็มไอและการเฝ้าระวังของระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. การจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี (PLC-Based Production System) ประกอบด้วยอุปกรณ์พีแอลซีรุ่น SIMATIC S7-1200 ติดตั้งร่วมกับบอร์ดการสื่อสารรุ่น CB1241 (RS485) สำหรับใช้ยูเอสเอสโปรโตคอล (USS protocol) ในการสื่อสารกับอินเวอร์เตอร์รุ่น SINAMICS V20 ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ติดตั้งโมดูลการสื่อสารรุ่น CM1241 (RS422/485) สำหรับใช้มอดบัสอาร์ทียู (Modbus RTU) ในการสื่อสารกับดิจิตอลมิเตอร์รุ่น Power Logic™ PM5300 และติดตั้งเซนเซอร์อินฟราเรดรุ่น GAODE E3F-DS10C4 โดยการทำงานของระบบการผลิตกำหนดให้การหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส เป็นการจำลองการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ผลิตสินค้า สามารถเลือกชนิดสินค้าได้ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ ชนิดเอ แทน การหมุนมอเตอร์ตามเข็มนาฬิกา ชนิดบี แทน การหมุนมอเตอร์ทวนเข็มนาฬิกา และชนิดซี แทน การหมุนมอเตอร์ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา สลับกัน ในการผลิตสินค้า 1 ชิ้น กำหนดให้ใช้เวลาในการหมุนต่อชิ้น 20 วินาที มีงานหมุนเคลือบสีขาวและสีดำติดที่เพลามอเตอร์แทนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า เมื่อผลิตสินค้าเสร็จ 1 ชิ้น มอเตอร์จะหยุดหมุนเป็นเวลา 10 วินาทีเพื่อให้เซนเซอร์อินฟราเรดตรวจจับสี หากตรวจจับได้สีดำเปรียบเป็นสินค้าคุณภาพไม่ดี (12.5%) หากตรวจจับได้สีขาวเปรียบเป็นสินค้าคุณภาพดี (87.5%)

2. การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิต แบ่งเป็นผู้ควบคุมและแบบจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบการผลิต ใช้โปรแกรม SolidWorks และ Microsoft Visio 2020 ดำเนินการติดตั้งดังนี้

2.1 ติดตั้งอุปกรณ์พีแอลซี อินเวอร์เตอร์ ดิจิตอลมิเตอร์ ฮับ ในตู้ควบคุม

2.2 ติดตั้งไฟแสดงสถานะ ปุ่มควบคุมระบบการผลิต ไชเรนดุกเงินและปุ่มหยุดฉุกเฉิน

หน้าตู้ควบคุม

2.3 ติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์อินฟราเรด งานหมุนสีขาวและดำที่เพลามอเตอร์

2.4 การเดินสายไฟและการติดตั้งอุปกรณ์

3. เขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีแบบแลตเตอร์ ใช้โปรแกรม TIA Portal V15 โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังนี้

3.1 ฟังก์ชันเปิด-ปิดระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน

3.2 ฟังก์ชันการเลือกชนิดสินค้าและกำหนดจำนวนสินค้า

3.3 ฟังก์ชันการนับจำนวนสินค้าได้แก่ สินค้าคุณภาพดี สินค้าคุณภาพไม่ดี เป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต และจำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน

3.4 ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับยูเอสเอสโปรโตคอลกับอินเวอร์เตอร์

3.5 ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับมอดบัสอาร์ทียูกับดิจิตอลมิเตอร์

4. ออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิตบนพื้นฐานของเอฟทีเอ (Fault Tree Analysis: การคำนวณค่า FTA) และเอฟเอ็มอีเอ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) และสร้างฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. การสร้างส่วนวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

6. การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW ใช้โปรแกรม GP-Pro EX4.0 ประกอบไปด้วย

6.1 สามารถควบคุมและแสดงผลการเปิด-ปิดระบบการผลิตและหยุดฉุกเฉิน

6.2 สามารถเลือกชนิดของสินค้า กำหนดจำนวนสินค้า และแสดงผลชนิดสินค้าที่ถูกเลือก

6.3 สามารถแสดงผลการนับจำนวนสินค้าได้แก่ สินค้าคุณภาพดี สินค้าคุณภาพไม่ดี เป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต และสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน

6.4 สามารถแสดงบ๊อปอัพแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว

6.5 สามารถแสดงประวัติการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว

6.6 สามารถแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

7. การติดตั้งอุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เพื่อนำไปผสานกับระบบการผลิตบนกรอบโครงแบบเปิด (Open Rack) 42U ขนาด 53 x 70 x 210 โดยใช้โปรแกรม SolidWork และ Microsoft Visio 2020 ดำเนินการติดตั้งดังนี้

7.1 ติดตั้งอุปกรณ์เราเตอร์ ฮับ อุปกรณ์ขยายสัญญาณไวไฟ ไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E และการติดตั้งจอคอมพิวเตอร์

7.2 การเดินสายไฟและการติดตั้งแก๊สอุปกรณ์

8. การใช้งานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 10 สำหรับติดตั้งโปรแกรม Node-RED และใช้ยูเอสบีไวไฟเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

9. ดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ในระบบการผลิต และข้อมูลจากอุปกรณ์ไร้เลสฮาร์ท (WirelessHART) ได้แก่ ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย, อะคูสติทราสมิตเตอร์แบบไร้สาย และดิสครีททราสมิตเตอร์แบบไร้สาย โดยใช้โปรแกรม Node-RED ร่วมกับโปรแกรม Google Firebase ในการอ่านข้อมูลหรือเขียนข้อมูลเพื่อแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ และใช้โปรแกรม Node-RED สำหรับสร้างฟังก์ชันวินิจฉัยสถานะการทำงานของอุปกรณ์พีแอลซี

10. การสร้างแอปพลิเคชันสำหรับรองรับการแสดงผลในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ ใช้โปรแกรม Unity, Vuforia Engine และ Microsoft visual studio 2017 บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.0 ขึ้นไป โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังนี้

10.1 ฟังก์ชันยืนยันตัวตนผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน

10.2 ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต ได้แก่ ค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร สถานะของอุปกรณ์ กำลังไฟฟ้า การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลวและวินิจฉัยสาเหตุความล้มเหลว

10.3 ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะในวงจำกัดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

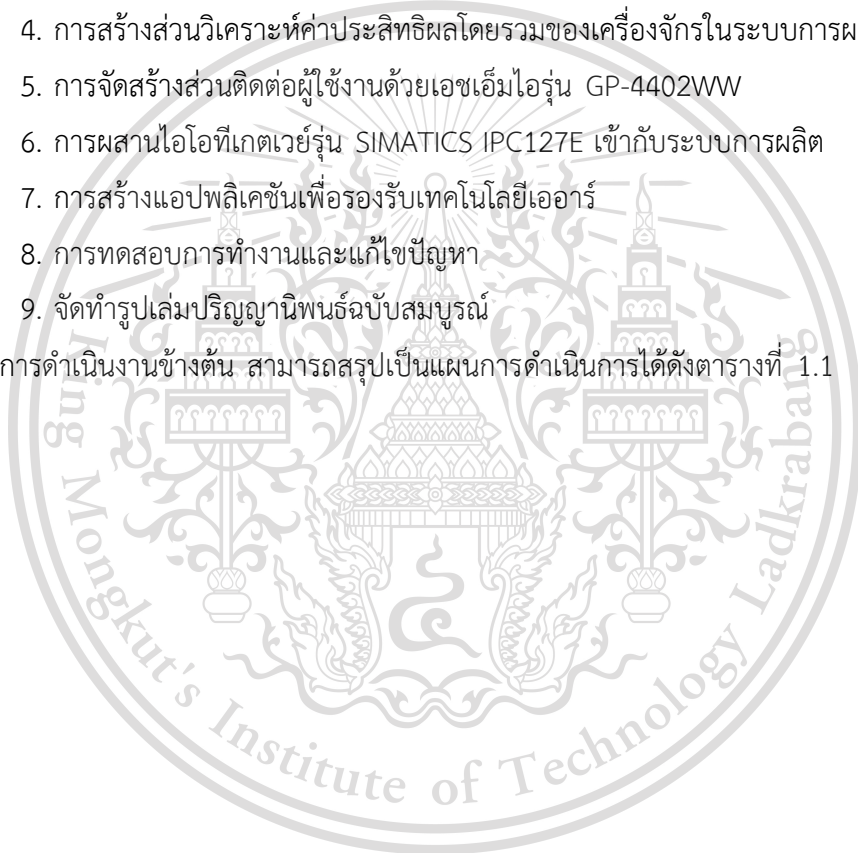
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 10.4 ฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม
- 10.5 ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์
- 10.6 ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต
- 10.7 ฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. การศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีเออาร์
2. การจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี
3. การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิต
4. การสร้างส่วนวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในระบบการผลิต
5. การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW
6. การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิต
7. การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีเออาร์
8. การทดสอบการทำงานและแก้ไขปัญหา
9. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

จากวิธีการดำเนินงานข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 1.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ⁴ cite the document when use.

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะเวลาดำเนินงาน มิถุนายน 2563 ถึง พฤษภาคม 2564											
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	การศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีเออาร์												
2	การจัดสร้างระบบการผลิต												
3	การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิต												
4	การสร้างส่วนวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในระบบการผลิต												
5	การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW												
6	การผสมไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิต												
7	การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีเออาร์												
8	การทดสอบการทำงานและแก้ไขปัญหา												
9	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์												

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพื่อลดโอกาสเหตุการณ์ที่เครื่องจักรหยุดชะงักระหว่างการทำงานอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของอุปกรณ์ในระบบการผลิต
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสำหรับอุปกรณ์ที่มีความล้มเหลวได้อย่างทันท่วงที
3. ลดข้อผิดพลาดจากความไม่ชำนาญของผู้ใช้งานด้วยการใช้แอปพลิเคชันในการช่วยแนะนำขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ⁶ cite the document when use.

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี เทคโนโลยีไอโอที และระบบคลาวด์ เทคโนโลยีเออาร์ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ฟังก์ชันการวินิจฉัย รวมไปถึงอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.2 ระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

เนื่องจากการจัดสร้างระบบการผลิตเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาในการนำไอโอทีที่เกตเวย์มา ผสานเข้ากับระบบการผลิต จึงมีการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีขึ้น โดยมีการใช้อุปกรณ์ พีแอลซีเป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบการผลิต

2.2.1 พีแอลซี [1]

พีแอลซี (Programmable Logic Control: PLC) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม การทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ มีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวสั่งการที่สำคัญ อยู่ภายใน มีส่วนของ อินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) ที่สามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ อื่นได้ โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดสวิตช์จะต่อเชื่อมต่อเข้าทางด้านอินพุตเพื่อรับค่ามาให้พีแอลซี ทำการประมวลผล ส่วนทางด้านเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปสำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาจะใช้ อุปกรณ์พีแอลซีของบริษัทซีเมนส์ (Siemens) รุ่น SIMATIC S7-1200 ดังรูปที่ 2.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.2 บอร์ดการสื่อสาร

บอร์ดการสื่อสาร (Communication Board) คือ บอร์ดที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร โดยมีการสื่อสารเป็นแบบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม 2 สาย เมื่อติดตั้งบอร์ดการสื่อสารเข้ากับพีแอลซีแล้วสามารถเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อกของบอร์ดการสื่อสาร เพื่อใช้ในการดึงค่าพารามิเตอร์จากอินเวอร์เตอร์มาใช้ประโยชน์ได้ โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาใช้อุปกรณ์บอร์ดการสื่อสารของบริษัทซีเมนส์ (Siemens) รุ่น CB1241 (RS485) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 บอร์ดการสื่อสาร รุ่น CB1241 (RS485)

2.2.3 โมดูลการสื่อสาร [2]

โมดูลการสื่อสาร (Communication Module) คือ โมดูลการสื่อสารเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดซึ่งทำได้โดยการเชื่อมต่อแบบ D-Sub Female 9 ขา ของมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม RS422/485 กับ พีแอลซี เมื่อติดตั้งโมดูลการสื่อสารเข้ากับพีแอลซีแล้วสามารถเรียกใช้งานฟังก์ชันบล็อก ของโมดูลการสื่อสาร เพื่อใช้ในการดึงค่าพารามิเตอร์จากพาวเวอร์มิเตอร์มาใช้ประโยชน์ได้ โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาใช้อุปกรณ์โมดูลการสื่อสารของบริษัทซีเมนส์ (Siemens) รุ่น CM1241 (RS422/485) ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โมดูลการสื่อสาร รุ่น CM1241 (RS422/485)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.4 อินเวอร์เตอร์ [3]

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าตรง (DC Voltage) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ด้วยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาจะใช้อุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ของบริษัทซีเมนส์ (Siemens) รุ่น SINAMICS V20 ที่รองรับการสื่อสารด้วยโปรโตคอลมอดบัสอาร์ทียู (Modbus RTU) และโปรโตคอลยูเอสเอส (USS Protocol) ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 อินเวอร์เตอร์ รุ่น SIEMENS SINAMICS V20

2.2.5 มอเตอร์ [4]

มอเตอร์ (Motor) คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กนั้นจะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบ ๆ แกนโลหะ หากสลับขั้วไฟฟ้าการหมุนของขดลวดจะหมุนกลับกันกับทิศทางหมุนเดิม) โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาจะใช้อุปกรณ์มอเตอร์ 3 เฟสของบริษัทมิตซูบิชิอิเล็คทริก (Mitsubishi Electric) รุ่น SUPER LINE ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 มอเตอร์ 3 เฟส รุ่น SUPER LINE

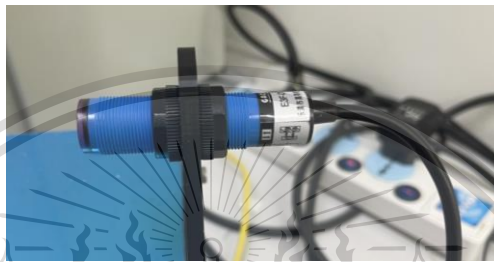
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.6 เซนเซอร์อินฟราเรด [5]

เซนเซอร์อินฟราเรด (Infrared Distance Sensor) คือ อุปกรณ์ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจจับวัตถุที่อยู่ด้านหน้าเซ็นเซอร์ ด้วยการส่งสัญญาณออกไปให้กระทบวัตถุในระยะที่สามารถตรวจจับถึงและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์เซนเซอร์อินฟราเรด รุ่น GAODE E3F-DS10C4 แบบเอ็นพีเอ็น 3 สาย มีระยะการตรวจจับในช่วง 10 ซม. และสามารถปรับระยะได้ เมื่อมีวัตถุมาบังหรือไม่มีสัญญาณสะท้อนกลับมาก็จะให้สัญญาณเอาต์พุตที่มีค่าเป็น 0 ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 เซนเซอร์อินฟราเรด รุ่น GAODE E3F-DS10C4

2.2.7 ดิจิตอลมิเตอร์ [6]

ดิจิตอลมิเตอร์ (Digital Meter) คือ อุปกรณ์ตรวจเช็คและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและคุณภาพของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดพารามิเตอร์ที่สำคัญทางไฟฟ้า โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์ดิจิตอลมิเตอร์ของบริษัทชไนเดอร์อิเล็กทริก (Schneider Electric) รุ่น Power Logic™ PM5300 ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ดิจิตอลมิเตอร์ รุ่น Power Logic™ PM5300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.8 เอชเอ็มไอ [7]

เอชเอ็มไอ (Human Machine Interface: HMI) คือ จอแสดงผลที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ (ผู้ใช้งาน) กับเครื่องจักร (ระบบ) เพื่อควบคุมพีแอลซีให้มีการควบคุมระบบเป็นไปตามจุดประสงค์ของกระบวนการ โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์เอชเอ็มไอโปรเฟส ของบริษัทชไนเดอร์อิเล็กทริก (Schneider Electric) รุ่น GP-4402WW ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เอชเอ็มไอ รุ่น GP-4402WW

2.2.9 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย [8]

ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย (Wireless Temperature Transmitter) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ สามารถรับอินพุตจากเซ็นเซอร์ได้หลายแบบ เช่น อาร์ทีดี มิลลิโวลต์ และโอห์มได้ มีสัญญาณเอาต์พุต (Output Signal) เป็นไวร์เลสฮาร์ทโปรโตคอล (WirelessHART® protocol) สามารถรับค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิของบริษัทโรสมอนท์ (Rosemount™) รุ่น 648 แบบ 4 สาย ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย รุ่น 648

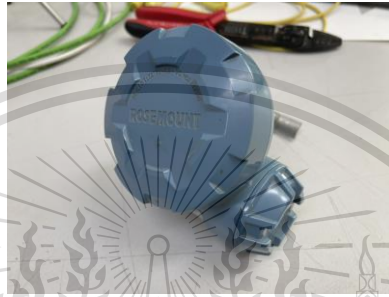
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.10 อะคูสติกทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย [9]

อะคูสติกทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย (Wireless Acoustic Transmitter) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับการสั่นสะเทือนภายนอก จึงมีการรับอินพุตแบบอะคูสติกเลเวล (Acoustic Level) คือช่วง 0-255 ครั้งและมีสัญญาณเอาท์พุตเป็นไวรเลสฮาร์ทโพรโตคอล โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์อะคูสติกทรานสมิตเตอร์ของบริษัทโรสเมาท์ (Rosemount™) รุ่น 708 ใช้ซัพพลายที่เป็นชุดโมดูลลิเทียม-ไทโอนิล (Lithium-Thionyl) สามารถถอดเปลี่ยนได้ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 อะคูสติกทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย รุ่น 708

2.2.11 ดิสครีตทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย [10]

ดิสครีตทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย (Wireless Discrete Transmitter) คือ เครื่องส่งสัญญาณให้กับระบบควบคุมเพื่อให้เข้าถึงจุดที่ไม่ได้เชื่อมต่อและสามารถรับอินพุตจากสวิตช์ประเภทต่าง ๆ ที่ไม่ได้ใช้พลังงาน และแสดงค่าออกมาเป็นแบบดิจิทัล โดยในการจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษานี้ใช้อุปกรณ์ดิสครีตทรานสมิตเตอร์ของบริษัทโรสเมาท์ (Rosemount™) รุ่น 702 ใช้ซัพพลายที่เป็นชุดโมดูลลิเทียม-ไทโอนิล (Lithium-Thionyl) สามารถถอดเปลี่ยนได้ ดังรูปที่ 2.11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 ดิสครีตทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย รุ่น 702

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.12 TIA Portal V15 [11]

TIA Portal V15 เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของพีแอลซี สามารถเลือกรุ่นของพีแอลซีที่ใช้ได้ตามรุ่นที่มีอยู่ในโปรแกรม และไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนโปรแกรมให้เป็นเวอร์ชันล่าสุดเสมอเพื่อใช้งาน โดยโปรแกรม TIA Portal V15 ที่ใช้ในการเขียนแลตเตอร์เพื่อควบคุมระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีนี้รองรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 และวินโดวส์ 10 ที่เป็น 64 บิต

2.2.13 GP-Pro EX

GP-Pro EX คือ ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างกราฟิกเพื่อควบคุมและแสดงผลของระบบการผลิตในหน้าจอทัชสกรีนบนเอชเอ็มไอโปรเฟสเพื่อให้ง่ายกับการสั่งงานของผู้ใช้งาน โดยมีวิธีการถ่ายโอนกราฟิกที่สร้างบนซอฟต์แวร์ไปยังหน้าจอทัชกรีนได้หลายช่องทาง ได้แก่ ยูเอสบีหรือ แลน

2.3 เทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์ [12]

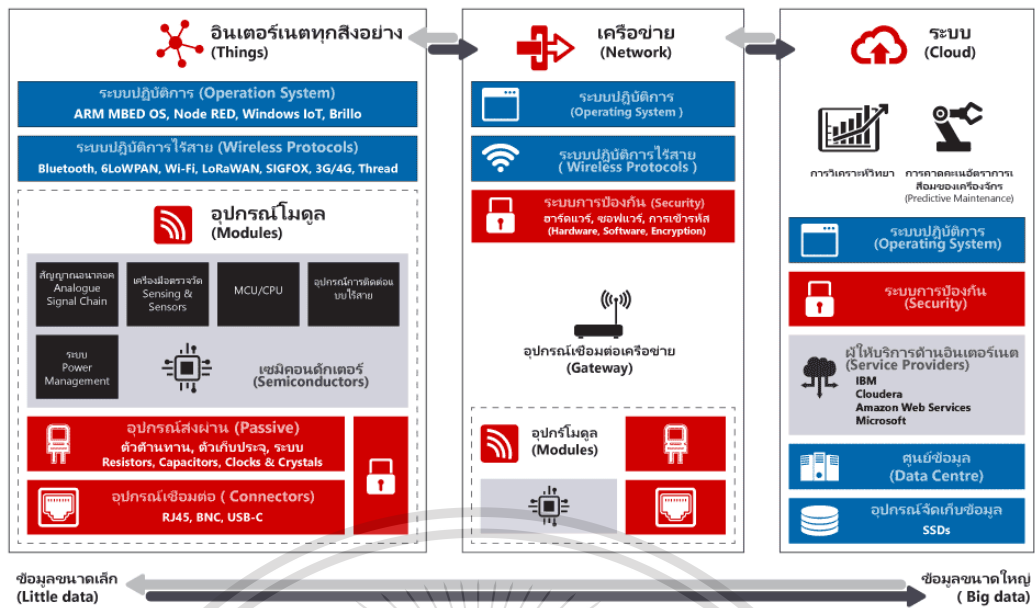
เทคโนโลยีไอโอที หรือ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เป็นการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยง เก็บบันทึก และแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้จากระยะไกลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ แตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น โดยเทคโนโลยีไอโอทีมี 3 องค์ประกอบหลัก คือ

1. สิ่งต่าง ๆ (Things) คือ อุปกรณ์ที่มีวิธีการในการเชื่อมต่อ (แบบใช้สายหรือแบบไร้สาย) เพื่อเข้าสู่เครือข่ายที่กว้างขวางกว่า
2. เครือข่าย (Networks) คือ คล้ายกับเราเตอร์ที่บ้านของคุณ ในเครือข่ายหรือเกตเวย์จะเชื่อมต่อสิ่งต่างๆ ไปยังระบบคลาวด์
3. ระบบคลาวด์ (Cloud) คือ เซิร์ฟเวอร์ระยะไกลในศูนย์ข้อมูลที่ทำหน้าที่ในการรวมและเก็บข้อมูลของคุณเอาไว้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.12 สถาปัตยกรรมของไอโอที

2.3.1 ไอโอทีเกตเวย์ [13]

ไอโอทีเกตเวย์ (IoT Gateway) คือ อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่ายที่มีโปรโตคอลต่างกันเข้าด้วยกัน โดยในการนำอุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์ไปผสานกับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อใช้สำหรับเป็นกรณีศึกษาจะใช้อุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์ของบริษัทซีเมนส์ (Siemens) รุ่น SIMATIC IPC127E ในการจัดทำโดยมีลักษณะเป็นไอพีซี (Industrial personal computer: IPC) มีการออกแบบทางอุตสาหกรรมที่แข็งแรง มีขนาดเล็ก มีแพลตฟอร์มแบบเปิด (Open platform) ทำให้สามารถใช้สำหรับการรวบรวม ประมวลผลและส่งข้อมูลในสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการผลิตได้ทันที ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ไอโอทีเกตเวย์ รุ่น SIMATIC IPC127E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้บุคคลภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

2.3.2 เราเตอร์ [14]

เราเตอร์ (Router) คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ค้นหาเส้นทางและส่งแพ็คเกจ (Package) ข้อมูลระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังเครือข่ายปลายทางที่ต้องการ เมื่อมีแพ็คเกจข้อมูลเข้ามาจากเส้นทางหนึ่ง เราเตอร์จะอ่านข้อมูลแอดเดรสในแพ็คเกจเพื่อค้นหาปลายทางสุดท้ายแล้วทำการกำหนดเส้นทางของข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลจากต้นทางไปถึงปลายทางที่ต้องการได้ถูกต้อง โดยในการเชื่อมต่อไอโอทีเกตเวย์นี้ใช้เราเตอร์ของบริษัททีพี-ลิงค์ เอ็นเตอร์ไพรส์ (TP-LINK ENTERPRISES) รุ่น Archer MR200 ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 เราเตอร์ รุ่น Archer MR200

2.3.3 Node-RED [15]

Node-RED คือ ซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการเชื่อมโยงฮาร์ดแวร์เซอร์วิสและเอพีไอ (API) ต่าง ๆ ในรูปแบบที่เป็นกล่องข้อมูล ซึ่งฮาร์ดแวร์เซอร์วิสหรือเอพีไอในกล่องข้อมูลจะถูกแสดงในรูปแบบของโหนด (Node) ในแต่ละโหนดมีการทำงานจากอีกโหนดหนึ่งไปถึงอีกโหนดตามที่มีการเชื่อมต่อกันไว้ โดยไม่มีการติดตั้งอยู่บนไอโอทีเกตเวย์

2.3.4 Google Firebase [16]

Google Firebase คือ แพลตฟอร์มที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการจัดการ การวิเคราะห์ ทำให้สามารถสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ (Build Mobile Application) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้มีการนำข้อดีของ Firebase Realtime Database ที่เป็น NoSQL cloud database มาใช้ในการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่อยู่ในรูปแบบของเจสันไฟล์ (JSON file) รวมถึงการใช้งานฟังก์ชันบริการที่ใช้รับรองความถูกต้องสำหรับการลงชื่อเข้าใช้งานเพื่อเข้าถึงแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 เทคโนโลยีเออาร์ [17]

เทคโนโลยีเออาร์ (Augmented Reality Technology: AR) คือ การนำข้อมูลที่เป็นดิจิทัล เช่น ภาพ เสียง เอกสาร วีดีโอ มาปรากฏอยู่บนโลกจริงด้วยการแสดงผลบนอุปกรณ์ที่รองรับการทำงานและเทคโนโลยี เช่น แว่นตาเออาร์ โทรศัพท์มือถือ โดยมีหลักการทำงาน คือ อุปกรณ์จะแสดงข้อมูลในรูปแบบของภาพ เสียง เอกสาร หรือวีดีโอ โดยผ่านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ซึ่งมีปัจจัยที่จำเป็นต่อการใช้งานของเทคโนโลยี ดังนี้

1. เออาร์โค้ด (AR Code) คือ มาร์คเกอร์ (Marker) ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ
2. อาย (Eye) คือ ตำแหน่งของกล้องหรือตัวจับเซนเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้มองเออาร์โค้ดแล้วประมวลผล
3. เออาร์เอนจิน (AR Engine) คือ ตัวประมวลผลจากการอ่านค่าเออาร์โค้ด
4. ดิสเพลย์ (Display) คือ จอแสดงผลที่ทำให้เห็นข้อมูลที่เออาร์เอนจินได้ประมวลเสร็จออกมาเป็นรูปภาพหรือวีดีโอสามมิติ

โดยในการสร้างแอปพลิเคชันนี้มีการใช้โปรแกรมทั้งหมด 3 โปรแกรมในการจัดสร้างส่วนแสดงผลในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ ดังนี้

2.3.1 Vuforia [18]

Vuforia คือ Augmented Reality Software Development Kit (SDK) ที่ช่วยให้สามารถตรวจจับวัตถุประเภทต่างกันได้ เช่น รูปภาพ วัตถุ หรือตัวอักษร ทำให้ในการสร้างแอปพลิเคชันเออาร์โปรแกรม Vuforia จึงถือเป็นตัวแปรสำคัญเนื่องจากแอปพลิเคชันจะต้องการฐานข้อมูล (Database) ที่ใช้ในการจัดเก็บมาร์คเกอร์ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับใช้งานเทคโนโลยีเออาร์ได้ง่ายขึ้น

2.3.2 Unity [19]

Unity คือ เกมเอนจินที่ช่วยในการสร้างเกมหรือแอปพลิเคชันได้ทั้งในรูปแบบของ 3 มิติ และ 2 มิติ โดยสามารถทำงานได้ใน 2 ระบบปฏิบัติการ คือวินโดวส์และโอเอสเอ็กซ์ (OSX) รวมไปถึงยังสามารถส่งออกไฟล์เพื่อนำไปใช้ได้หลาย ๆ ระบบปฏิบัติการที่ Unity รองรับ เช่น แอนดรอยด์หรือไอโอเอส

2.3.3 Microsoft Visual Studio 2017 [20]

Microsoft Visual Studio คือ โปรแกรมที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่าง ๆ ให้สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ในระดับหนึ่ง เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นระบบหรือพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ซึ่งในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับรองรับการแสดงผลด้วยเทคโนโลยีเออาร์นี้มีการใช้ร่วมกับโปรแกรม Unity เพื่อสร้างฟังก์ชัน และรับส่งข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลที่ทำงานอยู่บนเทคโนโลยีคลาวด์ (Cloud Database)

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [21]

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) คือ ระบบปฏิบัติการแบบโอเพ่นซอร์ส (Open source) โดยบริษัทกูเกิ้ล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงมีหลากหลายระดับ ซึ่งการพัฒนาหรือสร้างแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถทำได้ เนื่องจากมีข้อมูลวิธีการในการทำและแอนดรอยด์เอสดีเค (Android SDK) เตรียมไว้ให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ อีกทั้งแอนดรอยด์ยังมีโปรแกรมแกรมที่เป็นโอเพ่นซอร์สจำนวนมากทำให้สามารถนำซอฟต์แวร์ต้นฉบับมาศึกษาได้

2.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร [22]

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) เป็นการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมและเป็นที่นิยมมาก เป็นผลมาจากประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance เพื่อมอบให้แก่โรงงานที่เป็นที่ยอมรับในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร เนื่องจากมีหลักการวิคิดพื้นฐานของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้อย่างชัดเจน สามารถพิสูจน์ได้และช่วยสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงระดับพนักงานคุมเครื่องจักร

ในการคำนวณ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร มีตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณาทั้งหมด 3 ตัว ได้แก่

1. อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)

คำนวณได้จาก

$$= \text{เวลาเดินเครื่องของเครื่องจักรทั้งหมด} / \text{เวลาที่เครื่องจักรทำงาน}$$

$$= (\text{เวลาที่เครื่องจักรทำงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน}) / \text{เวลาที่เครื่องจักร}$$

ทำงาน

2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance)

คำนวณได้จาก

$$= \text{เวลาที่คาดว่าจะผลิตของได้ 1 ชิ้น} / \text{ระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตของได้ 1 ชิ้น}$$

3. อัตราคุณภาพ

คำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสินค้าคุณภาพดี / จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ทั้งหมด ณ ปัจจุบันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อนำตัวแปรทุกตัวมาคูณกันจึงจะได้ค่าของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรออกมา ซึ่งโดยปกติแล้วมาตรฐานโดยทั่วไปของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจะมีค่าโดยประมาณคือ 85 % ที่เกิดจากการรวมกันของ

อัตราการเดินเครื่องจักร (90%) * ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (95%) * อัตราคุณภาพ (99%)

โดยการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงจากตัวแปรเดียว สองตัวแปร หรือทั้งสามตัวแปร ซึ่งขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความเร่งด่วนของการปรับปรุงนั้น ๆ แต่โดยปกติแล้วจะเริ่มจากการปรับปรุงตัวแปรที่มีค่าต่ำที่สุดก่อน

2.6 ฟังก์ชันการวินิจฉัย [23]

ฟังก์ชันการวินิจฉัย (Diagnostic function) คือ การวิเคราะห์แบบเชิงวินิจฉัยของระบบ เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติและอธิบายถึงสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยการวินิจฉัยความผิดพลาดของระบบการผลิต และรายงานถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้น สำหรับเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและปกป้องเครื่องจักรเมื่อพบความผิดปกติร้ายแรง โดยมีการนำทฤษฎีต่าง ๆ มาร่วมใช้ในการออกแบบฟังก์ชันการวินิจฉัย ดังนี้

2.6.1 เอฟทีเอ [24]

เอฟทีเอ (Fault Tree Analysis: FTA) คือ การชี้แจงถึงอันตรายแบบการวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบ และเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการประเมินหาค่าความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุ ด้วยการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ โดยอาศัยหลักการทางพีชคณิตแบบบูลีน (Boolean algebra) ทำให้ช่วยหาค่าความถี่ของอันตรายหรือป้องกันการเกิดอันตรายแบบพร้อมกัน หมายถึง การมีเหตุการณ์เกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งอย่างพร้อม ๆ กัน แต่การพิจารณาด้วยพีชคณิตแบบบูลีนเป็นการพิจารณาในแค่สองลักษณะเท่านั้น คือ สำเร็จ และ ล้มเหลว ทำให้สำหรับบางเหตุการณ์ที่มีเรื่องระยะเวลา หรือเวลาที่ล่าช้า (Time delays) เข้ามาเกี่ยวข้องกับระยะเวลานั้นจะไม่ถูกนำมาพิจารณาด้วย

2.6.2 เอฟเอ็มอีเอ [25]

เอฟเอ็มอีเอ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) คือ การวิเคราะห์และป้องกันความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อให้ผลลัพธ์ของระบบการผลิต ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ทำให้การทำเอฟเอ็มอีเอเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถนำมาปรับใช้ได้กับระบบทุกประเภท และสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในระดับกระบวนการ กระบวนการย่อย หรือในระดับผลิตภัณฑ์ได้

2.6.3 พีระมิตีไอเคตดับเบิลยู [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับออร์แกนไนเซชันทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
พีระมิตีไอเคตดับเบิลยู (DIKW Pyramid) เป็นทฤษฎีที่ถูกคิดค้นโดย Danny Wallace ในปี 2007 ซึ่งเป็นโมเดลลำดับขั้นสำหรับการจัดการข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลที่มีมากและกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป
2. ข่าวสาร (Information) คือ การนำข้อมูลมาจัดเก็บอย่างเป็นระบบ
3. ความรู้ (Knowledge) คือ การนำสารสนเทศมาประมวลผลทำให้สารสนเทศนั้นกลายเป็น

ความรู้

4. ปัญญา (Wisdom) คือ การเข้าใจด้วยความรู้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี การจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิต การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรของระบบการผลิต การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW เทคนิคทางวิศวกรรมในการใช้งานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ผสมผสานเข้ากับระบบการผลิต และเทคนิคทางวิศวกรรมในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับการแสดงผลเทคโนโลยีเออาร์

3.2 การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

3.2.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของการผสมผสานไอโอทีเกตเวย์กับระบบการผลิต

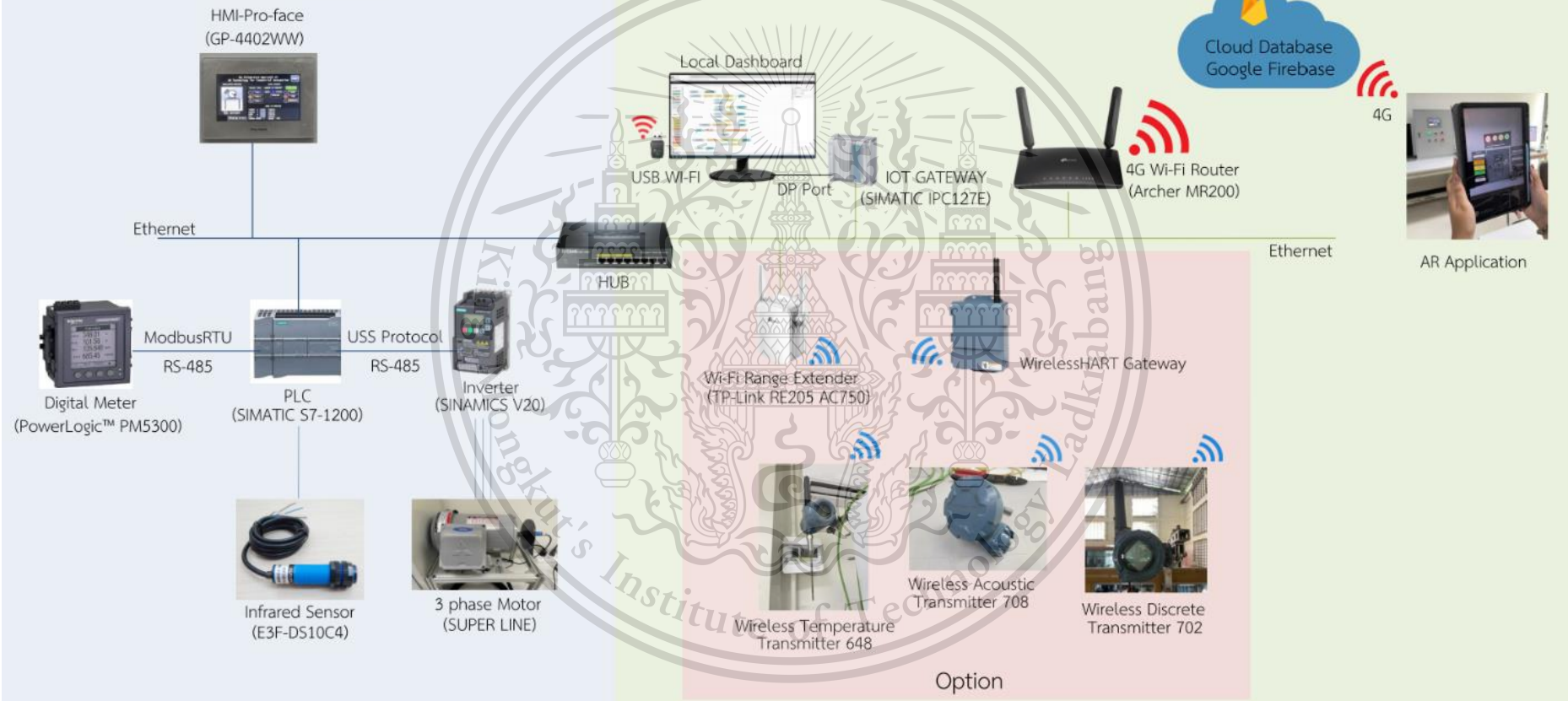
เป็นการผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตด้วยการใช้สายอีเทอร์เน็ต และโปรแกรม Node-RED สำหรับเป็นตัวกลางในการนำข้อมูลจากอุปกรณ์ของระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีและข้อมูลจากอุปกรณ์ไร้เสฮาร์ท (WirelessHART) ได้แก่ ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย อะคูสติทราสมิตเตอร์แบบไร้สาย และ ดิสครีททราสมิตเตอร์แบบไร้สายไปแสดงผลในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

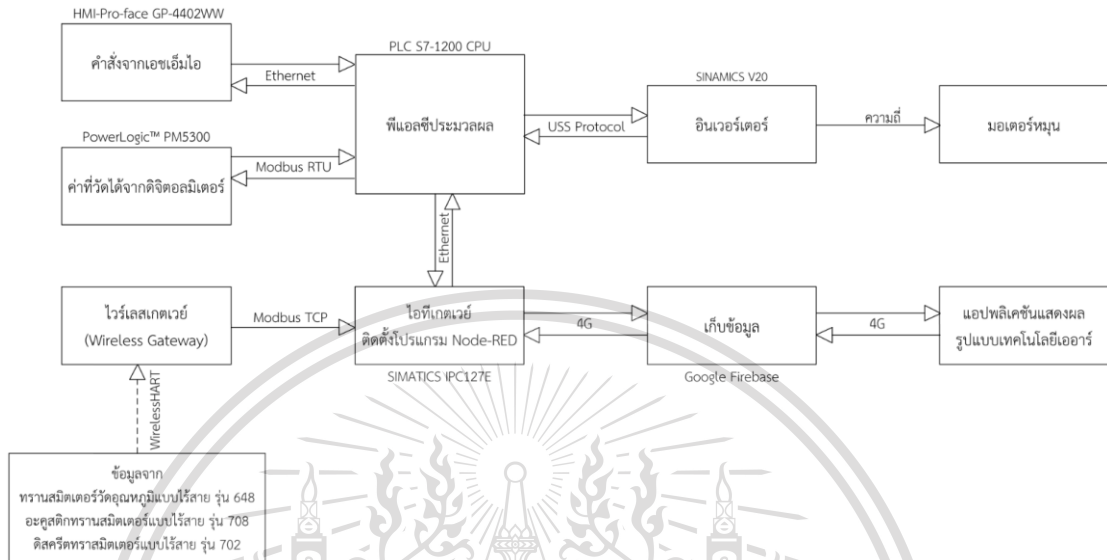
PLC-Based Production System (Case study)



รูปที่ 3.1 การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

3.2.2 การไหลของข้อมูล

การผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิตและอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ท (WirelessHART) มีทำให้มีผลของการไหลของข้อมูลดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การไหลของข้อมูล

หากผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เข้ากับระบบการผลิต แล้วเมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลที่ต้องการให้ระบบการผลิตทำงานผ่านหน้าจอเอชเอ็มไอ ข้อมูลจะส่งไปประมวลผลที่พีแอลซี พีแอลซีสื่อสารกับอินเวอร์เตอร์ผ่านการใช้งานยูเอสเอสโพรโตคอลเพื่อทำให้มอเตอร์ทำงาน ในขณะเดียวกันข้อมูลที่ดิจิทัลมิเตอร์วัดได้ถูกส่งให้พีแอลซีผ่านการใช้งานมอดบัสฮาร์ทที่เทียบเท่ากัน

หลังจากนั้นดึงข้อมูลตามพารามิเตอร์ที่ต้องการ เช่น ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ความเร็วรอบที่มอเตอร์ทำงาน หรือการแจ้งเตือนเมื่อมีอุปกรณ์ล้มเหลว เป็นต้น เพื่อนำไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันด้วยการใช้ไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ที่มีการติดตั้งโปรแกรม Node-RED และมีการสร้าง Flow Base Diagram สำหรับพีแอลซี รวมไปถึง Flow Base Diagram สำหรับ Google Firebase มาใช้ในการอ่านข้อมูลจากพีแอลซีและส่งข้อมูลนั้นไปเก็บที่ Google Firebase ที่เป็นคลาวด์ดาต้าเบสเพื่อนำไปแสดงผลอยู่บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์

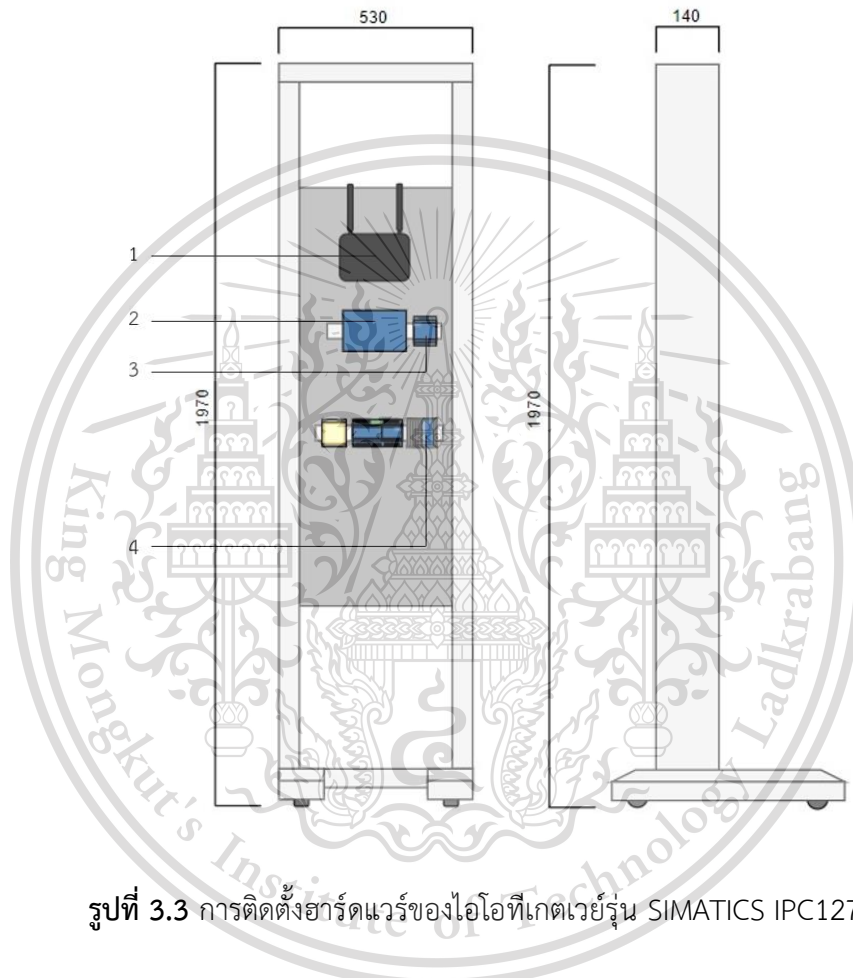
ส่วนข้อมูลจากอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ทได้แก่ ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย, อะคูสติททรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย และดิสครีททรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย ถูกส่งไปที่ ไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ผ่านไวร์เลสเกตเวย์ โดยที่ไอโอทีเกตเวย์มีการติดตั้ง Node-RED และมีการสร้าง Flow Base Diagram สำหรับอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์แล้ว รวมไปถึง Flow Base Diagram สำหรับ Google Firebase มาใช้ในการอ่านข้อมูลและส่งข้อมูลนั้นไปเก็บที่ Google Firebase ที่เป็นคลาวด์ดาต้าเบส เพื่อนำไปแสดงผลอยู่บนแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

เมื่อมีการใช้งานฟังก์ชันทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์บนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ ข้อมูลจะถูกส่งไปที่ Google Firebase ที่เป็นคลาวด์ดาต้าเบส โปรแกรม Node-RED ที่ติดตั้งบนไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ทำหน้าที่อ่านคำสั่งที่ได้มาและส่งกลับไปยังพีแอลซีเพื่อให้พีแอลซีประมวลผลสั่งการให้ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ที่เขียนไว้แบบแลตเตอร์เพื่อทำงาน

3.2.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของไอโอทีเกตเวย์



รูปที่ 3.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E

ตารางที่ 3.1 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนกรอบโครงแบบเปิด

ลำดับ	อุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน
1	เราเตอร์	Archer MR200	TP-LINK	1
2	สวิตช์	-	-	1
3	พาวเวอร์ซัพพลาย	DR-45-24	SIEMENS	1
4	ไอโอทีเกตเวย์	SIMATIC IPC127E	SIEMENS	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

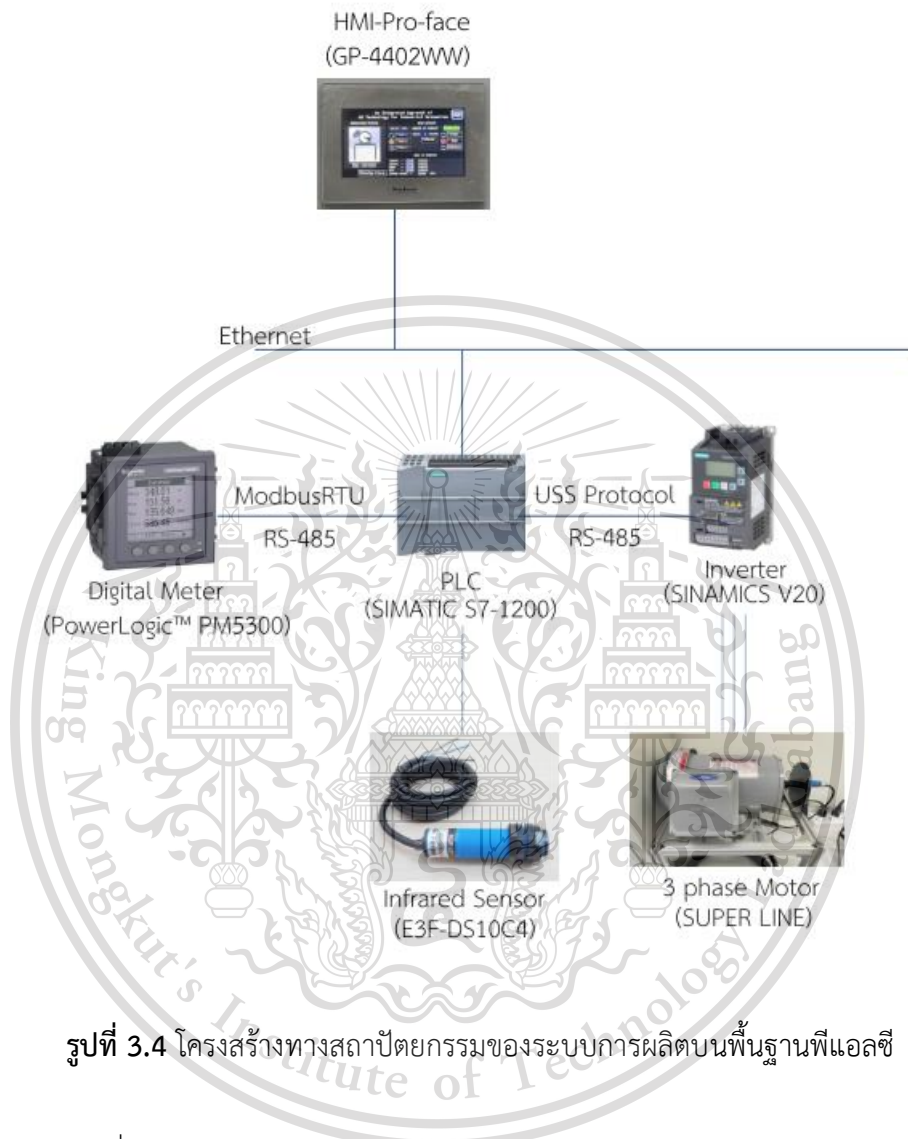
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 การจัดสร้างระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

3.3.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการผลิต



รูปที่ 3.4 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

จากรูปที่ 3.4 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบการผลิต ประกอบด้วยเอชเอ็มไอ ดิจิตอลมิเตอร์ พีแอลซี อินเวอร์เตอร์ เซนเซอร์อินฟราเรด และมอเตอร์ โดยมีการเชื่อมต่อกันดังนี้

- เอชเอ็มไอกับพีแอลซีเชื่อมต่อด้วยสายอีเทอร์เน็ต
- ดิจิตอลมิเตอร์ พีแอลซี และอินเวอร์เตอร์ เชื่อมต่อด้วยสาย RS-485
- ติดตั้งโมดูลการสื่อสาร (CM1241) เพิ่มที่พีแอลซี เพื่อใช้โหมดบัสสแตร์ทียูในการรับ-ส่งข้อมูล

กับดิจิตอลมิเตอร์

ติดตั้งบอร์ดการสื่อสาร (CB1241) เพิ่มที่พีแอลซี เพื่อใช้ยูเอสเอสโพรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลกับอินเวอร์เตอร์

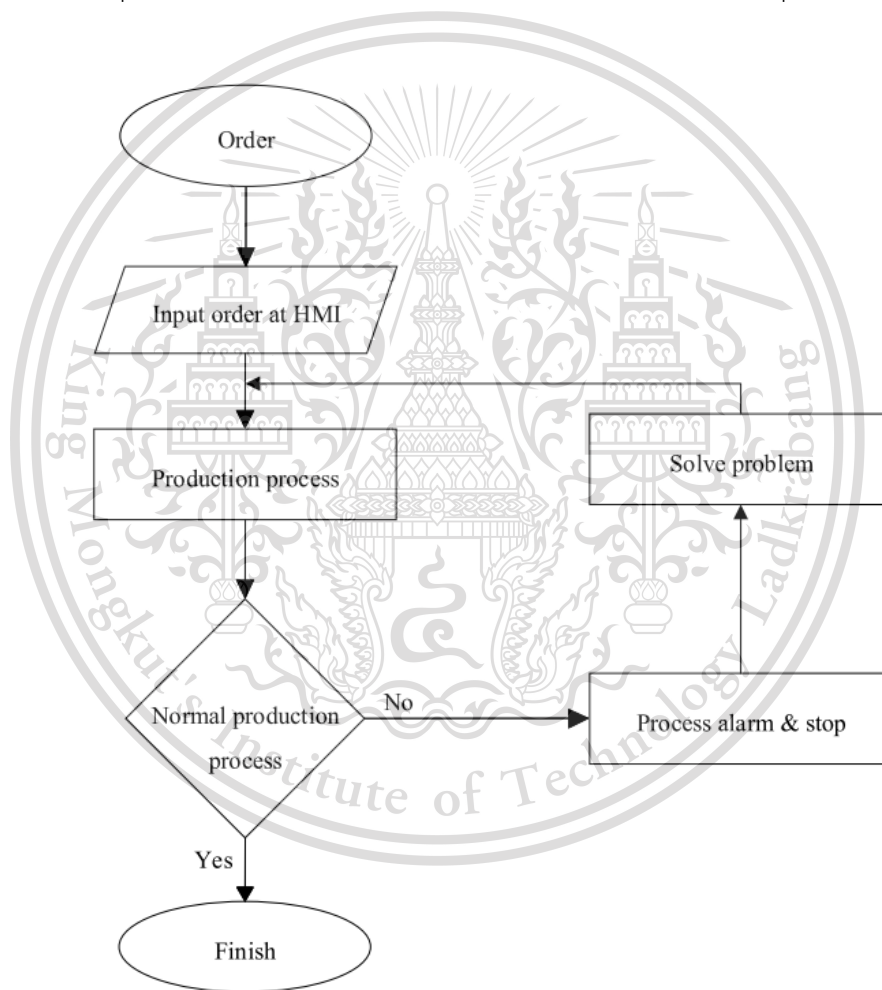
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงานของระบบการผลิต กำหนดให้มอเตอร์ 3 เฟส เป็นการจำลองการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ผลิตสินค้า สามารถเลือกชนิดสินค้าได้ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่

1. ชนิดเอ มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
2. ชนิดบี มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
3. ชนิดซี มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาสลับกัน

ในการหมุน 1 รอบเพื่อผลิตของ 1 ชิ้น กำหนดให้ใช้เวลาในการหมุน 20 วินาที มีจานหมุนสี่ขาและคำติดที่เพลามุมมอเตอร์แทนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า เมื่อผลิตสินค้าเสร็จ 1 ชิ้น มอเตอร์จะหยุดหมุนเป็นเวลา 10 วินาที เพื่อให้เซนเซอร์อินฟราเรดตรวจจับสี หากตรวจจับได้สีดำเปรียบเป็นสินค้าคุณภาพไม่ดี (12.5%) หากตรวจจับได้สีขาวเปรียบเป็นสินค้าคุณภาพดี (87.5%)



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของระบบการผลิต

จากรูปที่ 3.5 กำหนดให้มีขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อให้ระบบการผลิตทำงาน โดยมีการ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบเซียบรรณบัตรนี้โดยมีการค้า
 ทำงานแบบทั่วไปของโรงงาน คือ ไม่ซับซ้อน และยังไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้งานร่วม จึง
 ไม่ว่ากรณีใดก็ตามหากพบเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้
 มีลำดับขั้นตอนดังนี้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

1. รับออเดอร์
2. ป้อนออเดอร์ที่ได้รับลงบนหน้าจอเอชเอ็มไอ
3. ระบบเริ่มผลิตสินค้า
4. ตรวจสอบสถานะของการของทำงานของระบบตลอดเวลา
 - 4.1 ถ้าระบบการผลิตมีการทำงานปกติ ระบบการผลิตทำงานจนจบคำสั่ง
 - 4.2 ถ้ากระบวนการมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ระบบการผลิตหยุดทำงานและมีการแจ้งเตือน ให้ทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และทำให้ระบบกลับไปทำงานอีกครั้ง

3.3.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิต

การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิตเพื่อใช้ป้องกันอุปกรณ์และเก็บสายไฟ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ตู้ควบคุม และ แบบจำลองระบบการผลิต



รูปที่ 3.6 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิตภายนอกตู้ควบคุม

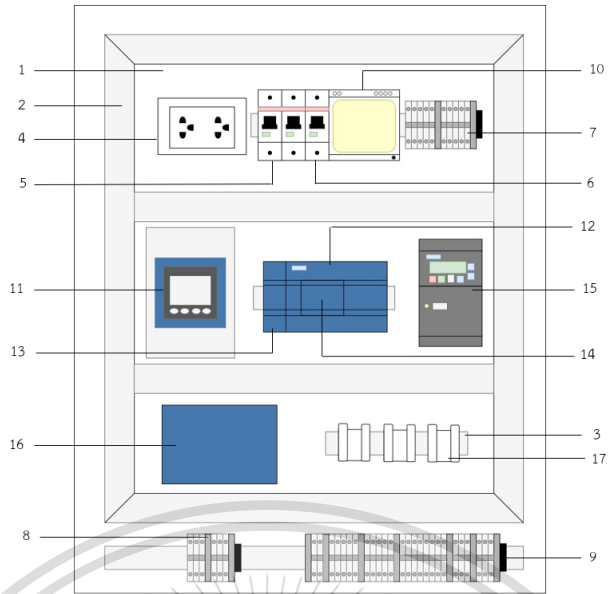
ตารางที่ 3.2 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายนอกตู้ควบคุม

ลำดับ	อุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน
1	เอชเอ็มไอ	GP-4402WW	Pro-face	1
2	ไฟสีเขียว	ED16-22DSI	-	1
3	ไฟสีแดง	AD16-22DS	-	1
4	ลำโพงบีซเซอร์	AD16-22SM	-	1
5	สวิทช์			2
6	ปุ่มหยุดฉุกเฉิน			1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องแจ้งเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.7 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ของระบบการผลิตภายในตู้ควบคุม

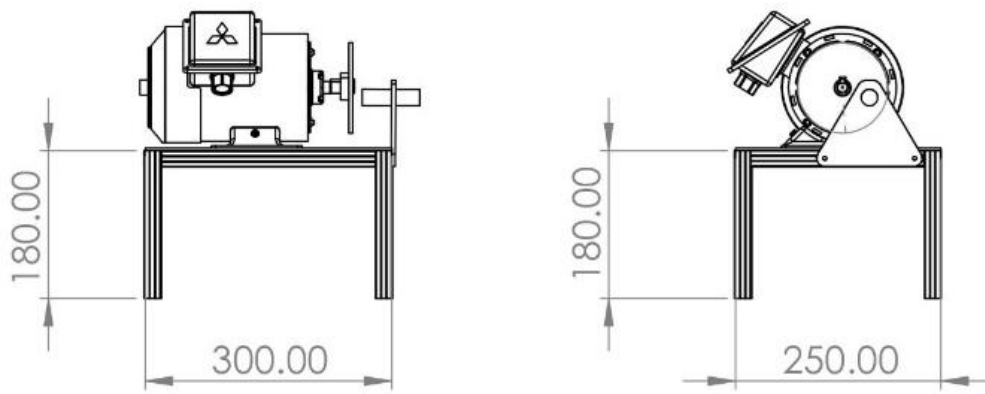
ตารางที่ 3.3 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้ควบคุม

ลำดับ	อุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน
1	แผ่นอะลูมิเนียม (Plate)	-	-	1
2	ท่อเก็บสายไฟ	-	-	6
3	รางดิน	-	-	3
4	เซอร์วิสปลั๊ก	-	PANASONIC	1
5	เซอร์กิตเบรกเกอร์ 2 โพล	S202M	ABB	1
6	เซอร์กิตเบรกเกอร์ 1 โพล	SH201	ABB	1
7	เทอร์มินอล	-	-	42
8	แผ่นกั้นระหว่างเทอร์มินอล	-	-	11
9	ตัวล๊อคอุปกรณ์	-	-	3
10	ซีพพลาย 24 โวลต์	DR-45-24	WISCO	1
11	ดิจิตอลมิเตอร์	PM5330	SCHNEIDER	1
12	พีแอลซี	S7-1200	SIEMENS	1
13	โมดูลการสื่อสาร	CM 1241	SIEMENS	1
14	บอร์ดการสื่อสาร	CB 1241	SIEMENS	1
15	อินเวอร์เตอร์	SINAMICS V20	SIEMENS	1
16	ฮับ	TL-SG108	TP-LINK	1
17	หม้อแปลงกระแสไฟ	METSECT5CC004	SCHNEIDER	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำมาเผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม กรุณาแจ้งให้ทราบก่อนการนำเอกสารนี้ไปใช้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

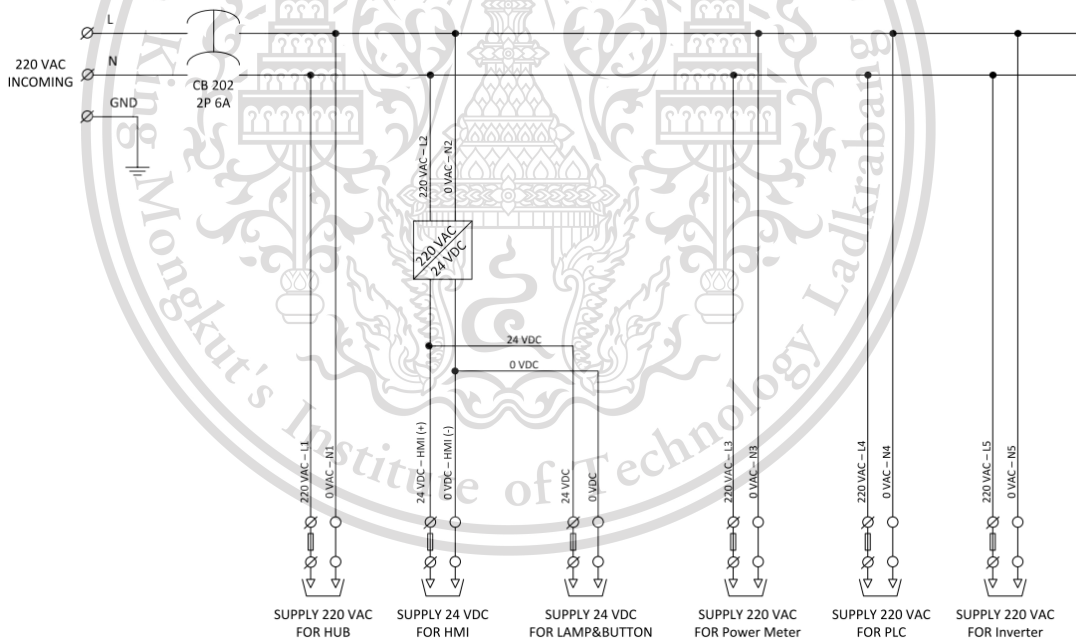
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use



รูปที่ 3.8 แบบจำลองการทำงานของเครื่องจักรในระบบการผลิต

การเดินสายไฟของระบบ

การเดินสายไฟของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การเดินสายไฟส่วนพาวเวอร์ และการเดินสายไฟส่วนอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี

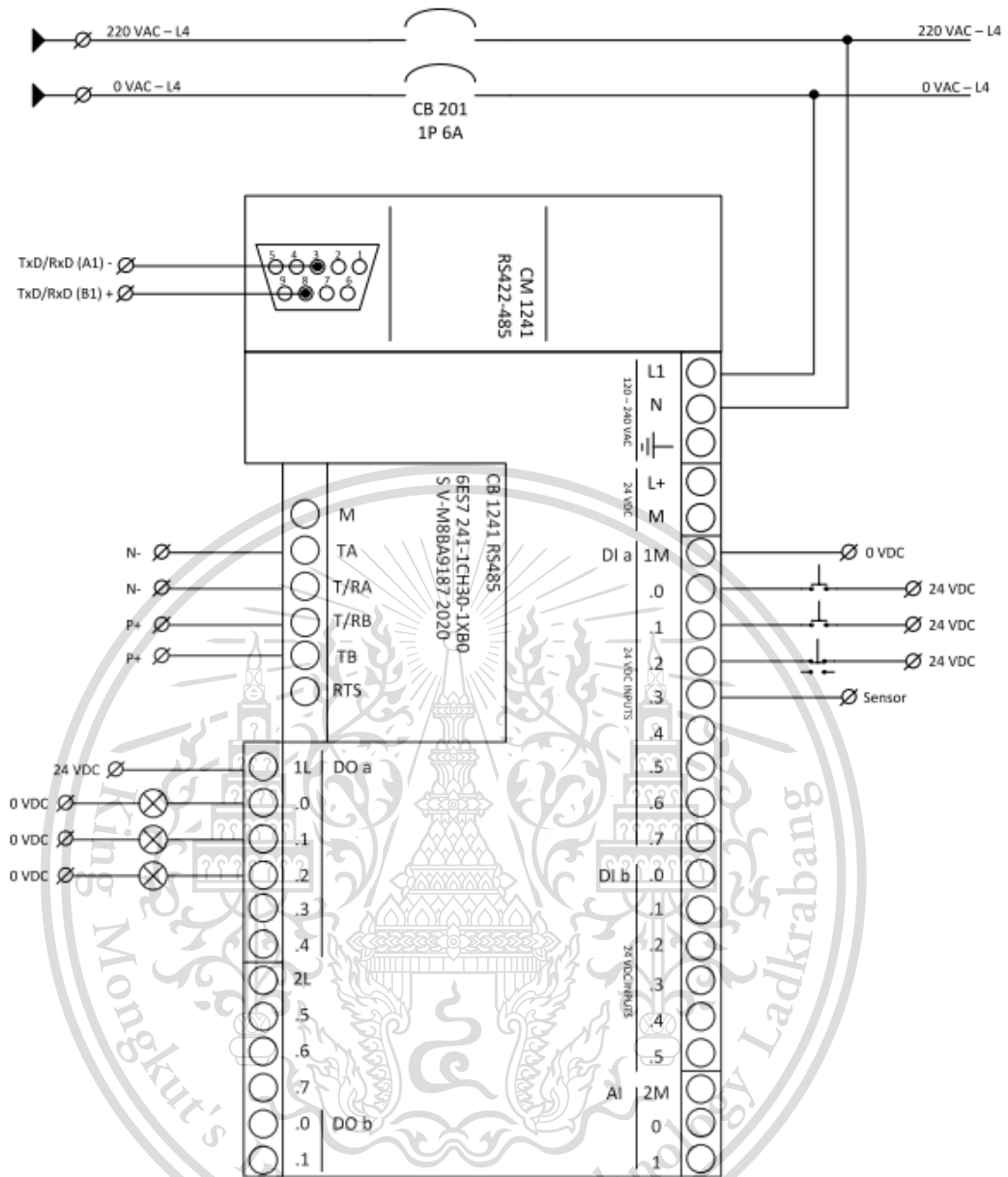


รูปที่ 3.9 การเดินสายไฟส่วนพาวเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.10 การเดินสายไฟส่วนอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีแบบแลตเตอร์ [27],[28]

การเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีแบบแลตเตอร์ ใช้โปรแกรม TIA Portal V15 โดยมีพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการนำไปสร้างฟังก์ชันบล็อกดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์สำคัญสำหรับการนำไปสร้างฟังก์ชันบล็อก

ลำดับ	ที่อยู่พารามิเตอร์	ชื่อพารามิเตอร์	คำอธิบาย	ชนิด
1	I0.0	Start	ปุ่มเริ่มการทำงานของเครื่องจักร	อินพุต
2	I0.1	Stop	ปุ่มหยุดเพื่อทำให้ความเร็วในการผลิตของเครื่องจักรช้าลง	อินพุต
3	I0.2	Emergency	ปุ่มหยุดฉุกเฉิน	อินพุต
4	I0.3	Sensor	ตรวจจับคุณภาพสินค้า	อินพุต
5	Q0.0	GreenLamp	ไฟเขียวกระพริบ แสดง สถานะการทำงาน ของเครื่องจักรทำงานปกติ	เอาต์พุต
6	Q0.1	RedLamp	ไฟแดงค้าง แสดง สถานะการทำงาน ของเครื่องจักรหยุดทำงาน ไฟแดงกระพริบ แสดง สถานะ เครื่องจักรถูกทำให้มีความเร็วในการ ผลิตช้าลง	เอาต์พุต
7	Q0.2	Buzzer	ลำโพงบีบเซอร์เพื่อระบุสถานะ เครื่องจักรหยุดฉุกเฉิน	เอาต์พุต
8	M0.0	Motor_RUN	สถานะการทำงานของมอเตอร์	เมมโมรี่
9	MD8	Actual_Speed	ความเร็วจริงของมอเตอร์	เมมโมรี่
10	MD22	Availability	อัตราการเดินเครื่องจักร (%)	เมมโมรี่
11	MD26	Performance	ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (%)	เมมโมรี่
12	M35.5	Confirm	ยืนยันจำนวนสินค้าก่อนเริ่มการผลิต	เมมโมรี่
13	MD36	Quality	อัตราคุณภาพสินค้า (%)	เมมโมรี่
14	MW295	Sum_Box	จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้	เมมโมรี่
15	MW300	GoodBox	จำนวนสินค้าคุณภาพดี	เมมโมรี่
16	MW305	BadBox	จำนวนสินค้าคุณภาพไม่ดี	เมมโมรี่
17	MW460	OEE	ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (%)	เมมโมรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

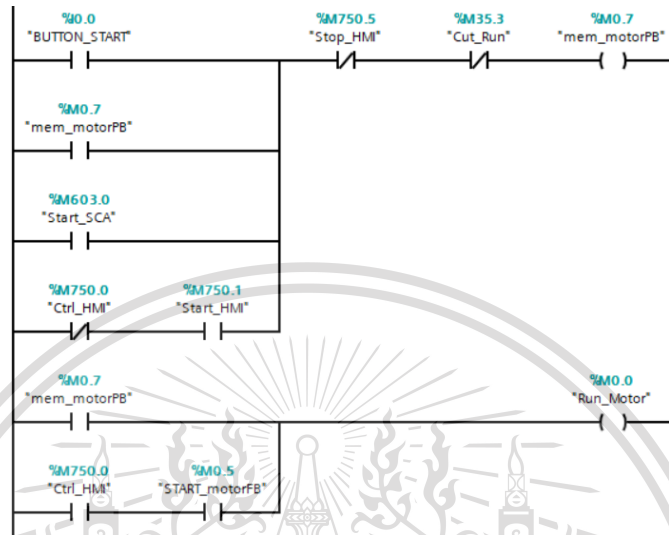
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

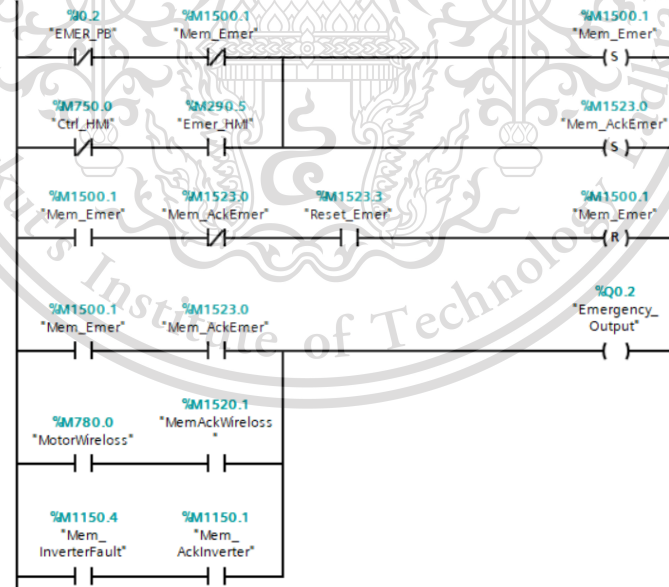
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากนั้นนำพารามิเตอร์นี้ไปสร้างฟังก์ชันการทำงานของระบบการผลิตให้มีฟังก์ชันการทำงานทั้งหมด 5 ฟังก์ชัน ดังนี้

3.2.3.1 ฟังก์ชันเปิด-ปิดระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน



รูปที่ 3.11 แลตเตอร์ควบคุมการเปิด-ปิดของระบบการผลิต

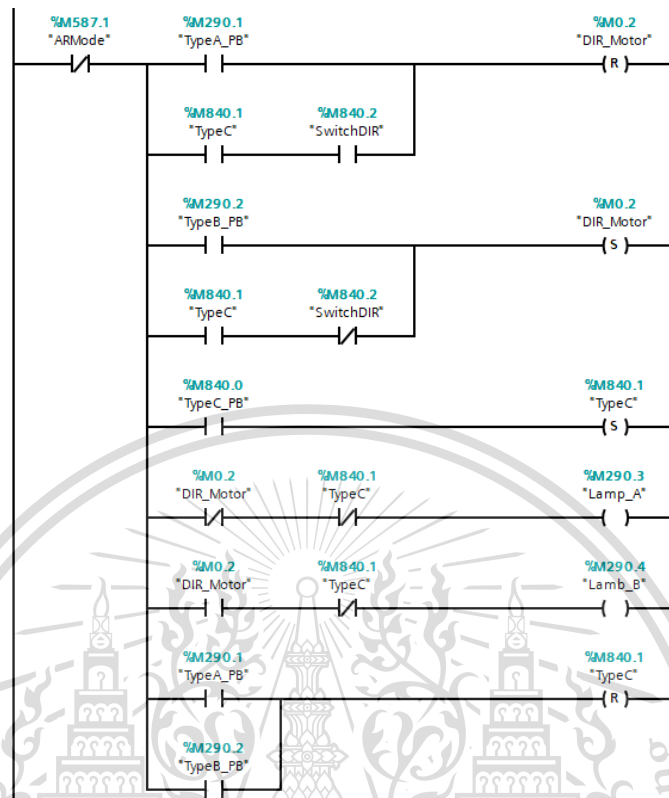


รูปที่ 3.12 แลตเตอร์หยุดระบบการผลิตแบบฉุกเฉินจากการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จากรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12 เป็นการเขียนแลตเตอร์เพื่อให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังช่วยให้คัดแปลงเป็นไอชิว และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ และหยุดฉุกเฉินของระบบการผลิตได้จากทางหน้าจอเอชเอ็มไอ และหน้าตู้ควบคุม

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

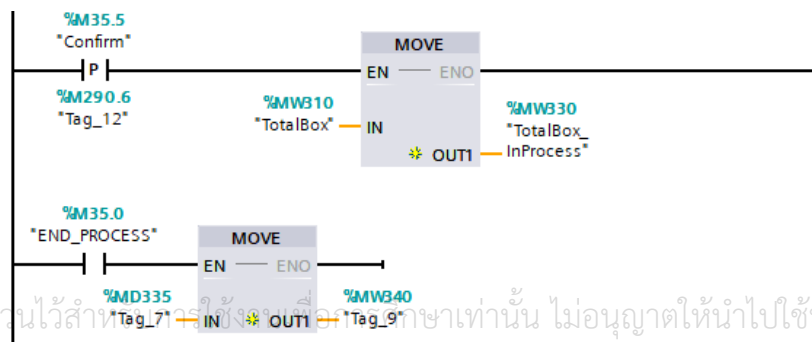
3.2.3.2 ฟังก์ชันการเลือกชนิดสินค้าและกำหนดจำนวนสินค้า



รูปที่ 3.13 แลตเตอร์ควบคุมการเลือกชนิดสินค้า

จากรูปที่ 3.13 เป็นการเขียนแลตเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกชนิดของสินค้าได้ โดยแบ่งชนิดของสินค้าเป็น 3 แบบ คือ ชนิดเอ ชนิดบี และชนิดซี แทนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ดังนี้

1. ชนิดเอ การหมุนแบบตามเข็มนาฬิกา
2. ชนิดบี การหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา
3. ชนิดซี การหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาสลับกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

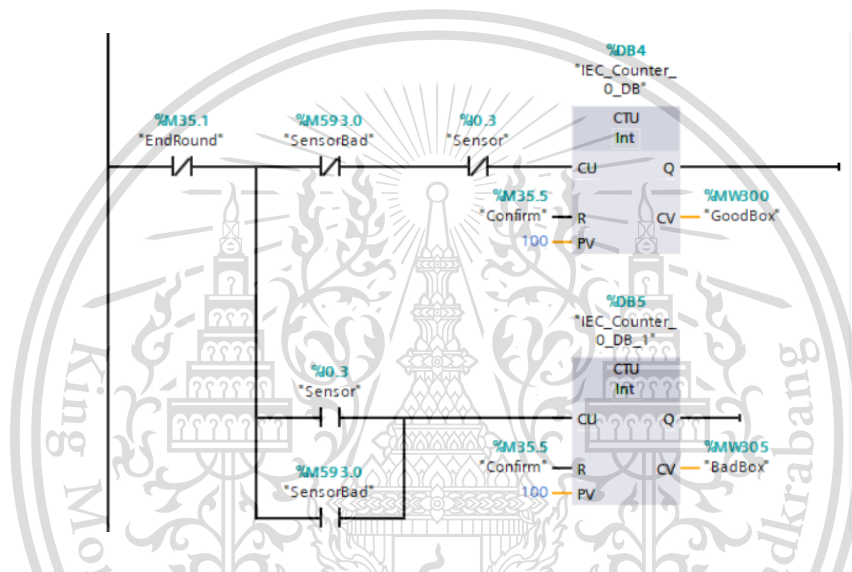
รูปที่ 3.14 แลตเตอร์กำหนดจำนวนสินค้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.14 เป็นการเขียนแลตเตอร์เพื่อกำหนดจำนวนสินค้าและนำไปแสดงผลเป็นจำนวนเป้าหมายของสินค้าที่ต้องผลิตภายหลัง โดยเมื่อมีการกำหนดจำนวนสินค้าที่ต้องการผลิตแล้ว ต้องมีการกดคอนเฟิร์มอีกครั้ง

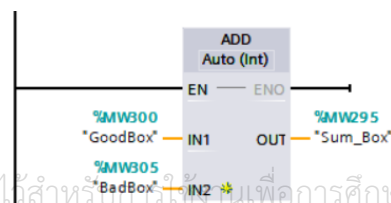
3.2.3.3 ฟังก์ชันการนับจำนวนสินค้า

เนื่องจากการนับจำนวนสินค้าจะแบ่งการนับออกเป็นหลายแบบ ได้แก่ สินค้าคุณภาพดี สินค้าคุณภาพไม่ดี เป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต และสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างแลตเตอร์ในการตรวจจับคุณภาพสินค้าที่แบ่งคุณภาพสินค้าออกเป็น 2 แบบ คือ สินค้าคุณภาพดีและสินค้าคุณภาพไม่ดี



รูปที่ 3.15 แลตเตอร์ตรวจสอบคุณภาพสินค้า

จากรูปที่ 3.15 เมื่อผลิตสินค้าเสร็จในแต่ละรอบเซนเซอร์อินฟาเรดจะทำการตรวจสอบคุณภาพสินค้า โดยหากในหนึ่งรอบการทำงานเมื่อมอเตอร์หยุดหมุนและเซนเซอร์อินฟาเรดตรวจจับได้สีขาว หมายความว่า ในรอบการทำงานหรือการผลิตนั้นมีผลของสินค้าเป็นสินค้าคุณภาพ และหากเซนเซอร์อินฟาเรดตรวจจับได้สีดำมีลอจิกเป็น 0 หมายความว่า ในรอบการทำงานหรือการผลิตนั้นมีผลของสินค้าเป็นสินค้าคุณภาพไม่ดี



รูปที่ 3.16 แลตเตอร์นับจำนวนสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.16 เป็นการเขียนแลตเตอร์เพื่อนับจำนวนสินค้าทั้งหมด โดยนำเอาจำนวนของสินค้าที่ผลิตได้ก่อนหน้าทั้งสินค้าคุณภาพไม่ดีและสินค้าคุณภาพดีมารวมกัน

3.2.3.4 ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับยูเอสเอสโปรโตคอลกับอินเวอร์เตอร์

เนื่องจากพีแอลซีและอินเวอร์เตอร์มีการติดต่อสื่อสารด้วยการใช้ยูเอสเอสโปรโตคอล (USS Protocol) จึงนำบอร์ดการสื่อสารรุ่น CB1241 (RS485) มาใช้งาน เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสโปรโตคอลในโปรแกรม TIA Portal V15 โดยมีพารามิเตอร์พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสพอร์ต และ ฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสไดรฟ์ ดังตารางที่ 3.5 และ ตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสพอร์ต

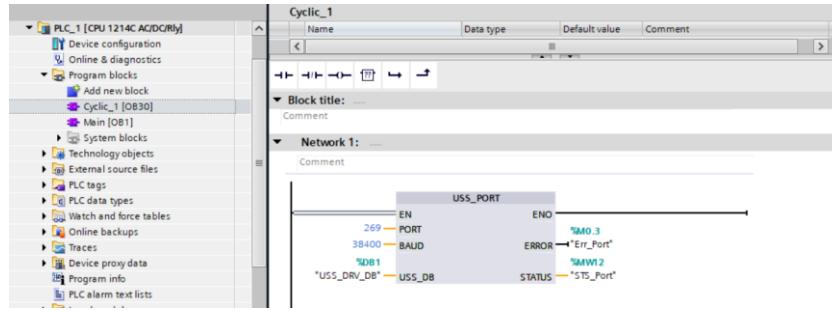
พารามิเตอร์	คำอธิบาย
PORT	หมายเลขระบุฮาร์ดแวร์ (Hardware identifier) ของบอร์ดการสื่อสาร CB1241
BAUD	อัตราเร็วในการส่งข้อมูล (Baud Rate) ตามที่ตั้งไว้ในอินเวอร์เตอร์
USS_DB	ชื่อของดาต้าบล็อก (Data Block) ที่ใช้กับคำสั่งยูเอสเอสไดรฟ์
ERROR	สถานะข้อผิดพลาด (Error) ของยูเอสเอสพอร์ต
STATUS	สถานะการทำงานของยูเอสเอสพอร์ต

ตารางที่ 3.6 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกยูเอสเอสไดรฟ์

พารามิเตอร์	คำอธิบาย
RUN	ควบคุมอินเวอร์เตอร์ให้ทำงาน
F_ACK	รีเซ็ตการทำงานของอินเวอร์เตอร์
DIR	ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์
DRIVE	ลำดับของอินเวอร์เตอร์ในจำนวนอินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานทั้งหมด
PZD_LEN	ค่าความยาวของการประมวลผลข้อมูล (Process Data)
SPEED_SP	ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ระบุค่าในรูปแบบของ 0 – 100%
ERROR	สัญญาณบอกข้อผิดพลาดของฟังก์ชันบล็อก
STATUS	สถานะการทำงานของฟังก์ชันบล็อก
RUN_EN	สัญญาณบอกสถานะการทำงานของมอเตอร์
D_DIR	สัญญาณบอกทิศทางการหมุนของมอเตอร์
FAULT	สัญญาณบอกความผิดปกติของอินเวอร์เตอร์
SPEED	ค่าความเร็วรอบ ณ ปัจจุบัน แสดงในรูปแบบของ 0 – 100%

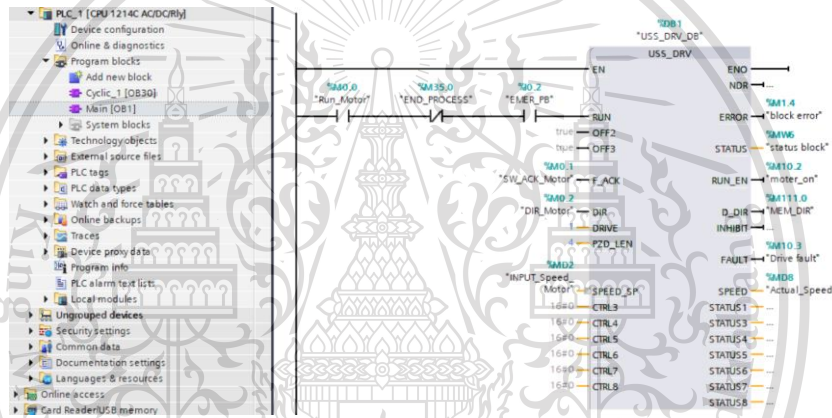
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นการใช้งานเพื่อการศึกษาและวิจัยในวงจำกัดของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



รูปที่ 3.17 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสพอร์ต

จากรูปที่ 3.17 เป็นฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสพอร์ตเพื่อสร้างช่องทางติดต่อสื่อสารของอินเวอร์เตอร์ร่วมกับพีแอลซี



รูปที่ 3.18 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสโปรโตคอล

จากรูปที่ 3.18 เป็นฟังก์ชันบล็อกของยูเอสเอสโปรโตคอล สำหรับควบคุมอินเวอร์เตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบที่ต้องการ

3.2.3.5 ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับมอดบัสอาร์ทียูกับดิจิตอลมิเตอร์

การดึงพารามิเตอร์จากดิจิตอลมิเตอร์มาใช้งาน เนื่องจากพีแอลซีและดิจิตอลมิเตอร์ สามารถติดต่อสื่อสารได้ผ่านทางมอดบัสอาร์ทียู (Modbus RTU) จึงนำโมดูลการสื่อสารรุ่น CM1241 (RS422/485) มาใช้งาน เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันบล็อกของมอดบัสอาร์ทียู ในโปรแกรม TIA Portal V15 โดยมีพารามิเตอร์พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกมอดบัสและฟังก์ชันบล็อกมอดบัสมาสเตอร์ ดังตารางที่ 3.7 และ ตารางที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.7 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกมอดบัส

พารามิเตอร์	คำอธิบาย
REQ	สั่งใช้งานฟังก์ชันบล็อก
PORT	ตัวระบุฮาร์ดแวร์ของโมดูลการสื่อสาร
BAUD	ความเร็วในการสื่อสาร (bps)
PARITY	ภาวะคู่หรือคี่ (Parit)
RESP_TO	หมดเวลาตอบสนอง (Response Timeout)
MB_DB	ข้อมูลอ้างอิงของดาต้าบล็อกสำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการข้อมูล (Modbus Master) หรืออุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล (Modbus Slave)
DONE	สัญญาณบอกสถานะการทำงานของฟังก์ชันบล็อกเมื่อทำงานเสร็จ
ERROR	สถานะข้อผิดพลาดของฟังก์ชันบล็อก
STATUS	สถานะการทำงานของฟังก์ชันบล็อก

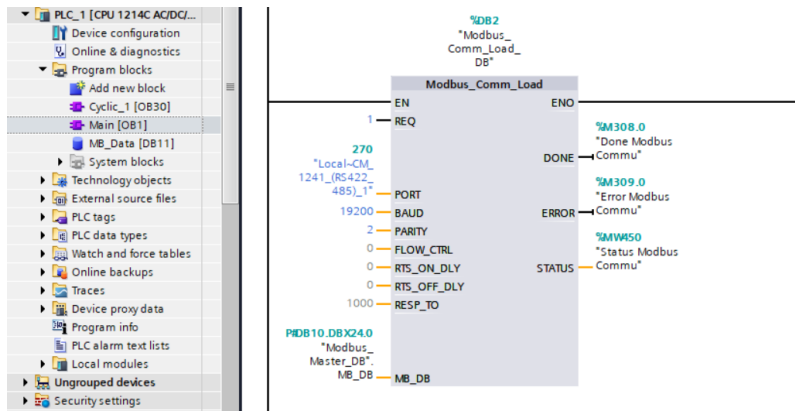
ตารางที่ 3.8 พารามิเตอร์สำคัญของฟังก์ชันบล็อกมอดบัสมาสเตอร์

พารามิเตอร์	คำอธิบาย
REQ	สั่งใช้งานฟังก์ชันบล็อก
MB_ADDR	การกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล (Modbus Slave Station) ที่ต้องตั้งให้ตรงกับที่ตั้งตำแหน่งในอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล
DATA_ADDR	ที่อยู่ของโปรโตคอลมอดบัส (Modbus Address) จากอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล
DATA_LEN	จำนวนที่อยู่ (Address) ที่ต้องการอ่าน/เขียน
DATA_PTR	ตัวบ่งชี้ (Pointer) ที่ชี้ไปยังที่อยู่ที่ต้องการใช้เก็บค่าที่อ่าน/เขียนกับตัวอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูล
DONE	สัญญาณบอกสถานะการทำงานของฟังก์ชันบล็อกเมื่อทำงานเสร็จ
ERROR	สถานะข้อผิดพลาดของฟังก์ชันบล็อก
STATUS	สถานะการทำงานของฟังก์ชันบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

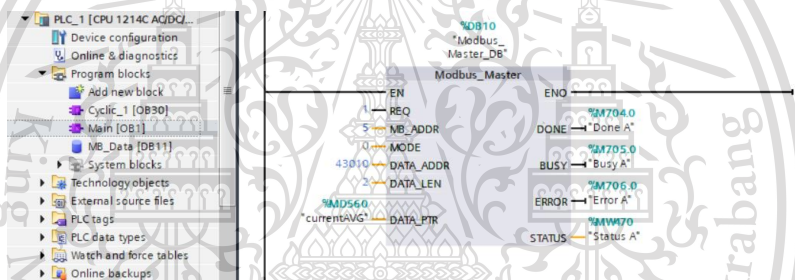
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของมอดบัส

จากรูปที่ 3.19 เป็นฟังก์ชันบล็อกของมอดบัสเพื่อสร้างช่องทางติดต่อสื่อสารของดิจิทัลมิเตอร์ร่วมกับพีแอลซี



รูปที่ 3.20 การใช้งานฟังก์ชันบล็อกของมอดบัสมาสเตอร์

จากรูปที่ 3.20 เป็นฟังก์ชันบล็อกของมอดบัสมาสเตอร์สำหรับอ่านข้อมูลตามพารามิเตอร์ที่ถูกเรียกใช้

3.4 การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิต

การออกแบบการเฝ้าระวังของระบบการผลิตเพื่อการวินิจฉัยข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ในระบบ มีการออกแบบฟังก์ชันการวินิจฉัยสำหรับอุปกรณ์ที่เมื่อล้มเหลวแล้วส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง ได้แก่ พีแอลซี อินเวอร์เตอร์ มอเตอร์ และเซนเซอร์อินฟราเรด โดยมีหลักการออกแบบภายใต้พื้นฐานของ เอฟทีเอ (Fault tree analysis: FTA) และ เอฟเอ็มอีเอ (Failure mode and effects analysis: FMEA)

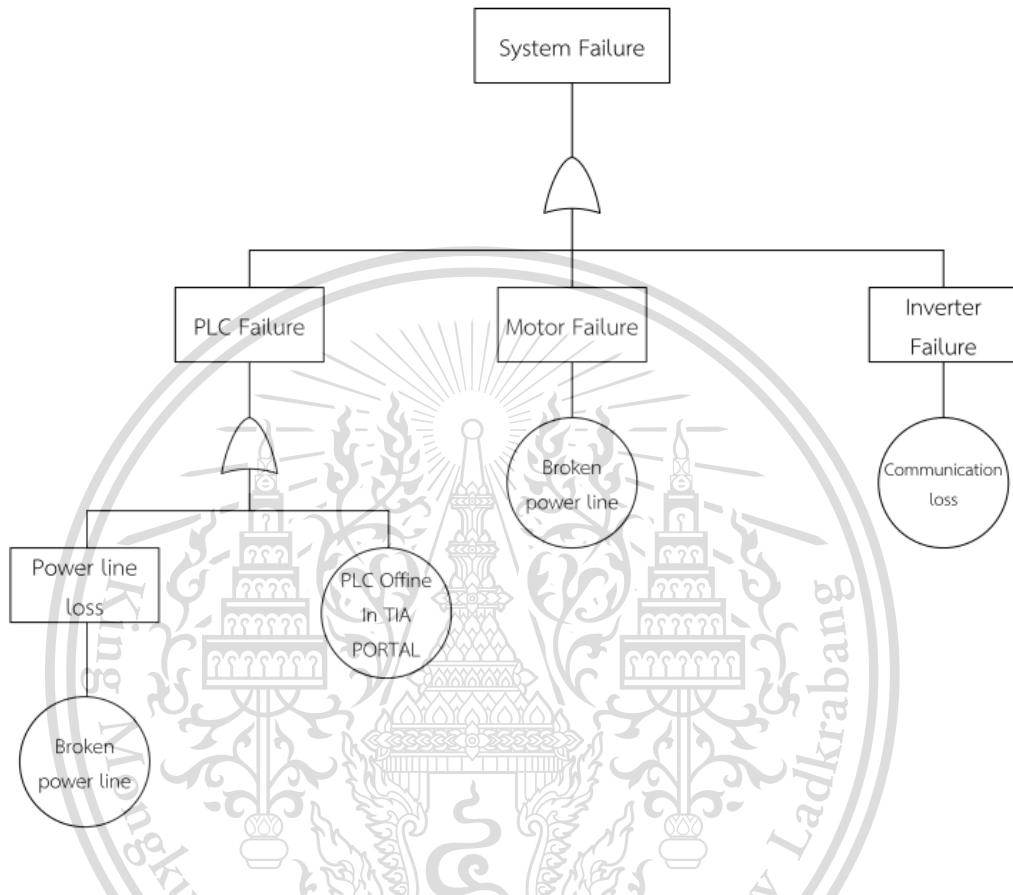
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.1 เอฟทีเอ

การทำงานของระบบ ประกอบด้วย 3 ระบบย่อยที่ทำงานแยกกันอย่างอิสระ ได้แก่ พีแอลซี มอเตอร์ และ อินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.21 แผนภาพเอฟทีเอ

จากรูปที่ 3.21 สาเหตุทั้งหมดที่เกิดขึ้นใช้สัญลักษณ์ Incomplete Event โดยมีสัญลักษณ์ OR Gate ด้านบนสุดของภาพแสดงให้เห็นว่า การทำงานของระบบ หากมีอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง ล้มเหลวแล้วจะทำให้ระบบหยุดทำงาน โดยในแต่ละอุปกรณ์จะมีสาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์เกิดความล้มเหลวแตกต่างกันออกไป ดังนี้

- สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์พีแอลซีล้มเหลว คือ ไม่มีไฟเลี้ยง หรือ มีการสั่งหยุดการทำงานของพีแอลซีบนโปรแกรม TIA PORTAL V 15

- สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ล้มเหลว คือ สายสัญญาณระหว่างอินเวอร์เตอร์และพีแอลซีขาดหรือหลุดจากกัน

- สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์มอเตอร์ล้มเหลว คือ สายไฟ 3 เฟสขาดหรือหลุดจากกัน

3.4.2 เอฟเอ็มอีเอ

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของเอฟเอ็มอีเอ

อุปกรณ์	หน้าที่การทำงาน	โหมด	สาเหตุ	ผลกระทบ	ประเภทความรุนแรง	คำแนะนำ
พีแอลซี	ควบคุมระบบและประมวลผล	ลัมเหลว	1. มีการสั่งหยุดการทำงานซีพียูของพีแอลซีบนโปรแกรม TIA Portal V15 2. ไม่มีไฟเลี้ยง	1. อินเวอร์เตอร์ไม่ทำงาน 2. มอเตอร์ไม่ทำงาน	ลัมเหลวแบบปลอดภัย	1. ทำฟังก์ชันการวินิจฉัยสาเหตุอุปกรณ์ลัมเหลว 2. ทำฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์
อินเวอร์เตอร์	ควบคุมมอเตอร์	ลัมเหลว	สายสัญญาณสำหรับติดต่อสื่อสารขาดหรือหลุด	มอเตอร์ไม่ทำงาน	ลัมเหลวแบบปลอดภัย	1. ทำฟังก์ชันการวินิจฉัยสาเหตุอุปกรณ์ลัมเหลว 2. ทำฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์
มอเตอร์	จำลองการผลิต	ลัมเหลว	1. สายไฟ 3 เฟสขาดหรือหลุด 2. อินเวอร์เตอร์ลัมเหลว 3. พีแอลซีลัมเหลว	ไม่มีการผลิตสินค้า	ลัมเหลวแบบปลอดภัย	1. ทำฟังก์ชันการวินิจฉัยสาเหตุอุปกรณ์ลัมเหลว 2. ทำฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) รายละเอียดของเอฟเอ็มอีเอ

อุปกรณ์	หน้าที่ การทำงาน	โหมด	สาเหตุ	ผลกระทบ	ประเภท ความรุนแรง	คำแนะนำ
เซนเซอร์ อินฟาเรด	ตรวจจับคุณภาพ สินค้า	ลัมเหลว	1. สายสัญญาณขาดหรือหลุด 2. ระยะเซนเซอร์อยู่ห่างจากวัตถุ เกินไป 3. เซนเซอร์สกปรก	การตรวจสอบทั้งหมดจะ ถูกตรวจจับได้ว่า สินค้า คุณภาพไม่ดี	ลัมเหลวแบบ ปลอดภัย	1. ทำฟังก์ชันการวินิจฉัย สาเหตุอุปกรณ์ลัมเหลว 2. ทำฟังก์ชันทดสอบความ พร้อมอุปกรณ์

3.4.3 การทำลอจิกสำหรับการวินิจฉัยอุปกรณ์

เพื่อให้ระบบการผลิตสามารถวินิจฉัยความล้มเหลวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เองจึงได้มีการออกแบบลอจิกขึ้น โดยมีการสร้างลอจิกสำหรับฟังก์ชันการวินิจฉัยไว้ใน 2 โปรแกรม คือ TIA Portal V15 และ Node-RED

โปรแกรม TIA Portal V15

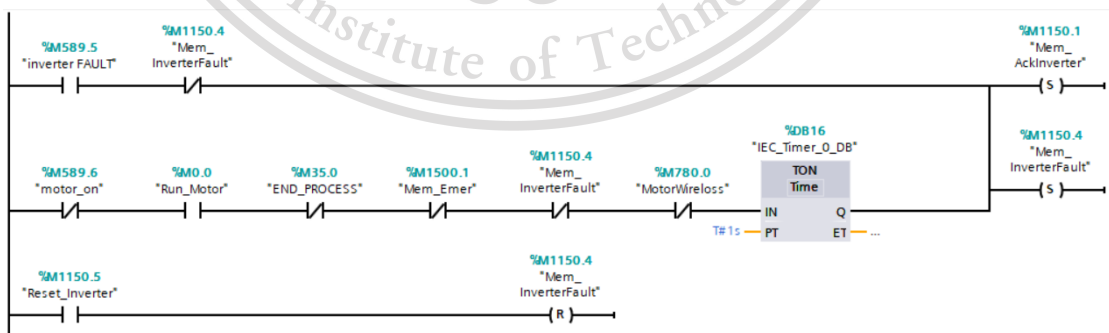
ในการสร้างลอจิกสำหรับฟังก์ชันการวินิจฉัยล้มเหลวของอุปกรณ์โดยมีพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 พารามิเตอร์สำคัญในการสร้างฟังก์ชันการวินิจฉัยอุปกรณ์

ลำดับ	ที่อยู่พารามิเตอร์	ชื่อพารามิเตอร์	คำอธิบาย	ชนิด
1	MD560	CurrentAVG	ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (A)	เมมโมรี่
2	MD660	VoltageAVG	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย (V)	เมมโมรี่
3	M589.5	InverterFAULT	สถานะอินเวอร์เตอร์ล้มเหลว	เมมโมรี่
4	M593.0	SensorBad	สถานะเซนเซอร์ล้มเหลว	เมมโมรี่
5	M780.0	MotorWireloss	สถานะสายมอเตอร์ขาด	เมมโมรี่
6	M841.0	DiagSensor	สั่งเช็คสถานะอุปกรณ์	เมมโมรี่

และนำพารามิเตอร์สำคัญนี้ไปใช้ในการช่วยวินิจฉัยความล้มเหลวของอุปกรณ์และระบุสาเหตุของความล้มเหลว โดยแบ่งการวินิจฉัยความล้มเหลวของอุปกรณ์ 3 ตัว ดังนี้

1. อินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.22 แลตเตอร์วินิจฉัยสถานะของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

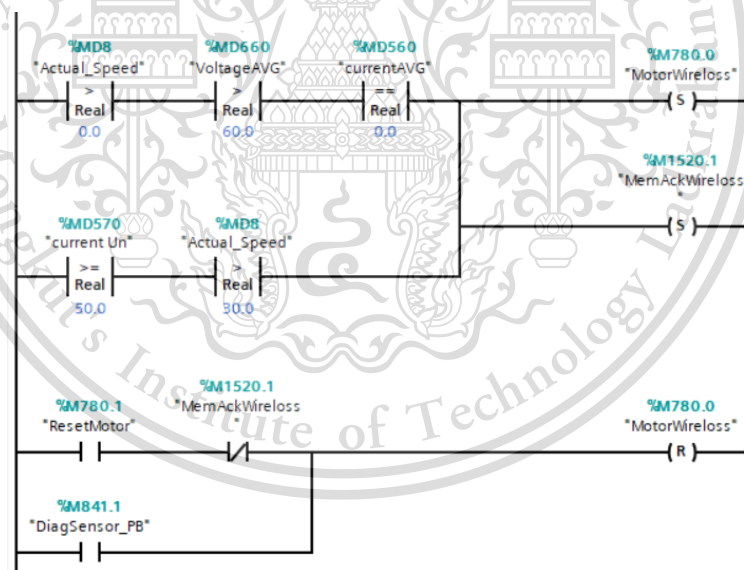
จากรูปที่ 3.22 มีการนำค่าพารามิเตอร์จากยูเอสเอสฟังก์ชันบล็อก (USS Function Block) มาใช้งาน เมื่อพารามิเตอร์ชื่อ Fault ของบล็อกมีค่าเป็น 1 ทำให้ระบบสามารถวินิจฉัยได้ว่า อินเวอร์เตอร์ผิดปกติ

2. มอเตอร์

เมื่อระบบการผลิตเริ่มทำงาน จะมีการสั่งการทำงานของมอเตอร์ให้ทำงานจะทำให้เกิด คัดภัยไฟฟ้าและกระแสตกคร่อมที่เฟสของมอเตอร์ครบทั้ง 3 เฟส ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลจากดิจิตอล มิเตอร์มาประยุกต์ใช้ด้วยการนำพารามิเตอร์สำคัญของดิจิตอลมิเตอร์มาใช้งาน ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 พารามิเตอร์สำคัญของดิจิตอลมิเตอร์ที่นำมาใช้งาน

พารามิเตอร์	คำอธิบาย
3010	ค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า (Current Avg)
3018	ค่าความไม่สมดุลของกระแสไฟฟ้าที่แย่ที่สุด (Current Unbalance Worst)
3036	ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า L-N (Voltage L-N Avg)
3060	ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ทั้งหมด (Active Power Total)

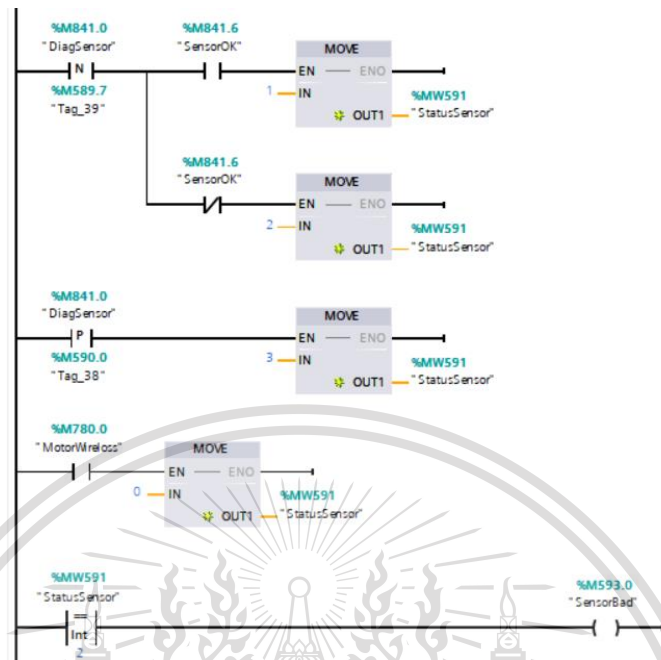


รูปที่ 3.23 แลตเตอร์วินิจฉัยสถานะของมอเตอร์

จากรูปที่ 3.23 เมื่อมีการสั่งงานมอเตอร์จะเกิดความต่างศักย์ตกคร่อมมอเตอร์แต่พารามิเตอร์ของกระแสไม่มีค่าใด ๆ หรือพารามิเตอร์ Current Unbalance มีค่ามากกว่า 50% ทำให้ระบบ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 สามารถวินิจฉัยได้ว่า สายไฟของมอเตอร์มีปัญหา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

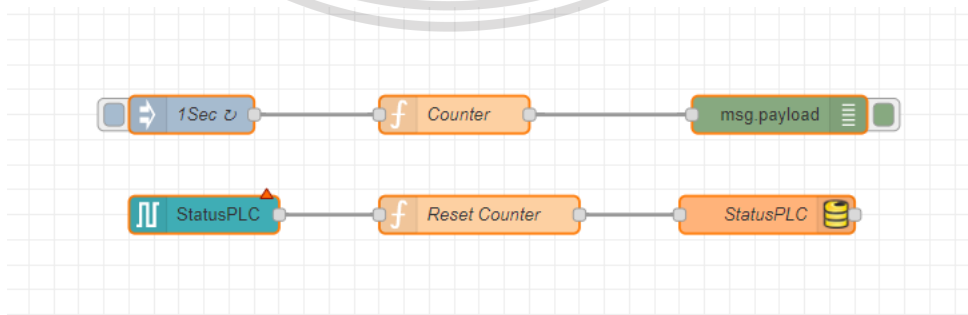
3. เซนเซอร์อินฟาเรด



รูปที่ 3.24 แลตเดอรวินิจฉัยสถานะของเซนเซอร์อินฟาเรด

จากรูปที่ 3.24 ในการทำงานของระบบการผลิตเซนเซอร์อินฟาเรดสามารถตรวจจับได้ในแต่ละรอบการหมุนของมอเตอร์ได้มากกว่า 160 ครั้ง/รอบ ดังนั้นถ้าการทำงานของระบบการผลิตในแต่ละรอบ เซนเซอร์อินฟาเรดไม่สามารถตรวจจับได้ ใดๆ ได้ไม่ถึง 80 ครั้ง/รอบ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสายสัญญาณเซนเซอร์อินฟาเรดขาด สกปรก หรือ ระยะการตรวจจับของเซนเซอร์อินฟาเรดและวัตถุอยู่ในตำแหน่งไม่เหมาะสม ทำให้ระบบสามารถวินิจฉัยได้ว่า เซนเซอร์อินฟาเรดอยู่ในสภาวะผิดปกติ

โปรแกรม Node-RED



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.25 ฟังก์ชันวินิจฉัยสถานะของพีแอลซีบนโปรแกรม Node-RED
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

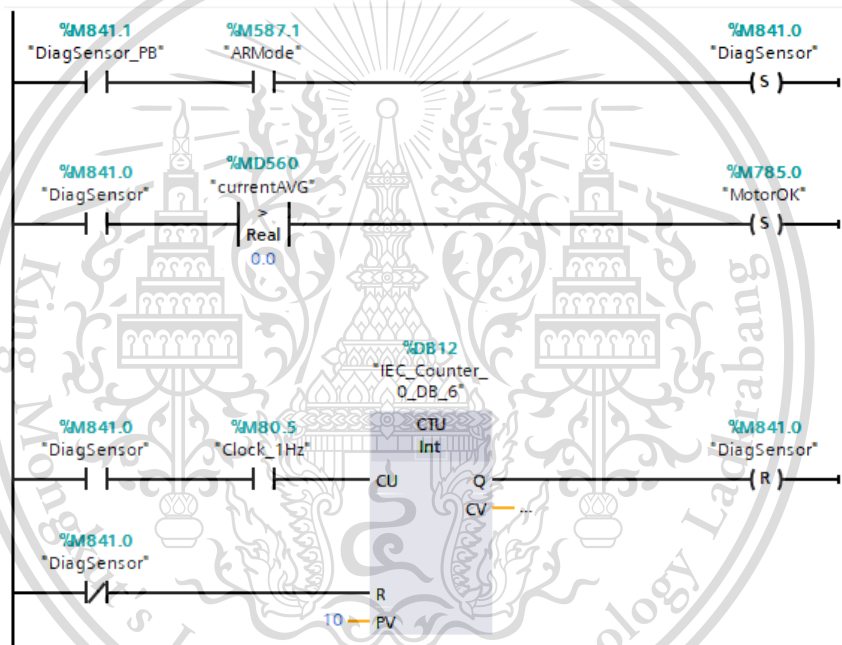
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.25 เป็นการสร้างลอจิกสำหรับฟังก์ชันการวินิจฉัยล้มเหลวของอุปกรณ์ 1 ตัว ได้แก่ พีแอลซีเมื่อเคาเตอร์ (Counter) เป็นฟังก์ชันนับที่สร้างอยู่บนโปรแกรม Node-RED เพื่อนับเวลา หากพีแอลซีออนไลน์ฟังก์ชันจะถูกทำให้รีเซ็ตค่าเป็น 0 อยู่เสมอ หากพีแอลซีออฟไลน์ฟังก์ชันจะเริ่มนับเวลา เมื่อฟังก์ชันเคาเตอร์บนโปรแกรม Node-RED ถูกเปิดใช้งานมากกว่า 10 วินาทีและ ไม่มีสัญญาณจากพีแอลซีรีเซ็ตฟังก์ชัน ทำให้ระบบสามารถวินิจฉัยได้ว่า พีแอลซีออฟไลน์

3.4.4 ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต

เพื่อลดโอกาสเหตุการณ์ที่เครื่องจักรหยุดชะงักระหว่างการทำงานอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของอุปกรณ์ในระบบการผลิตจึงได้มีการสร้างฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ขึ้นด้วยการเขียนแลดเดอร์ โดยใช้โปรแกรม TIA Portal V15 ดังรูปที่ 3.26 ถึง 3.28

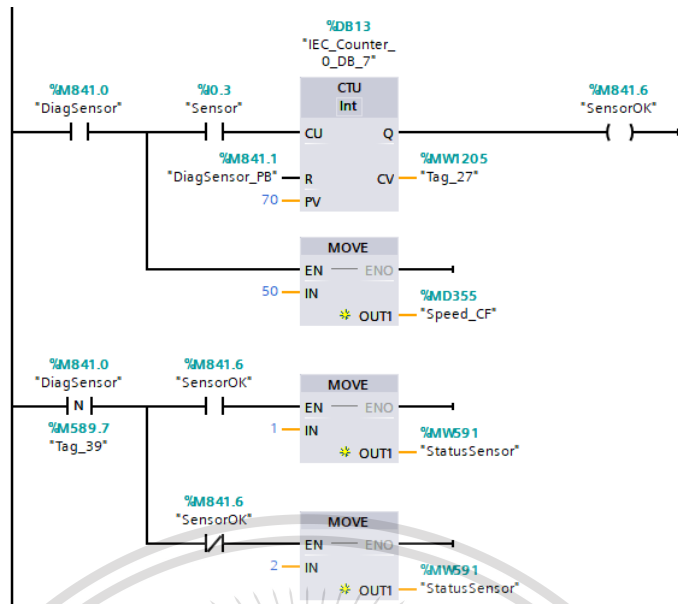


รูปที่ 3.26 แลดเดอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (1)

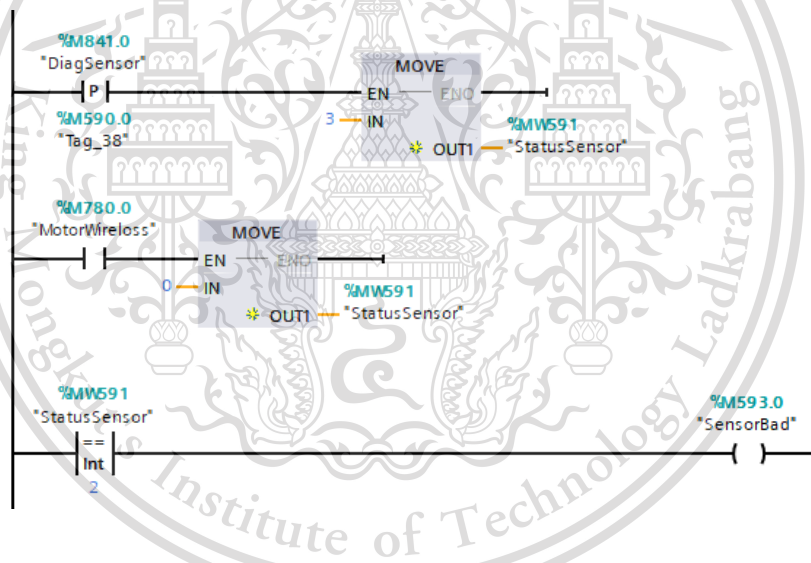
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 แลตเตอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (2)



รูปที่ 3.28 แลตเตอร์ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (3)

3.5 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในระบบการผลิต

เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) จำเป็นต้องประกอบไปด้วยตัวแปรทั้งหมด 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance) และ อัตราคุณภาพ (Quality) โดย

ใช้การคำนวณภายใต้รายละเอียดของตารางที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.12 การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

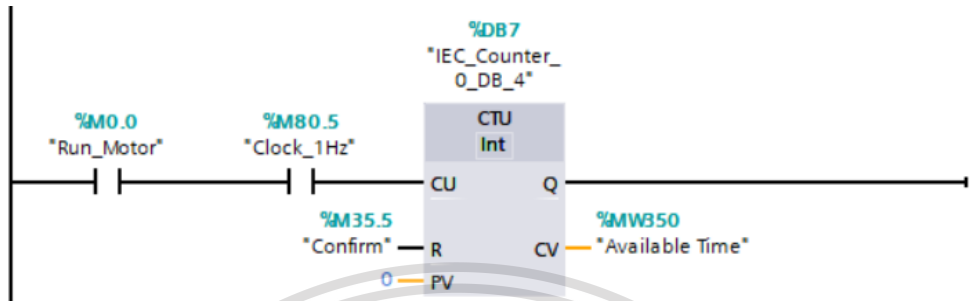
ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร		ปัญหา	สาเหตุ	การวินิจฉัย	แจ้งเตือน	ความสำคัญ	วิธีแก้ปัญหา
อัตราการใช้เครื่องจักร (Availability)	PLANED	-	-	-	-	-	-
	UNPLANED	PLC ALERT	1. ซีพียูพีแอลซีบนโปรแกรม TIA Portal V15 ออฟไลน์ 2. ไม่มีไฟเลี้ยง	/	บนแอปพลิเคชัน	1	ตรวจสอบสถานะซีพียูของพีแอลซีบนโปรแกรม TIA Portal V15 ถ้าเป็น Stop CPU จะทำให้พีแอลซีออฟไลน์ให้ทำการ Start CPU
		INVERTER ALERT	สายสัญญาณสำหรับติดต่อสื่อสารขาดหรือหลุด	/	บนแอปพลิเคชันและเอชเอ็มไอ	1	1.เปิดตู้ควบคุม 2.ตรวจสอบสายสัญญาณที่พอร์ต RS485 (P+,N-) 3.เมื่อแก้ไขปัญหาแล้วให้กดปุ่ม OK บนอุปกรณ์ 4.ปิดตู้ควบคุม
MOTOR ALERT	สายไฟ 3 เฟสขาดหรือหลุดออกจากกัน	/	บนแอปพลิเคชันและเอชเอ็มไอ	1	ตรวจเช็คสายไฟ 3 เฟสของมอเตอร์		

ตารางที่ 3.12 (ต่อ) การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร		ปัญหา	สาเหตุ	การวินิจฉัย	แจ้งเตือน	ความสำคัญ	วิธีแก้ปัญหา
อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)	UNPLANNED	EMERGENCY ALERT	ผู้ใช้งานกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน	/	บนแอป ฟลิเคชั่น และเอช เอ็มไอ	1	1. กดปุ่ม Acknowledge และรีเซ็ต ปุ่มหยุดฉุกเฉิน 2. แก้ไขปัญหา 3. กดปุ่ม Return to normal เพื่อให้ระบบกลับไปทำงานต่อ
ประสิทธิภาพ การเดินเครื่องจักร (Performance)	SMALL STOP	Jogging (Speed down)	ผู้ใช้งานกดปุ่มหยุดขณะระบบกำลังทำงาน	X	X	3	
	SPEED	-	-	-	-	-	-
อัตราคุณภาพ (Quality)	REJECT	SENSOR ALERT	1. สายสัญญาณขาดหรือหลุดจากอุปกรณ์ 2. ระยะเซนเซอร์อินฟราเรดอยู่ห่างจากวัตถุเกินไป 3. เซนเซอร์อินฟราเรดสกปรก	/	บนแอป ฟลิเคชั่น และเอช เอ็มไอ	2	
	START UP	-	-	-	-	-	-

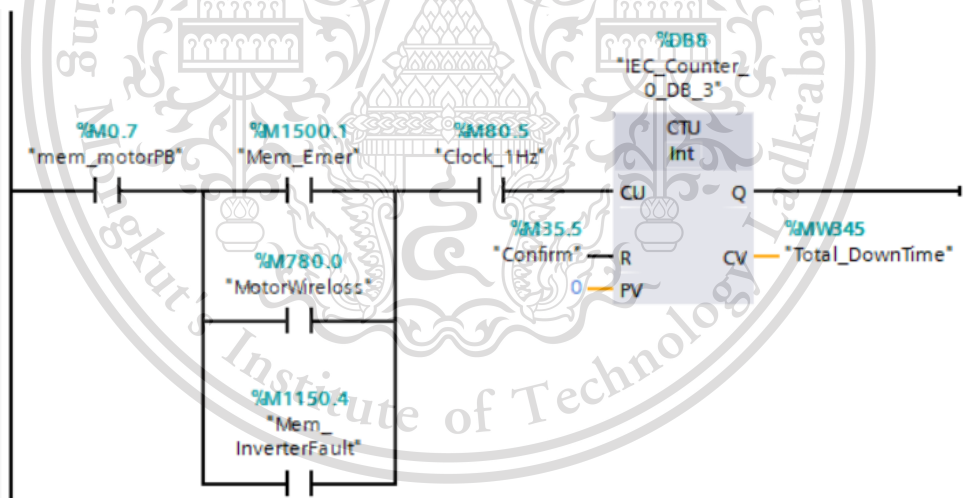
และนำข้อมูลที่ได้จากตาราง 3.4 มาใช้ในการสร้างแลตเตอร์ โดยใช้โปรแกรม TIA Portal V15 พร้อมเรียกใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานเพื่อทำมาสร้างฟังก์ชันสำหรับคำนวณผลดังนี้

3.5.1 การคำนวณอัตราการเดินเครื่องจักร



รูปที่ 3.29 การคำนวณเวลาที่เครื่องจักรทำงาน

จากรูปที่ 3.29 เมื่อเครื่องจักรถูกเปิด เวลาที่เครื่องจักรทำงานจะเริ่มนับ จึงมีการนับเวลาที่เครื่องจักรทำงานในแต่ละรอบส่งมาเป็นค่าเวลาที่เครื่องจักรทำงาน (Available Time)



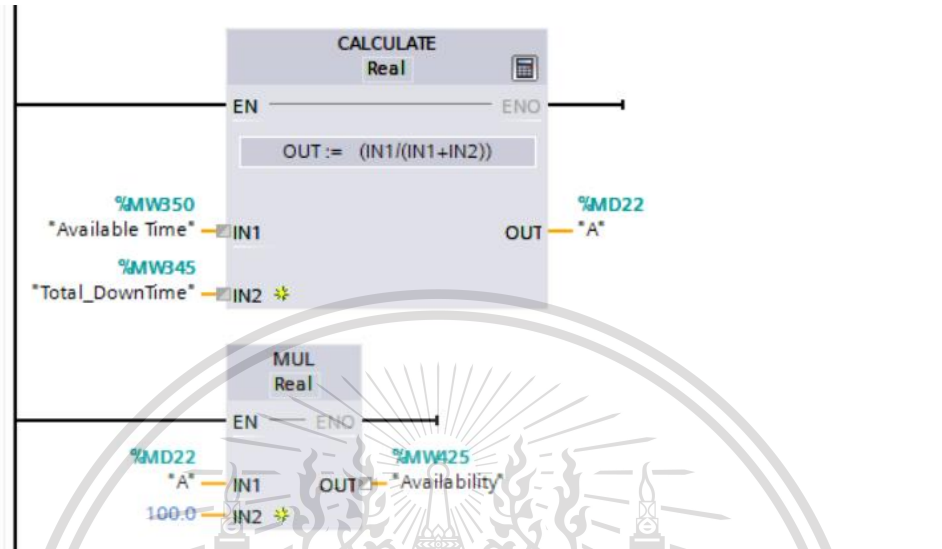
รูปที่ 3.30 การคำนวณเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน

จากรูปที่ 3.30 เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน เป็นเวลาที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ เช่น เวลาที่ระบบการผลิตหยุดทำงานจากการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน หรือ การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลวทำให้ระบบการผลิตหยุดทำงาน จึงมีการนำเวลาส่วนนี้มาใช้ในการคำนวณ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

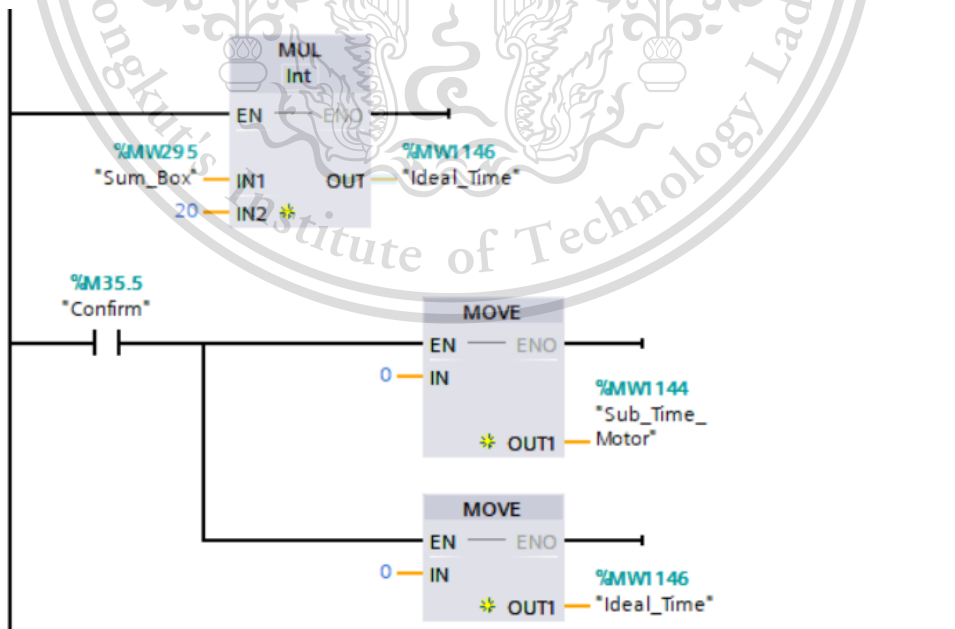
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยผลของ เวลาที่เครื่องจักรทำงาน - เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน จะได้ค่าของ เวลาที่เครื่องจักรทำงานจริง เมื่อนำค่า เวลาที่เครื่องจักรทำงานจริง / เวลาที่เครื่องจักรทำงาน จะได้ค่า อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability) ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 การคำนวณอัตราการเดินเครื่องจักร

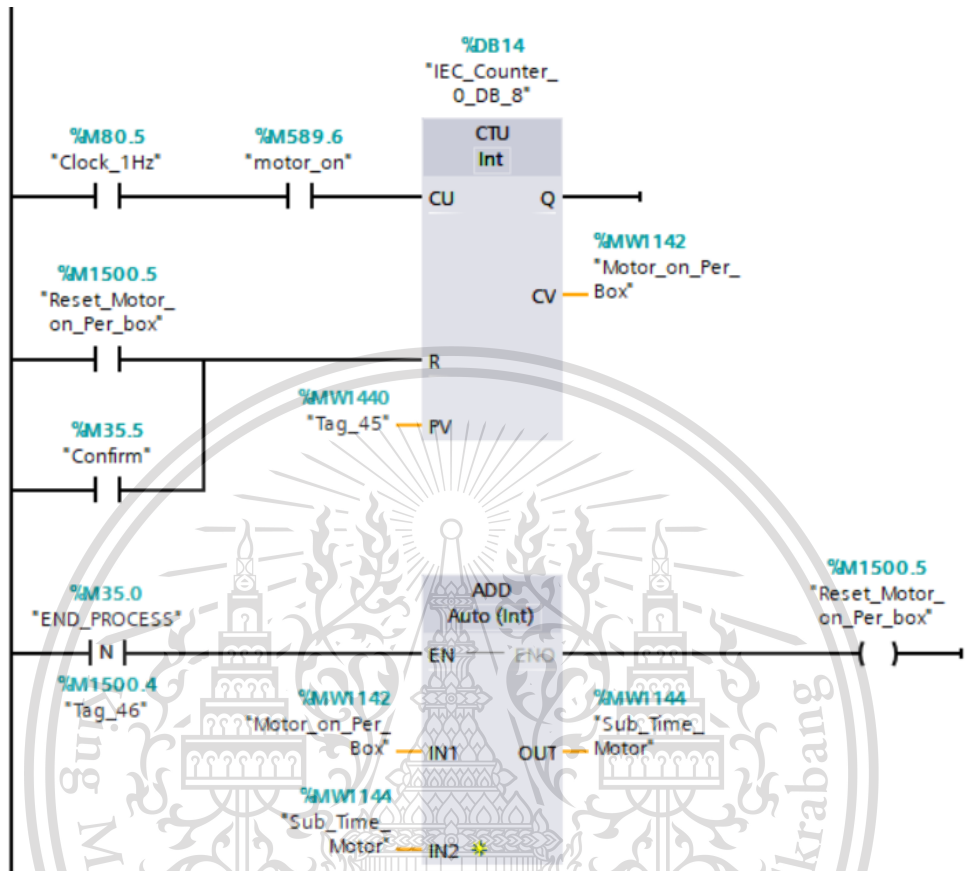
3.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.32 การคำนวณเวลาที่คาดว่าจะผลิตของได้ 1 ชิ้น
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.32 เป็นการเขียนแลตเตอร์เพื่อกำหนดให้การผลิตของจำนวน 1 ชิ้นจะใช้เวลา 20 วินาที



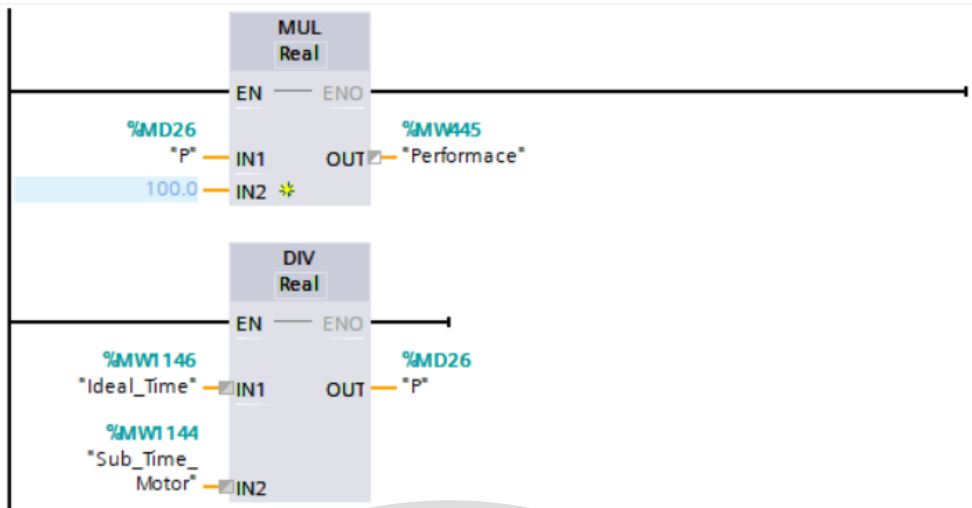
รูปที่ 3.33 การคำนวณระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตของได้ 1 ชิ้น

จากรูปที่ 3.33 ระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตของได้ 1 ชิ้นจะมากกว่าเวลาที่คาดว่าจะผลิตของได้ 1 ชิ้นเป็นผลมาจากการกดปุ่ม Stop ในขณะที่ระบบการผลิตกำลังทำงานทำให้มอเตอร์ความเร็วลดลง เมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลงจะทำให้ระยะเวลาในการผลิตของจำนวน 1 ชิ้นใช้เวลานานขึ้น

โดยผลของ เวลาที่คาดว่าจะผลิตของได้ 1 ชิ้น / ระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตของได้ 1 ชิ้น จะได้ค่าของ ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance) ดังรูปที่ 3.34

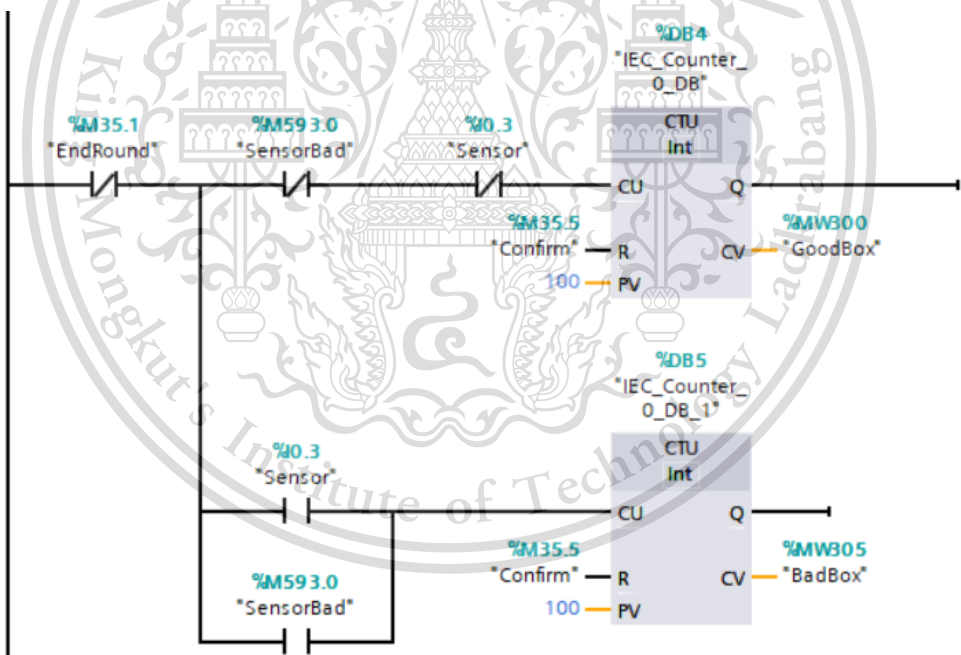
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



รูปที่ 3.34 การคำนวณประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร

3.5.3 การคำนวณอัตราคุณภาพ

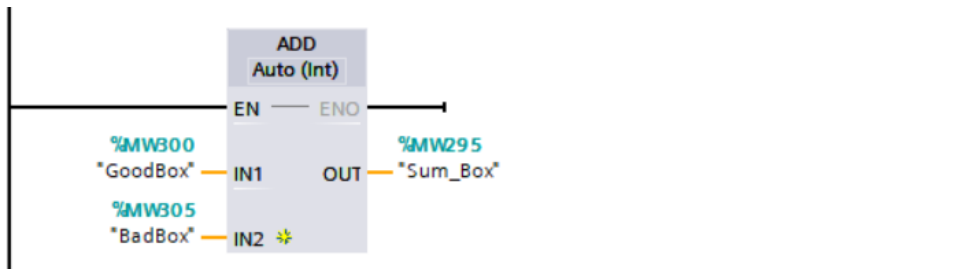


รูปที่ 3.35 การคำนวณจำนวนสินค้าที่มีคุณภาพ

จากรูปที่ 3.35 เมื่อผลิตสินค้าเสร็จในแต่ละรอบเซนเซอร์อินฟาเรดจะทำการตรวจสอบ และ
 จัดเก็บจำนวนโดยแยกเป็นสินค้าคุณภาพดีและสินค้าคุณภาพไม่ดี
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

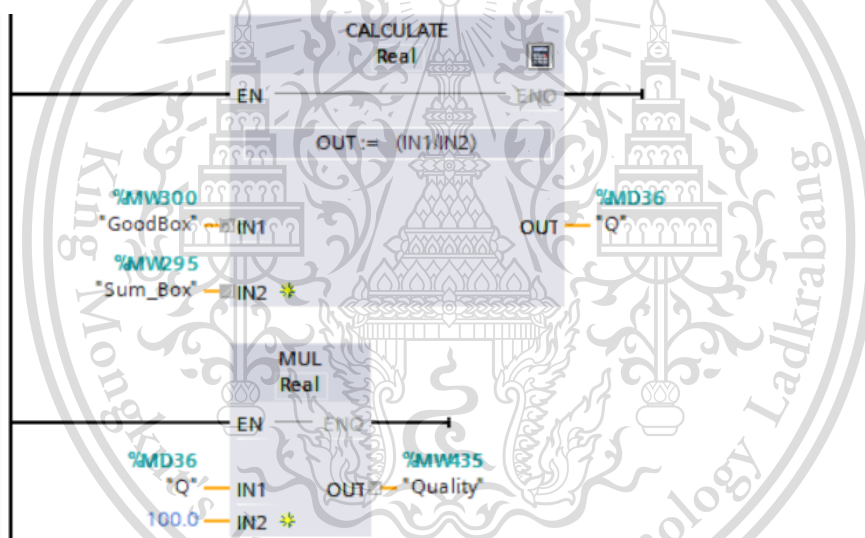
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.36 การคำนวณจำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้

จากรูปที่ 3.36 เมื่อนำเอาจำนวนของสินค้าที่ผลิตได้ก่อนหน้าทั้งสินค้าคุณภาพดีและสินค้าคุณภาพไม่ดีมารวมกัน จะได้ จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้

โดยผลของ สินค้าคุณภาพดี / จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ จะได้ค่าของ อัตราคุณภาพ (Quality) ดังรูปที่ 3.37



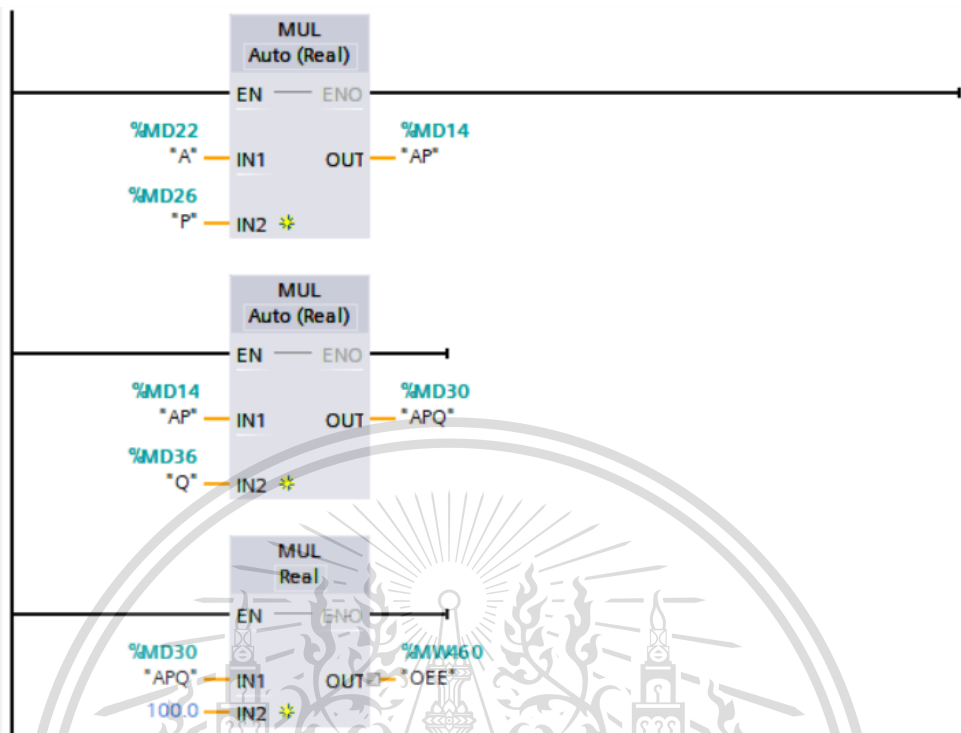
รูปที่ 3.37 การคำนวณอัตราคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5.4 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร



รูปที่ 3.38 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากรูปที่ 3.38 เมื่อนำค่าจากตัวแปรทั้ง 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance) และ อัตราคุณภาพ (Quality) มาคูณกันแล้ว จะได้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ณ ปัจจุบันออกมา

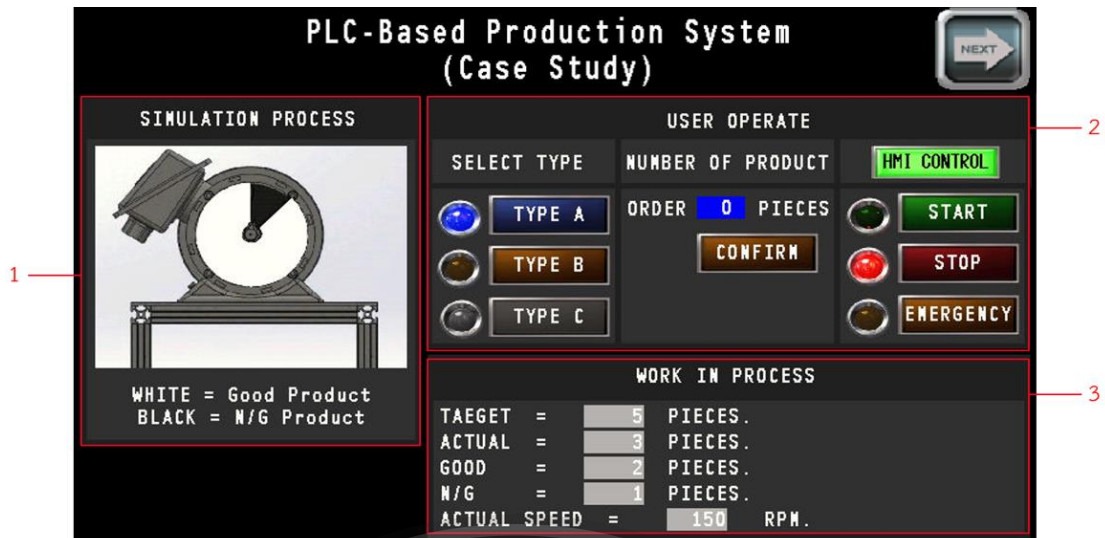
3.6 การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วยเอชเอ็มไอรุ่น GP-4402WW

การจัดสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานหรือเอชเอ็มไอโปรแกรม GP-4402WW ผ่านโปรแกรม GP-ProEX โดยมีหน้าของการควบคุมและแสดงผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.39 หน้าจอหลักเอชเอ็มไอ

จากรูปที่ 3.39 มีการแบ่งสัดส่วนของการทำงานในหน้าจอหลักออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. SIMULATION PROCESS สำหรับ แสดงภาพเคลื่อนไหวการหมุนของมอเตอร์

2. USER OPERATE สำหรับ ป้อนข้อมูลคำสั่งให้ระบบการผลิต ดังนี้

2.1 SELECT TYPE หมายถึง การเลือกชนิดของสินค้า แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

2.1.1 TYPE A แทน การหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาของมอเตอร์

2.1.2 TYPE B แทน การหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกาของมอเตอร์

2.1.3 TYPE C แทน การหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาของมอเตอร์

2.2 NUMBER OF PRODUCT หมายถึง จำนวนของสินค้าที่จะผลิต

2.3 HMI CONTROL หมายถึง ปุ่มเลือกวิธีการควบคุมระบบการผลิตแบ่งเป็นการควบคุม

ด้วยเทคโนโลยีเออาร์และการควบคุมบนเอชเอ็มไอ โดยปุ่มสำหรับควบคุมระบบการผลิต แบ่งการทำงานของปุ่มเป็น 3 แบบ ดังนี้

2.3.1 START หมายถึง เริ่มระบบการผลิต

2.3.2 STOP หมายถึง เมื่อกดปุ่มขณะระบบกำลังทำงานจะทำให้ลดความเร็วของระบบการผลิตทำงานลงเหลือ 20% ของความเร็ว ณ ปัจจุบันเมื่อกดอีกครั้งจะกลับสู่ความเร็วปกติ

EMERGENCY หมายถึง หยุดระบบการผลิตทั้งหมด

3. WORKING IN PROCESS สำหรับ แสดงผลเพื่อดูภาพรวมการทำงานปัจจุบันของระบบการผลิตทั้งหมด คือ

3.1 TARGET หมายถึง จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ต้องผลิต

3.2 ACTUAL หมายถึง จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน

3.3 GOOD หมายถึง จำนวนของสินค้าที่มีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

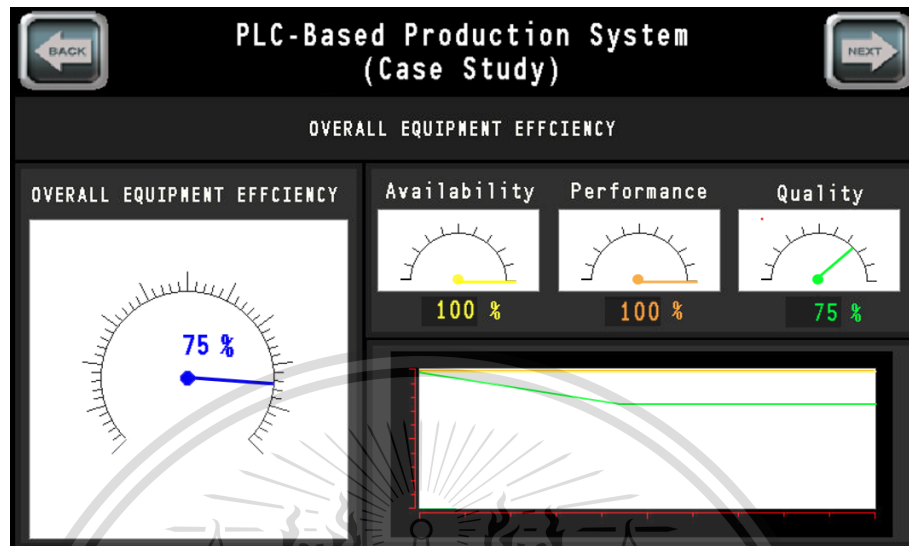
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 N/G หมายถึง จำนวนของสินค้าที่มีคุณภาพไม่ดี

3.5 ACTUAL SPEED หมายถึง ความเร็วรอบของมอเตอร์ ณ ปัจจุบัน



รูปที่ 3.40 ผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรบนเอชเอ็มไอ

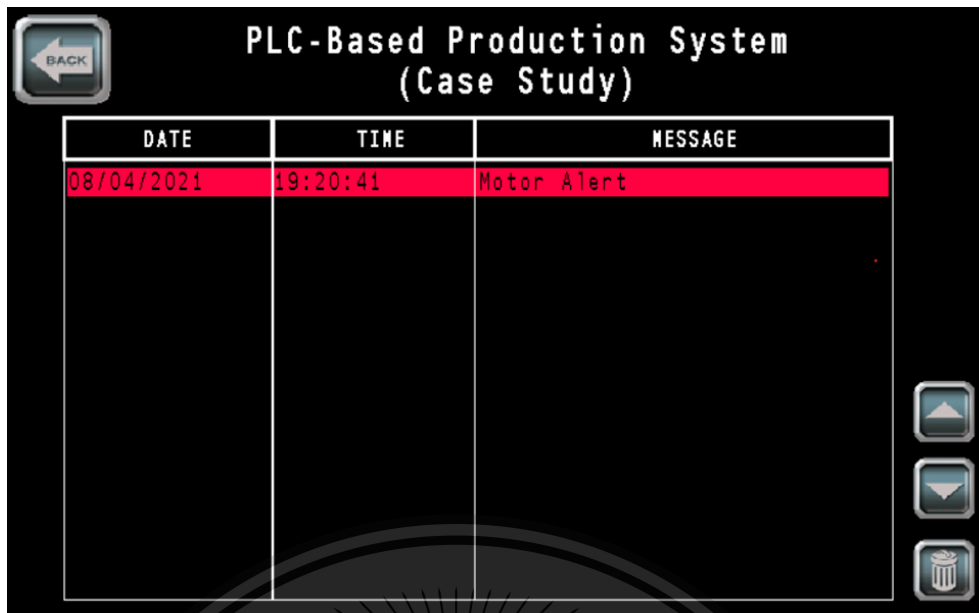
จากรูปที่ 3.40 เป็นหน้าสำหรับแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร แบ่งการแสดงผล ดังนี้

1. Overall Equipment Effectiveness (OEE) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร แสดงค่าเป็น 0 – 100%
2. Availability (A) หมายถึง อัตราการเดินเครื่อง แสดงค่าเป็น 0 – 100%
3. Performance (P) หมายถึง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง
4. Quality (Q) หมายถึง อัตราคุณภาพ แสดงค่าเป็น 0 – 100%
5. Graph แสดงผลค่า OEE, Availability, Performance, Quality ในหน่วย 0 – 100%
 - 5.1 OEE แสดงผล สีน้ำเงิน
 - 5.2 Availability แสดงผล สีเหลือง
 - 5.3 Performance แสดงผล สีส้ม
 - 5.4 Quality แสดงผล สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.41 ประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลวของระบบการผลิตบนเอชเอ็มไอ

จากรูปที่ 3.41 ประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลวของระบบการผลิต จะแสดงวันที่ เวลา และข้อความที่แจ้งเตือน โดยการแจ้งเตือนใหม่จะอยู่ด้านบนสุดของตารางเสมอ สามารถเลื่อนขึ้นและลงเพื่อดูประวัติการแจ้งเตือนรวมไปถึงการกดลบการแจ้งเตือนบางส่วนหรือทั้งหมดได้

3.7 เทคนิคทางวิศวกรรมในการใช้งานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E ผสานเข้ากับระบบการผลิต

เนื่องจากการนำไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E มาใช้ในการผสานเข้ากับระบบการผลิต จึงต้องมีการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับการนำไปใช้งาน โดยแบ่งส่วนของการเชื่อมต่อออกเป็น 2 ส่วนคือ การเชื่อมต่อพบบอุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์เพื่อติดตั้งโปรแกรม Node-RED และ การดาวน์โหลดและเรียกใช้งานของไลบรารีบนโปรแกรม Node-RED

3.7.1 การเชื่อมต่อพบบอุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์เพื่อติดตั้ง Node-RED

การเชื่อมต่อพบบอุปกรณ์ไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เพื่อติดตั้งโปรแกรม Node-RED มีขั้นตอนดังนี้

1. นำไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E เชื่อมต่อกับจอคอมพิวเตอร์ผ่านดิสเพลย์พอร์ต (DPP) และเปิดเครื่อง

2. ติดตั้งวินโดวส์ 10 ลงในไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATIC IPC127E โดยใช้ยูเอสบีแฟลชไดร์ฟที่มีตัวติดตั้งวินโดวส์ 10 ต่อเข้ากับยูเอสบีพอร์ตแล้วทำการลงวินโดวส์

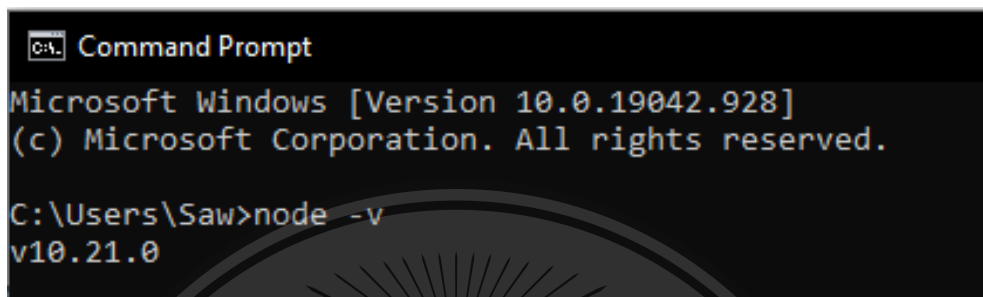
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. ดาวนโหลดและติดตั้งโปรแกรม Node.js โดยใช้เวอร์ชัน 10.21.0 เนื่องจาก node.js ในเวอร์ชันใหม่ไม่สามารถใช้งานไลบรารีของ Google Firebase ได้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้เก็บข้อมูล

4. ตรวจสอบเวอร์ชันที่ติดตั้งจากการพิมพ์คำสั่ง `node -v` ใน command prompt ดังรูปที่ 3.42

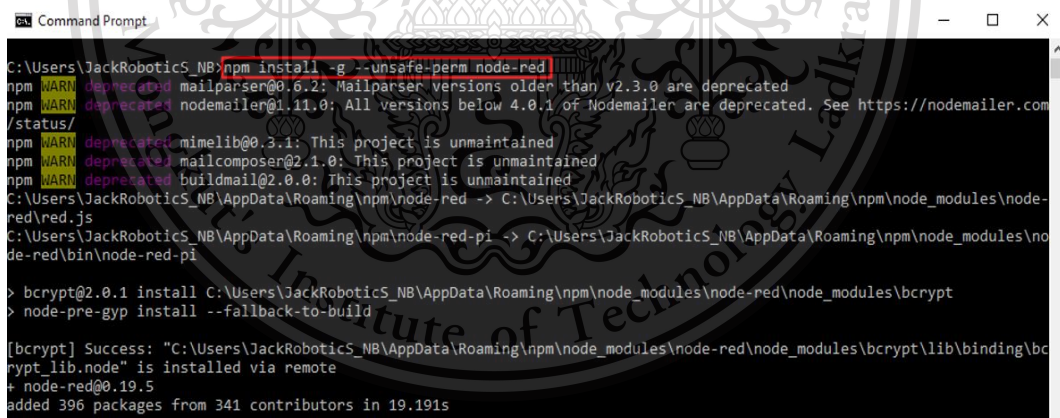


```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.928]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Saw>node -v
v10.21.0
```

รูปที่ 3.42 การตรวจสอบเวอร์ชันของโปรแกรม Node.js

5. ติดตั้ง Node-RED ด้วยการพิมพ์คำสั่ง `npm install -g --unsafe-perm node-red` ใน command prompt ดังรูปที่ 3.43



```
Command Prompt
C:\Users\JackRoboticS_NB>npm install -g --unsafe-perm node-red
npm WARN deprecated mailparser@0.6.2: Mailparser versions older than v2.3.0 are deprecated
npm WARN deprecated nodemailer@1.11.0: All versions below 4.0.1 of Nodemailer are deprecated. See https://nodemailer.com/status/
npm WARN deprecated mimelib@0.3.1: This project is unmaintained
npm WARN deprecated mailcomposer@2.1.0: This project is unmaintained
npm WARN deprecated buildmail@2.0.0: This project is unmaintained
C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node-red -> C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node_modules\node-red\node-red.js
C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node-red-pi -> C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node_modules\node-red\node-red-pi

> bcrypt@2.0.1 install C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node_modules\node-red\node_modules\bcrypt
> node-pre-gyp install --fallback-to-build

[bcrypt] Success: "C:\Users\JackRoboticS_NB\AppData\Roaming\npm\node_modules\node-red\node_modules\bcrypt\lib\binding\bcrypt_lib.node" is installed via remote
+ node-red@0.19.5
added 396 packages from 341 contributors in 19.191s
```

รูปที่ 3.43 การติดตั้ง Node-RED

6. พิมพ์คำสั่ง `node-red` ใน command prompt เพื่อเปิดการใช้งาน Node-RED ดังรูปที่ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use. 57

```

node-red
3 May 02:10:20 - [info] Windows_NT 10.0.19042 x64 LE
3 May 02:10:20 - [info] Loading palette nodes
3 May 02:10:22 - [info] Dashboard version 2.28.1 started at /ui
3 May 02:10:22 - [warn] -----
3 May 02:10:22 - [warn] [node-red-contrib-firebase-admin/flow-to-rtdb] Error: Cannot find module 'node-red' (line:1)
3 May 02:10:22 - [warn] [node-red-contrib-firebase-admin/rtdb-to-flow] Error: Cannot find module 'node-red' (line:1)
3 May 02:10:22 - [warn] -----
3 May 02:10:22 - [info] Settings file : C:\Users\Saw\.node-red\settings.js
3 May 02:10:22 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
3 May 02:10:22 - [info] User directory : \Users\Saw\.node-red
3 May 02:10:22 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
3 May 02:10:22 - [info] Flows file : \Users\Saw\.node-red\flows_DESKTOP-FFSB50E.json
3 May 02:10:22 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
3 May 02:10:22 - [warn] -----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

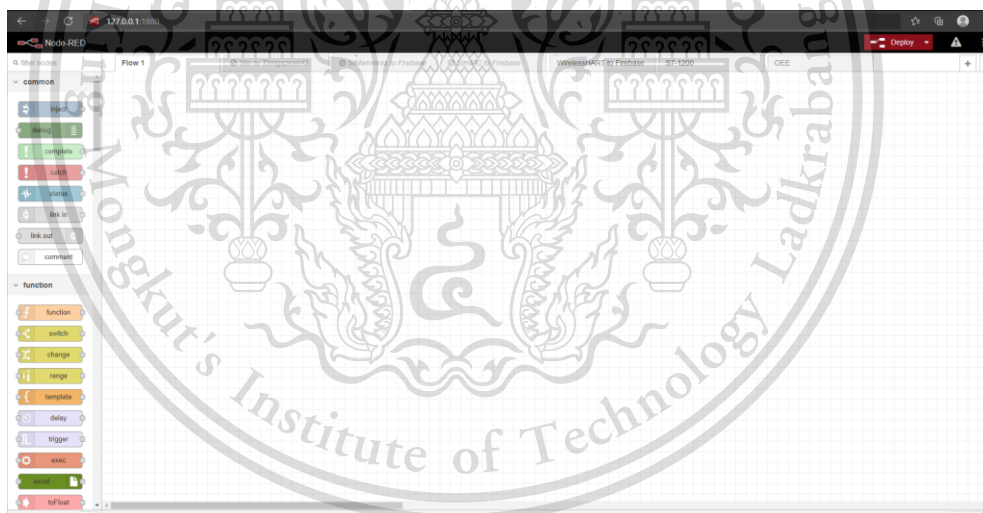
If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----
3 May 02:10:22 - [info] Waiting for missing types to be registered:
3 May 02:10:22 - [info] - thingspeak42

```

รูปที่ 3.44 การพิมพ์คำสั่ง node-red

3.45 7. เข้าเว็บเบราว์เซอร์และพิมพ์ 127.0.0.1:1880 เพื่อเปิดหน้าต่าง Node-RED ได้ผลดังรูปที่



รูปที่ 3.45 หน้าต่างโปรแกรม Node-RED

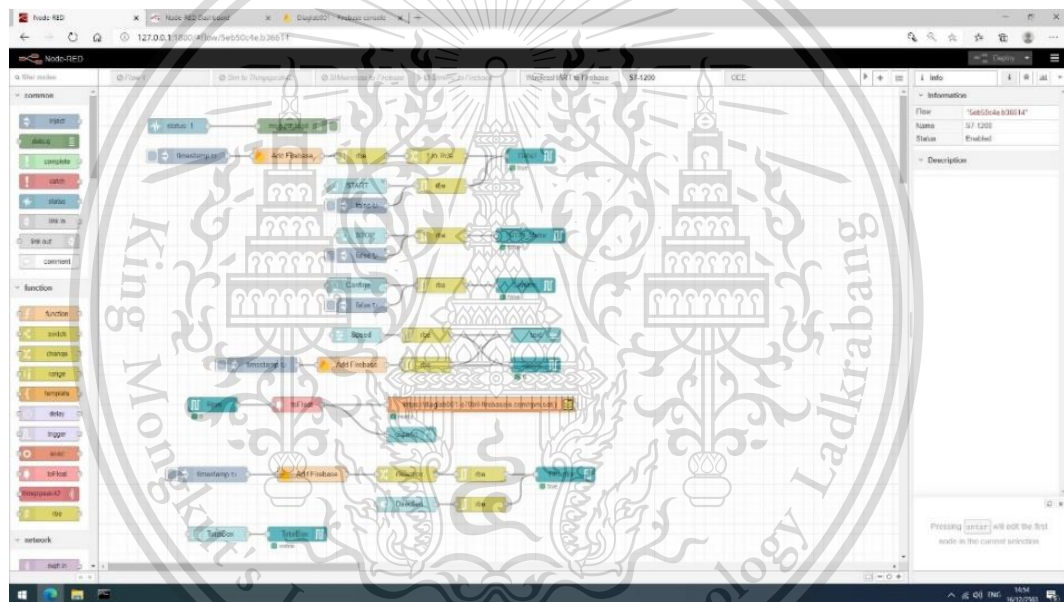
3.7.2 การดาวน์โหลดและเรียกใช้งานของไลบรารีบน Node-RED

เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบการผลิตและอุปกรณ์เวิร์ลเลสฮาร์ดแวร์ไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ได้ต้องมีการดาวน์โหลดและติดตั้งไลบรารีเพื่อให้มีการเอกสการนี้เป็นการทำงานระหว่างอุปกรณ์และซอฟต์แวร์เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมกับอุปกรณ์ และเพิ่มความสะดวกแก่การคำนวณว่ากรณีใดผู้ใช้งาน โดยมีไลบรารีที่นำมาใช้ดังตารางที่ 3.13 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ตารางที่ 3.13 ไลบรารีที่ใช้งานบน Node-RED

ชื่อไลบรารี	คำอธิบาย
node-red-contrib-firebase	สำหรับส่งข้อมูลขึ้นไปเก็บที่ Google Firebase
node-red-contrib-google-firebase	สำหรับดึงข้อมูลจาก Google Firebase
node-red-contrib-float	สำหรับเปลี่ยนข้อมูลแบบจำนวนเต็ม (Integer) เป็นทศนิยม (Float)
node-red-contrib-modbus	สำหรับอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่ใช้มอดบัสโปรโตคอล
node-red-contrib-s7	สำหรับสื่อสารกับพีแอลซี S7-1200 เพื่อเขียน/อ่าน
node-red-dashboard	สำหรับสร้างหน้าจอที่สรุปข้อมูลทุกอย่างให้อยู่ในหน้าจอเดียว (Dashboard) แสดงผลบนโปรแกรม Node-RED



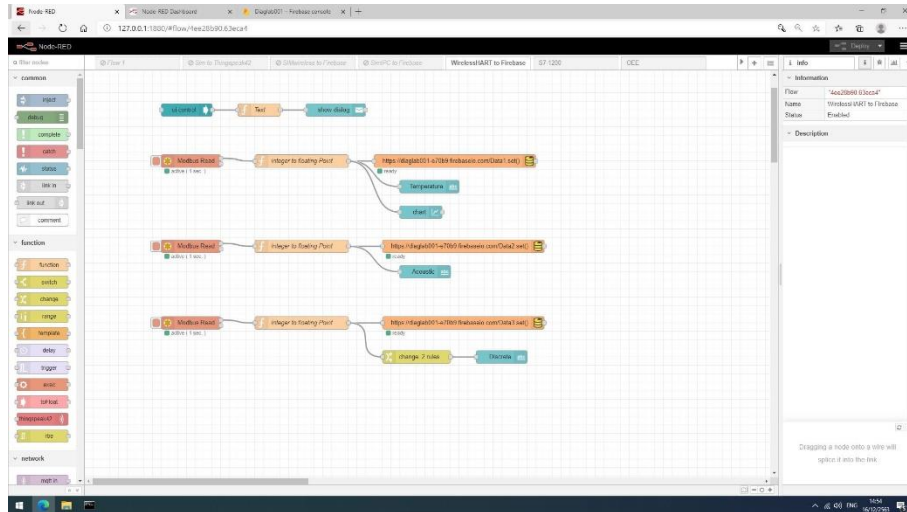
รูปที่ 3.46 การเรียกใช้ไลบรารีสำหรับพีแอลซี

จากรูปที่ 3.46 เป็นการดาวน์โหลดและเรียกใช้ไลบรารีที่ชื่อ node-red-contrib-s7 เพื่อให้โปรแกรม Node-RED สามารถอ่านข้อมูลจากพีแอลซี S7-1200 และเขียนข้อมูลส่งกลับไปพีแอลซี S7-1200 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

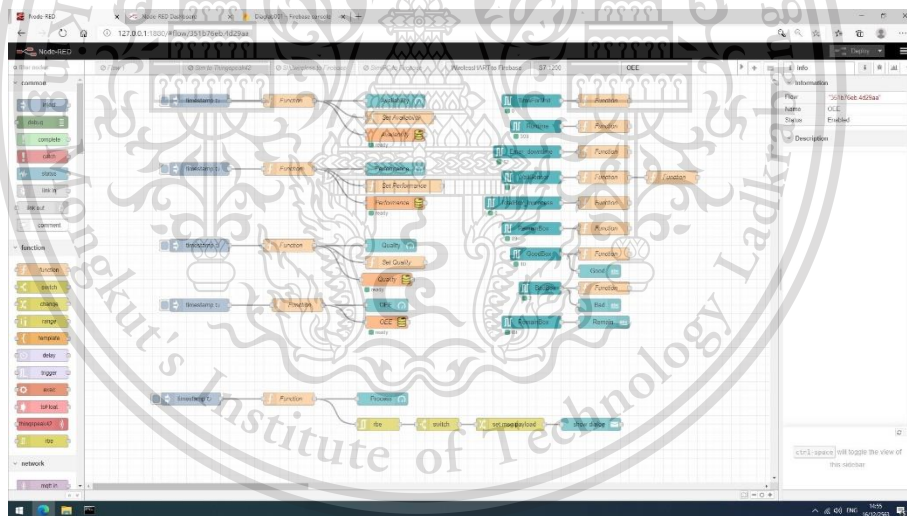
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.47 การเรียกใช้ไลบรารีสำหรับอุปกรณ์ไวร์เลสฮาร์ท

จากรูปที่ 3.47 เป็นการดาวน์โหลดและเรียกใช้ไลบรารีที่ชื่อ node-red-contrib-modbus เพื่อให้โปรแกรม Node-RED สามารถอ่านข้อมูลจากไวร์เลสฮาร์ทได้



รูปที่ 3.48 การเรียกใช้ไลบรารีรับผลค่านวนค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากพีแอลซี

จากรูปที่ 3.48 เป็นการดาวน์โหลดและเรียกใช้ไลบรารีที่ชื่อ node-red-contrib-float สำหรับเปลี่ยนข้อมูลจากพีแอลซีที่เป็นแบบจำนวนเต็มให้เป็นทศนิยม

และในทุก ๆ ไลบรารีมีการทำงานร่วมกับไลบรารีที่ชื่อ node-red-contrib-firebase เพื่อนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เก็บไว้ที่ Google Firebase จำนวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

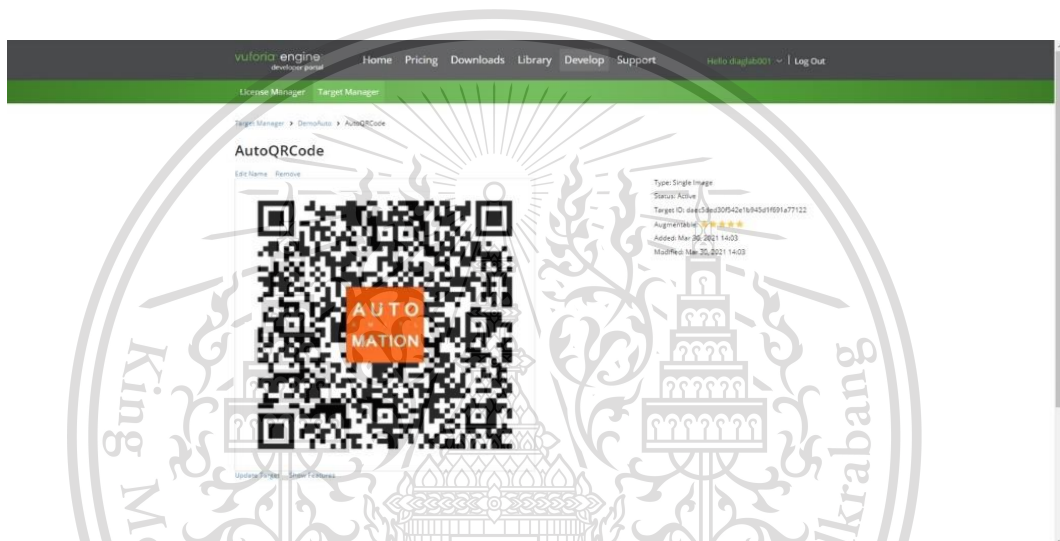
Forbidden to modify the content, and cite the document when use. 60

3.8 เทคนิคทางวิศวกรรมในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีเออาร์

เพื่อการเฝ้าระวังและทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์บนแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์ ใช้โปรแกรม Vuforia, Unity และ Microsoft Visual Studio 2017 ในการสร้างแอปพลิเคชัน

การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีเออาร์

1. อัปโหลดภาพสองมิติ (Image Target) และภาพสามมิติขนาดเล็ก (Object Target) ลงบนโปรแกรม Vuforia โดยที่ผู้ควบคุมและหน้าจอเอชเอ็มไอใช้มาร์กเกอร์แบบภาพสองมิติ ดังรูปที่ 3.49



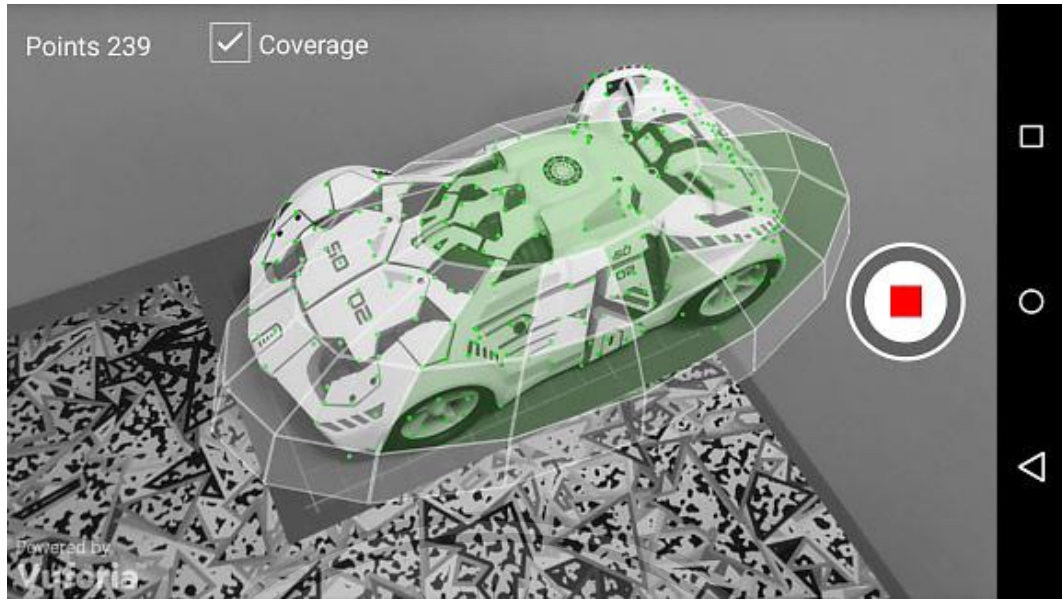
รูปที่ 3.49 ตัวอย่างการอัปโหลดรูปคิวอาร์โค้ดสำหรับผู้ควบคุม

ส่วนมอเตอร์ใช้การตรวจจับภาพแบบสามมิติขนาดเล็ก ซึ่งสร้างโดยดาวนโหลดแอปพลิเคชัน Vuforia Object Scanner ลงในโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และทำการถ่ายภาพและวิดีโอเพื่อสร้างภาพสามมิติขนาดเล็ก ดังรูปที่ 3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.50 ตัวอย่างการใช้แอปพลิเคชัน Vuforia Object Scanner สร้างภาพแบบสามมิติขนาดเล็ก

2. ตรวจสอบภาพสองมิติและภาพสามมิติขนาดเล็กว่ามีจุดสำคัญสำหรับทำเป็นมาร์กเกอร์ให้ตรวจจับได้มากหรือน้อย โดยแสดงผลเป็นการประเมินเรตติ้ง ดังรูปที่ 3.51

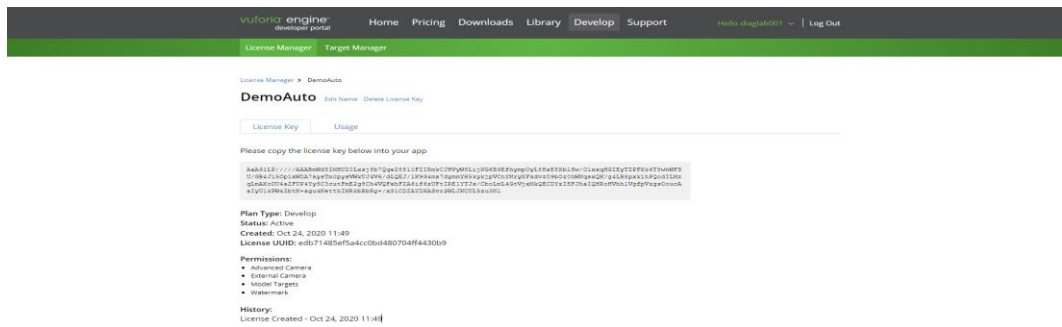


รูปที่ 3.51 ตัวอย่างผลการประเมินเรตติ้งของคิวอาร์โค้ด

3. ดาวน์โหลดยูทิลิตี้สคริปต์ (Utility Script) จากไลเซนซ์เมนเนอร์ที่ได้จากการอัปโหลดภาพสองมิติ และภาพสามมิติขนาดเล็กเก็บไว้ โดยเลือกการใช้งานเป็น Unity Editor ดังรูปที่ 3.52 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.52 ยูทิลิตี้สคริปต์จากไลเซนซ์เมนเนเจอร์

4. ใช้โปรแกรม Unity สำหรับสร้างกราฟิกเพื่อแสดงข้อมูล ด้วยการนำยูทิลิตี้สคริปต์ของแต่ละภาพไปใช้ ดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 การนำยูทิลิตี้สคริปต์ไปใช้กับโปรแกรม Unity

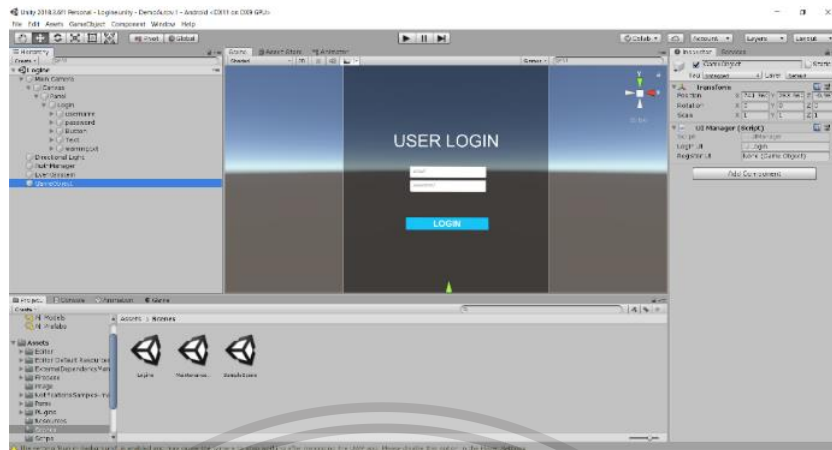
และสร้างกราฟิกให้แสดงผลได้ตามฟังก์ชัน ซึ่งในการสร้างกราฟิกถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุที่ใช้ในการแสดง คือ คิวอาร์โค้ดของตัวควบคุม มอเตอร์ และ หน้าจอเอชเอ็มไอ โดยทั้ง 3 ส่วนนี้มีวิธีการเริ่มต้นที่เหมือนกัน คือ ทำการเพิ่มภาพสองมิติลงบนหน้าจอแสดงภาพแล้วเลือกใช้ภาพเป้าหมายที่ต้องการ โดยการสร้างกราฟิกที่ต้องการแสดงวางไว้บนภาพเป้าหมาย และแบ่งการสร้างกราฟิกตามฟังก์ชันในการแสดงผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1 กราฟิกฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.54 กราฟิกยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.54 เป็นหน้าแรกที่ถูกแสดงขึ้นเมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้น โดยการสร้างกราฟิกสำหรับฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน ทำการ Create Scene ขึ้นใหม่จากการ Assets Scene แล้วทำการสร้าง Canvas และ Panel ขึ้น ซึ่งทำหน้าที่เป็นพื้นหลัง จากนั้นเพิ่มปุ่ม Input Field สำหรับกรอกอีเมลล์กับรหัสผ่าน และสร้างปุ่มสำหรับยืนยันข้อมูลลิงค์กับ Google Firebase เพื่อตรวจสอบอีเมลล์กับรหัสผ่านที่ต้องการ และเพื่อนำข้อมูลการล็อกอินไปเก็บไปที่กุเกิลชีตผ่านทางสคริปต์ที่เขียนในโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017 เป็นขั้นตอนถัดไป

4.2 กราฟิกฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต ได้แก่ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร สถานะของอุปกรณ์ กำลังไฟฟ้า และการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลว

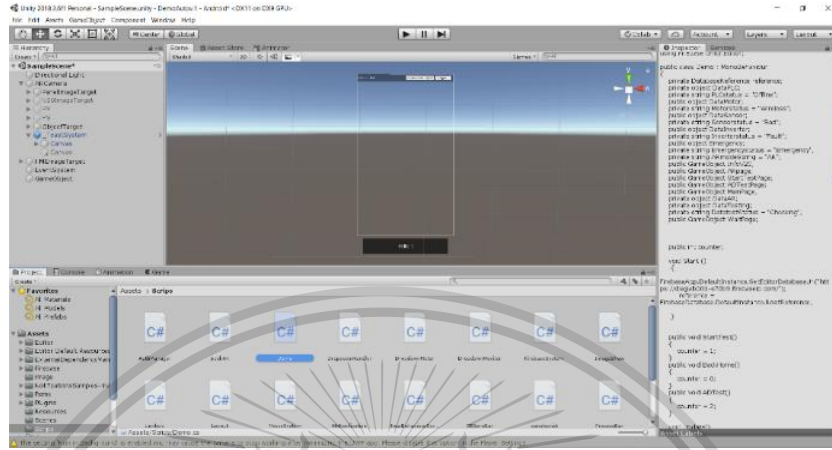


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 3.55 กราฟิกฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิตทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.55 เป็นการสร้าง Canvas แล้วทำการเพิ่มข้อความ (Text) และอิมเมจ (Image) เข้าไปใน Hierarchy จัดวางกราฟิกและแบ่งส่วนกันชัดเจนเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานบนแอปพลิเคชัน และให้แสดงผลข้อมูล ได้แก่ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร สถานะของอุปกรณ์ กำลังไฟฟ้า



รูปที่ 3.56 กราฟิกการแจ้งเตือนเมื่อระบบการผลิตเกิดความผิดปกติ

จากรูปที่ 3.56 สำหรับการแจ้งเตือนเมื่อระบบการผลิตเกิดความผิดปกติ สร้าง Panel และข้อความไว้บนหน้าจอแสดงภาพแล้วทำให้เป็น Prefabs โดยใช้ชื่อว่า Toast System เพื่อสั่งการทำงานและการแสดงข้อความเมื่อระบบการผลิตมีความผิดปกติ โดยการทำให้เป็น Prefabs มีส่วนช่วยในรวมส่วนประกอบอื่น (Component) หรือ Game Object ต่าง ๆ ให้ง่ายต่อการใช้งานครั้งต่อไป

4.3 กราฟิกฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.57 กราฟิกการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุมหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.57 ในการแสดงการเข้าถึงภายในตู้ควบคุมนั้นทำได้โดยการเพิ่ม Image และปุ่มบนหน้าจอแสดงภาพแล้วเขียนสคริปต์ที่ใช้แสดงภาพภายในตู้ไว้ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017 ในขั้นตอนถัดไป

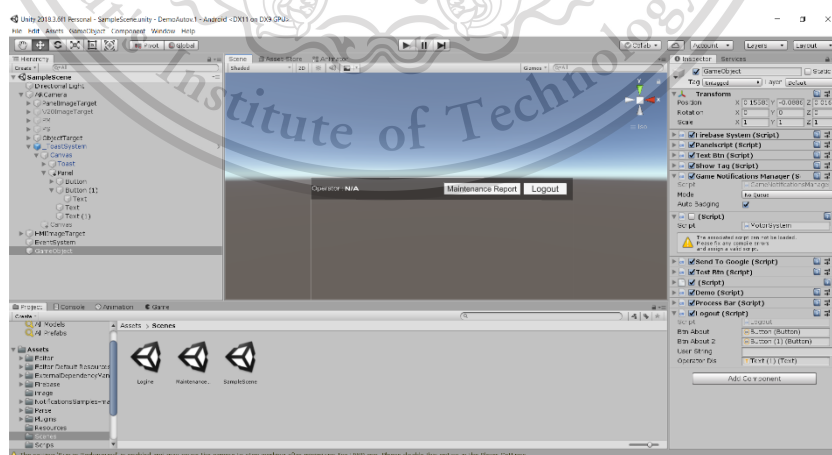
4.4 กราฟิกการเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม



รูปที่ 3.58 กราฟิกการเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม

จากรูปที่ 3.58 ในการลิงค์ข้อมูลอุปกรณ์สร้าง Image ของอุปกรณ์แต่ละตัวจาก Target ที่เพิ่มไว้เพื่อลิงค์เข้ากับสคริปต์ที่เขียนในโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017 ในขั้นตอนถัดไป

4.5 กราฟิกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์



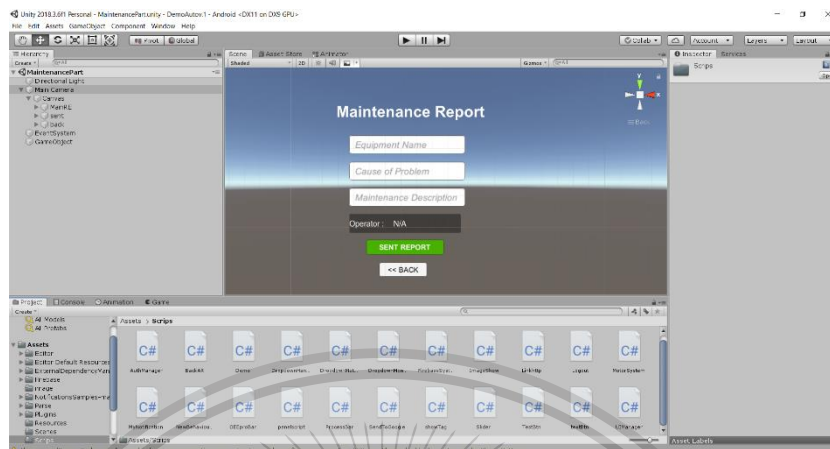
รูปที่ 3.59 กราฟิกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานในเชิงวิชาการ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

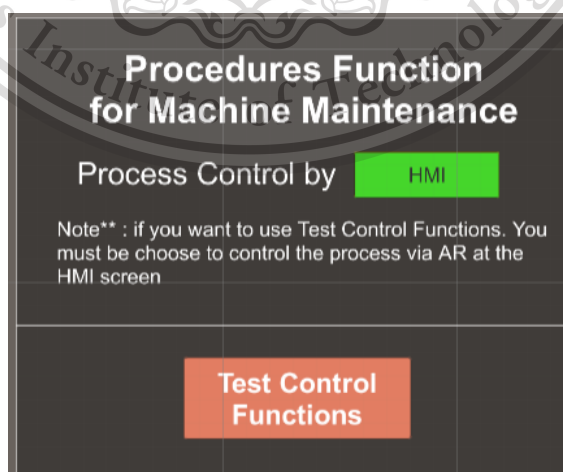
จากรูปที่ 3.59 ในการสร้างกราฟิกสำหรับการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ สร้างปุ่ม Maintenance Report ขึ้น เมื่อกดปุ่มจะไปยัง Scene ที่ทำขึ้นใหม่ ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 กราฟิกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (2)

จากรูป 3.60 เป็นการสร้าง Input Field ที่ใช้เพิ่มข้อความในส่วน Equipment Name, Cause of Problem และ Maintenance Description ขึ้นมาและสร้างปุ่ม Sent Report เพื่อยืนยันการนำข้อความไปเก็บไว้ใน Google Sheet จากนั้นสร้างข้อความที่ใช้ในการแสดงชื่อของผู้ใช้ปฏิบัติงาน (Operator) โดยทำเหมือนกันกับการแสดงชื่อด้านบนของการแสดงกราฟิกตู้ควบคุม และสร้างปุ่ม Back เพื่อออกจากหน้าการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์

4.6 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต



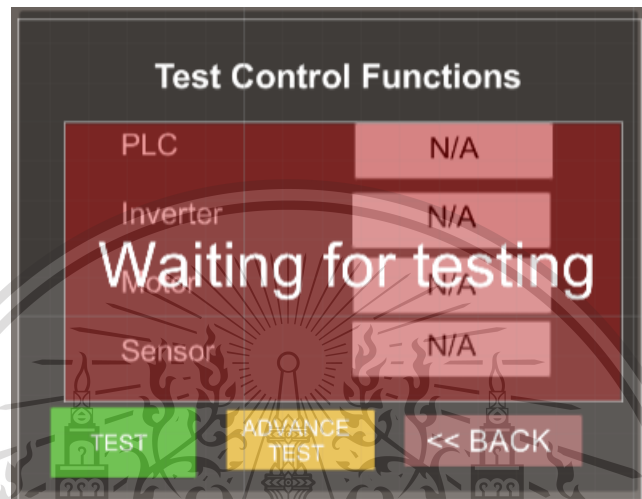
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.61 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (1)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

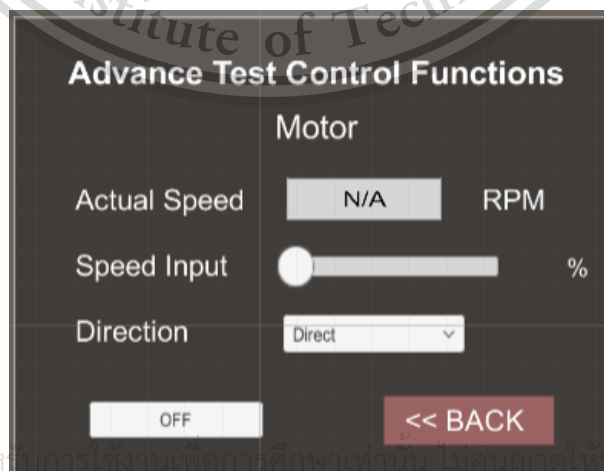
จากรูปที่ 3.61 เป็นการสร้าง Panel และข้อความของเออาร์กับเอชเอ็มไอขึ้นแยกกันสำหรับนำไปเขียนสคริปต์ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017 ในขั้นตอนถัดไป โดยในส่วนของ Panel ที่มีปุ่มฟังก์ชันการทดสอบอุปกรณ์ในระบบการผลิต หรือ Test Control Functions จะปรากฏขึ้นเมื่อระบบการผลิตทำงานผ่านการใช้แอปพลิเคชันบนเทคโนโลยีเออาร์

เมื่อกดปุ่ม Test Control Functions จะปรากฏหน้าต่างไป ดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (2)

จากรูปที่ 3.62 เป็นการสร้างปุ่ม TEST เป็นทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ในระบบการผลิตก่อนเริ่มการผลิต และมีการแสดงการรอสถานะขณะที่ฟังก์ชันกำลังถูกใช้งาน หลังจากนั้นทำการสร้างข้อความสำหรับการแสดงสถานะของอุปกรณ์ ได้แก่ พีแอลซี อินเวอร์เตอร์ มอเตอร์ และเซนเซอร์อินฟาเรด ส่วนปุ่ม Back เป็นการกลับไปยังหน้าเดิม



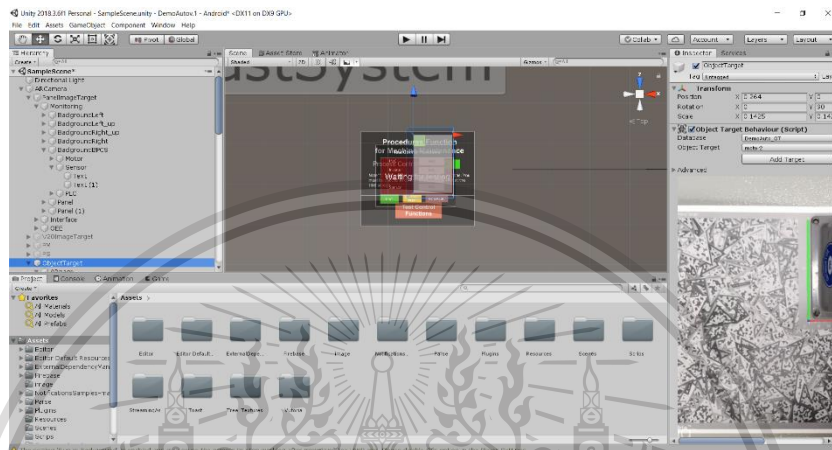
รูปที่ 3.63 กราฟิกฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคคลในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.63 เป็นผลมาจากการกดปุ่ม ADVANCE TEST ของฟังก์ชันการทดสอบอุปกรณ์ ในระบบการผลิตก่อนเริ่มระบบการผลิต หรือ Test Control Functions โดยหน้านี้เป็น การทดสอบมอเตอร์โดยเฉพาะ เริ่มจากการสร้าง Text ที่ใช้แสดง Actual Speed สร้าง Slider ของ Speed Input และสร้าง Dropdown ในการปรับทิศทาง การหมุน เพิ่มปุ่มที่ใช้ในการเปิด/ปิดการทำงาน และปุ่ม Back เพื่อย้อนกลับไปหน้าเดิม



รูปที่ 3.64 การนำแคนวาสทั้งหมดวางบนภาพสามมิติขนาดเล็ก

4.7 กราฟิกฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.65 กราฟิกฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน

จากรูป 3.65 เป็นการสร้างอิมเมจโดยเพิ่ม Canvas และข้อความด้านบนอิมเมจ ที่เป็นมาร์กเกอร์เพื่อเป็นการขอแนะนำ (Guideline) การดำเนินงานกับระบบการผลิต ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use. 69

5. สร้าง https และ Child Path ในโปรแกรม Google Firebase ซึ่งเป็นชื่อของข้อมูลที่ต้องการเข้าถึงเพื่อนำไปใช้ในการอ้างอิงสำหรับการนำข้อมูลมาเก็บไว้ และใช้สำหรับนำข้อมูลไปแสดงผลบนแอปพลิเคชัน ดังตารางที่ 3.14

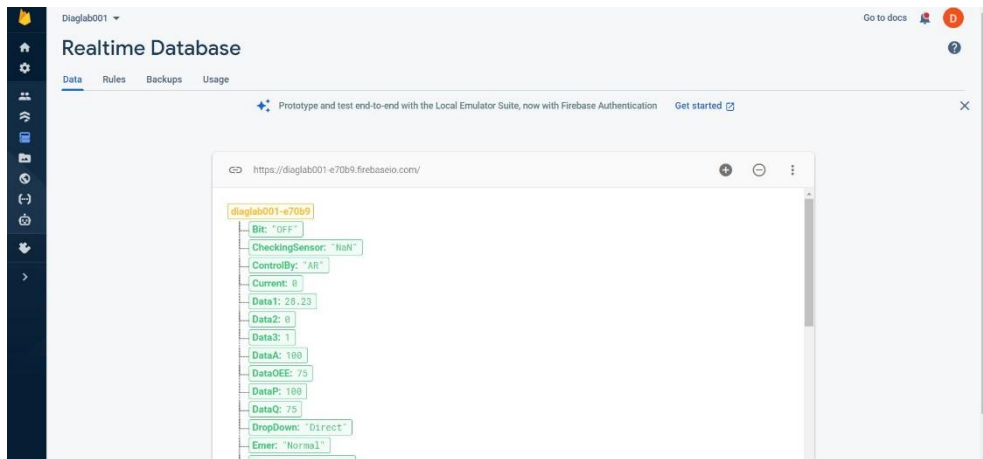
ตารางที่ 3.14 การเก็บข้อมูลใน Google Firebase

Child Path	คำอธิบาย
CheckingSensor	สถานะแสดงเมื่อมีใช้งานฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบระบบการผลิต
ControlBy	การควบคุมเครื่องจักรระหว่างการควบคุมบนเอชเอ็มไอและเออาร์
Current	ค่าเฉลี่ยกระแสไฟ
Data1	ข้อมูลที่ได้จากทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย
Data2	ข้อมูลที่ได้จากอะคูสติทราสมิตเตอร์แบบไร้สาย
Data3	ข้อมูลที่ได้จากดิสครีททรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย
DataA	ค่าอัตราการเดินเครื่องจักร
DataP	ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร
DataQ	ค่าอัตราคุณภาพ
DataOEE	ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
DropDown	ทิศทางการหมุนของมอเตอร์
Emer	สถานะเมื่อมีการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน
Emergency	การกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน
Inverter	สถานะของอินเวอร์เตอร์ระหว่างปกติและลัมเหลว
Motor	ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด
Power	เปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการผลิตจาก 0 – 100 %
Progress	สถานะของเซนเซอร์อินฟาเรด
Sensor	แสดงสถานะของเซนเซอร์อินฟาเรดระหว่างตรวจจับได้และตรวจจับไม่ได้
Speed	ค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ที่สั่งการ
StatusPLC	สถานะของพีแอลซีระหว่างออนไลน์และออฟไลน์
StatusPro	สถานะของระบบการผลิตระหว่างปกติกับหยุดชะงัก
Voltage	ค่าเฉลี่ยของศักย์ไฟฟ้า
Wireloss	แสดงสถานะของมอเตอร์ระหว่างหมุนอยู่กับไม่หมุน
Rpm	ค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ ณ ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่อนุญาตเห็นได้ชัดว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

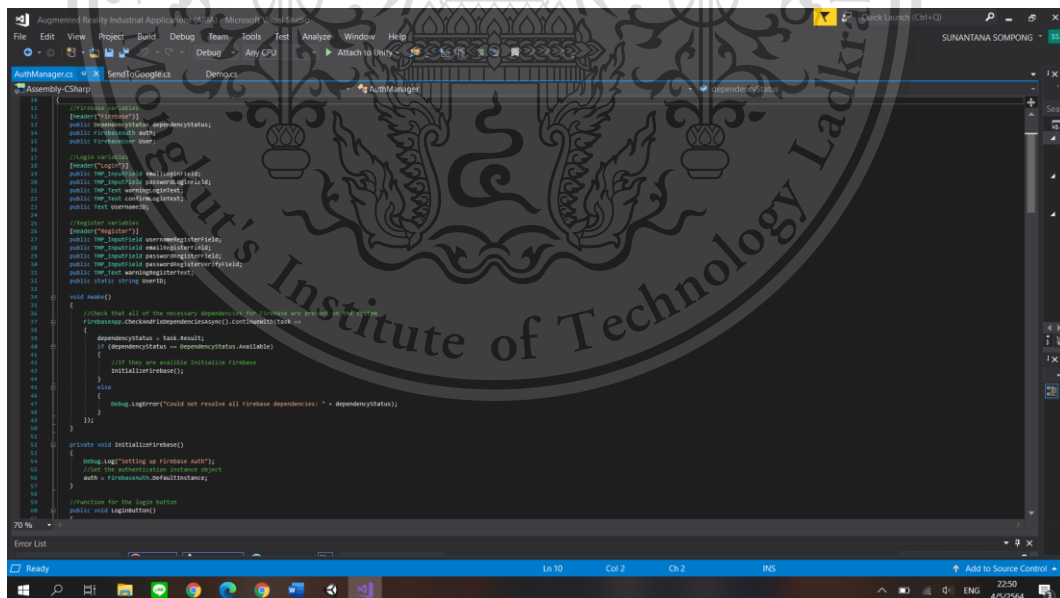
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.66 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลใน Google Firebase

6. เขียนสคริปต์ด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2017 เพื่อให้กราฟิกที่สร้างจากโปรแกรม Unity สามารถแสดงผลได้ตามฟังก์ชันที่ต้องการ โดยให้นำสคริปต์ของแต่ละฟังก์ชันไปใส่ใน Game Object ซึ่งเป็น Object สำหรับเก็บ Scripts ที่สร้างไว้เพื่อควบคุมการทำงานใน แอปพลิเคชัน จากนั้นนำ Text ที่สร้างไว้มาใส่ใน Scripts ในส่วน Inspector (ด้านขวา) ให้ถูกต้อง ซึ่งในทุก ๆ ฟังก์ชันมีการดิงสคริปต์มาใช้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 3.67 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันยืนยันตัวตนผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

27 void Start()
28 {
29
30     // Set up the Editor before calling into the realtime database.
31     FirebaseApp.DefaultInstance.SetEditorDatabaseUrl("https://dianlab001-e70b9.firebaseio.com/");
32     // Get the root reference location of the database.
33     DatabaseReference reference = FirebaseDatabase.DefaultInstance.RootReference;
34
35 }
36
37 // Update is called once per frame
38 void Update()
39 {
40     FirebaseDatabase.DefaultInstance.GetReference("Data1").GetValueAsync().ContinueWith(task => {
41         if (task.IsFaulted)
42         {
43             Debug.Log("Error101"); // Handle the error...
44         }
45         else if (task.IsCompleted)
46         {
47             DataSnapshot snapshot = task.Result;
48             // Debug.Log(snapshot);
49             // var Data1 = task.Result.Value;
50             Data1 = task.Result.Value;
51             // Debug.Log(Data1);
52         }
53     });
54 }

```

รูปที่ 3.68 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต

จากรูปที่ 3.68 เป็นการทำให้ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิตซึ่งเป็นการดึงข้อมูลจาก Google Firebase

```

155 MainPage.GameObject.SetActive(true);
156 AllPage.GameObject.SetActive(false);
157 StartListPage.GameObject.SetActive(false);
158 AllListPage.GameObject.SetActive(false);
159
160
161
162
163 FirebaseDatabase.DefaultInstance.GetReference("MimLoss").GetValueAsync().ContinueWith(task => {
164     if (task.IsFaulted) {}
165     else if (task.IsCompleted)
166     {
167         DataSnapshot snapshot = task.Result;
168         // Debug.Log(snapshot);
169         // var Data1 = task.Result.Value;
170         DataMotor = task.Result.Value;
171         // Debug.Log(Data1);
172     });
173     string DataMotorString = DataMotor.ToString();
174     if (string.Equals(DataMotorString, MotorStatus))
175     {
176         Toast.Instance.Show("TROUBLE ALERT : Broken power line" +
177             "\n1.Press acknowledge button at HMI Breaker area" +
178             "\n2.Troubleshoot Problems, Check 3 phase motor and Maintenance" +
179             "\n3.Press return to normal button at HMI touchscreen to running process", 2f, Toast.Colored.Red);
180     }
181
182
183
184

```

รูปที่ 3.69 ตัวอย่างสคริปต์การทำแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชันเมื่ออุปกรณ์ล้มเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using System.Collections;

public class ImageShow : MonoBehaviour

{
    public bool isImgOn;
    public Image img;

    void Start()
    {
        img.enabled = true;
        isImgOn = true;
    }

    void Update()
    {
        if (Input.GetKeyDown("I"))
        {
            if (isImgOn == true)
            {
                img.enabled = false;
                isImgOn = false;
            }
            else
            {
                img.enabled = true;
                isImgOn = true;
            }
        }
    }
}

```

รูปที่ 3.70 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class LightHttp : MonoBehaviour

{
    public string url;
    public void open()
    {
        Application.OpenURL(url);
    }
}

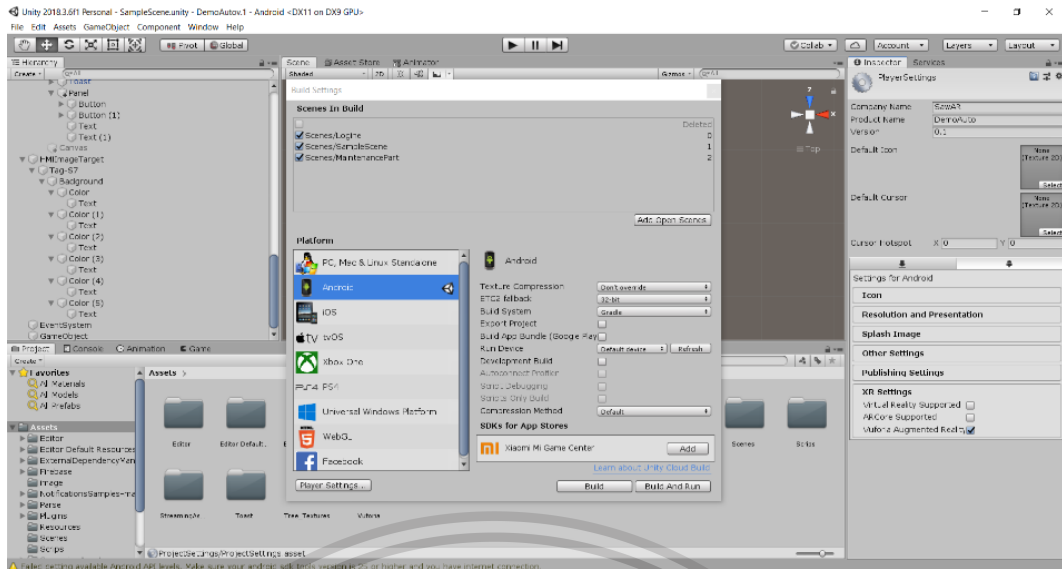
```

รูปที่ 3.71 ตัวอย่างสคริปต์ฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

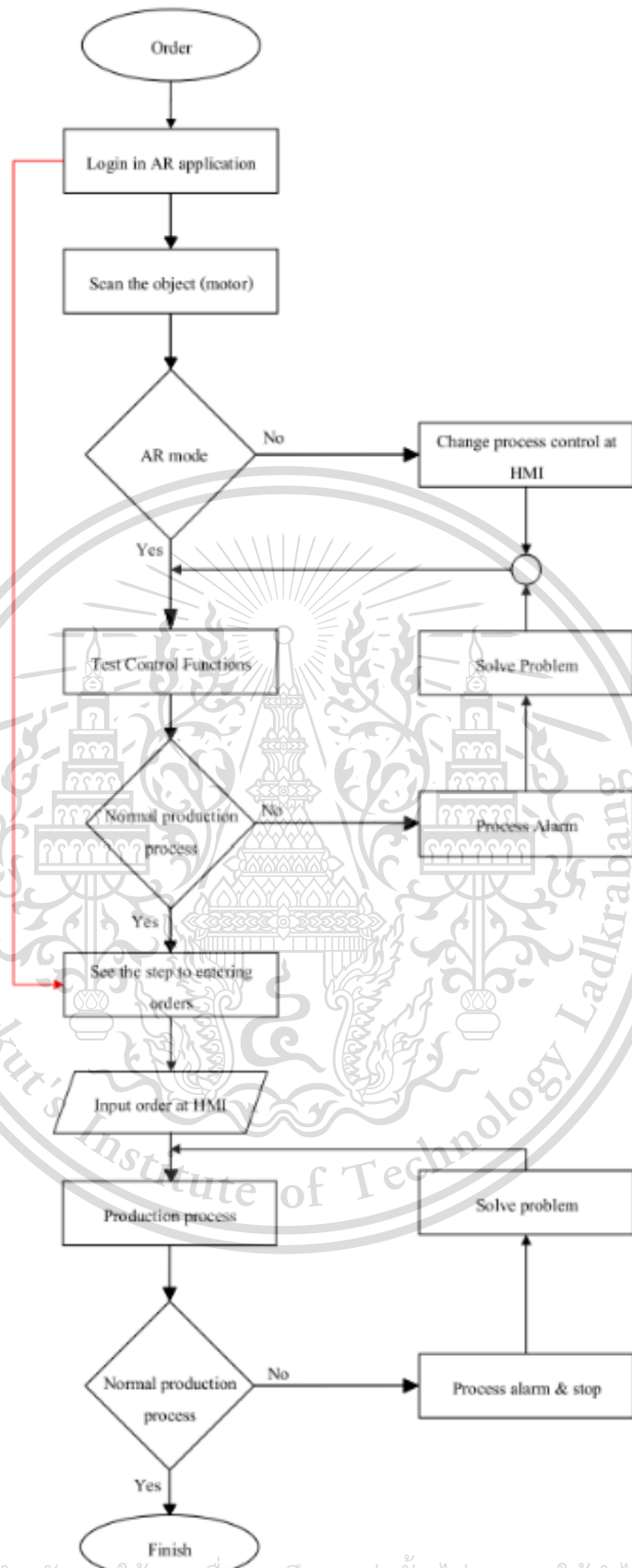


รูปที่ 3.74 การสร้างแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.74 เป็นการสร้างไฟล์เพื่อนำไปติดตั้งเป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีระดับตั้งแต่ 4.0 ขึ้นไป โดยใช้ชื่อแอปพลิเคชันว่า Augmented Reality Industrial Applications (ARIA) และมีรูปแบบไฟล์เป็นแบบ apk.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.75 ขั้นตอนการดำเนินงานเมื่อใช้แอปพลิเคชันร่วมด้วย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 3.75 เมื่อมีการนำแอปพลิเคชันไปใช้งานมีวิธีการดำเนินงานเริ่มจากการรับออเดอร์เข้ามา ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้แอปพลิเคชันร่วมด้วยหรือต้องการดำเนินการทำงานในส่วนของระบบการผลิตอย่างเดียว โดยที่การนำแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการดำเนินงานจะช่วยในการลดโอกาสการเกิดเหตุการณ์ที่เครื่องจักรหยุดทำงานเองอันเป็นผลมาจากอุปกรณ์ในระบบการผลิตล้มเหลวได้ผ่านฟังก์ชันบนแอปพลิเคชัน หากผู้ใช้งานเลือกในแอปพลิเคชันช่วยในการดำเนินงาน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้ใช้งานต้องล็อกอินให้ถูกต้องโดยใช้อีเมลล์และรหัสผ่านที่ผ่านการตั้งค่าไว้เพื่อเข้าถึงแอปพลิเคชัน
2. นำแอปพลิเคชันไปเสกนที่เครื่องจักร
3. ตรวจสอบวิธีการควบคุมระบบการผลิต โดยต้องมีการเลือกวิธีการควบคุมเป็นเออาร์ โดยสามารถเปลี่ยนเป็นการคุมแบบเออาร์ได้ที่หน้าจอเอชเอ็มไอ เพื่อใช้งาน Test Control Function
4. ใช้งาน Test Control Function เพื่อตรวจสอบสถานะความผิดปกติของอุปกรณ์ในระบบ หากมีอุปกรณ์ในระบบการผลิตล้มเหลว สถานะของอุปกรณ์จะขึ้น ABNormal หรือ Undetected ตามอุปกรณ์นั้น ๆ หากไม่มีอุปกรณ์ใดในระบบล้มเหลว สถานะของอุปกรณ์จะขึ้น Normal หรือ detected ตามอุปกรณ์นั้น ๆ พร้อมทั้งระบุสาเหตุความล้มเหลวและบอกวิธีการซ่อมบำรุง เมื่อแก้ไขแล้ว ผู้ใช้งานสามารถนำแอปพลิเคชันไปเสกนที่หน้าจอเอชเอ็มไอ เพื่อดูวิธีการสั่งเริ่มการดำเนินงานผ่านแอปพลิเคชันได้
5. ป้อนออเดอร์ที่ได้รับลงบนหน้าจอเอชเอ็มไอ
6. ระบบเริ่มการผลิตสินค้า โดยระบบจะตรวจสอบสถานะการทำงานของทำงานของระบบการผลิตตลอดเวลา ถ้าระบบการผลิตมีการทำงานปกติ ระบบจะทำงานจนจบคำสั่ง ถ้าระบบการผลิตมีความผิดปกติเกิดขึ้น ระบบจะหยุดทำงานและมีการแจ้งเตือน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและทำให้ระบบกลับไปทำงานอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานของปริญญาโทฉบับนี้ได้แก่ การทดสอบระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี และการทดสอบแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์

4.2 การทดสอบระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี

การทดสอบฟังก์ชันการใช้งานและการแสดงผลบนหน้าเอชเอ็มไอของระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนจอเอชเอ็มไอ

ลำดับ	ฟังก์ชันที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	ฟังก์ชันเปิด-ปิดระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน	/	
2	ฟังก์ชันการเลือกชนิดสินค้าและกำหนดจำนวนสินค้า	/	
3	ฟังก์ชันการนับจำนวนสินค้า	/	
4	ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับยูเอสเอสโปรโตคอลกับอินเวอร์เตอร์	/	
5	ฟังก์ชันการสื่อสารสำหรับมอดบัสอาร์ทียูกับดีจีทีแอลเอ็มเตอร์	/	
6	การแสดงผลสถานะการเปิด-ปิดของระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน	/	
7	การแสดงผลของการเลือกชนิดสินค้า	/	
8	การแสดงผลการนับจำนวนสินค้า		
	8.1 สินค้าที่มีคุณภาพดี	/	
	8.2 สินค้าที่มีคุณภาพไม่ดี	/	
	8.3 เป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต	/	
	8.4 สินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน	/	
9	การแสดงผลแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว		
	9.1 พีแอลซีล้มเหลว	-	
	9.2 อินเวอร์เตอร์ล้มเหลว	/	
	9.3 มอเตอร์ล้มเหลว	/	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าเนื้อหาข้างต้นจะได้รับการปรับปรุงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

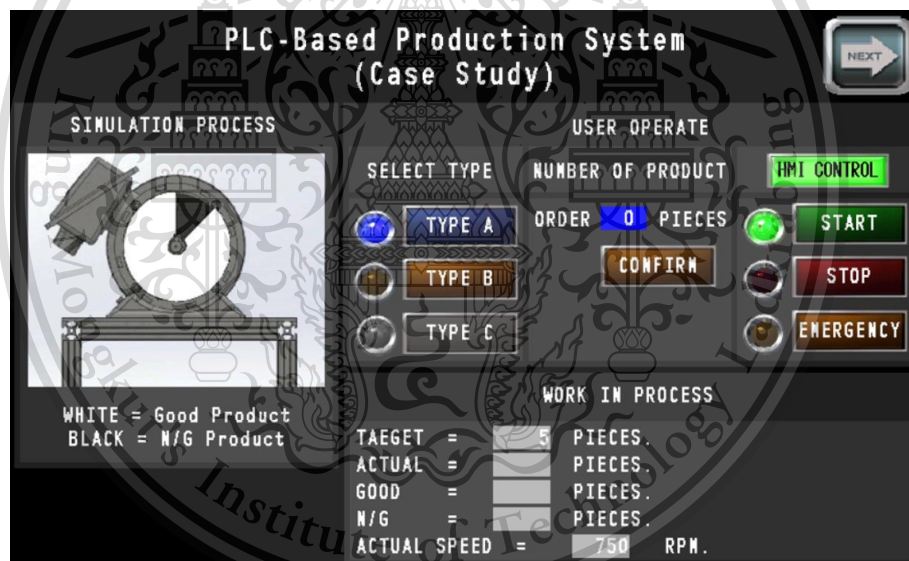
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนจอเอชเอ็มไอ

ลำดับ	ฟังก์ชันที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
9	9.4 เซนเซอร์อินฟาเรดล้มเหลว	/	
10	การแสดงผลประวัติการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว	/	
11	การแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	/	

การทดสอบปิดพีแอลซีจะทำให้ไม่สามารถแสดงผลที่หน้าจจอเอชเอ็มไอได้เนื่องจากการแสดงผลจำเป็นต้องผ่านการประมวลผลมาจากพีแอลซี ทำให้หน้าจจอเอชเอ็มไอจะไม่มีการแจ้งเตือนเมื่อพีแอลซีล้มเหลว ดังนั้นการทดสอบแจ้งเตือนส่วนนี้จะถูกทดสอบที่แอปพลิเคชันเป็นส่วนสำคัญ

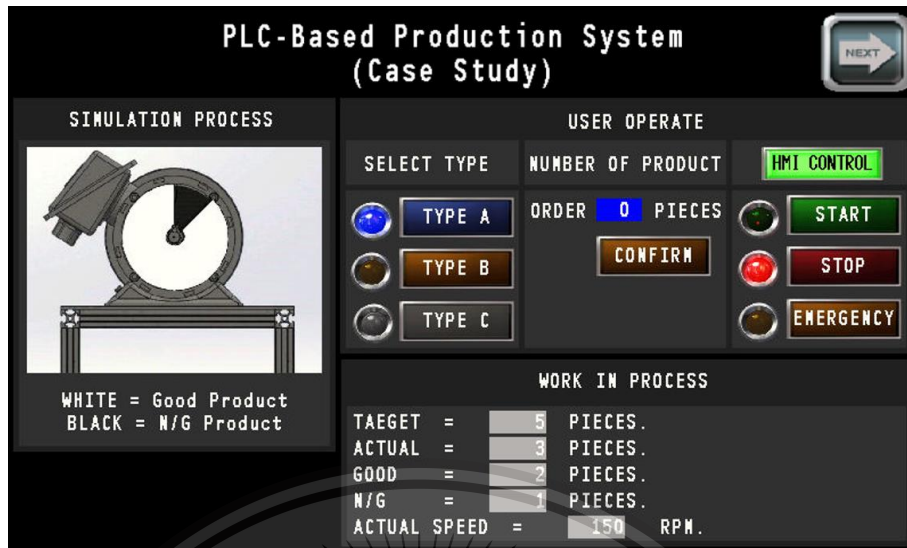
4.2.1 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลของการเปิด-ปิดระบบการผลิตและการหยุดฉุกเฉิน



รูปที่ 4.1 การทดลองเริ่มระบบการผลิต

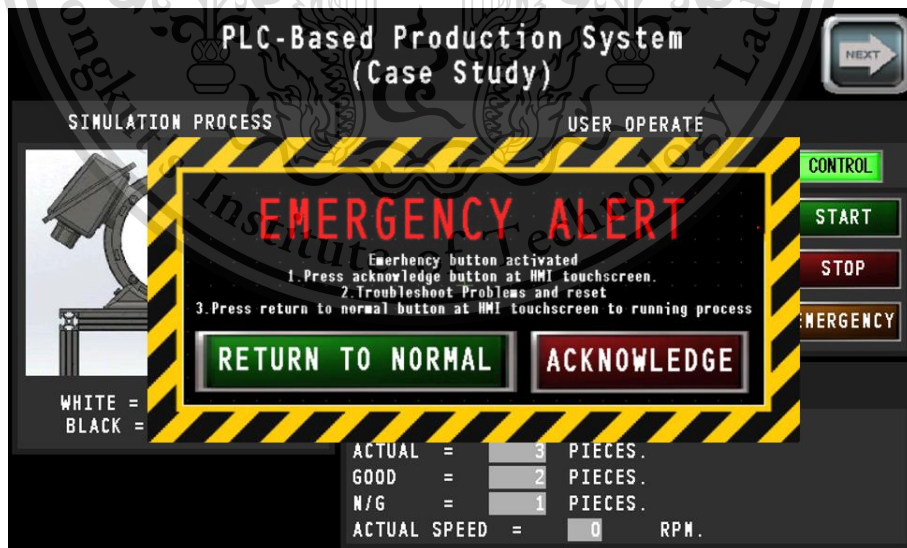
จากรูปที่ 4.1 หน้าจจอเอชเอ็มไอเมื่อทำการป้อนข้อมูลได้แก่ ชนิดของสินค้า และจำนวนของสินค้า จากนั้นกดปุ่มยืนยันคำสั่ง (Confirm) เลขจำนวนของสินค้าจะหายไปและจะปรากฏจำนวนเป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต โดยข้อมูลทั้งหมดที่ถูกป้อนจะถูกส่งให้พีแอลซีเพื่อทำการควบคุมและประมวลผล เมื่อกดปุ่มเริ่ม (Start) ระบบการผลิตจะเริ่มทำงาน ภาพจานหมุนที่ติดตั้งไว้กับของมอเตอร์ที่หน้าจจอเอชเอ็มไอจะเริ่มหมุน หน้าตู้ควบคุมและหน้าจจอเอชเอ็มไอไฟสีเขียวที่แสดงถึงการเริ่มทำงานจะติดค้าง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



รูปที่ 4.2 การทดลองหยุดระบบการผลิต

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบการผลิต การกดปุ่ม หยุด (Stop) ขณะระบบการผลิตกำลังทำงานจะทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ถูกลดลงเหลือ 20% จากความเร็วรอบ ณ ปัจจุบัน ที่หน้าตู้ควบคุมและหน้าจอเอชเอ็มไอไฟลีสแตงที่แสดงถึงสถานะแก้ไขข้อผิดพลาดจะกระพริบ



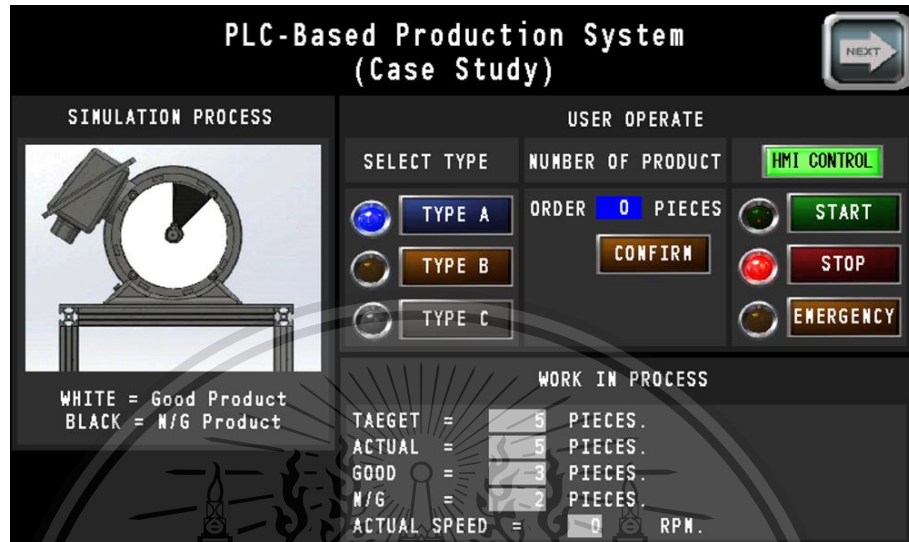
รูปที่ 4.3 การทดลองกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์ผู้ควบคุมการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้
 จากรูปที่ 4.3 เมื่อกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน ระบบการผลิตทั้งหมดจะหยุดทำงาน สัญญาณเสียงที่หน้าตู้ควบคุมจะดัง หน้าจอเอชเอ็มไอจะแสดงป้ายแจ้งเตือนแบบกระพริบ เมื่อรีเซ็ตปุ่มหยุดฉุกเฉิน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และกดปุ่มยืนยันรับทราบการแจ้งเตือน (Acknowledge) บนหน้าจอเอชเอ็มไอ ป้ายแจ้งเตือนจะหยุด กระพริบ และเสียงจะดับ หลังจากผู้ใช้งานแก้ไขข้อผิดพลาดและพร้อมให้ระบบการผลิตทำงานต่อ ให้ กดปุ่มกลับสู่สถานะปกติ (Return to Normal) ระบบการผลิตจะเริ่มทำงานต่อจากเดิมอีกครั้ง



รูปที่ 4.4 การผลิตเสร็จสิ้น

จากรูปที่ 4.4 เมื่อการผลิตเสร็จสิ้น ที่หน้าตู้ควบคุมและหน้าจอเอชเอ็มไอไฟสีแดงที่แสดงถึง การหยุดทำงานจะติดค้าง และค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ ณ ปัจจุบันจะลดลงเหลือ 0 แสดงถึง มอเตอร์หยุดทำงาน

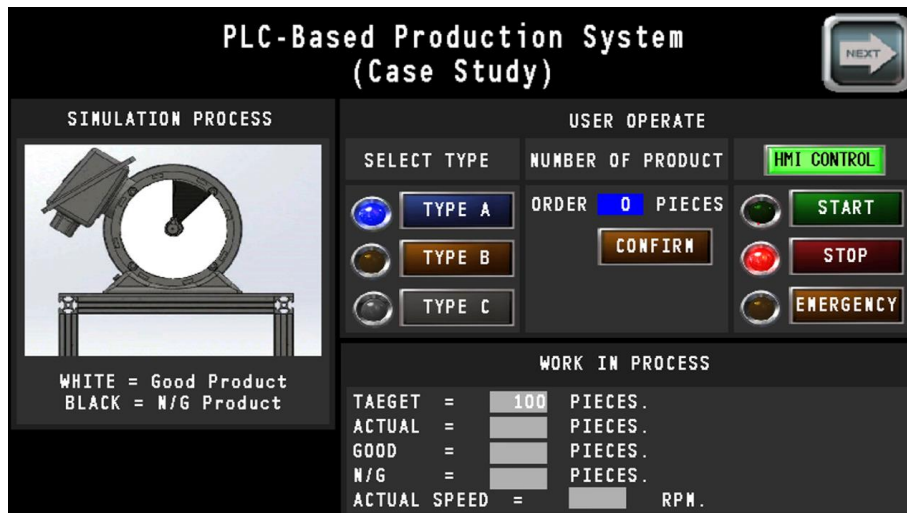
4.2.2 การทดสอบฟังก์ชันการเลือกชนิดสินค้า จำนวนสินค้า และการแสดงผล

เมื่อการทดสอบป้อนข้อมูลโดยเลือกชนิดของสินค้าเป็นชนิดเอและจำนวนของสินค้า เป็น 100 ขึ้น และกดปุ่มคอนเฟิร์ม หน้าจอเอชเอ็มไอไฟแสดงสถานะหน้าชนิดสินค้าจะติด และ จำนวนเป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิตจะแสดงผลเป็น 100 ขึ้น ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

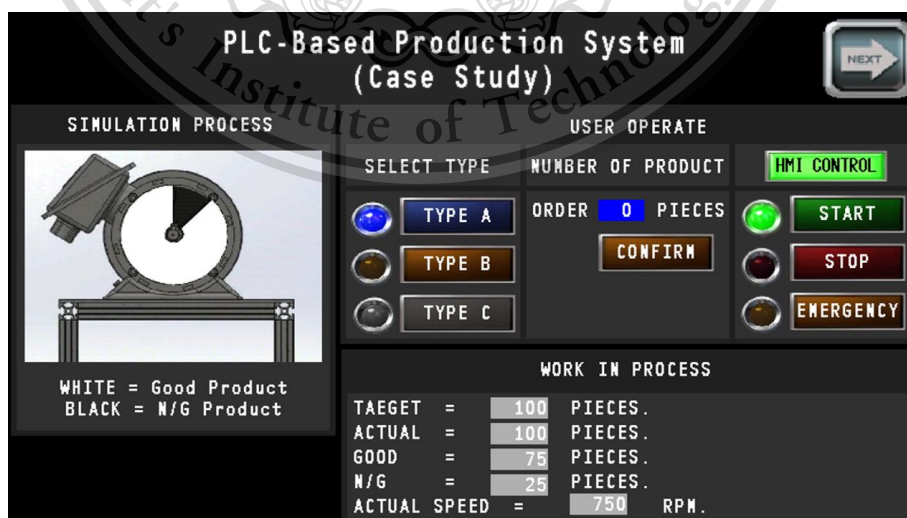


รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบเลือกชนิดสินค้าและกำหนดจำนวนสินค้า

4.2.3 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลการนับจำนวนสินค้า

เมื่อกดปุ่มเริ่มเพื่อให้ระบบการผลิตทำงาน จะมีการแสดงผลของการนับจำนวนสินค้าบนหน้าจอเอชเอ็มไอโดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังรูปที่ 4.6 ดังนี้

1. จำนวนเป้าหมายของสินค้าที่ต้องการผลิต 100 ชิ้น
2. จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ณ ปัจจุบัน 100 ชิ้น
3. จำนวนสินค้าที่มีคุณภาพดี ณ ปัจจุบัน 75 ชิ้น
4. จำนวนสินค้าที่มีคุณภาพไม่ดี ณ ปัจจุบัน 25 ชิ้น
5. ความเร็วรอบมอเตอร์ ณ ปัจจุบัน 750 RPM.

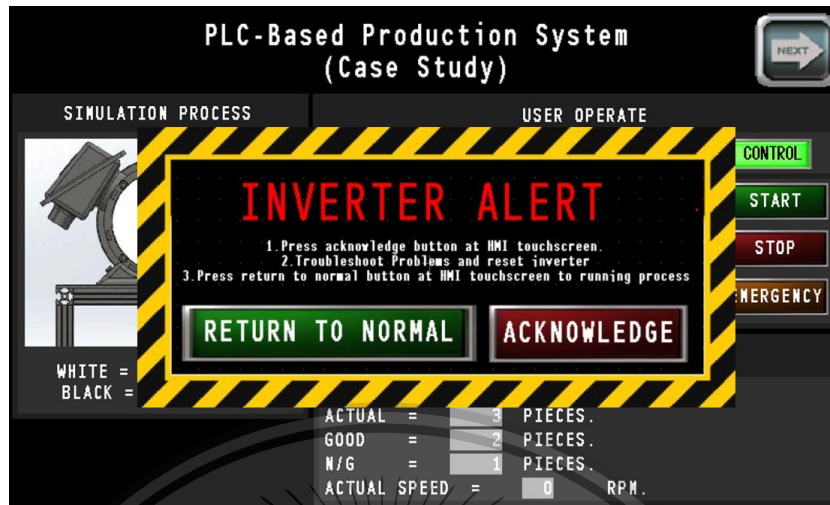


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 4.6 ผลการนับจำนวนสินค้า ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

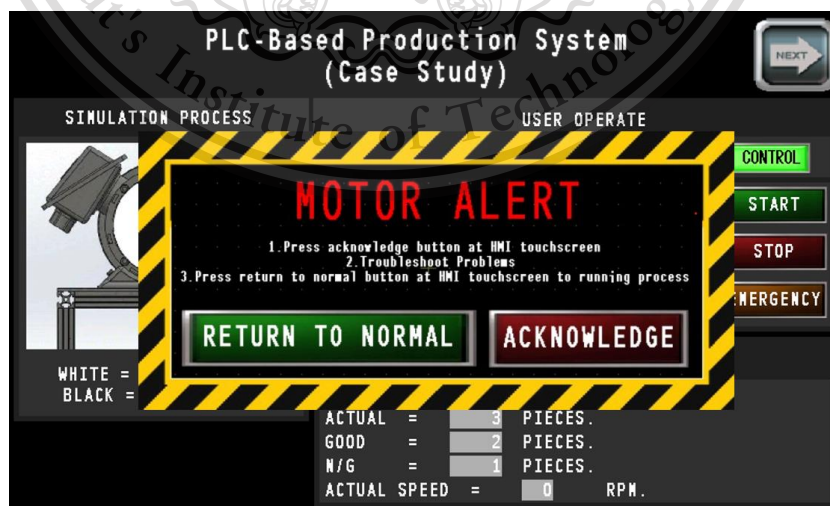
Forbidden to modify the content, and cite the document when use. 82

4.2.4 การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบการผลิตล้มเหลว



รูปที่ 4.7 การแจ้งเตือนเมื่ออินเวอร์เตอร์ล้มเหลว

จากรูปที่ 4.7 เมื่อระบบการผลิตมีการแจ้งเตือนถึงความล้มเหลวของอินเวอร์เตอร์ระบบการผลิตทั้งหมดจะหยุดทำงาน สัญญาณเสียงหน้าตู้ควบคุมจะดัง ป้ายแจ้งเตือนบนหน้าจอ เอชเอ็มไอจะกระพริบ ผู้ใช้งานต้องกดปุ่มยืนยันรับทราบการแจ้งเตือน (Acknowledge) บนหน้าจอเอชเอ็มไอ ป้ายแจ้งเตือนจะหยุดกระพริบ และเสียงจะดับ หลังจากผู้ใช้งานแก้ไขข้อผิดพลาดและพร้อมให้ระบบการผลิตทำงานต่อ ให้กดปุ่มกลับสู่สถานะปกติ (Return to Normal) ระบบจะเริ่มทำงานต่อจากเดิมอีกครั้ง



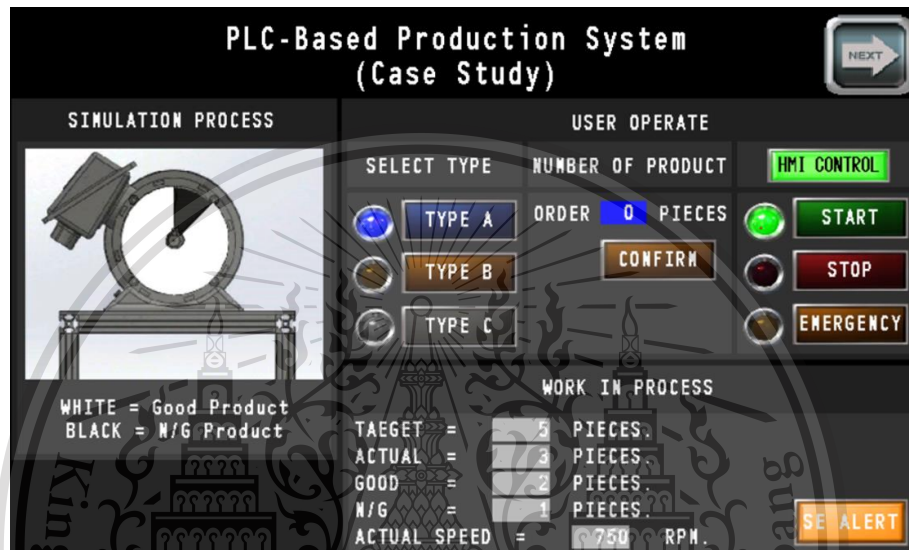
รูปที่ 4.8 การแจ้งเตือนเมื่อมอเตอร์ล้มเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.8 เมื่อระบบการผลิตมีการแจ้งเตือนถึงความล้มเหลวของมอเตอร์ ระบบการผลิตทั้งหมดจะหยุดทำงาน สัญญาณเสียงหน้าตู้ควบคุมจะดัง ป้ายแจ้งเตือนบนหน้าจอ เอชเอ็มไอจะกระพริบ ผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่มยืนยันรับทราบการแจ้งเตือน (Acknowledge) บนหน้าจอเอชเอ็มไอ ป้ายแจ้งเตือนจะหยุดกระพริบ และเสียงจะดับ หลังจากผู้ใช้งานแก้ไขข้อผิดพลาดและพร้อมให้ระบบการผลิตทำงานต่อ ให้กดปุ่มกลับสู่สถานะปกติ (Return to Normal) ระบบจะเริ่มทำงานต่อจากเดิมอีกครั้ง



รูปที่ 4.9 การแจ้งเตือนเมื่อเซนเซอร์อินฟาเรดล้มเหลว

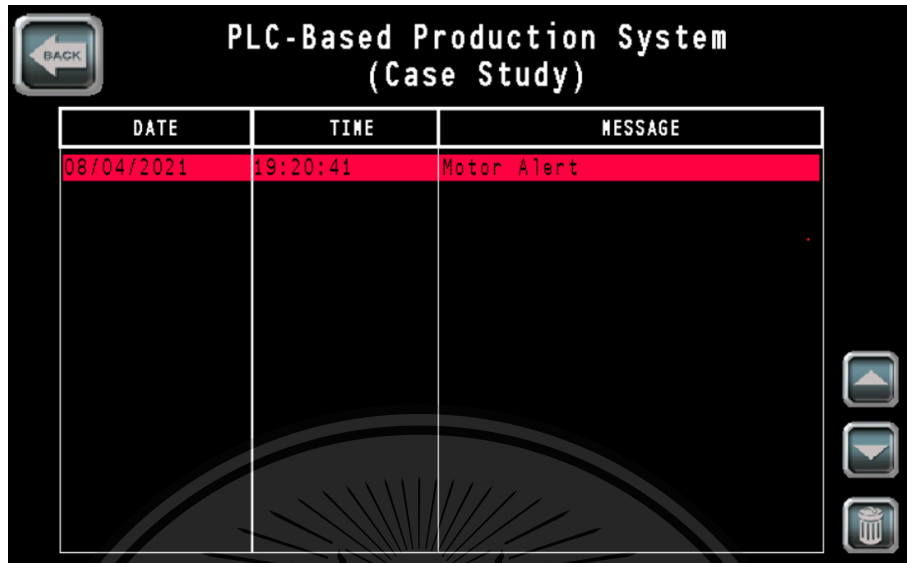
จากรูปที่ 4.9 เมื่อในระหว่างการผลิตมีการตรวจจับได้ว่าเซนเซอร์อินฟาเรดไม่สามารถตรวจจับได้ สัญญาณไฟสีส้มมุมขวาด้านล่างของจอเอชเอ็มไอจะติดค้าง การผลิตจะดำเนินต่อไป และระบบจะตรวจจับว่าสินค้าที่ได้เป็นสินค้าที่มีคุณภาพไม่ดี ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มหยุดการทำงาน เพื่อลดความเร็วรอบของมอเตอร์ลงและแก้ไขปัญหาของเซนเซอร์อินฟาเรดได้ เมื่อเซนเซอร์อินฟาเรดกลับมาใช้งานได้ สัญญาณไฟสีส้มมุมขวาด้านล่างของจอเอชเอ็มไอจะหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use. 84

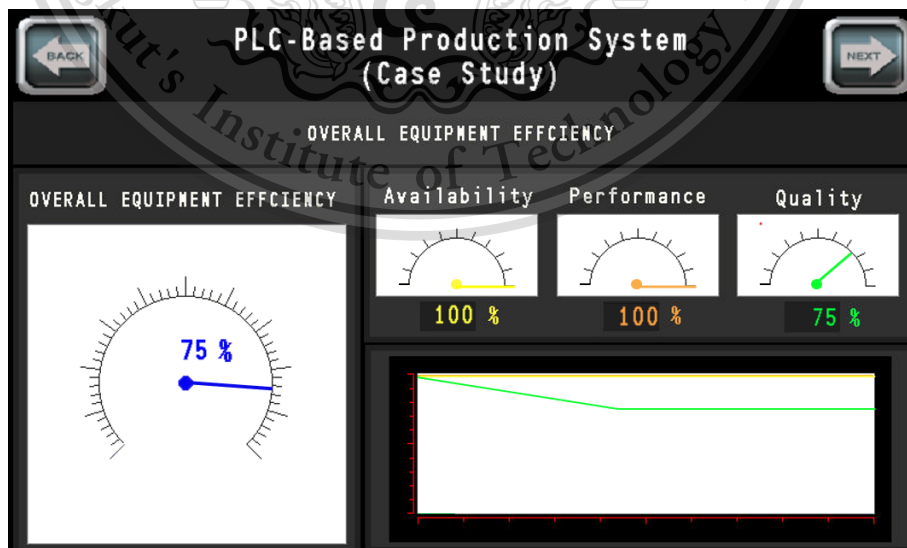
4.2.5 การทดสอบการแสดงประวัติการแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลว



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลวของระบบการผลิต

จากรูปที่ 4.10 เมื่อทดลองดึงสายไฟ 3 เฟสระหว่างมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์ จะทำให้ระบบหยุดทำงาน จากนั้นเปิดดูประวัติการแจ้งเตือนอุปกรณ์ในระบบการผลิตผิดปกติในหน้าที่ 3 บนหน้าจอเอชเอ็มไอ การแจ้งเตือนใหม่ที่เกิดขึ้นจะอยู่ด้านบนสุดโดยจะแสดง วันที่ เวลา และข้อความ

4.2.6 การทดสอบแสดงผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.11 เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากรูปที่ 4.6 มาคำนวณเพื่อแสดงผลประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร โดยทดสอบให้ในระบบการผลิตนี้ไม่มีการเกิด Down Time และ Actual Cycle Time เกิดขึ้นจึงได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. อัตราการเดินเครื่องจักร = 100 %
2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร = 100 %
3. อัตราคุณภาพ = $100/75 = 75 \%$
4. ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร = $100\% * 100\% * 75\% = 75 \%$

4.3 การทดสอบแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์

การทดสอบฟังก์ชันการใช้งานและการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์มีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์

ลำดับ	ฟังก์ชันที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	ฟังก์ชันยืนยันตัวตนผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน	/	
2	ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต		
	2.1 ค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต	/	
	2.2 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	/	
	2.3 สถานะของอุปกรณ์		
	2.3.1 สถานะของอุปกรณ์ระบบการผลิต	/	
	2.3.2 สถานะของอุปกรณ์เวิร์ลเสฮาร์ท	/	
	2.4 ค่ากำลังไฟฟ้า		
	2.4.1 ค่าเฉลี่ยศักย์ไฟฟ้า	/	
	2.4.2 ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า	/	
	2.4.3 ค่ากำลังไฟฟ้า	/	
	2.5 การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ในระบบล้มเหลวและวินิจฉัยสาเหตุความล้มเหลว		
	2.5.1 พีแอลซีล้มเหลวล้มเหลว	/	
	2.5.2 อินเวอร์เตอร์ล้มเหลว	/	
	2.5.3 มอเตอร์ล้มเหลว	/	
	2.5.4 เซนเซอร์อินฟาเรดล้มเหลว	/	
3	ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม	/	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้เป็นของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

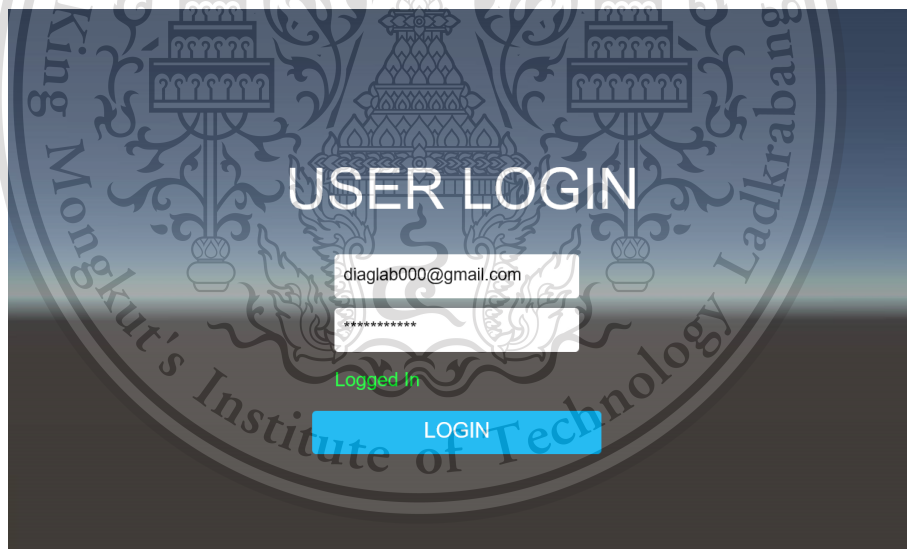
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การทดสอบฟังก์ชันและการแสดงผลบนแอปพลิเคชันในรูปแบบเทคโนโลยีเออาร์

ลำดับ	ฟังก์ชันที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
4	ฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม	/	
5	ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์	/	
6	ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต	/	
7	ฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน	/	

4.3.1 การทดสอบฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน

เมื่อเปิดใช้งานแอปพลิเคชันจะต้องทำการใส่อีเมลล์และรหัสผ่านที่ถูกต้องตามที่ตั้งไว้ใน Google Firebase ถ้าใส่อีเมลล์และรหัสผ่านถูกต้อง จะมีตัวอักษรสีเขียวภาษาอังกฤษขึ้นว่า Logged In หมายถึงการล็อกอินสำเร็จและสามารถเข้าถึงแอปพลิเคชันได้ ดังรูปที่ 4.12



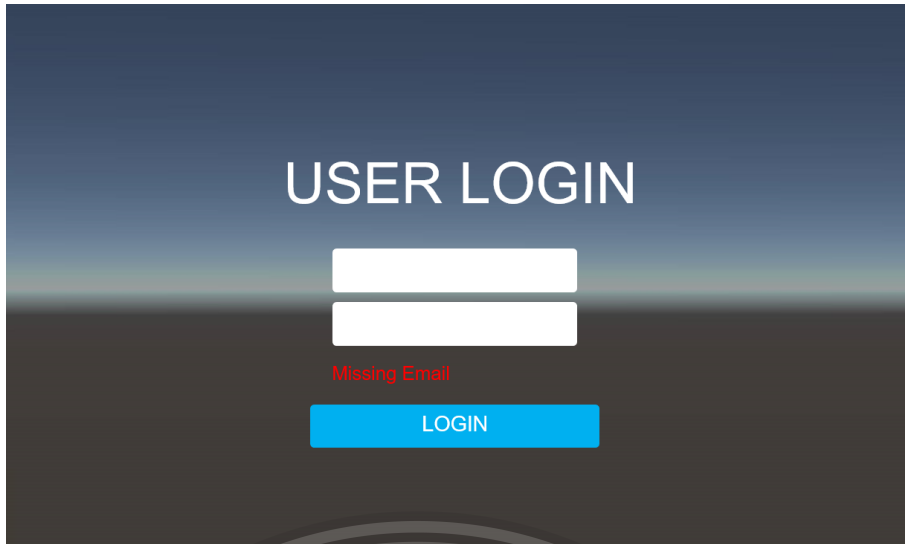
รูปที่ 4.12 หน้าล็อกอินสำเร็จ

ถ้าไม่มีการใส่อีเมลล์และรหัสผ่าน จะมีตัวอักษรสีแดงภาษาอังกฤษขึ้นว่า Missing Email หมายถึง ไม่มีการใส่อีเมลล์ไว้ ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.13 หน้าล็อกอินไม่สำเร็จ (1)

ถ้ามีการใส่อีเมลล์ถูกต้องแต่รหัสผ่านผิด จะมีตัวอักษรสีแดงภาษาอังกฤษขึ้นว่า Wrong Password หมายถึง รหัสผ่านไม่ถูกต้อง ดังรูปที่ 4.14



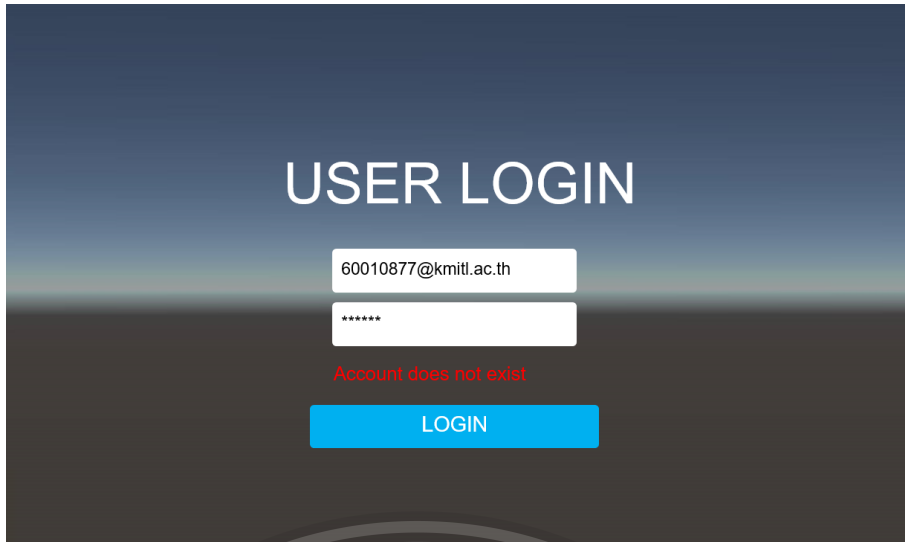
รูปที่ 4.14 หน้าล็อกอินไม่สำเร็จ (2)

ถ้าอีเมลล์ไม่มีการลงทะเบียนไว้ จะมีตัวอักษรสีแดงภาษาอังกฤษขึ้นว่า Account does not exist ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

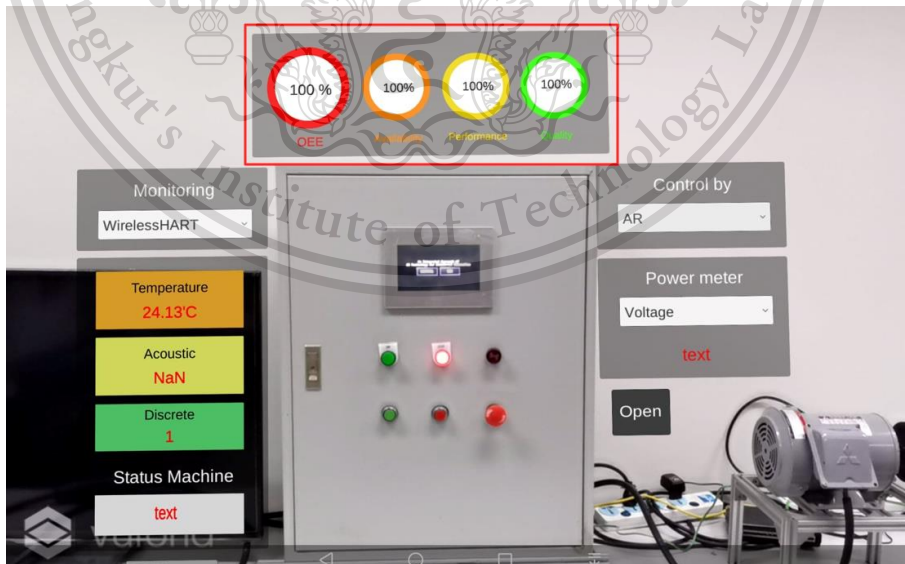


รูปที่ 4.15 หน้าล็อกอินไม่สำเร็จ (3)

4.3.2 การทดสอบฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต

เมื่อทำการล็อกอินเข้าแอปพลิเคชันสำเร็จ แล้วนำกล้องของโทรศัพท์มือถือแสกนที่คิวอาร์โค้ด (QR Code) จะแสดงข้อมูลในกระบวนที่ผู้ใช้งานให้ความสำคัญและความสนใจได้ ดังนี้

4.3.2.1 ค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

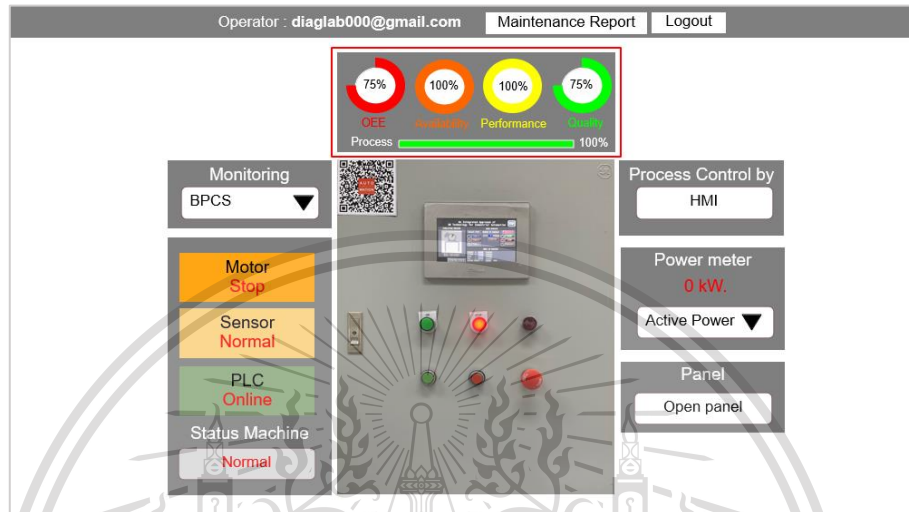


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ รูปที่ 4.16 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า) จะโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.16 กรอบสีแดง คือ ส่วนแสดงผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรด้วยแอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า โดยในแอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุดได้มีการปรับกราฟิก และเพิ่มค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิตร่วมด้วย ทำให้การแสดงผลส่วนของค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีตัวอย่างดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างค่าความก้าวหน้าของระบบการผลิต และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.3.2.2 สถานะของอุปกรณ์



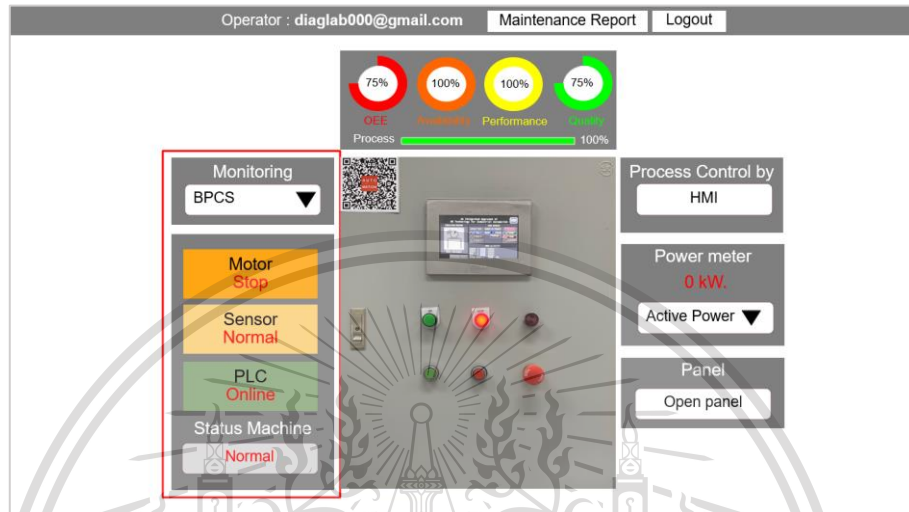
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายประสานงานด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 สถานะของอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า)

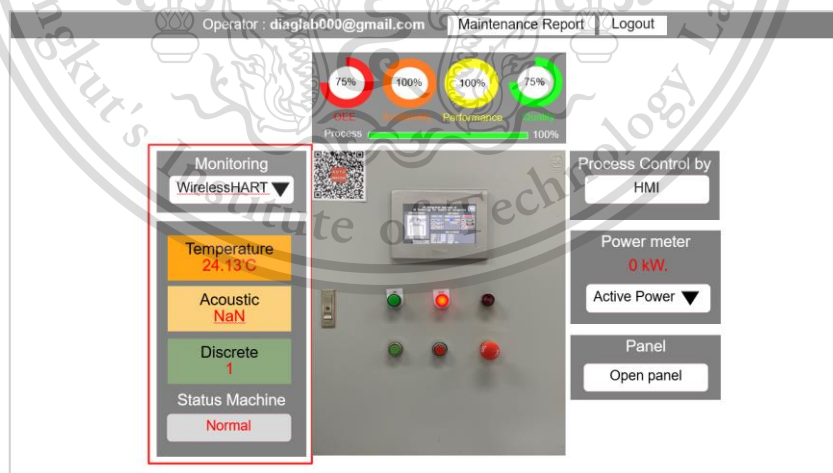
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

จากรูปที่ 4.18 กรอบสีแดง คือ ส่วนแสดงสถานะของอุปกรณ์บนแอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า โดยในแอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุดได้มีการปรับกราฟิก และเพิ่มสถานะของอุปกรณ์ให้สามารถเลือกดูได้ระหว่าง สถานะของอุปกรณ์ไร้เลสฮาร์ท (WirelessHART) และสถานะของอุปกรณ์ในระบบการผลิตทำให้มีการแสดงผลค่าสถานะของอุปกรณ์ตัวอย่างดังรูปที่ 4.19 และ รูปที่ 4.20



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างสถานะของอุปกรณ์ระบบการผลิต (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้



รูปที่ 4.20 ตัวอย่างสถานะของอุปกรณ์ไร้เลสฮาร์ท (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

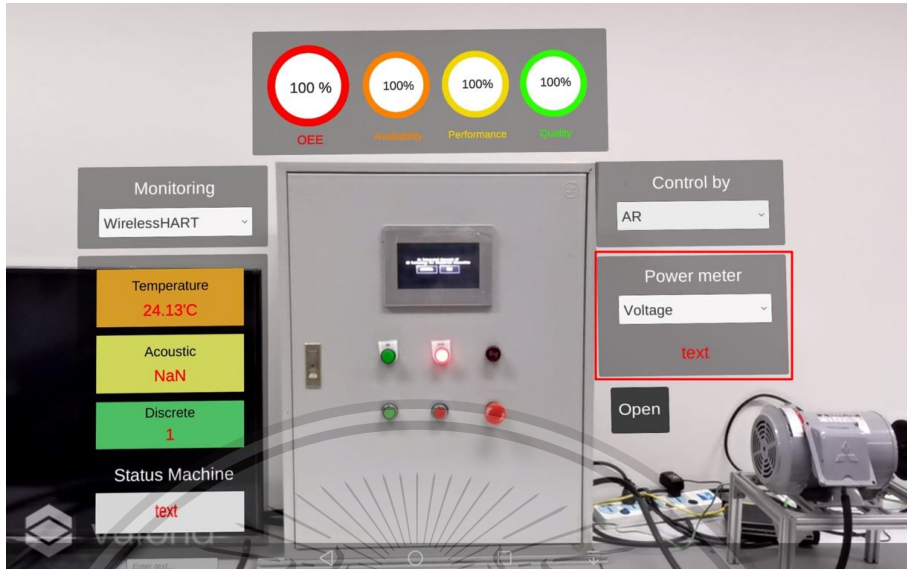
หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

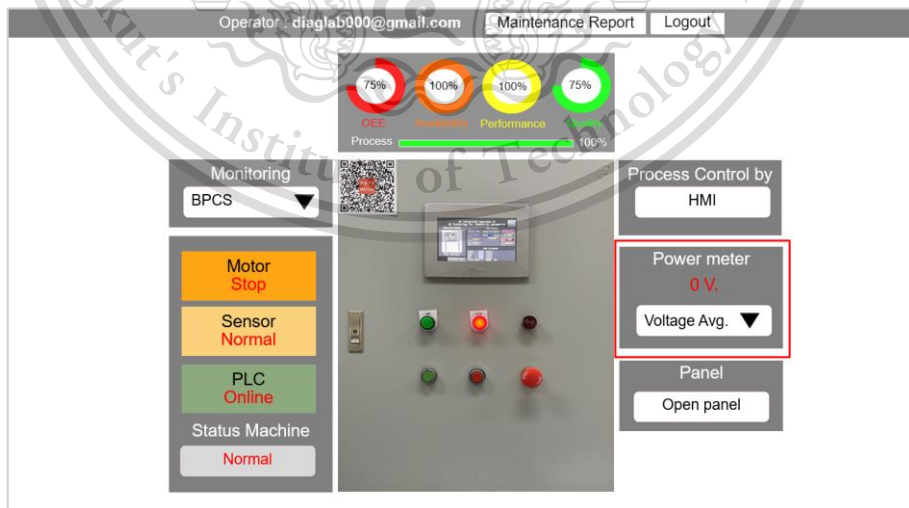
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2.3 กำลังไฟฟ้า



รูปที่ 4.21 ค่ากำลังไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า)

จากรูปที่ 4.21 กรอบสีแดง คือ ส่วนแสดงเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าบนแอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า โดยในแอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุดได้มีการปรับกราฟิก และเพิ่มตัวเลือกสำหรับเลือกดูค่าเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าได้ 3 ค่า ได้แก่ ค่าเฉลี่ยศักย์ไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ทำให้มีการแสดงผลตัวอย่างดังรูปที่ 4.22 ถึง รูปที่ 4.24

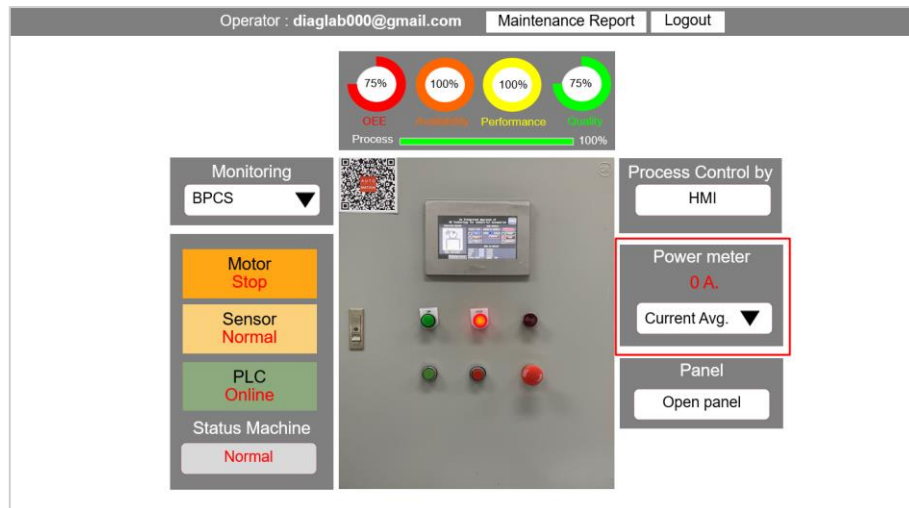


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ โดย **รูปที่ 4.22** ตัวอย่างแสดงค่าเฉลี่ยศักย์ไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด) ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง **หมายเหตุ:** เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 รังที่มีการนำไปใช้

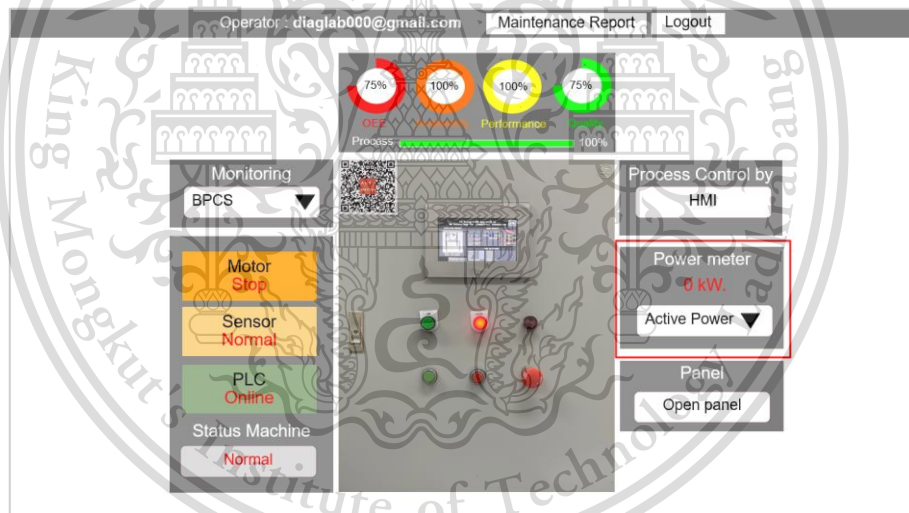
ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



รูปที่ 4.23 ตัวอย่างแสดงค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้



รูปที่ 4.24 ตัวอย่างแสดงค่ากำลังไฟฟ้า (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.3.2.4 การแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลว

การทดสอบการแจ้งเตือนอุปกรณ์ล้มเหลว ทำการทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมด 4 อุปกรณ์ ดังนี้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พีแอลซีล้มเหลว

เมื่อทดสอบปิด (Shutdown) การทำงานของพีแอลซี ที่หน้าจอแอปพลิเคชันจะขึ้นแถบแจ้งเตือนสีแดงบริเวณแถบด้านล่างของจอว่า PLC Alert พร้อมกับบอกสาเหตุที่เกิดการแจ้งเตือน คือ พีแอลซีออฟไลน์ และบอกขั้นตอนการแก้ไขปัญหาคือ เช็คสถานะซีพียูของพีแอลซีบนโปรแกรม TIA Portal V15 ว่ามีการสั่งหยุดซีพียู (Stop CPU) อยู่หรือไม่ และเช็คสายไฟ (Power line) ของพีแอลซีว่ามีไฟเลี้ยงหรือไม่ โดยหลังจากแก้ไขปัญหาแล้ว เมื่อพีแอลซีกลับมาออนไลน์อีกครั้ง ระบบการผลิตทำงานทั้งหมดจะถูกรีเซ็ต โดยมีการแสดงผลการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ตัวอย่างการแจ้งเตือนพีแอลซีล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

อินเวอร์เตอร์ล้มเหลว

เมื่อทดสอบดึงสายการติดต่อสื่อสาร (Communication) ระหว่าง อินเวอร์เตอร์และพีแอลซี ออก ที่หน้าจอแอปพลิเคชันจะขึ้นแถบแจ้งเตือนสีแดงบริเวณแถบด้านล่างของจอว่า Inverter Alert พร้อมกับบอกสาเหตุที่เกิดการแจ้งเตือน คือ สายติดต่อสื่อสารของอินเวอร์เตอร์กับพีแอลซีขาดหรือหลุดออกจากกัน และบอกขั้นตอนการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. กดปุ่มยืนยันรับทราบการแจ้งเตือน (Acknowledge) บนหน้าจอเอชเอ็มไอ
2. เปิดตู้ควบคุมเพื่อตรวจสอบอินเวอร์เตอร์ โดยสามารถใช้แอปพลิเคชันในการเปิดตู้ควบคุม

ผ่านเทคโนโลยีเออาร์เพื่อวิธีการแก้ไขปัญหาที่ละเอียดขึ้นได้

2.1 เช็คการต่อสายที่พอร์ต RS485 (P+,N-) คือ ถ้าสายสัญญาณหลุดหรือขาดให้ทำการ

ไม่ว่าการฉีกใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กดปุ่ม OK บนอุปกรณ์

3. ปิดตู้ควบคุม

4. กดปุ่ม return to normal บนหน้าจอเอชเอ็มไอเพื่อให้ระบบการผลิตเริ่มทำงานต่อ

โดยมีการแสดงผลการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ตัวอย่างการแจ้งเตือนอินเวอร์เตอร์ล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

มอเตอร์ล้มเหลว

เมื่อทดสอบถึงสาย 3 เฟสระหว่างมอเตอร์กับอินเวอร์เตอร์ออก ที่หน้าจอแอปพลิเคชันจะขึ้นแถบแจ้งเตือนสีแดงบริเวณแถบด้านล่างของจอว่า Motor Alert พร้อมกับบอกสาเหตุที่เกิดการแจ้งเตือน คือ สายไฟ 3 เฟสขาดหรือหลุดออกจากกัน และบอกขั้นตอนการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. กดปุ่มยืนยันรับทราบการแจ้งเตือน (Acknowledge) บนหน้าจอเอชเอ็มไอ
2. ตรวจสอบสายไฟและแก้ไขปัญหา
3. กดปุ่มกลับสู่สถานะปกติ (return to normal) บนหน้าจอเอชเอ็มไอเพื่อให้ระบบการผลิต

เริ่มทำงานต่อ

โดยมีการแสดงผลการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.27 ตัวอย่างการแจ้งเตือนมอเตอร์ล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

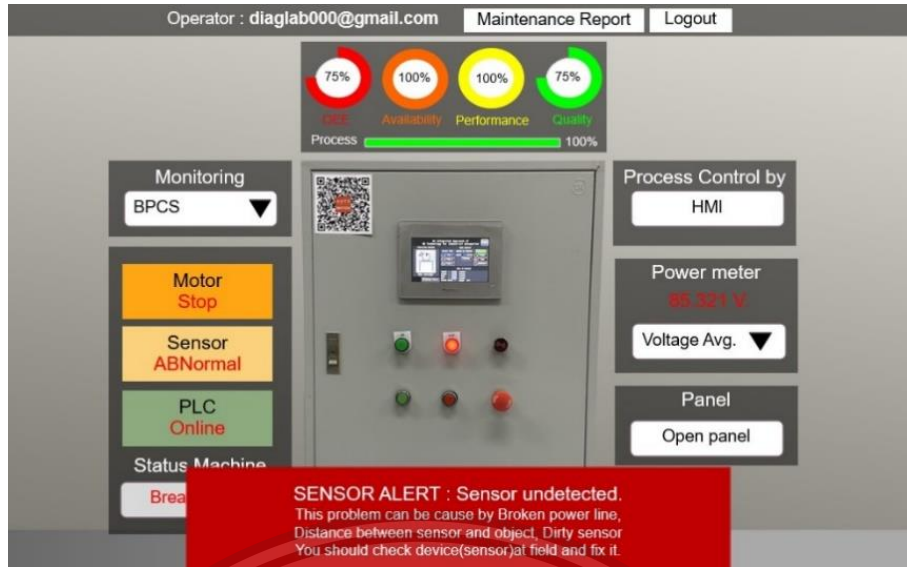
เซนเซอร์อินฟราเรดล้มเหลว

เมื่อทดสอบดึงสายสัญญาณของเซนเซอร์อินฟราเรดออก หรือนำกระดาษขาวปิดเซนเซอร์อินฟราเรด และเพิ่มระยะห่างระหว่างเซนเซอร์อินฟราเรดกับงานหมุน ที่หน้าจอแอปพลิเคชันจะขึ้นแถบแจ้งเตือนสีแดงบริเวณแถบด้านล่างของจอว่า Sensor Alert พร้อมกับบอกสาเหตุที่เกิดการแจ้งเตือนที่อาจจะเป็นไปได้หลายสาเหตุ ได้แก่ สายไฟขาด (Broken power line) ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์อินฟราเรดกับวัตถุ (Distance between sensor and object) หรือเซนเซอร์อินฟราเรดสกปรก (Dirty sensor) และบอกขั้นตอนการแก้ไขปัญหา คือ ควรเช็คที่ตัวอุปกรณ์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาตามทีละจุดและแก้ไข โดยมีการแสดงผลการแจ้งเตือนดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

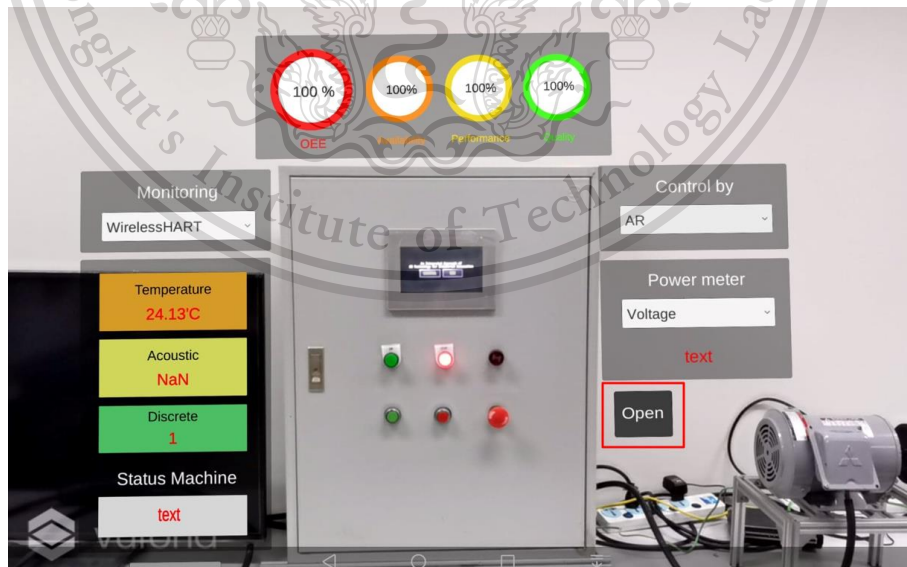


รูปที่ 4.28 ตัวอย่างการแจ้งเตือนเซนเซอร์อินฟาเรดล้มเหลว (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.3.3 การทดสอบฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุม

การทดสอบฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุมจำเป็นต้องมีการกดปุ่ม Open ในกรอบสีแดงบริเวณด้านขวาของผู้ควบคุม ดังรูปที่ 4.29

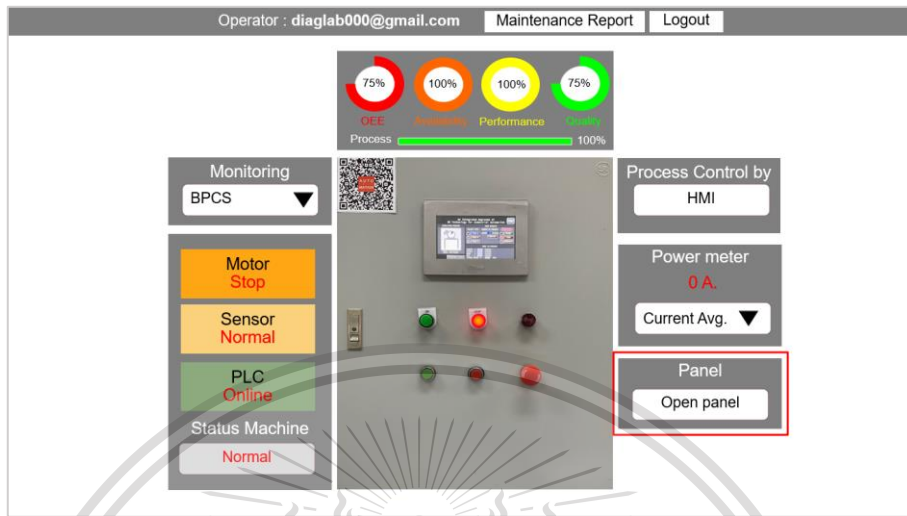


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 4.29 ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของผู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันเก่า) ะโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

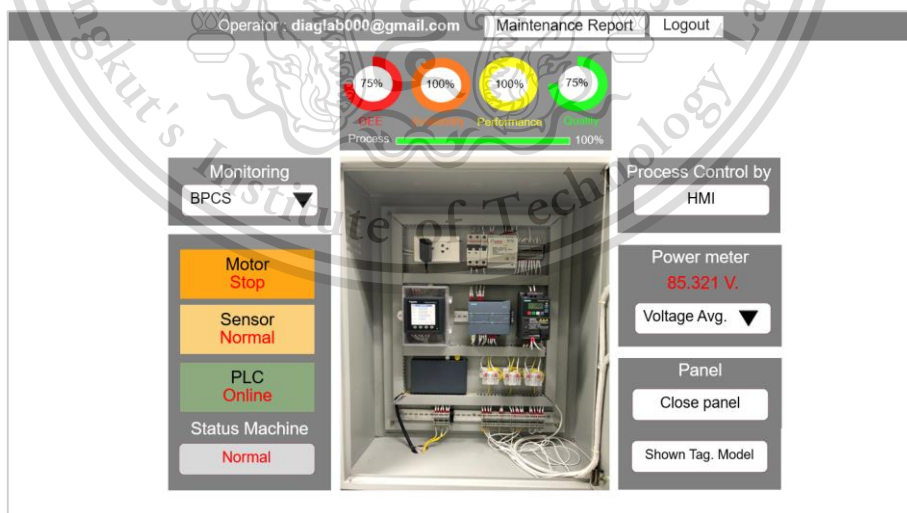
โดยในแอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุดได้มีการปรับกราฟิก และแก้ไขคำใหม่เป็นคำว่า Open panel ในกรอบสีแดงบริเวณด้านขวาของตู้ควบคุม ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ตัวอย่างปุ่มกดเพื่อเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

เมื่อทดสอบกดปุ่ม Open panel จะปรากฏภาพด้านในตู้ควบคุม ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ตัวอย่างฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

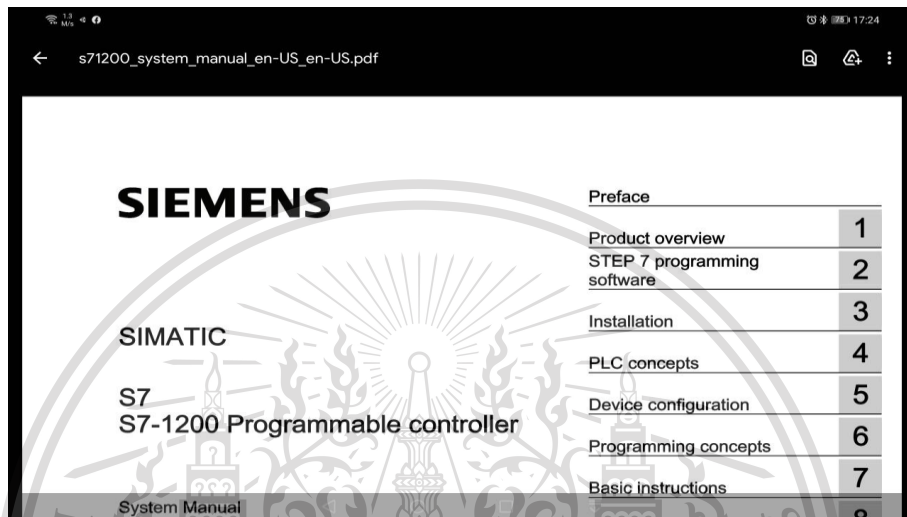
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงเพื่อการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด
 หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.4 การทดสอบฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ ในตู้ควบคุม

การใช้งานฟังก์ชันนี้จำเป็นต้องมีการกด Open Panel จากรูป 4.30 ก่อน และกด Shown Tag. Model จากรูปที่ 4.31 เมื่อกดแล้วจะปรากฏชื่อของอุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์นั้น ๆ ดังรูป 4.32



รูปที่ 4.32 ตัวอย่างฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเก็บผลการทดสอบได้

4.3.5 การทดสอบฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์

การทดสอบใช้งานบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ซึ่งในแอปพลิเคชันเก่าไม่มี ดังนั้นในแอปพลิเคชันล่าสุดจึงเพิ่มส่วนของกราฟิกปุ่มการเข้าหน้าการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ขึ้นมาใหม่ไว้บริเวณด้านบนของจอตั้งรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.33 ตัวอย่างปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

และเมื่อกดใช้งานปุ่ม Maintenance Report จะเข้าสู่หน้าหลักของบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ โดยมีช่องสำหรับใส่ข้อความทั้งหมด 3 ช่อง ได้แก่ ชื่ออุปกรณ์ ปัญหาที่พบ และวิธีการซ่อมบำรุง และด้านล่างจะแสดงอีเมลล์ที่มีการล็อกอินใช้งานแอปพลิเคชันในขณะนี้ ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 หน้าหลักบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

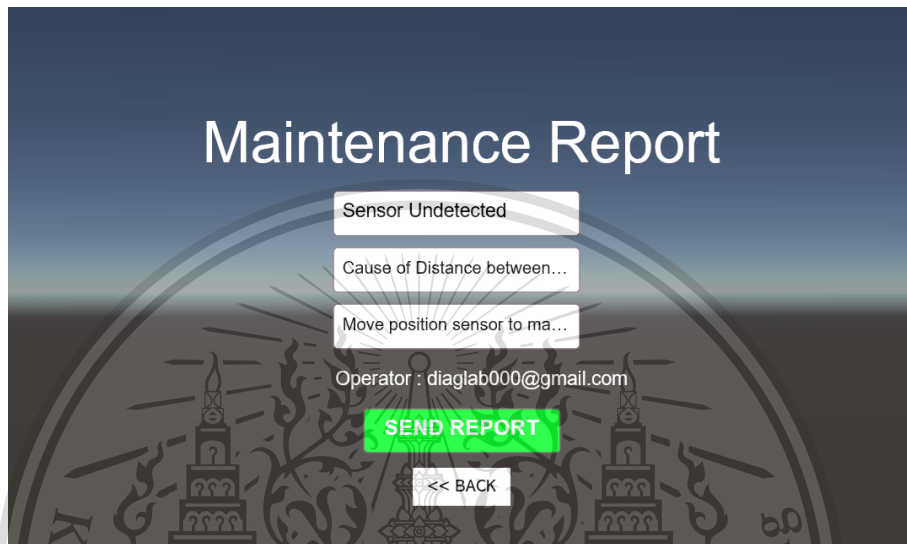
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากนั้นทำการป้อนข้อมูลดังรูปที่ 4.35 ดังนี้

Equipment Name: Sensor Undetected

Cause of Problem: Distance between sensor and object

Maintenance Description: Move position sensor to make distance between sensor and object 5 mm.



รูปที่ 4.35 การทดสอบป้อนข้อมูลทำบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (แอปพลิเคชันเวอร์ชันล่าสุด)

สามารถเช็คผลของบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษารายงานการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ได้จากเอ็กซ์เซล (Excel) ที่เชื่อมโยงเอาไว้กับแอปพลิเคชันซึ่งมีหัวข้อของรายงานที่ถูกนำมาจัดเก็บทั้งหมด 5 หัวข้อคือ เวลาที่รับข้อมูลเข้ามา ชื่ออุปกรณ์ ปัญหาที่พบ วิธีการซ่อมบำรุง และ อีเมลล์ของผู้ใช้งานที่เป็นคนส่งข้อมูล ดังรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

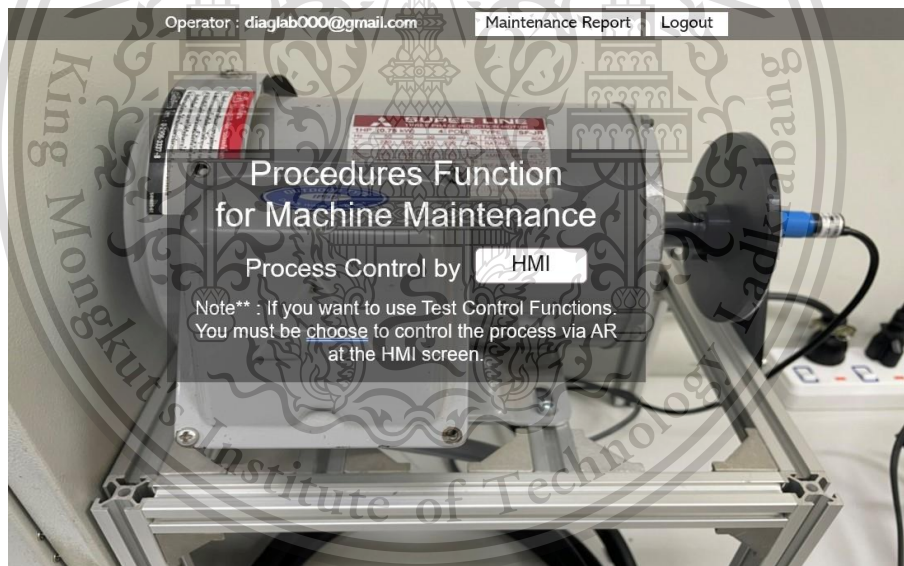
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Timestamp	Equipment Name	Cause of Problem	Maintenance Description	Operator ID
19/05/2017 19:36:48	Sensor (Inductox)	Distance between sensor and object	Move position sensor to make distance between sensor and object 5 mm.	diaglab000@gmail.com

รูปที่ 4.36 รายงานการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์บนเอ็กซ์เซล

4.3.6 การทดสอบฟังก์ชันการทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต

เมื่อทดสอบแอสกนมอเตอร์ และระบบการผลิตมีการเลือกวิธีการควบคุมด้วยเอชเอ็มไอจะปรากฏข้อมูลดังรูปที่ 4.37



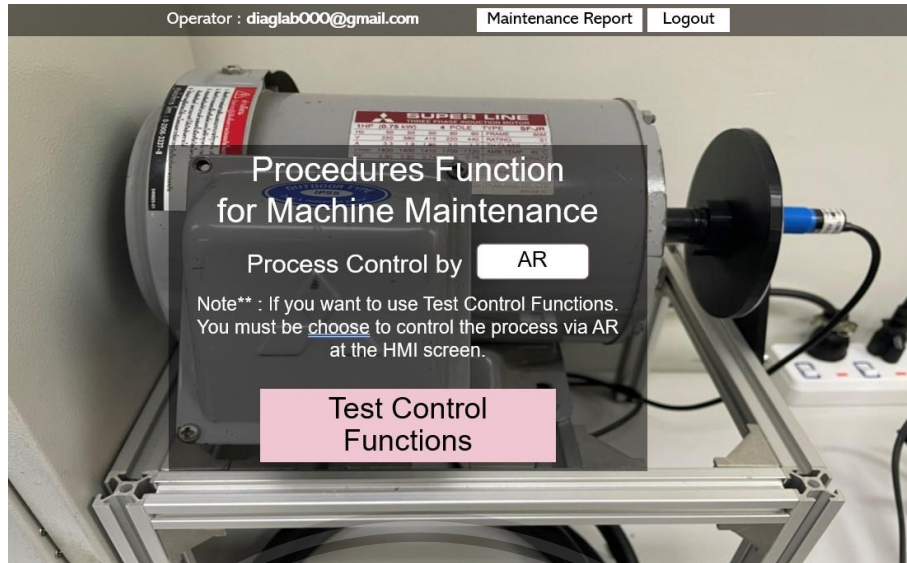
รูปที่ 4.37 การทดสอบแอสกนมอเตอร์เมื่อเลือกวิธีควบคุมบนเอชเอ็มไอ

และเมื่อมีการเปลี่ยนวิธีการควบคุมด้วยเออาร์จะปรากฏปุ่มสำหรับทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ หรือ Test Control Function ให้สามารถใช้งานได้ดังรูปที่ 4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

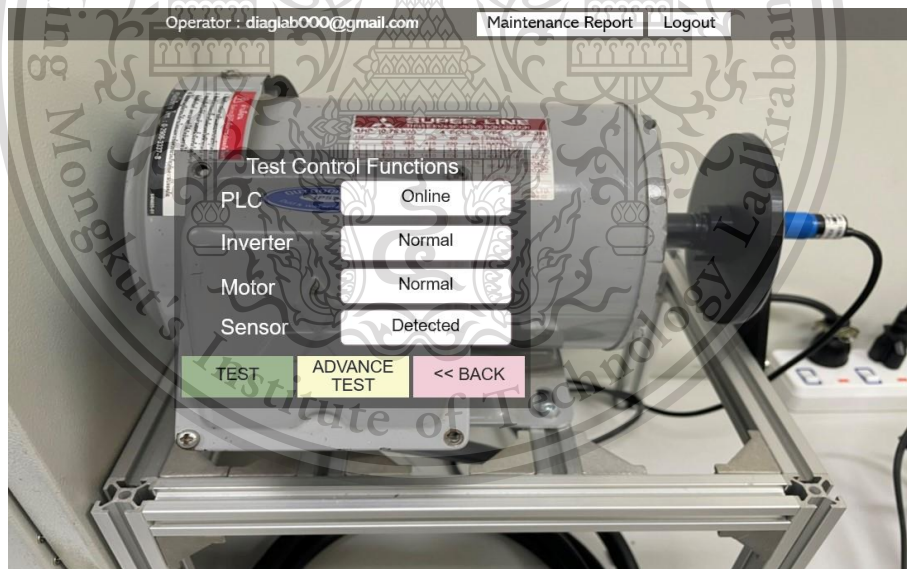
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.38 การทดสอบแสงนมอเตอร์เมื่อเลือกวิธีควบคุมบนเออาร์

เมื่อกดปุ่มทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ หรือ Test Control Function เพื่อตรวจสอบความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ จะปรากฏหน้าต่างไปสำหรับการใช้งานฟังก์ชันดังรูปที่ 4.39

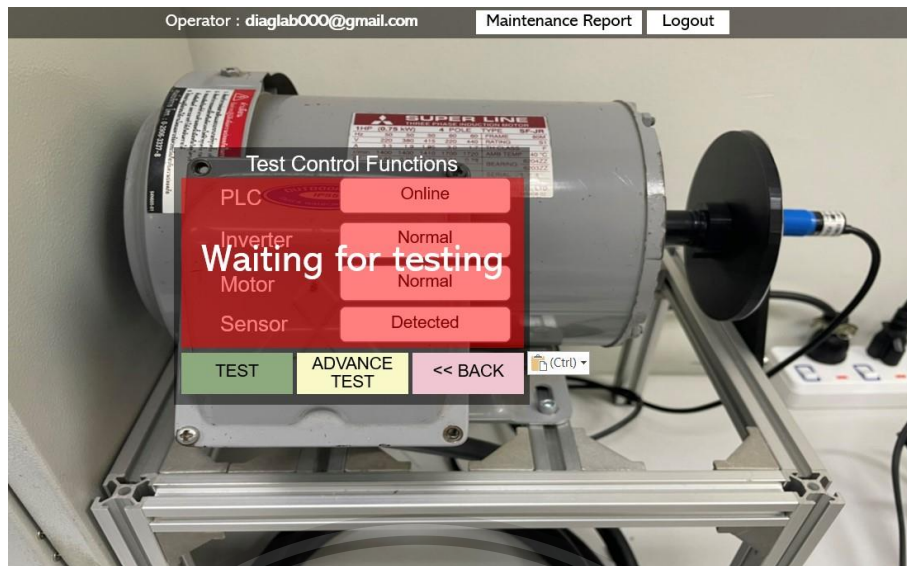


รูปที่ 4.39 หน้าหลักฟังก์ชันทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

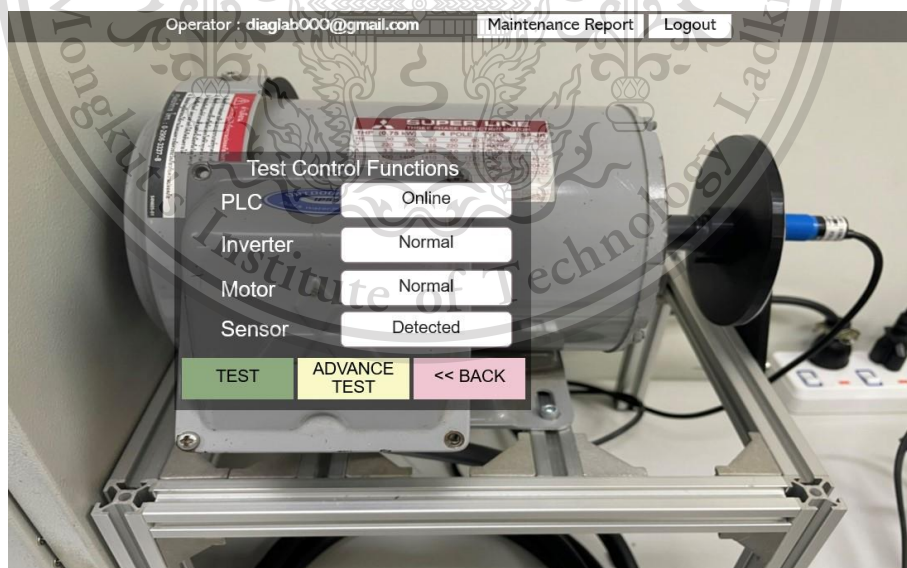
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.40 ขณะใช้ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์

จากรูปที่ 4.40 เมื่อกดปุ่มทดสอบ หรือ TEST กระบวนจะเริ่มทำงาน 1 รอบสำหรับเช็คความผิดปกติของอุปกรณ์ ได้แก่ พีแอลซี มอเตอร์ อินเวอร์เตอร์ และเซนเซอร์อินฟาเรด โดยที่หน้าจอจะมีข้อความ Waiting for testing หมายถึงกำลังรอผลการทดสอบ และเมื่อทดสอบเสร็จจะแสดงผลดังรูปที่ 4.41 และ รูปที่ 4.42

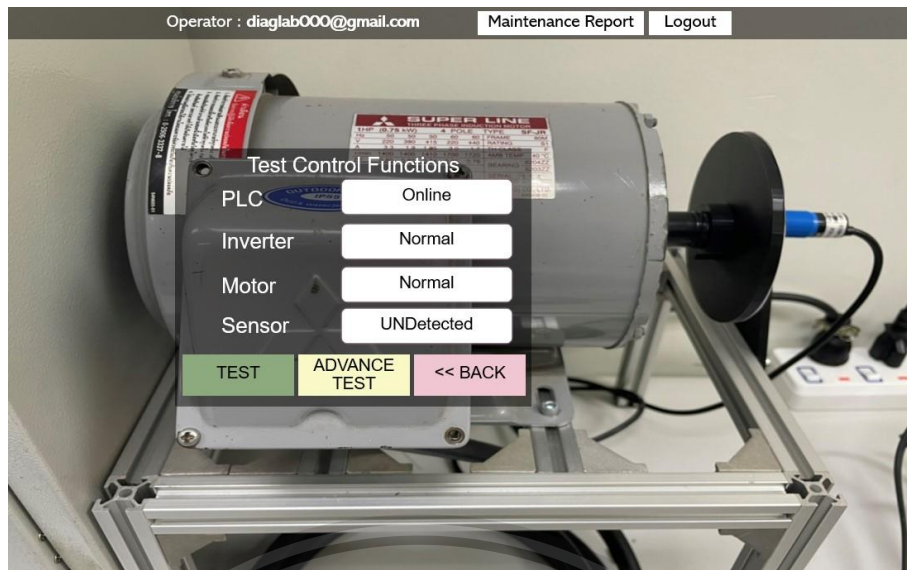


รูปที่ 4.41 ผลทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์เมื่อไม่มีอุปกรณ์ใดล้มเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

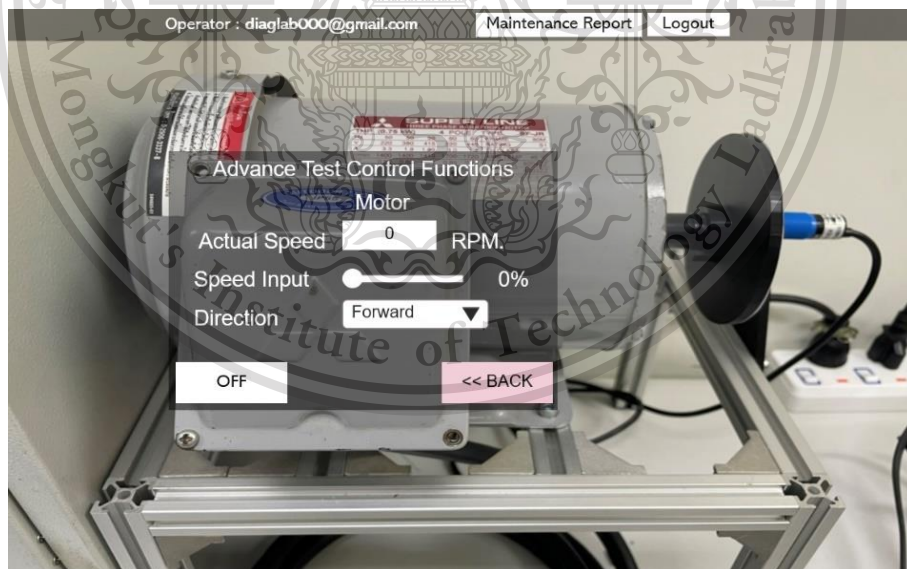
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.42 ผลทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์เมื่อมีอุปกรณ์ล้มเหลว

สำหรับการทดสอบโดยละเอียด หรือ Advance Test Control Functions เป็นการทดสอบการทำงานอย่างละเอียดของมอเตอร์ โดยสามารถทดสอบปรับความเร็วของมอเตอร์ ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ และเมื่อกดเข้าไปใช้งานจะแสดงผลดังรูปที่ 4.43

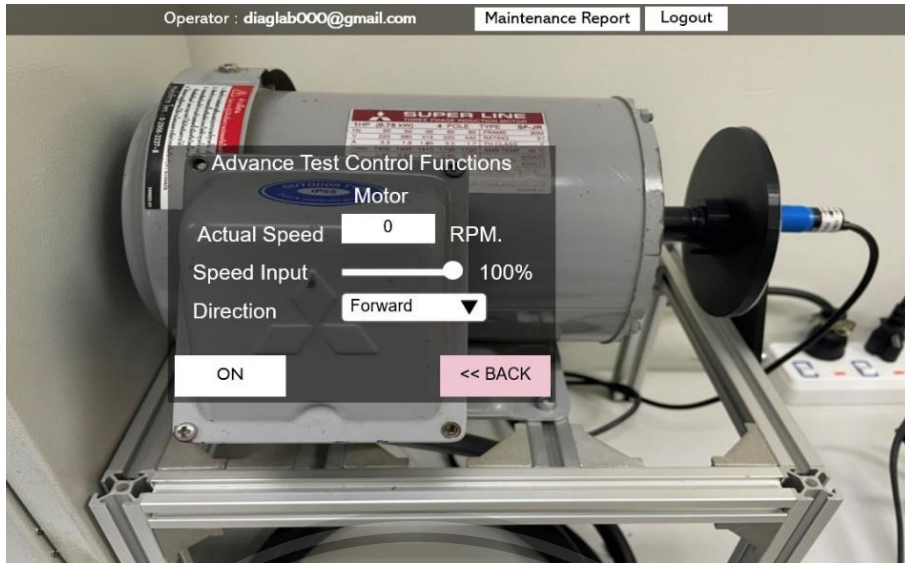


รูปที่ 4.43 หน้าหลักการทดสอบโดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

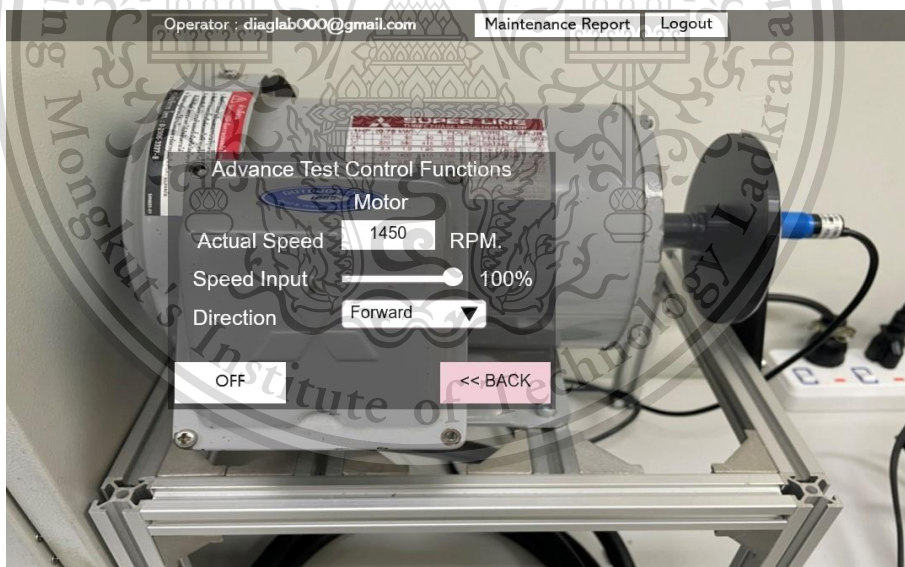
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.44 การทดสอบใช้งานฟังก์ชันการทดสอบโดยละเอียด (1)

จากรูปที่ 4.44 ทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เป็น 100% และเลือกทิศทางการหมุนของมอเตอร์เป็นแบบหมุนตามเข็มนาฬิกา แล้วกดปุ่มเปิด (ON) เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน



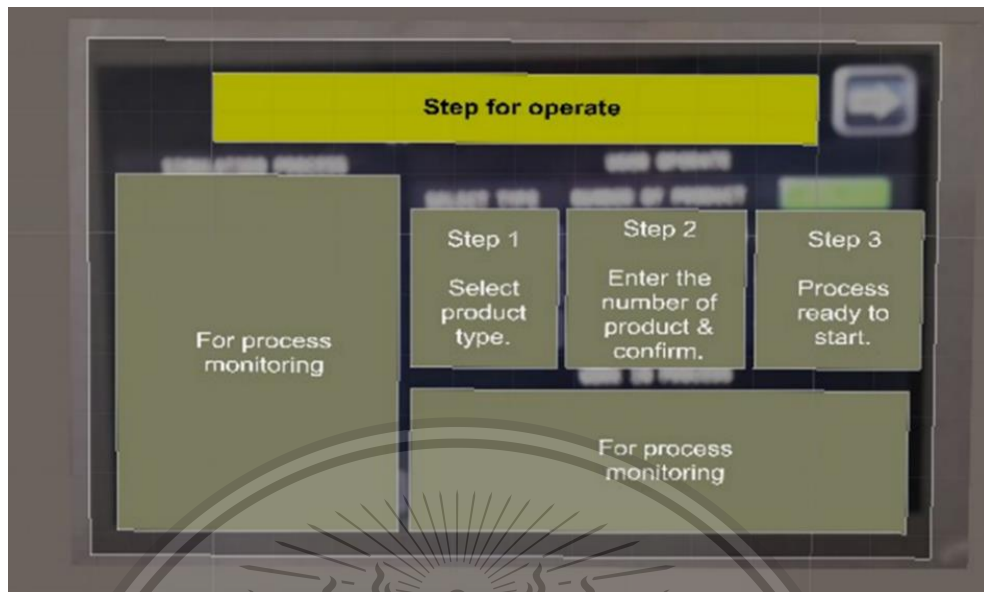
รูปที่ 4.45 การทดสอบใช้งานฟังก์ชันการทดสอบโดยละเอียด (2)

จากรูปที่ 4.45 มอเตอร์จะทำงานตามคำสั่งทำให้มีผลลัพธ์ คือ ผลของค่าความเร็วจริง 1450 เอกสารนี้เป็น RPM. และหมุนตามเข็มนาฬิกา โดยมอเตอร์จะหยุดเมื่อกดปุ่มปิด (OFF) ตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.7 การทดสอบฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.46 การทดสอบคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอ

จากรูปที่ 4.46 แสดงแนวทางขั้นตอนการดำเนินงานของระบบเมื่อนำแอปพลิเคชันไปแสดงน เพื่อจับวัตถุที่เป็นหน้าจจอเอชเอ็มไอ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน คือ

1. เลือกชนิดของสินค้า
2. ป้อนจำนวนของสินค้าและกดปุ่มยืนยัน
3. ระบบการผลิตพร้อมทำงาน สามารถกดปุ่มเริ่มเพื่อเริ่มการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะของ
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ดังนี้

5.2 สรุปผลดำเนินงาน

จากการผสมผสานไอโอทีเกตเวย์รุ่น SIMATICS IPC127E เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซีเพื่อการเฝ้าระวังโดยใช้เทคโนโลยีเออาร์ในรูปแบบของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับการแสดงผลแบบเรียลไทม์ของค่าความก้าวหน้าที่ของระบบการผลิต สถานะการทำงานและข้อมูลการวินิจฉัยของอุปกรณ์ที่สำคัญ และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร โดยการใช้ไอโอทีเกตเวย์ที่มีการติดตั้ง Node-RED สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลจากระบบการผลิตที่ได้มาจากการประมวลผลของพีแอลซีไปยังแพลตฟอร์มระบบคลาวด์ Google Firebase โดยที่แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการเฝ้าระวังและรองรับเทคโนโลยีเออาร์ถูกสร้างด้วย Unity, Vuforia Engine และ Microsoft Visual Studio 2017 ให้มีฟังก์ชัน 7 ฟังก์ชันได้แก่ ฟังก์ชันยืนยันตัวผู้ใช้งานก่อนเข้าแอปพลิเคชัน ฟังก์ชันแสดงผลข้อมูลของระบบการผลิต ฟังก์ชันการเข้าถึงด้านในของตู้ควบคุม ฟังก์ชันการเข้าถึงชื่ออุปกรณ์ รุ่น และเอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ในตู้ควบคุม ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต และฟังก์ชันแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่หน้าจอเอชเอ็มไอกับผู้ใช้งาน ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบใหม่ที่นำเสนอได้มากขึ้น ดังนี้

1. ลดโอกาสการเกิดเหตุการณ์เครื่องจักรหยุดชะงักระหว่างการทำงานอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของอุปกรณ์ในระบบการผลิตโดยการใช้งานฟังก์ชันทดสอบความพร้อมอุปกรณ์ในระบบการผลิต จากการผสมผสานการทำงานของไอโอทีเกตเวย์เข้ากับระบบการผลิตบนพื้นฐานพีแอลซี เพื่อตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ในระบบการผลิตก่อนเริ่มการผลิตด้วยแอปพลิเคชัน

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสำหรับอุปกรณ์ที่มีความล้มเหลวได้อย่างทันท่วงที ด้วยการเฝ้าระวังบนโทรศัพท์มือถือที่มีความสามารถในการรองรับเทคโนโลยีเออาร์ ทำให้เข้าถึงชื่อของอุปกรณ์ รุ่น เอกสารทางเทคนิคของอุปกรณ์ และสามารถบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาอุปกรณ์ เพื่อดูประวัติย้อนหลังสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์แก้ไข้ปัญหาต่อไป รวมไปถึงการแจ้งเตือนที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นระบบสาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ล้มเหลวพร้อมบอกวิธีการแก้ปัญหาได้มอบอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 3. ลดความผิดพลาดจากความไม่ชำนาญของผู้ใช้งานด้วยการใช้แอปพลิเคชันในการแนะนำ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้สามารถแสดงผลทดสอบฟังก์ชันการทำงานได้เพียงบางส่วน ซึ่งผลการทดสอบยืนยันได้ว่า ฟังก์ชันที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงกับความต้องการ

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปเก็บผลการทดสอบระบบทั้งหมดได้ ซึ่งมีการบันทึกผลการทดลองไว้ในรูปแบบของการแสดงตัวอย่างรูปผลการทดลองในปฏิญานินพจน์ ตามที่ได้หมายเหตุไว้ในรูปที่ 4.17, 4.19, 4.20, 4.22-4.28, 4.30-4.32

2. แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นนี้สามารถติดตั้งได้บนโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น เนื่องจากการสร้างแอปพลิเคชันนี้ถูกสร้างบนระบบวินโดวส์ ทำให้การนำไปติดตั้งบนแพลตฟอร์มอื่น เช่น ไอโอเอส (IOS) จำเป็นต้องมีการสร้างแอปพลิเคชันด้วยระบบแมคโอเอส (macOS) เท่านั้น

3. ข้อจำกัดของการใช้โปรแกรม Vuforia ที่เปิดให้ใช้งานได้ฟรี ทำให้สามารถใช้ได้เพียงภาพสองมิติ และภาพสามมิติขนาดเล็ก แต่ในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อรองรับการแสดงผลด้วยเทคโนโลยีเออาร์จำเป็นต้องมีการจับภาพวัตถุที่มีขนาดใหญ่ คือ ตัวควบคุม ทำให้ความสามารถในการจับภาพเพื่อแสดงผลเทคโนโลยีเออาร์ไม่เสถียร

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชันไม่รองรับเออาร์คอร์ทำให้การแสดงผลด้วยเทคโนโลยีเออาร์ไม่เสถียร

5.4 ข้อเสนอแนะ

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีเออาร์บนโทรศัพท์มือถือในแอปพลิเคชัน โดยการอัปเดตโปรแกรม Vuforia เพื่อขยายขีดจำกัดของการใช้งานและเพิ่มความเสถียรของการจับภาพให้สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ได้ และในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมากที่ต้องการนำไปจัดเก็บสามารถอัปเดต Google Firebase เพื่อเพิ่มปริมาณการจัดเก็บข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

- [1] “พีแอลซี”. [online]. Available from: <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC>
- [2] “โมดูลการสื่อสาร”. [online]. Available from: <https://www.diybkk.com/th/products/365227-siemens-cm-1241>
- [3] “อินเวอร์เตอร์”. [online]. Available from: <http://www.arecyclegroup.com/pages/Inverter.html>
- [4] “มอเตอร์”. [online]. Available from: <http://www.psptech.co.th/>
- [5] “เซนเซอร์อินฟราเรด”. [online]. Available from: <https://www.arduitronics.com/product/1179/infrared-distance-sensor-e3f-ds10c4>
- [6] “ดิจิตอลมิเตอร์”. [online]. Available from: <http://www.scmashopping.com/1-8-power-meters>
- [7] “เอชเอ็มไอ”. [online]. Available from: <https://www.3bosscorp.co.th>
- [8] “ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย”. [online]. Available from: <https://www.emerson.com/en-us/transmitter>
- [9] “อะคูสติคทรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย”. [online]. Available from: <https://www.emerson.com/wireless-acoustic-transmitter>
- [10] “ดิสครีททรานสมิตเตอร์แบบไร้สาย”. [online]. Available from: <https://www.emerson.com/-wireless-discrete-input-and-output-transmitter>
- [11] “TIA Portal V15”. [online]. Available from: <https://i-loadzone.com/tia-portal/>
- [12] “เทคโนโลยีไอโอทีและระบบคลาวด์”. [online]. Available from: <http://km.prd.go.th/iot-platform>
- [13] “ไอโอทีเกตเวย์”. [online]. Available from: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/pc-based/iot-gateways/simatic-ipc127e.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดเบี่ยงเบนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [15] “Node-RED”. [online]. Available from:
<http://www.themakerthailand.com/article/19/lesson-15-node-red>
- [16] “Google Firebase”. [online]. Available from: <https://medium.com/jed-ng/firebase>
- [17] “เทคโนโลยีเออาร์”. [online]. Available from:
<https://thinkmobiles.com/blog/what-is-augmented-reality>
- [18] “Vuforia”. [online]. Available from:
<https://sites.google.com/site/surasakarapplicationonmobile/vuforia>
- [19] “Unity”. [online]. Available from:
<https://sites.google.com/site/surasakarapplicationonmobile/unity-3d>
- [20] “Microsoft Visual studio 2017”. [online]. Available from:
<https://sites.google.com/site/kachapot1150/1-1-microsoft-visual-studio>
- [21] “ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์”. [online]. Available from:
<https://beerkung.wordpress.com/android/>
- [22] “ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร”. [online]. Available from:
<https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/Oee.htm>
- [23] “ฟังก์ชันการวินิจฉัย”. [online]. Available from:
<https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/Oee.htm>
- [24] “เอฟทีเอ”. [online]. Available from: <http://prostask.com/fta/>
- [25] “เอฟเอ็มอีเอ”. [online]. Available from: <https://www.ftpi.or.th/2015/2277>
- [26] “พีระมิดไอเคตบเบิลยู”. [online]. Available from:
<https://www.salika.co/201908/18/danny-wallace-dikw-pyramid>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[27] “การใช้งานพีแอลซี S7-1200 เป็นมอดบัสอาร์ทียูมาสเตอร์”. [online]. Available from:

<https://automation360blog.wordpress.com/2017/06/23/modbusrtumaster/>

[28] “การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอินเวอร์เตอร์รุ่น SIEMENS SINAMICS V20 ด้วยยูเอสเอสโปรโตคอล”. [online]. Available from:

https://automation360blog.wordpress.com/2018/09/16/v20_uss/



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and ¹¹² cite the document when use.