



รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

ระบบการแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยใช้แพลตฟอร์ม
ของสกาตาสำหรับกระบวนการผลิตจำลอง
OEE Monitoring System Using SCADA Platform for Simulated
Manufacturing Process

นางสาววิชญา แซ่ตัน

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	ระบบการแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยใช้แพลตฟอร์มของสกาดาสำหรับกระบวนการผลิตจำลอง
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาววิชญา แซ่ตัน รหัสนักศึกษา 59011225
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศ	นายนนท์ปวิธ ก้อนทอง
สถานประกอบการ	บริษัท กูเดิล ลิเนียร์เทค จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอระบบการแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสำหรับกระบวนการผลิตจำลอง ซึ่งกระบวนการผลิตจำลองถูกสร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ Tecnomatix Plant Simulation 14 โดยกระบวนการผลิตจำลองประกอบด้วย เครื่องซีเอ็นซี 3 เครื่อง หุ่นยนต์ชนิด Gantry 1 ตัว หุ่นยนต์หยิบและวาง 2 ตัว เครื่องตรวจสอบชิ้นงาน และระบบสายพานลำเลียง การออกแบบระบบการแสดงผลที่นำเสนอขึ้นอยู่กับพื้นฐานของแพลตฟอร์มสกาดาโดยใช้ซอฟต์แวร์ Movicon.NExT ในส่วนเอชเอ็มไอของสกาดาถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดของค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ค่าอัตราการเดินเครื่อง ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และค่าอัตราคุณภาพในแต่ละช่วงเวลา (วัน เดือน หรือปี) รวมทั้งมีการแสดงรายงานข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลแบบรายวันในช่วงเวลาที่เลือกกำหนดได้ นอกจากนี้ ยังสามารถเรียกดูเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้นบนเว็บเบราว์เซอร์ได้อีกด้วย จากผลการทดสอบยืนยันได้ว่าระบบที่นำเสนอสามารถแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่สนใจบนเอชเอ็มไอของสกาดา และเว็บเบราว์เซอร์ได้

คำสำคัญ: กระบวนการผลิต, การแสดงผล, ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร, สกาดา

Cooperative Project Title	OEE Monitoring System Using SCADA Platform for Simulated Manufacturing Process
Student	Ms. Wichaya Saetan Student ID 59011225
Program	Automation Engineering
Faculty	Engineering
Advisors	Assoc.Prof.Dr. Teerewat Thepmanee Assoc.Prof.Dr. Sawai Pongswatd
Mentor	Mr. Nonpavit Kontong
Company	Gudel Lineartec Co.,Ltd.

ABSTRACT

The aim of this project is to presents a monitoring system of overall equipment effectiveness (OEE) for manufacturing process, which is simulated by using Tecnomatix Plant Simulation 14 software. The simulated process consists of three computerized numerical control machines, one Gantry robot, two pick-and-place robots, one inspection machine, and belt conveyor system. Design of the proposed monitoring system is based on a supervisory control and data acquisition (SCADA) platform by utilizing Movicon.NEXt software. For all three CNC machines, the human machine interface (HMI) graphics are created to display the percentage values of OEE, availability, performance, and quality for specific period recorded (day, month, or year). The reports on daily data available in database during specific data range are also created to display on the HMI. In addition, the created HMI graphics are also remotely monitored via Web browser. Test results verify that the proposed system can provide both local and remote monitoring functions for the interested OEE values.

Keywords: Manufacturing Process, Monitoring, Overall equipment effectiveness, SCADA

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท กูเดิล ลิเนียร์เทค จำกัด ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้จัดทำได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา เพื่อเรียนรู้ประสบการณ์การทำงานจริง เพิ่มทักษะ และความรู้ทั้งด้านปฏิบัติ และวิชาการ รวมถึงการพัฒนาตนเองในสถานประกอบการจริงตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณ นายนันทปวีธ ก้อนทอง ผู้นิเทศงานที่คอยให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงาน และพี่ ๆ ที่บริษัททุกท่านที่ดูแล รวมถึงให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้การทำงานจริงร่วมกับสถานประกอบการ รวมถึงทุกความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่คอยสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งความรู้เหล่านั้นสามารถนำไปต่อยอด และประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง

ขอขอบคุณความรู้ที่ได้รับจากเอกสารอ้างอิงทุกฉบับที่ผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิงเพื่อจัดทำรายงานสหกิจฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้จัดทำมาโดยตลอด

วิชญา แซ่ตัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ระบบสกาตา	4
2.2.1 ส่วนประกอบของระบบสกาตา.....	4
2.2.2 โครงสร้างของระบบสกาตา.....	5
2.2.3 หน้าที่การทำงานของระบบสกาตา.....	6
2.2.4 ฐานข้อมูลของระบบสกาตา.....	6
2.3 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	7
2.3.1 ระบบการผลิต	7
2.3.2 ประเภทการสูญเสียหลัก	8
2.3.3 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	9
2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	11
2.4.1 Tecnomatix Plant Simulation 14.....	11
2.4.2 SQLite	12
2.4.3 TwinCAT 3.....	14
2.4.4 Movicon.NExT.....	15
2.5 การสื่อสาร	16
2.5.1 Automation Device Specification (ADS)	16
2.5.2 Open Database Connectivity (ODBC)	17
2.5.3 TwinCAT Database Server.....	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน.....	19
3.1 กล่าวนำ	19
3.2 แนวคิดของการแสดงผล OEE ที่นำเสนอ.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การสร้างกระบวนการผลิตจำลอง.....	20
3.3.1 แนวคิดในการสร้างกระบวนการผลิตจำลอง.....	20
3.3.2 ส่วนประกอบภายในกระบวนการผลิตจำลอง.....	20
3.3.3 กำหนดเวลาความล้มเหลว.....	25
3.3.4 กำหนดกะการทำงาน.....	26
3.3.5 กำหนดค่าการใช้พลังงาน.....	27
3.4 การจัดการข้อมูล.....	28
3.4.1 การจัดการข้อมูลในโปรแกรม SQLite.....	28
3.4.2 การจัดการข้อมูลบนโปรแกรม TwinCAT 3.....	30
3.5 การสร้างสกาตาโดยใช้โปรแกรม Movicon.NEXT.....	31
3.5.1 การสร้างเอชเอ็มไอ.....	31
3.5.2 การเชื่อมโยง TAG จาก PLC กับกราฟฟิกบนเอชเอ็มไอ.....	34
3.5.3 การสร้างรายงาน.....	36
3.5.4 การแสดงผลบนเว็บ.....	39
บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบการแสดงผลที่นำเสนอ.....	42
4.1 กล่าวนำ.....	42
4.2 ผลการทดสอบกระบวนการผลิตจำลอง.....	42
4.3 ผลการทดสอบการแสดงผล OEE บนส่วนเอชเอ็มไอของสกาตา.....	43
4.3.1 หน้าเริ่มต้น.....	43
4.3.2 หน้าแสดงผลหลัก.....	44
4.3.3 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง.....	45
4.3.4 หน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง.....	47
4.3.5 หน้าแสดงรายงาน.....	47
4.4 ผลการทดสอบการแสดงผล OEE บนเว็บเบราว์เซอร์.....	49
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	52
5.1 การสรุปผลการดำเนินงาน.....	52
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน.....	52
5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา.....	52
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	52
เอกสารอ้างอิง.....	54

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1 Gantt Chart ที่แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน.....2



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบสกาดา.....	5
2.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบสกาดา	6
2.3 ระบบการผลิต.....	7
2.4 ตารางเวลาการทำงาน.....	9
2.5 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14	11
2.6 ตัวอย่างพลาเน็ตจำลอง 2D.....	12
2.7 ตัวอย่างพลาเน็ตจำลอง 3D.....	12
2.8 สัญลักษณ์ของโปรแกรม SQLite.....	13
2.9 แผนภาพสถาปัตยกรรมของระบบ RDBMS Client / Server.....	13
2.10 แผนภาพสถาปัตยกรรมของ SQLite (Serverless).....	13
2.11 สัญลักษณ์ของโปรแกรม TwinCAT 3.....	15
2.12 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Movicon.NEXT.....	15
2.13 โครงสร้างของMovicon.....	16
2.14 รูปแบบการสื่อสารผ่าน ADS.....	16
2.15 หลักการทำงาน.....	17
3.1 โครงสร้างของโครงการ.....	19
3.2 แบบของกระบวนการผลิตจำลอง.....	20
3.3 ตารางความน่าจะเป็นของการสุ่มป้อนวัตถุดิบแต่ละชนิด.....	21
3.4 ตัวอย่างการตั้งค่าแหล่งป้อนวัตถุดิบ.....	21
3.5 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องซีเอ็นซี.....	22
3.6 ตัวอย่างโค้ดสุ่มผลิตชิ้นงานดี และชิ้นงานเสีย	22
3.7 ผังงานการทำงานของหุ่นยนต์ Gantry	23
3.8 ตัวอย่างโค้ดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ Gantry	24
3.9 ตัวอย่างการตั้งค่าหุ่นยนต์ Gantry.....	24
3.10 ตัวอย่างโค้ดการตรวจสอบชิ้นงาน	24
3.11 ตัวอย่างการตั้งค่า Turntable.....	25
3.12 ตัวอย่างพื้นที่เก็บของเสียแบบ 2 มิติ.....	25
3.13 ตัวอย่างพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบ 2 มิติ.....	25
3.14 ตัวอย่างการกำหนดเวลาความล้มเหลว	26
3.15 สัญลักษณ์ของการตั้งกะการทำงาน.....	26
3.16 ตัวอย่างการตั้งกะการทำงาน.....	27
3.17 ตัวอย่างการตั้งค่าพลังงาน.....	27
3.18 แผนภูมิแสดงปริมาณการใช้พลังงาน	28
3.19 ตัวอย่าง โค้ดของฟังก์ชันแปลงเวลา	28
3.20 โค้ดการคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่อง.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21	โค้ดการคำนวณค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง..... 29
3.22	โค้ดการคำนวณค่าอัตราคุณภาพ (Quality)..... 29
3.23	โค้ดการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)..... 29
3.24	ตัวอย่างโค้ดการสร้างตารางใหม่..... 30
3.25	ตัวอย่างการตั้งค่าเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูล..... 30
3.26	ตัวอย่าง DUT..... 30
3.27	ตัวอย่างตัวแปร..... 31
3.28	ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมคิวรี(Query) ข้อมูล..... 31
3.29	การออกแบบเอชเอ็มไอ..... 32
3.30	โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าเริ่มต้น..... 32
3.31	โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงผลหลัก..... 33
3.32	โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง..... 33
3.33	โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง..... 34
3.34	หน้าต่างการเพิ่มไดรเวอร์การสื่อสาร..... 34
3.35	ตัวอย่างการตั้งค่าการสื่อสารกับโปรแกรม TwinCAT 3..... 35
3.36	ตัวอย่างการตั้ง TAG..... 35
3.37	ตัวอย่างการเชื่อมโยง TAG กับกราฟฟิกบนเอชเอ็มไอ..... 36
3.38	ตัวอย่างการตั้งค่า ODBC(1)..... 36
3.39	ตัวอย่างการตั้งค่า ODBC(2)..... 36
3.40	ตัวอย่างการตั้งค่าการเข้าถึงฐานข้อมูลผ่าน ODBC..... 37
3.41	โครงสร้างของรายงานรูปแบบที่ 1..... 38
3.42	โครงสร้างของรายงานรูปแบบที่ 1..... 39
3.43	การตั้งค่า Windows IIS Web Server สำหรับ Window 10 (IIS 10.0)..... 40
3.44	Create Web Client (HTML)..... 41
3.45	การตั้งค่า Web server..... 41
3.47	หน้าต่างเมื่อ deploy สำเร็จ..... 41
4.1	กระบวนการผลิตจำลองแบบ 2 มิติ..... 42
4.2	กระบวนการผลิตจำลองแบบ 3 มิติ..... 42
4.3	ตัวอย่างข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีที่เก็บลงในฐานข้อมูล..... 43
4.4	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน..... 43
4.5	หน้าเริ่มต้น..... 44
4.6	หน้าแสดงผลหลัก..... 44
4.7	ข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 1..... 45
4.8	หน้าแสดงผลของเครื่องจักรซีเอ็นซี 2..... 46
4.9	หน้าแสดงผลของเครื่องจักรซีเอ็นซี 3..... 46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 หน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง	47
4.11 ช่องรับอินพุตวันที่ต้องการแสดงข้อมูล	47
4.12 รายงานของกระบวนการผลิต	48
4.13 รายงานรายงานข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 1.....	49
4.14 แลหน้าต่างบนเว็บ.....	49
4.15 หน้าแสดงผลหลัก	50
4.16 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง	50
4.17 ตัวอย่างรายงานบนเว็บ	51



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีการแข่งขันที่สูงมากขึ้น อีกทั้งค่าใช้จ่ายด้านแรงงานก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เพื่อผ่านจุดวิกฤตดังกล่าวนี้ ผู้ประกอบการจึงต้องเริ่มต้นปรับตัว และเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้เกิดประสิทธิผลที่สูงที่สุด ผู้ประกอบการจำเป็นต้องรู้ และเข้าใจกระบวนการผลิตของตนเองก่อน โดยต้องมีการจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตและนำมาวิเคราะห์อย่างรวดเร็วเพื่อการตัดสินใจที่ทันต่อสถานการณ์

การปรับปรุงโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) จึงเป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์ เนื่องจากการนำ Internet of Things (IoT) มาใช้จะช่วยให้ผู้ผลิตมองเห็นภาพรวมของโรงงานได้ตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) โดยทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลจากกระบวนการผลิต เข้ากับส่วนการบริหารจัดการการผลิตได้แบบเรียลไทม์ อีกทั้งยังสามารถติดตามสถานะของอุปกรณ์และเครื่องจักรในโรงงานได้ เมื่อข้อมูลต่าง ๆ เชื่อมถึงกัน ผู้ประกอบการก็สามารถนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมาใช้ปรับปรุงเครื่องจักร เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ลดระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน (Downtime) และข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต และทำให้ประหยัดพลังงานยิ่งขึ้น นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าว ผู้ประกอบการยังสามารถนำมาใช้วางแผนการผลิตร่วมกับคำสั่งซื้อได้อีกด้วย

โครงการนี้นำเสนอการสร้างกระบวนการผลิตจำลองในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 และนำข้อมูลที่ได้จากพลาเน็ตจำลองดังกล่าวเก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูล และแสดงผลข้อมูลบนสกาตาซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Movicon.NExT เพื่อใช้สำหรับแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) และค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง โดยกระบวนการผลิตจำลอง และสกาตาที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ และต่อยอดในภาคอุตสาหกรรมรูปแบบต่าง ๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

แสดงผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจำลองบนส่วนเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface: HMI) ของสกาตา และเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. กระบวนการผลิตจำลองถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ได้แก่ เครื่องซีเอ็นซี 3 เครื่อง หุ่นยนต์ชนิด Gantry 1 ตัว หุ่นยนต์หยิบและวาง 2 ตัว เครื่องตรวจสอบชิ้นงาน (Inspection Machine) และระบบสายพานลำเลียง

2. เก็บข้อมูลของกระบวนการผลิตจำลอง โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และข้อมูลการใช้พลังงานภายในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลอง พร้อมทั้งคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากข้อมูลข้างต้น และเก็บลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SQLite

3. ใช้โปรแกรม TwinCAT 3 เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างฐานข้อมูล กับสกาตา
4. สกาตาที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Movicon.NEXt มีส่วนเอชเอ็มไอที่สามารถแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ค่าอัตราการเดินเครื่อง ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และค่าอัตราคุณภาพ ซึ่งสามารถแสดงค่าดังกล่าวได้ในแบบรายวัน รายเดือน และรายปี
5. สกาตาที่สร้างขึ้นมีส่วนของรายงาน (Report) ที่สามารถแสดงข้อมูลของเอชเอ็มไอในแต่ละหน้าได้ในรูปแบบกราฟเส้น แผนภูมิแท่ง และตาราง
6. สกาตาที่สร้างขึ้นรองรับการเรียกดูข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

1.4 วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานจะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 โปรแกรม SQLite โปรแกรม TwinCAT 3 และโปรแกรม Movicon.NEXt
2. ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
3. ออกแบบ และสร้างกระบวนการผลิตจำลอง
4. เขียนโปรแกรมสำหรับคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวม และการจัดการข้อมูล
5. ออกแบบ และเขียนโปรแกรมสำหรับสร้างสกาตา
6. ทดสอบฟังก์ชันการทำงาน และแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรม
7. จัดทำ และแก้ไขรายงานสทกิจ

จากขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถกำหนดระยะเวลาสำหรับการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 Gantt Chart ที่แสดงขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
1	ศึกษางาน และรวบรวมข้อมูล	■			
2	ออกแบบกระบวนการผลิตจำลอง		■		
3	ทำเอกสาร และเล่มรายงาน โครงการสทกิจ		■	■	■
4	สร้าง และปรับปรุงแก้ไข กระบวนการผลิตจำลอง		■	■	
5	เขียนโปรแกรม			■	■
6	ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข โปรแกรม				■
7	ตรวจสอบ, แก้ไขเล่มรายงานสท กิจและนำเสนอผลงาน				■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์กระบวนการผลิตจากกระบวนการผลิตจำลอง และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุง และเป็นแนวทางในการออกแบบกระบวนการผลิตจริง
2. ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของเครื่องจักร และปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิผลโดยรวมสูงสุด
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตที่มีสกาตาอยู่แล้ว



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโครงการนี้ทั้งหมด โดยมีเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สกาดา (SCADA)
2. ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness หรือ OEE)
3. ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง
4. การสื่อสาร

2.2 ระบบสกาดา

ระบบสกาดา (SCADA หรือ Supervisory Control and Data Acquisition) คือการควบคุม กำกับดูแลและเก็บข้อมูล เป็นประเภทหนึ่งของระบบการควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control System หรือ ICS) ที่มีการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เฝ้าดู (Monitor) และควบคุม (Control) กระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในโลกทางกายภาพ ระบบสกาดาในอดีตแยกตัวเองจากระบบ ICS อื่น ๆ โดยเป็นกระบวนการขนาดใหญ่ที่สามารถรวมหลายงานและระยะทางกว้างใหญ่ กระบวนการเหล่านี้ได้แก่

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมรวมถึง การผลิต การกลั่น และกระบวนการแบบต่อเนื่อง เป็นชุด ๆ แบบซ้ำ ๆ กัน หรือแบบไม่ต่อเนื่อง

กระบวนการโครงสร้างพื้นฐานอาจจะเป็นของรัฐหรือของเอกชน รวมถึงการบำบัดน้ำและการแจกจ่ายน้ำ การเก็บรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย น้ำมันและท่อก๊าซ การส่งพลังงานไฟฟ้าและการกระจาย พาร์มลม ระบบไซเรนป้องกันฝ้ายพลเรือน และระบบการสื่อสารที่มีขนาดใหญ่

กระบวนการบริการที่เกิดขึ้นทั้งบริการสาธารณะและของเอกชนรวมทั้งอาคาร สนามบิน เรือ และสถานีอวกาศ การเฝ้าดูและการควบคุมความร้อน การระบายอากาศ และเครื่องปรับอากาศ (HVAC) การเข้าใช้บริการและการบริโภคพลังงาน

ระบบ SCADA เป็นการรวม 2 กระบวนการเข้าด้วยกัน คือ

1. Telemetry System เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง โดยข้อมูลนั้นสามารถวัดได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น เคเบิล สายโทรศัพท์ หรือคลื่นวิทยุ

2. Data Acquisition เป็นวิธีการเข้าถึงและควบคุมข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ถูกควบคุม หรือถูกตรวจสอบอยู่ โดยที่ข้อมูลที่ได้อาจจะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry System เพื่อทำการส่งต่อไป

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบสกาดา

1. Field Instrumentation เป็นส่วนของเครื่องมือหรือเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือตรวจสอบ โดยจะเปลี่ยนค่าปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำหรืออัตราการไหล ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้า ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อก หรือดิจิทัล

2. Remote Station เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบสกาดา

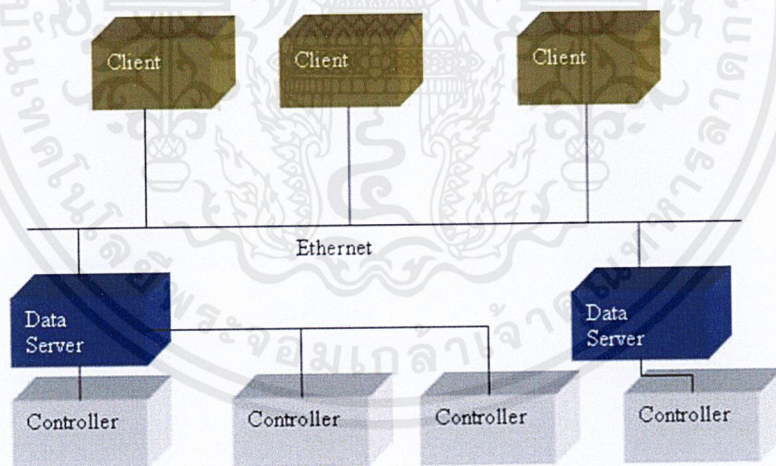
3. Communication Network เป็นการส่งข้อมูลดิจิทัลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง โดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ

4. Central Monitoring Station (CMS) เป็นศูนย์กลางระบบสกาดา โดยรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงกระบวนการบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

2.2.2 โครงสร้างของระบบสกาดา

2.2.2.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์

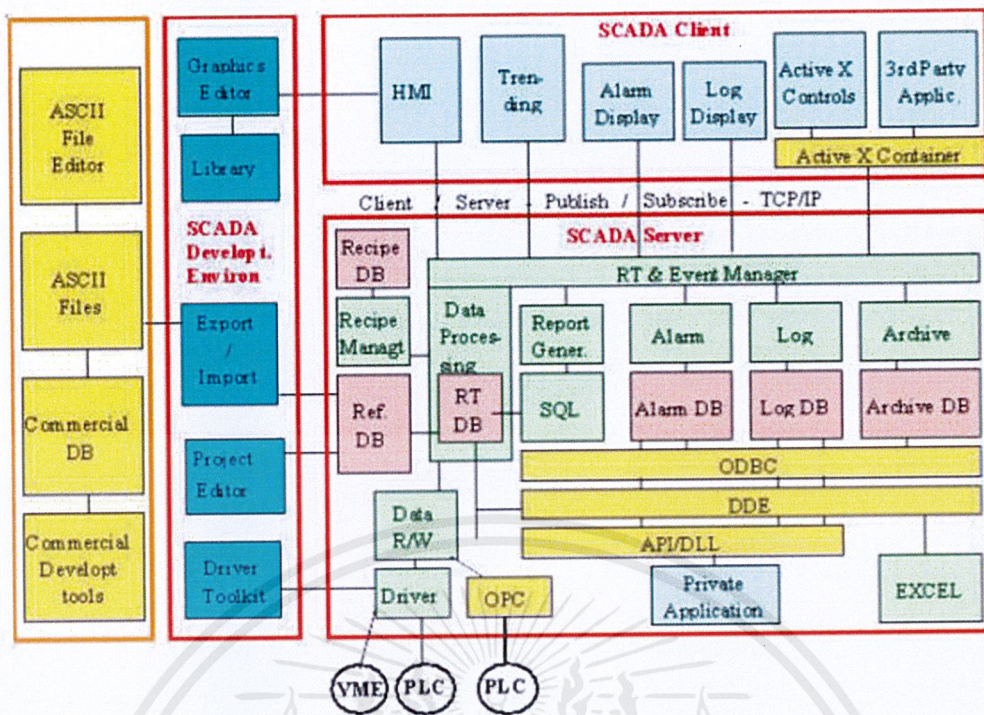
ระบบสกาดาแบ่งตามโครงสร้างฮาร์ดแวร์ได้ 2 ระดับ คือ Client และ Data Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับ-ส่งข้อมูลไปยัง Data Server และแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมในรูปของกราฟฟิก กราฟแบบต่อเนื่อง หรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถส่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง PLC, DCS หรือคอนโทรลเลอร์ ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ PLC, DCS, คอนโทรลเลอร์ หรือ RTU เพื่อรับและส่งสัญญาณไปยัง Client



รูปที่ 2.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบสกาดา

2.2.2.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์

ระบบสกาดาใช้เทคโนโลยีการสื่อสารกับฮาร์ดแวร์แตกต่างกันไปตามผู้ผลิต ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานกลางคือ OPC ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะเพื่อการสื่อสาร



รูปที่ 2.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบสกาดา

2.2.3 หน้าที่การทำงานของระบบสกาดา

2.2.3.1 ระบบแสดงผลแบบ HMI (Human Machine Interface)

สามารถแสดงผลการทำงานในรูปแบบกราฟฟิก ข้อความ สัญลักษณ์ แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟฟิกกับพารามิเตอร์จาก Data Server ได้ ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟฟิก เช่น การเปิด-ปิด สวิตช์บน จอมอนิเตอร์ไปยัง I/O ของ PLC และความสามารถในการจัดการกราฟฟิก

2.2.3.2 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)

การพล็อตกราฟเพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server

2.2.3.3 ระบบแจ้งเตือน (Alarm)

ซอฟต์แวร์สกาดาส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือน โดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ใน SCADA Server โดย Alarm DB สามารถกำหนดได้ว่าจะนำสัญญาณใดเป็นพารามิเตอร์ในการแจ้งเตือน และมีการแบ่งระดับ Priority และ Limit นอกจากนี้ยังสามารถเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลได้

2.2.4 ฐานข้อมูลของระบบสกาดา

2.2.4.1 Real-time Database Servers

เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและเก็บค่าของกระบวนการ ณ เวลาปัจจุบัน ในขณะใด ๆ ค่า Real-time จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลบน HMI เพื่อให้โอเปอเรเตอร์รู้ถึงสภาพของกระบวนการ ณ ขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2 Historical Database Servers

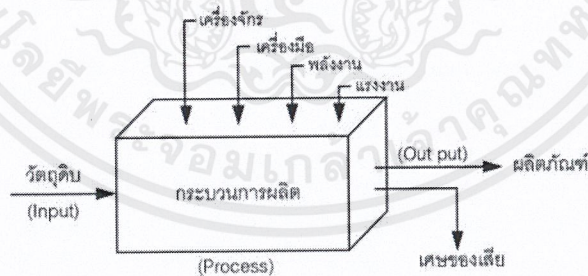
เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดการและจัดเก็บค่า Historical Data ของกระบวนการเพื่อใช้ในการ Trending, Logging, Statistic และ Report ตัวอย่างของฐานข้อมูลนี้คือ XIS (Extended Information System) ซึ่งถูกสร้างโดยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System หรือ RDBMS) ที่เป็นมาตรฐาน

2.3 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness หรือ OEE)

เป็นตัวชี้วัดที่ครอบคลุมถึงการวัดประสิทธิภาพ และการวัดประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักร โดยเริ่มใช้มาตั้งแต่ปีคริสต์ศักราช 1960 ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญการบำรุงรักษาที่ผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance หรือ TPM) โดยการค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ประกอบไปด้วย 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่ ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ซึ่งการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้นเกิดจากเก็บข้อมูลการสูญเสียจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

2.3.1 ระบบการผลิต (Manufacturing System)

ระบบการผลิตประกอบด้วย 3 ส่วนหลักด้วยกัน โดยส่วนแรกคือ ส่วนป้อนเข้า (Input) เป็นวัตถุดิบ ส่วนที่สองคือ กระบวนการผลิต (Process) มีองค์ประกอบย่อย ได้แก่ เครื่องจักร เครื่องมือ พลังงาน และแรงงาน ทุกองค์ประกอบจะร่วมกันทำหน้าที่ในการแปลงสภาพวัตถุดิบให้ออกมาเป็นส่วนที่สามคือ ผลผลิต (Output) ที่ออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ และเศษหลงเหลือจากการผลิต



รูปที่ 2.3 ระบบการผลิต

โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ในกระบวนการผลิตจะเป็นส่วนที่ทำให้วัตถุดิบมีมูลค่าเพิ่มขึ้น โดยการแปรสภาพวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอนให้มีสถานะตามที่กำหนด การแปรสภาพนั้นอาศัยเครื่องมือ เครื่องจักรที่มีหน้าที่หรือการทำงานจำเพาะเจาะจงแต่ละชนิด เพื่อทำการผลิตหรือแปรสภาพวัตถุดิบให้ได้ตามขนาดหรือรูปร่าง ตลอดจนสมบัติตามที่กำหนด การทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรนั้นต้องอาศัยพลังงานจากกระแสไฟฟ้า หรือน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อช่วยในการขับเคลื่อน ส่วนประกอบสุดท้าย

คือ แรงงานซึ่งจะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ การนำวัตถุดิบป้อนเข้า หรือนำผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้วออกจากเครื่องจักร รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์และการ บำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องจักรด้วย

2.3.2 ประเภทการสูญเสียหลัก

การสูญเสียหลัก 16 ประเภท แบ่งเป็น การสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร ลดลง 8 ประเภท การสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของคนลดลง 5 ประเภท และการสูญเสียจากการ ใช้ทรัพยากรในการผลิต 3 ประเภท

การสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง 8 ประเภท ได้แก่

1. การสูญเสียจากการวางแผนการหยุดเครื่อง (Shutdown losses) การสูญเสียเวลาเมื่อมี การหยุดการผลิตประจำปี ตามแผนที่วางไว้หรือหยุดซ่อมตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้
2. การขัดข้องของเครื่องจักร (Equipment failure losses) การสูญเสียเวลาเนื่องจาก การขัดข้องของเครื่องจักร ทำให้ไม่สามารถเดินเครื่องเพื่อทำการผลิตได้ ซึ่งต้องมีการ หยุดผลิตเพื่อซ่อมแซม รวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วน เช่น มอเตอร์ไหม้, สายพานขาด
3. การสูญเสียจากการปรับแต่ง (Set up & Adjustment Loss) การสูญเสียเวลา เนื่องจากการปรับลดการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการของลูกค้า หรือ ตลาด เช่น ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนการผลิต
4. การสูญเสียจากการเปลี่ยนใบมีด (Cutting blade change losses) การสูญเสียจาก การหยุดเพื่อเปลี่ยนหินลับ คัดเตอร์ มีดกลึง เป็นต้น เนื่องจากถึงอายุการใช้งาน หรือ เสียหาย
5. การสูญเสียจากการเริ่มเดิน (Start-up losses) การสูญเสียที่เกิดในช่วงเริ่มต้นการผลิต ระหว่างสตาร์ทเครื่องจักร วิ่งลองเครื่อง จนเงื่อนไขการแปรรูปมีความเสถียร
6. การสูญเสียจากการผลิตที่ไม่ปกติ (Minor stoppage and idling losses) การสูญเสีย ที่เกิดต่างจากเครื่องเสีย แต่เป็นการหยุดเครื่องจักรชั่วคราว เนื่องจากปัญหาทั่ว ๆ ไป เช่น ชิ้นงานตกลงไปขัด ไฟตก สวิตซ์ไฟตัด หรือเดินเครื่องเปล่า เช่น รอวัตถุดิบป้อน
7. การสูญเสียจากความเร็วดก (Speed losses) การสูญเสียที่เกิดจากผลต่างของ ความเร็วในการเดินจริงกับความเร็วที่ออกแบบของเครื่องจักร เช่น เครื่องจักรมีกำลัง การผลิต ความเร็วต่ำมาตรฐานที่ออกแบบไว้
8. การเกิดของเสียและการนำกลับมาผลิตซ้ำ (Quality Defect & Reprocessing losses) การสูญเสียจากการนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพกลับมาเข้าขบวนการผลิตซ้ำ อีกครั้ง, สูญเสียจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ, การตีกลับของสินค้า

การสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของคนลดลง 5 ประเภท

9. การสูญเสียจากการจัดการ (Management losses)
10. การสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion losses)
11. การสูญเสียจากการจัดวางสายการผลิต (Line organization losses)
12. การสูญเสียเนื่องจากการไม่นำระบบอัตโนมัติมาใช้ (Losses resulting from lack of automated system)
13. การสูญเสียจากการวัดและปรับแต่ง (Measurement and adjustment losses)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรในการผลิต 3 ประเภท

14. การสูญเสียผลได้จากการผลิต (Yield losses)

15. การสูญเสียพลังงาน (Energy losses)

16. การสูญเสียเนื่องจากการเครื่องมือ (Die, Jig and Tool losses)

เวลาทั้งหมด (Total Available Time)	
เวลารับภาระงาน (Loading Time)	เวลาหยุดตามแผน (Plan Downtimes)
เวลาเดินเครื่อง (Operating Time)	Downtime Losses
เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time)	Speed losses
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (Total Count)	
จำนวนชิ้นงานดี (Good Count)	Quality losses

รูปที่ 2.4 ตารางเวลาการทำงาน

2.3.3 การคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเกิดจากการคูณกันของสามตัวแปร ได้แก่ ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability), ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality)

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \quad (2.1)$$

ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ ความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \quad (2.2)$$

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \quad (2.3)$$

เวลาที่เครื่องจักรหยุด ได้แก่ เวลาการสูญเสียจากการปรับแต่ง และเวลาการขัดข้องของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) คือ การแสดงสมรรถนะเครื่องจักรในการทำงาน

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \text{อัตราความเร็วในการทำงาน} \times \text{อัตราการทำงานสุทธิ} \quad (2.4)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (2.5)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (2.6)$$

ค่าอัตราคุณภาพ (Quality) คือ การแสดงความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2.7)$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2.8)$$

จำนวนชิ้นงานเสีย ได้แก่ ชิ้นงานเสีย (Defects) และชิ้นงานซ่อม (Rework)

การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร นอกจากพิจารณาเวลาการสูญเสียแล้ว ยังต้องพิจารณาประเภทของกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถนำค่าประสิทธิผลโดยรวมมาใช้ในการวิเคราะห์ และปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างถูกต้อง ประเภทของกระบวนการผลิตแบ่งได้เป็น 5 ประเภทตามลักษณะสายการผลิต

1. สายการผลิตแบบเครื่องจักรผลิตต่อเนื่อง (Continuous production line) ชิ้นงานผ่านเข้าเครื่องตามลำดับ เครื่องจักรทำหน้าที่แตกต่างกัน ทำงานพร้อมกัน เมื่อมีเครื่องจักรเครื่องใดหยุดจะส่งผลให้กระบวนการผลิตหยุดทั้งสายการผลิต คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทั้งสายการผลิต
2. สายการผลิตแบบเครื่องจักรผลิตไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production line) เครื่องจักรทำหน้าที่แตกต่างกัน ทำงานไม่พร้อมกัน เมื่อมีเครื่องจักรใดหยุดจะไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรอื่น ๆ หรือสายการผลิตที่มี WIP (Work in Process) คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของแต่ละเครื่องจักร และคิดเครื่องจักรที่เป็นคอขวด (Bottleneck Process) หรือจุดที่ชิ้นงานเสร็จสิ้น เพราะสามารถเก็บข้อมูลการสูญเสียได้ดี ซึ่งจะสามารถสะท้อนกับค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

3. สายการผลิตเครื่องจักรเดี่ยว (Individual Machine) เครื่องจักรผลิตสินค้าเสร็จภายในเครื่องจักรเดี่ยว คำนวณค่าประสิทธิภาพโดยของเครื่องจักรของแต่ละเครื่องจักร หากเป็นเครื่องแบบเดียวกัน และความความเร็วในการผลิตชิ้นงานเท่ากันสามารถคิดรวมกันได้
4. สายการผลิตแบบกระบวนการ (Process industry Plant) เครื่องจักรทำหน้าที่แตกต่างกัน ทำงานพร้อมกัน แต่ถ้าเครื่องไหนหยุดจะหยุดทั้งสายการผลิต เช่น โรงงานผลิตน้ำดื่ม หรือปิโตเคมี นิยมคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยของเครื่องจักรแบบ Overall Plant Effectiveness (OPE) เนื่องจากเครื่องจักรทำงาน 24 ชั่วโมง และ 7 วัน/สัปดาห์
5. ระบบสนับสนุนการผลิต (Facility/Utility) เครื่องจักรที่สร้างพลังงานต่าง ๆ และเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต คำนวณค่าประสิทธิภาพโดยของเครื่องจักรของแต่ละเครื่องจักร

2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 Tecnomatix Plant Simulation 14



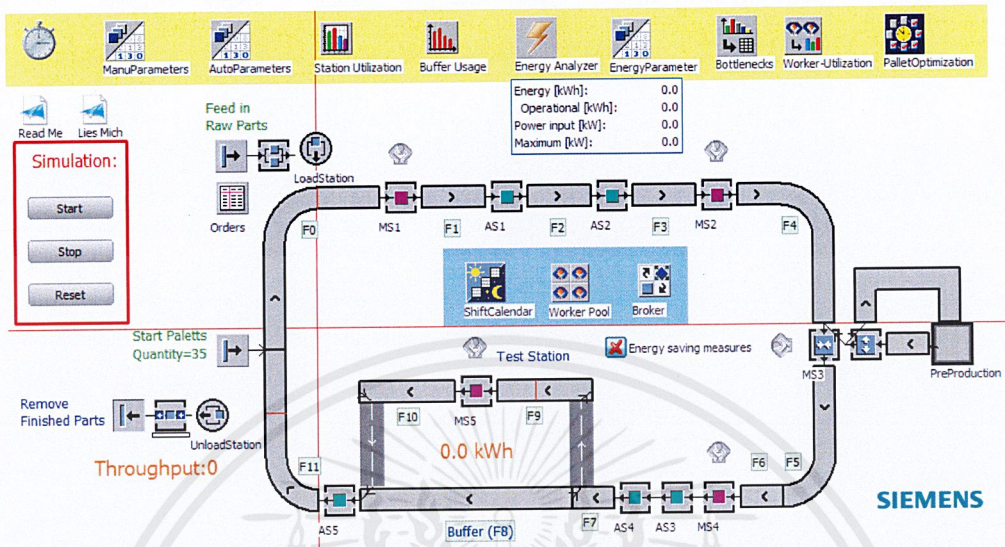
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14

พลาเน็ตจำลอง(Plant Simulation) เป็นโปรแกรมช่วยในการจำลองระบบการทำงานในลักษณะต่าง ๆ ที่หลากหลาย ตั้งแต่การขนส่ง ระบบการผลิต การจัดการจราจร การจัดคิวการทำงาน และการเลือกใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า เป็นต้น โดยช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ และปรับเปลี่ยนแก้ไขระบบการทำงานต่าง ๆ ให้ดีขึ้น โดยโปรแกรมจะช่วยปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสม รวมถึงคาดการณ์กระบวนการและผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ เพื่อให้ช่วยในการวางแผนการผลิต วางแผนการทำงานตามเป้าหมาย ประหยัดทรัพยากร ช่วยในการหาข้อมูลเพื่อจัดเตรียมทรัพยากร การจัดหาแรงงาน และใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดก่อนการตัดสินใจในการทำงานจริง

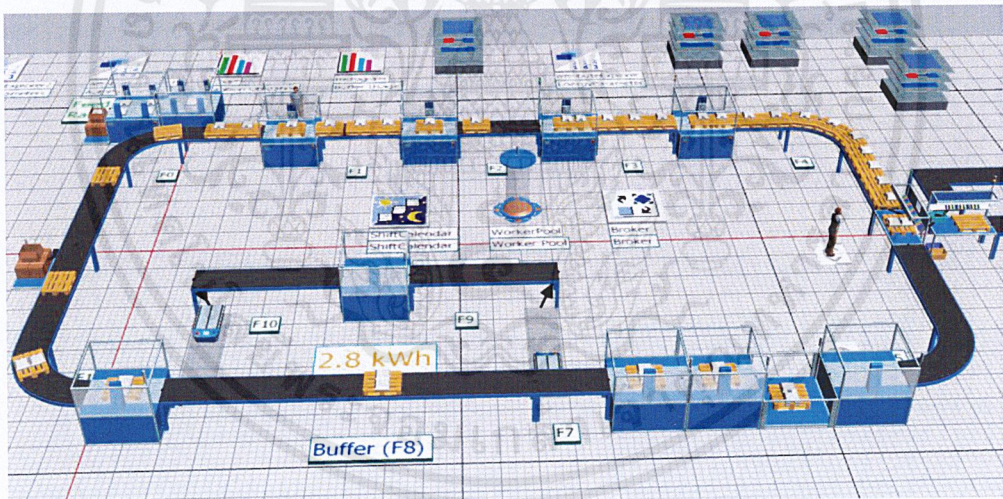
ความแม่นยำของการจำลองสายการผลิต หรือการทำงานขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่ใส่ลงไปบนซอฟต์แวร์ ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันการใช้งานโปรแกรมจำลองสามารถใช้งานได้สะดวกและง่ายดายด้วยการแสดงผลเป็นภาพ 2 หรือ 3 มิติ และการแสดงผลด้วยกราฟหรือข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบทำให้สามารถเข้าใจได้อย่างง่ายดาย ทำให้การใช้งานโปรแกรมจำลองสามารถเข้าถึงได้มากขึ้น ข้อดีของการใช้โปรแกรมจำลองมีดังนี้

- ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่มีอยู่เดิม
- ลดการลงทุนในการวางแผนการสร้างระบบการผลิตใหม่
- ลดสินค้าคงคลังและปริมาณงาน

- ปรับขนาดระบบการผลิตให้มีความเหมาะสม
- ลดความเสี่ยงการลงทุน เนื่องจากสามารถออกแบบ และทดลองสายการผลิตได้
- ใช้ทรัพยากรการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างพลาเน็ตจำลอง 2D



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างพลาเน็ตจำลอง 3D

2.4.2 SQLite

SQLite เป็นไลบรารีภาษาซีที่มีระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System หรือ RDBMS) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นผู้จัดการฐานข้อมูล เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีขนาดเล็กมาก (มีขนาดเล็กกว่า 1MB) รวดเร็ว และมีความน่าเชื่อถือสูง เก็บฐานข้อมูลเป็นไฟล์ เช่น testdb.db

“Lite” ใน SQLite หมายถึง มีน้ำหนักเบาในแง่ของการติดตั้ง การจัดการฐานข้อมูล และใช้ทรัพยากรที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 12 ข้างเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

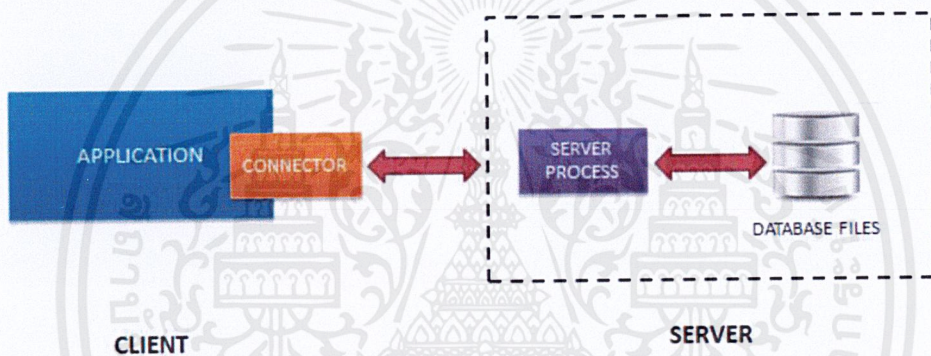


รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ของโปรแกรม SQLite

SQLite มีลักษณะเด่นดังต่อไปนี้ serverless, self-contained, zero-configuration, transactional

2.4.2.1 Serverless

ปกติในระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เช่น MySQL, PostgreSQL, Oracle จำเป็นต้องแยกเซิร์ฟเวอร์เพื่อดำเนินการ แต่ SQLite ไม่จำเป็นต้องการเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำงาน



รูปที่ 2.9 แผนภาพสถาปัตยกรรมของระบบ RDBMS Client / Server

ฐานข้อมูล SQLite ถูกรวมเข้ากับแอปพลิเคชันที่เข้าถึงฐานข้อมูล โดยแอปพลิเคชันนี้จะโต้ตอบกับ ฐานข้อมูล SQLite ซึ่งอ่านและเขียนข้อมูลโดยตรงจากไฟล์บ้านข้อมูลที่ถูกเก็บไว้บนดิสก์



รูปที่ 2.10 แผนภาพสถาปัตยกรรมของ SQLite (Serverless)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 Self-Contained

หมายถึงต้องการการสนับสนุนน้อยที่สุดจากระบบปฏิบัติการ หรือจากไลบรารีอื่นภายนอก ซึ่งทำให้ SQLite สามารถใช้งานได้หลากหลายอุปกรณ์ โดยเฉพาะอุปกรณ์แบบฝังระบบปฏิบัติการเช่น iPhone หรือโทรศัพท์ที่มีระบบปฏิบัติการ Android เครื่องเล่นเกม

SQLite พัฒนาขึ้นโดยใช้ ANSI-C ซึ่งซอร์ซโค้ด (Source code) มีอยู่ใน sqlite3.c และ sqlite3.h และซอร์ซโค้ด (Source code) ของโปรแกรมอยู่ในโดเมนสาธารณะ สามารถใช้งานได้ฟรี

2.4.2.3 Zero-configuration

เนื่องจากสถาปัตยกรรมที่ไม่มีเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นจึงไม่ต้องติดตั้ง SQLite หรือไม่มีการตั้งค่าใด ๆ ก่อนจะใช้งาน

2.4.2.4 Transactional

Transaction ทั้งหมดใน SQLite มีคุณสมบัติของ transaction 4 อย่าง คือ Atomic, Consistent, Isolated, และ Durable (ACID) ซึ่งหมายถึง transaction จะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ หรือไม่เกิดขึ้นเลยถ้าเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด เช่น แอปพลิเคชันหยุดทำงาน ล้มเหลวหรือระบบปฏิบัติการขัดข้องเกิดขึ้น

นอกจากนี้ SQLite ใช้ตารางประเภทไดนามิก ซึ่งสามารถจัดเก็บค่าใด ๆ ในคอลัมน์ใด ๆ โดยไม่คำนึงถึงชนิดข้อมูล และ SQLite ช่วยให้การเชื่อมต่อฐานข้อมูลเดียวสามารถเข้าถึงไฟล์ฐานข้อมูลหลาย ๆ ไฟล์ได้พร้อมกัน โดยสามารถรวมตารางในฐานข้อมูลที่แตกต่างกัน หรือคัดลอกข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลด้วยคำสั่งเดียว

SQLite มีความสามารถในการสร้างฐานข้อมูลในหน่วยความจำ ซึ่งทำงานได้อย่างรวดเร็ว

2.4.2.5 ชนิดข้อมูล

ชนิดข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล SQLite มีเพียงชนิดข้อมูลพื้นฐาน แต่เพียงพอที่จะเก็บข้อมูลได้ทุกอย่าง มีดังนี้

NULL ข้อมูลว่าง

INTEGER ข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม มีขนาด 1, 2, 3, 4, 6 หรือ 8 ไบต์

REAL ข้อมูลชนิดเลขทศนิยม มีขนาด 8 ไบต์

TEXT ข้อมูลชนิดข้อความ มีขนาด 8 ไบต์ ตามมาตรฐาน IEEE

BLOB ย่อมาจาก Binary Large Object ข้อมูลชนิดไบนารี ซึ่งใช้เก็บภาพ หรือไฟล์ได้

ข้อสังเกต SQLite การเก็บค่า Boolean จะถูกเก็บเป็น Integer 0 (false) และ 1 (true) การเก็บวันที่สามารถเก็บในข้อมูลชนิด TEXT, REAL หรือ INTEGER ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้

2.4.3 TwinCAT 3



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของโปรแกรม TwinCAT 3

ในปี 1986 Beckhoff ได้สร้างมาตรฐานสากลสำหรับระบบอัตโนมัติด้วยการเปิดตัวเทคโนโลยีควบคุมบนพีซี โดยมีซอฟต์แวร์ TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) ใช้งานร่วมกับ Beckhoff PC ที่อยู่ในรูปแบบของ PLC สำหรับใช้ในกระบวนการสั่งการ และควบคุมทั้งในรูปแบบ Point to Point (PTP), Numerical control (NC) และยังพัฒนาให้สามารถสั่งการ และควบคุมให้ใช้ได้ในรูปแบบของ CNC อีกด้วย โดยสามารถดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ TwinCAT มาใช้งานได้ฟรีทางเว็บไซต์ และสำหรับซอฟต์แวร์ตัวใหม่ของทาง Beckhoff มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า TwinCAT 3 ที่ใช้พื้นฐานของ Microsoft shell VS2010 และยังสามารถเขียนโปรแกรมในรูปแบบของภาษาตามมาตรฐาน IEC 61131-3 เช่น C++ ,C# และ MATLAB®/Simulink®

ซึ่ง TwinCAT 3 มีฟังก์ชันใหม่ คือ eXtended Automation Technology (XAT) ประกอบด้วย eXtended Automation Architecture (XAA), eXtended Automation Runtime (XAR) และ eXtended Automation Engineering (XAE)

จุดเด่นของ TwinCAT 3

- ใช้ซอฟต์แวร์เดียวในการเขียนโปรแกรม และตั้งค่า (configuration)
- รวมเข้ากับ Visual Studio
- สามารถเลือกเขียนโปรแกรมได้หลากหลายภาษา
- รองรับ Object-Oriented ตามมาตรฐาน IEC 61131-3
- ใช้ภาษา C++, C# สำหรับงานเรียลไทม์
- เชื่อมต่อกับ MATLAB®/Simulink® ได้
- รองรับการใช้งานระบบปฏิบัติการมัลติคอร์ 64 บิต

2.4.4 Movicon.NExT

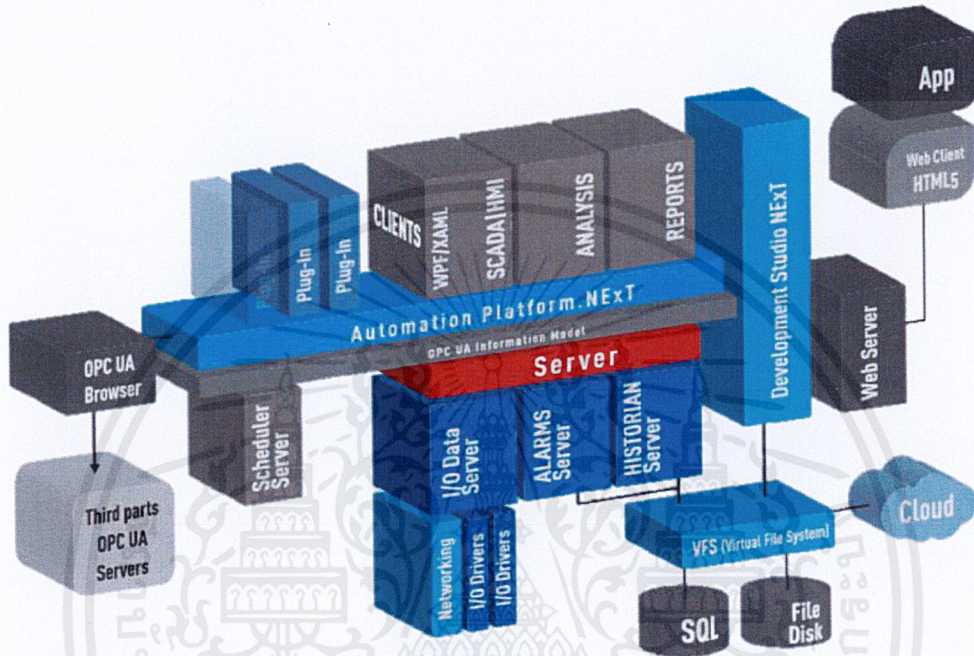


รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Movicon.NExT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ¹⁵ ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Movicon.NEXt เป็นซอฟต์แวร์สกาตา ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาโดย Progea ประกอบด้วยเฟรมเวิร์กอุตสาหกรรมบนพื้นฐานของ OPC UA มีองค์ประกอบหลัก ดังต่อไปนี้

- I/O Data Server
- Alarm Server
- Historian Server
- Movicon.Next Client

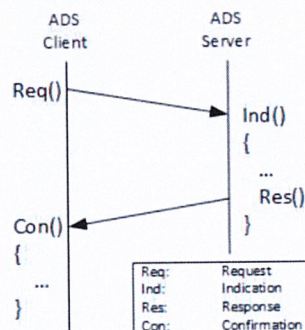


รูปที่ 2.13 โครงสร้างของMovicon

2.5 การสื่อสาร

2.5.1 Automation Device Specification (ADS)

ADS เป็นโปรโตคอลการสื่อสารของ TwinCAT โดยมีรูปแบบการสื่อสารแบบ Client-Server ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลและควบคุมระบบ TwinCAT



รูปที่ 2.14 รูปแบบการสื่อสารผ่าน ADS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการที่ 16 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

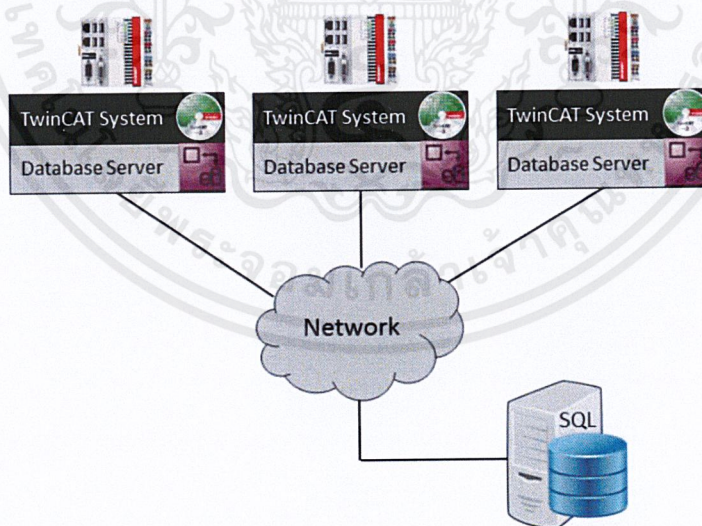
2.5.2 Open Database Connectivity (ODBC)

Open Database Connectivity (ODBC) คือโปรโตคอลที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อฐานข้อมูล Microsoft Access กับแหล่งข้อมูลภายนอก ซึ่งเป็นมาตรฐานหรืออินเทอร์เฟซของโปรแกรมประยุกต์แบบเปิด (Open Application Programming Interface) สำหรับการเข้าถึงฐานข้อมูล โดยการใช้คำสั่ง ODBC ในโปรแกรมจะทำได้สามารถเข้าฐานข้อมูลที่แตกต่างกัน รวมถึง Access, Dbase, DB2, Excel และ text โดยการเพิ่มซอฟต์แวร์ ODBC ในแต่ละโมดูลหรือ Driver เพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลที่ต้องการ ซึ่ง Microsoft เป็นผู้สนับสนุนหลักของโปรแกรม ODBC

ODBC มีพื้นฐานและการจัดตำแหน่งใกล้เคียงกับ Open Group มาตรฐานของภาษา SQL ซึ่ง ODBC เป็นระบบอินเทอร์เฟซโดยการใช้โปรแกรมนี้จะทำให้สามารถใช้คำสั่ง SQL เข้าถึงมาตรฐานข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัตินิเวศของฐานข้อมูล ODBC จะรับรู้ภาษา SQL และแปลงเป็นคำสั่งของฐานข้อมูลแต่ละระบบ

ODBC ได้รับการสร้างขึ้นโดย SQL Access Group โดยมีการนำเสนอครั้งแรกในเดือนกันยายน, 1992 ในปัจจุบัน ODBC มีเวอร์ชันที่ใช้งานระบบปฏิบัติการ Windows, UNIX, OS/2 และ Macintosh ในสถาปัตยกรรมแบบ distributed Object ที่เรียกว่า Common Object Request Broker Architecture มีโปรแกรมที่เรียกว่า President Object Service (POS) เป็นกลุ่มระดับสูงของระดับอินเทอร์เฟซและ ODBC เมื่อมีการใช้โปรแกรมในภาษา JAVA และใช้โปรแกรมประยุกต์ JAVA Database Connectivity ในการอินเทอร์เฟซซึ่งรวมถึง JDBC- ODBC คือโปรแกรมเชื่อม เพื่อเข้าถึง ODBC

2.5.3 TwinCAT Database Server



รูปที่ 2.15 หลักการทำงาน

TwinCAT Database Server ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ TwinCAT และระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ โดยรองรับระบบฐานข้อมูลที่หลากหลาย เช่น MS SQL, MS SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 17 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compact, MS Access, MySQL, PostgreSQL, DB2, Oracle, Interbase, Firebird, ASCII (e.g. .txt or .csv) และ XML files รวมถึง NoSQL databases ประกอบด้วย

- TwinCAT Database Server เชื่อมต่อระหว่างระบบ TwinCAT และระบบฐานข้อมูล
- Configurator สำหรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของฐานข้อมูล
- PLC library ประกอบด้วยฟังก์ชันบล็อกใช้เชื่อมต่อฐานข้อมูล สร้างตาราง เขียนข้อมูล

ผ่านคำสั่ง Insert อ่านข้อมูลผ่านคำสั่ง Select

หลักการทำงาน

ภายในระบบ TwinCAT ฐานข้อมูลสื่อสารผ่าน ADS ส่วนภายนอกเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลที่กำหนดไว้



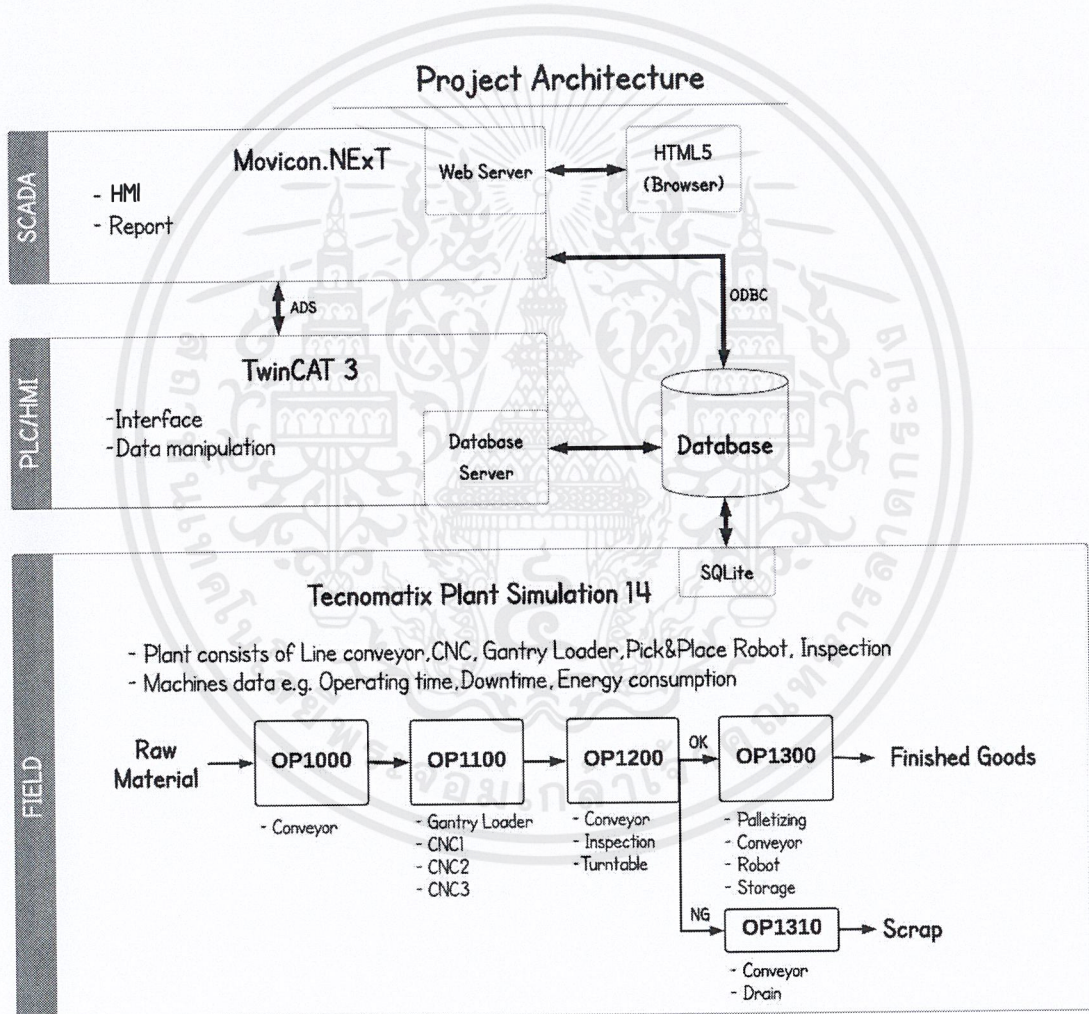
บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงาน ตั้งแต่การสร้างกระบวนการผลิตจำลอง การจัดการข้อมูล และการสร้างสเกตาเพื่อแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) รวมถึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 แนวคิดของการแสดงผล OEE ที่นำเสนอ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโครงการ

จากรูปที่ 3.1 โครงงานนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ในระดับฟิลด์ได้สร้างกระบวนการผลิตจำลอง เพื่อจำลองกระบวนการผลิต และเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตจำลองลงในฐานข้อมูลผ่านโปรแกรม SQLite และใช้โปรแกรม TwinCAT 3 ในการจัดการข้อมูล โดยมีการส่ง

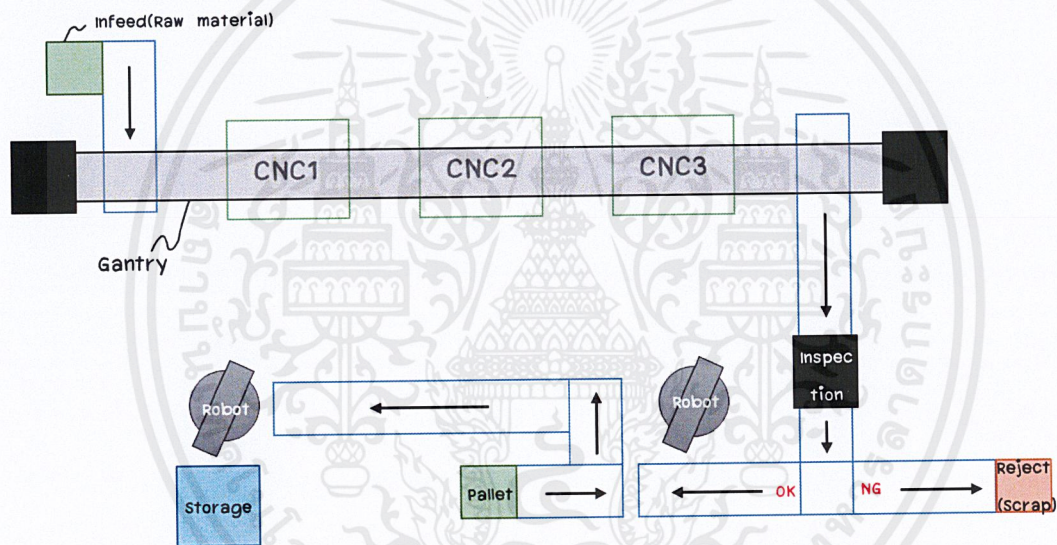
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลดังกล่าวไปยังสกาตาผ่านโปรโตคอล ADS สำหรับใช้ติดตามผล และสกาตามีการติดต่อกับฐานข้อมูลผ่านโปรโตคอล ODBC สำหรับใช้แสดงผลข้อมูลในรูปแบบรายงาน (Report)

3.3 การสร้างกระบวนการผลิตจำลอง

3.3.1 แนวคิดในการสร้างกระบวนการผลิตจำลอง

สร้างกระบวนการผลิตจำลองโดยใช้โปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 กระบวนการผลิตจำลองประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ เครื่องจักร, หุ่นยนต์ Gantry, เครื่องตรวจสอบชิ้นงาน พร้อมทั้งกำหนดเวลาที่เครื่องจักรใช้ผลิตชิ้นงาน และเวลาการเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักร โดยกระบวนการผลิตจำลองมีความสามารถในการผลิต 800 ชิ้นต่อวัน เริ่มผลิตตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง 22.00 น. และมีช่วงเวลาหยุดพัก 1.30 ชั่วโมงต่อวัน โดยจำลองการผลิต 1 ปี และมีการเก็บข้อมูลการผลิต รวมถึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักรทุก ๆ 1 นาที



* ลูกศรแสดงทิศทางของ Material Flow

รูปที่ 3.2 แบบของกระบวนการผลิตจำลอง

3.3.2 ส่วนประกอบภายในกระบวนการผลิตจำลอง

1. แหล่งป้อนวัตถุดิบ

สามารถเลือกชนิดของวัตถุดิบที่ต้องการป้อนได้ จากการเลือก “MU selection”

แบ่งเป็น

- ป้อนวัตถุดิบชนิดเดียว ในโครงการนี้ใช้ป้อนพาเลต (pallet) โดยมีอัตราการป้อน 1

ชิ้นต่อนาที

MU selection: Constant

MU: วัตถุดิบที่ต้องการป้อน เช่น พาเลต (pallet)

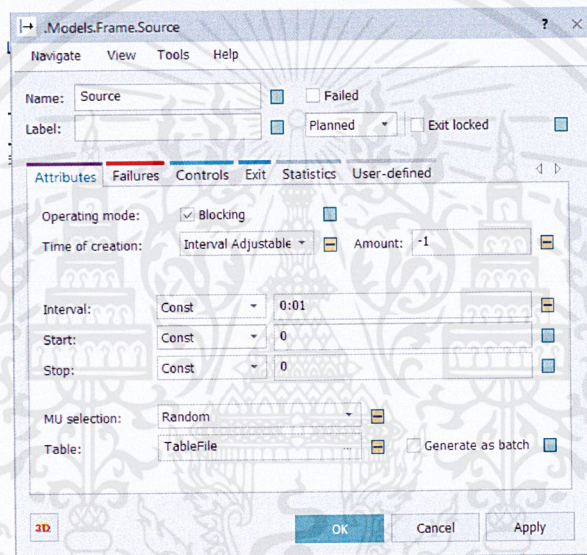
- ป้อนวัตถุดิบหลายชนิดแบบสุ่ม ในโครงการงานนี้ใช้วัตถุดิบที่มีสีแตกต่างกัน 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีเหลือง โดยมีอัตราการป้อน 1 ชิ้นต่อวินาที และมีความน่าจะเป็นที่จะสุ่มป้อนสีแต่ละสีดังตารางในรูปที่ 3.3

MU selection: Random

Table: ตารางความน่าจะเป็นของการสุ่มวัตถุดิบแต่ละชนิด

	object 1	real 2	integer 3	string 4
1	.MUs.Red	2.00		
2	.MUs.Green	1.90		
3	.MUs.Blue	6.50		

รูปที่ 3.3 ตารางความน่าจะเป็นของการสุ่มวัตถุดิบแต่ละชนิด



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการตั้งค่าแหล่งป้อนวัตถุดิบ

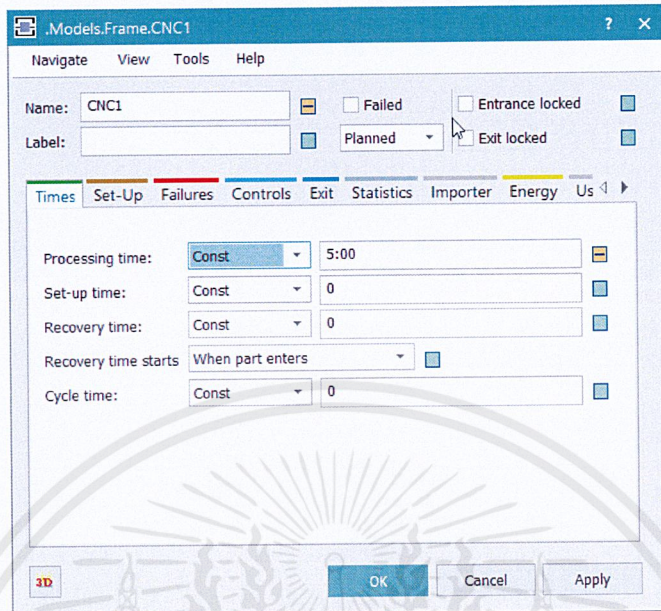
2. เครื่องซีเอ็นซี

ในกระบวนการผลิตจำลองประกอบด้วยเครื่องซีเอ็นซี 3 เครื่อง ซึ่งสามารถกำหนดเวลาที่เครื่องซีเอ็นซีใช้สำหรับผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้นได้ และสามารถเขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีได้ โดยในที่นี้ใช้สำหรับควบคุมให้เครื่องซีเอ็นซีผลิตได้ชิ้นงานดี และชิ้นงานเสียแบบสุ่ม เครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่องมีเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การผลิตชิ้นงานเสีย ดังนี้

เครื่องซีเอ็นซี 1 ใช้เวลาผลิต 2.00 – 3.30 นาที/ชิ้น และมีโอกาสผลิตชิ้นงานเสีย 10% ต่อการผลิต 1 ชิ้น

เครื่องซีเอ็นซี 2 ใช้เวลาผลิต 2.10 – 3.00 นาที/ชิ้น และมีโอกาสผลิตชิ้นงานเสีย 5% ต่อการผลิต 1 ชิ้น

เครื่องซีเอ็นซี 3 ใช้เวลาผลิต 0.40 – 1.30 นาที/ชิ้น และมีโอกาสผลิตชิ้นงานเสีย 3.5% ต่อการผลิต 1 ชิ้น



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องซีเอ็นซี

```

if z_uniform(1,0,100) < 10 then
  @.quality :=0
  CNC1.NumBad +=1
else
  @.quality :=1
  CNC1.NumGood +=1
end
    
```

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างโค้ดสุ่มผลิตชิ้นงานดี และชิ้นงานเสีย

3. สายพานลำเลียง

สามารถกำหนดความเร็วของสายพานได้ ในโรงงานนี้ทุกสายพานมีความเร็ว 0.5 เมตร/วินาที ยกเว้นสายพานที่ใช้สำหรับลำเลียงพาเลตมีความเร็ว 1 เมตร/วินาที

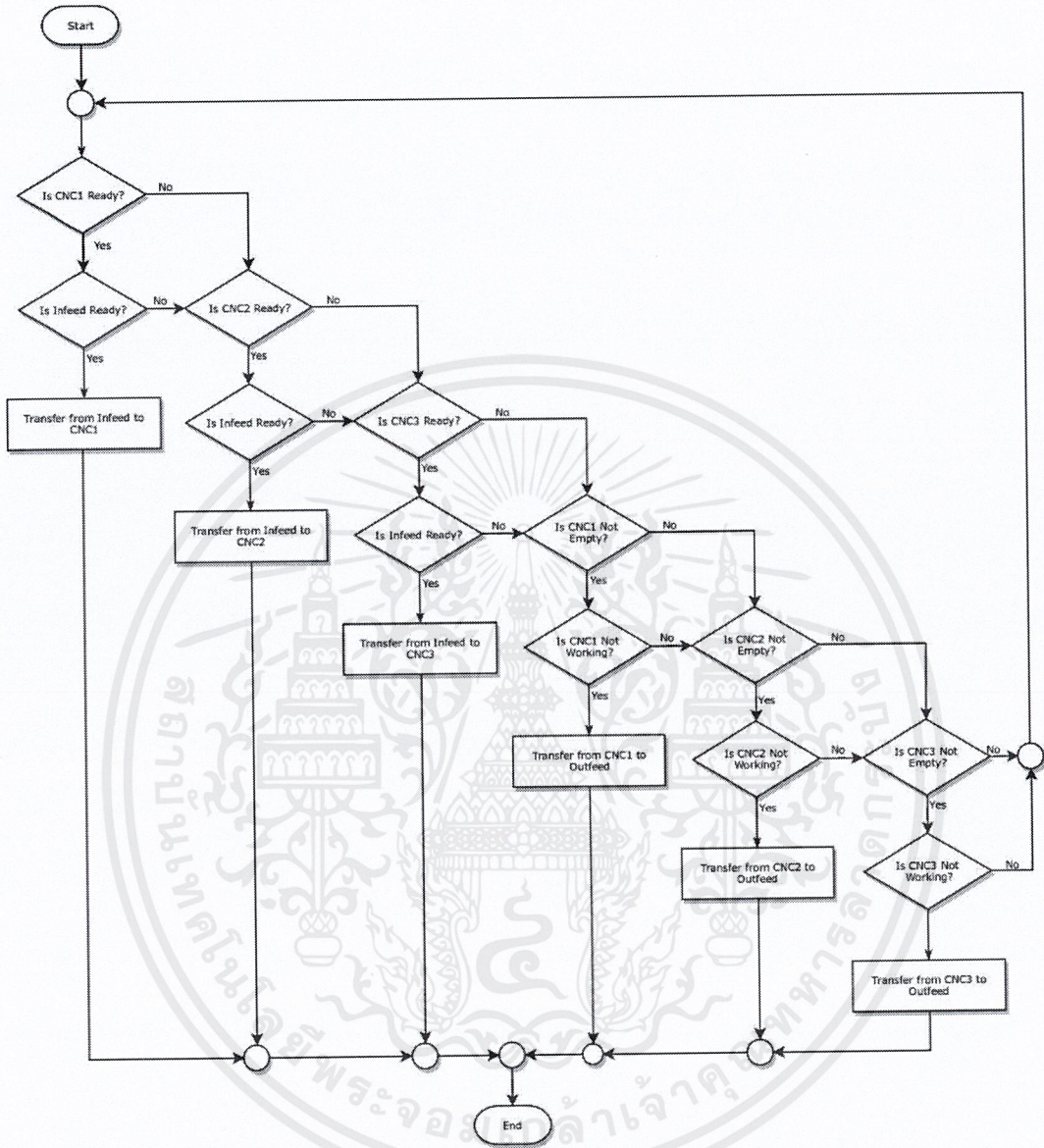
4. หุ่นยนต์หยิบและวาง (Pick and Place Robot)

- หยิบชิ้นงานวางบนพาเลต (Palletizing) โดยจะหยิบชิ้นงานดีจากสายพานลำเลียงไปวางบนพาเลต ซึ่งมีเซ็นเซอร์สำหรับบอกตำแหน่ง
- จัดเก็บชิ้นงานลงในพื้นที่จัดเก็บสินค้า (Storage)

5. หุ่นยนต์ Gantry

ใช้สำหรับหยิบชิ้นงานจากสายพาน (Infeed) ไปยังเครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่อง และหยิบชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้วออกจากเครื่องซีเอ็นซีไปยังอีกสายพาน (Outfeed) โดยมีการจัดลำดับความสำคัญของการหยิบของ คือ จะหยิบของไปยัง/ออกจากเครื่องซีเอ็นซี 1 เป็น

ลำดับแรก เครื่องซีเอ็นซี 2 และเครื่องซีเอ็นซี 3 ตามลำดับ ซึ่งเขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ Gantry โดยลำดับการทำงานแสดงดังผังงานในรูปที่ 3.7



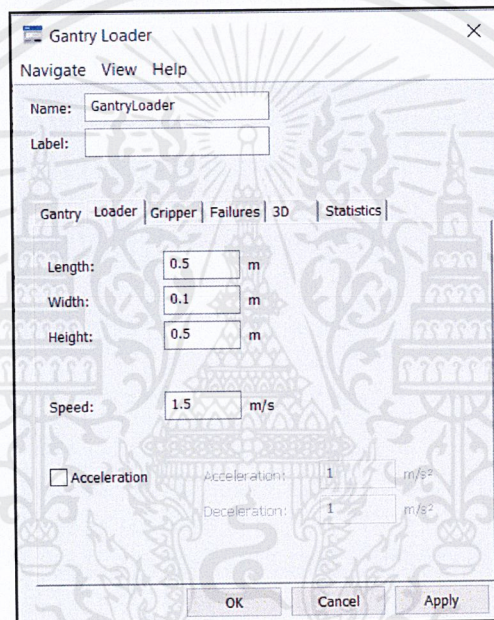
รูปที่ 3.7 ผังงานการทำงานของหุ่นยนต์ Gantry

```

repeat
  --State 10 to 80 is also possible to use with if elseif statement
  Switch State
  case 0 //Check Gantry State
  if Loader.state = "idle" or Loader.state = "waiting" then
    State := 10
  else
    State := 999
  end
  case 10 //Check Transfer From Infeed to CNC1
  if not CNC1.occupied and not CNC1.failed and CNC1.ResWaiting and not Line.empty and not Source.Failed /* and CheckInfeedOk Line.ResBlocked and not Line.ResWorking*/ then
    State:=110 //transfer to CNC1
    //Line.bReadyPick := false
  else
    State:=20
  end
  case 20 //Check Transfer From Infeed to CNC2
  if not CNC2.occupied and not CNC2.failed and CNC2.ResWaiting and not Line.empty and not Source.Failed /* and CheckInfeedOk and not Line.ResWorking*/ then
    State:=120 //transfer to CNC2
    //Line.bReadyPick := false
  else
    State:=30
  end
  case 30 //Check Transfer From Infeed to CNC3
  if not CNC3.occupied and not CNC3.failed and CNC3.ResWaiting and not Line.empty and not Source.Failed /* and CheckInfeedOk and not Line.ResWorking*/ then

```

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโค้ดควบคุมการทำงานหุ่นยนต์ Gantry



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการตั้งค่าหุ่นยนต์ Gantry

6. เครื่องตรวจสอบชิ้นงาน (Inspection)

ใช้ตรวจสอบชิ้นงานดี และขึ้นเสียเสีย เพื่อใช้สำหรับคัดแยกชิ้นงาน

```

inspection.totalPart := inspection.goodPart + inspection.ScrapPart
//
var salinspec :string;
if @.quality =1 then
  inspection.QC := "OK"
else
  inspection.QC := "NG"
end
if @.color = "Red" then
  inspection.Ob := "Red"
elseif @.color = "Green" then
  inspection.Ob := "Green"
elseif @.color = "Blue" then
  inspection.Ob := "Blue"
end

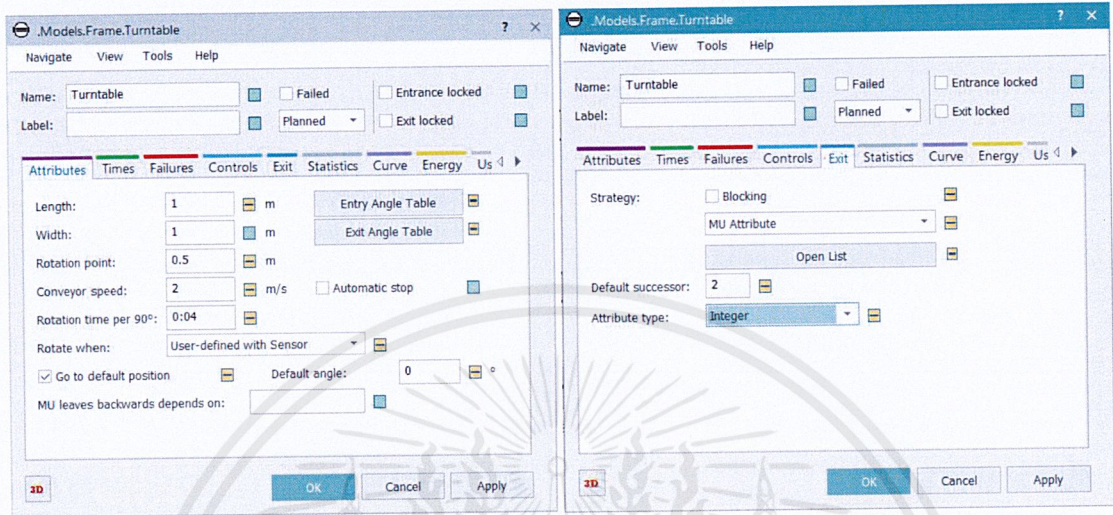
```

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโค้ดการตรวจสอบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 24 ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Turntable

มีหลักการทำงาน คือ จะอ่านตัวแปร(คุณภาพ) ของชิ้นงาน และทำการคัดแยกชิ้นงาน ณ จุดนี้ โดยชิ้นงานดีจะถูกลำเลียงไปยังสายพานเพื่อรอการบรรจุบนพาเลต ส่วนชิ้นงานเสียจะถูกลำเลียงไปยังพื้นที่เก็บของเสีย



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการตั้งค่า Turntable

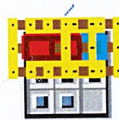
8. พื้นที่เก็บของเสีย (Drains)



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างพื้นที่เก็บของเสียแบบ 2 มิติ

9. พื้นที่จัดเก็บสินค้า (Storage)

ในโครงการนี้จำลองพื้นที่จัดเก็บสินค้าขนาด 3x3x2 โดยเก็บชิ้นงานได้ 18 ชิ้น เมื่อเต็มจะทำการรีเซ็ตให้กลับไปเป็นพื้นที่ว่าง เพื่อรอรับการเก็บชิ้นงานใหม่



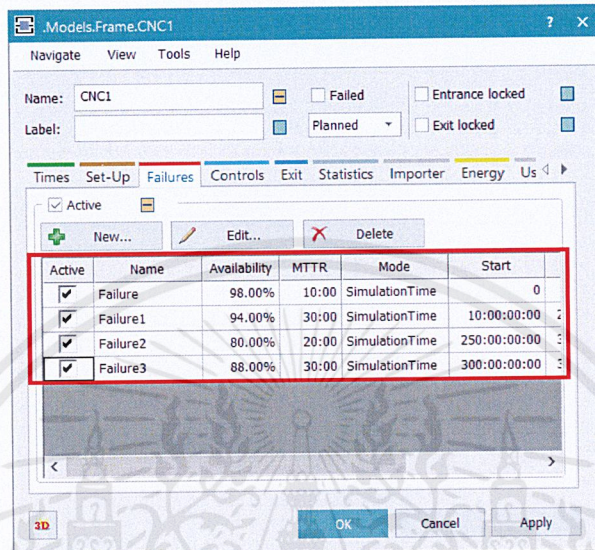
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบ 2 มิติ

3.3.3 กำหนดเวลาความล้มเหลว

ในการใช้งานเครื่องจักรจริง เครื่องจักรย่อมเกิดการชำรุด เสียหาย หรือไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ ดังนั้นในการสร้างกระบวนการผลิตจำลองเพื่อจำลองกระบวนการผลิตให้มีความเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 25 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงได้มีการกำหนดเวลาการเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักร โดยกำหนดให้เมื่อเครื่องจักรถูกใช้งานมาเป็นเวลานานขึ้น จะเกิดความล้มเหลวเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น เครื่องซีเอ็นซี 1 มีความพร้อมใช้งาน 98% เมื่อเครื่องจักรทำงานภายใน 10 วันแรก และลดลงเหลือ 94% และ 91.50% เมื่อเครื่องจักรถูกใช้งานตั้งแต่ 10 ถึง 249 วัน และ 250 ถึง 299 วัน ตามลำดับ และความพร้อมใช้งานจะลดลงเหลือ 88% เมื่อเครื่องจักรถูกใช้งานตั้งแต่ 300 วันเป็นต้นไป



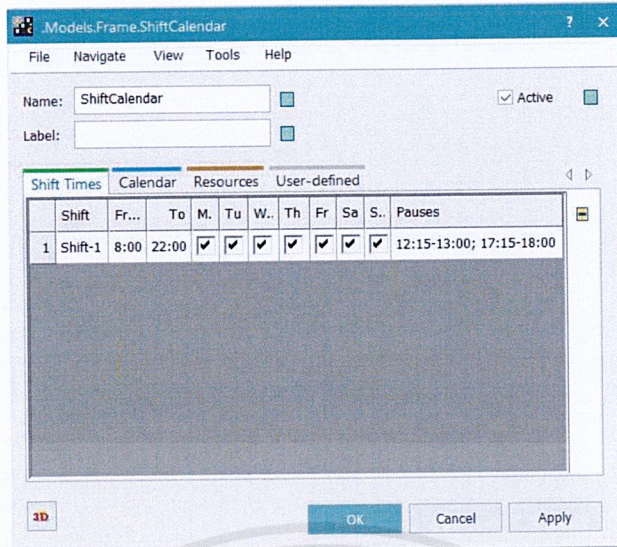
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการกำหนดเวลาความล้มเหลว

3.3.4 กำหนดกะการทำงาน

กระบวนการผลิตจำลองมีการผลิตทุกวัน โดยเริ่มผลิตขึ้นงานตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง 20.00 น. และหยุดพัก 2 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเวลา 12.15 น. ถึง 13.00 น. และ 17.15 น. ถึง 18.00 น. รวมเวลาพัก 1.30 ชั่วโมงต่อวัน



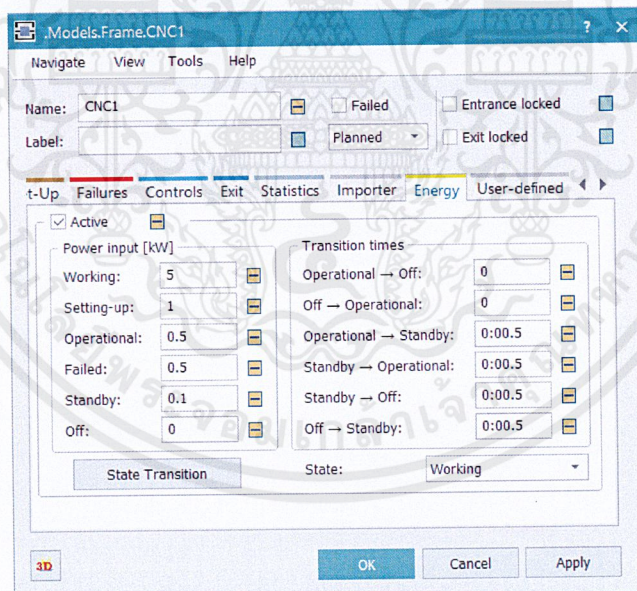
รูปที่ 3.15 สัญลักษณ์ของการตั้งกะการทำงาน



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการตั้งกะการทำงาน

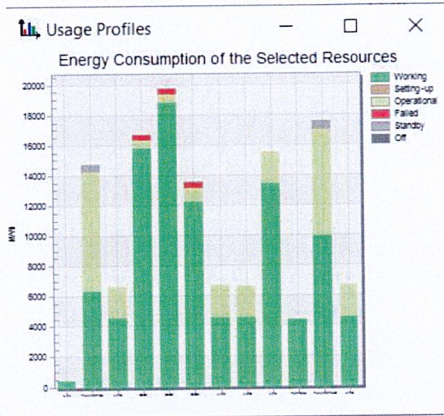
3.3.5 กำหนดค่าการใช้พลังงาน

โดยสามารถกำหนดการใช้พลังงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในสถานะทำงานต่าง ๆ และสามารถแสดงปริมาณการใช้พลังงานของทั้งกระบวนการผลิตในรูปแบบแผนภูมิแท่งได้



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการตั้งค่าพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ²⁷วิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แผนภูมิแสดงปริมาณการใช้พลังงาน

3.4 การจัดการข้อมูล

มีการจัดเก็บข้อมูลดิบ ได้แก่ เวลาการเดินทางเครื่อง เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน เวลาที่เครื่องรอกการป้อนวัตถุดิบ จำนวนชิ้นงานดี และจำนวนชิ้นงานเสีย การใช้พลังงานจากเครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่อง และเนื่องจากโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 สามารถเร่งเวลาในจำลองกระบวนการผลิตได้ จึงสามารถเก็บข้อมูลการผลิตจำนวนมากได้ในระยะเวลาสั้น ในโครงการงานนี้จะจัดเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2019 ถึง วันที่ 3 ตุลาคม 2020 เป็นระยะเวลา 367 วัน

3.4.1 การจัดการข้อมูลในโปรแกรม SQLite

ในโปรแกรม SQLite ใช้สำหรับจัดการข้อมูลดังนี้

1. แปลงรูปแบบ (Format) ข้อมูลเวลาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณ

เนื่องจากรูปแบบ (Format) ของเวลาในแต่ละโปรแกรมมีความแตกต่างกันจึงต้องมีการจัดการค่าให้สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ โดยสร้างฟังก์ชันสำหรับแปลงข้อมูลเวลาซึ่งอยู่ในรูปแบบ “วัน:ชม:นาที่:วินาที.XXXX” ให้อยู่ในรูปแบบ “ปี ค.ศ.-เดือน-วัน ชม:นาที่:วินาที” โดยเริ่มที่ 1970-01-01 00:00:00 เพื่อให้สามารถนำไปใช้คำนวณได้อย่างถูกต้อง เช่น แปลงจาก 2:23:54:56.3220 เป็น 1970-01-03 23:54:56

```

Select
Case
  WHEN :i_timevalue = 0 THEN DATETIME('00:00:0' || :i_timevalue, '-30 years') --Case Time is Zero
  WHEN INSTR(:i_timevalue, '.')=2 THEN DATETIME('00:00:0' || :i_timevalue , '-30 years') --When In second 1 digit
  WHEN INSTR(:i_timevalue, '.')=3 THEN DATETIME('00:00:0' || :i_timevalue , '-30 years') --When In second 2 digits
  WHEN INSTR(:i_timevalue, '.')=5 OR INSTR(:i_timevalue, '.')=6 THEN --When Minute
    CASE
      WHEN INSTR(:i_timevalue, ':')% 2 = 0 THEN DATETIME('00:0' || :i_timevalue, '-30 years')
      ELSE DATETIME('00:' || :i_timevalue, '-30 years')
    END
  WHEN INSTR(:i_timevalue, ':')=8 OR INSTR(:i_timevalue, ':')=9 THEN --When Hour
    CASE
      WHEN INSTR(:i_timevalue, ':')% 2 = 0 THEN DATETIME('0' || :i_timevalue , '-30 years')
      ELSE DATETIME(:i_timevalue , '-30 years')
    END
  WHEN INSTR(:i_timevalue, ':')=11 OR INSTR(:i_timevalue, ':')=12 THEN --When Day
    --1970-01-01 HH:MM:SS.XXXX Date time format
    --substr(:i_timevalue, INSTR(:i_timevalue, ':')+1, INSTR(:i_timevalue, ':')+13) --Cut HH:MM:SS from string
    --substr(:i_timevalue, 1, INSTR(:i_timevalue, ':')-1) --Find How many day?
    DATETIME('1970-01-01 ' || substr(:i_timevalue, INSTR(:i_timevalue, ':')+1, INSTR(:i_timevalue, ':')+13) ,
    '+' || CAST(CAST( substr(:i_timevalue, 1, INSTR(:i_timevalue, ':')-1) as integer ) as string) || ' days' )
  ELSE :i_timevalue
END

```

รูปที่ 3.19 ตัวอย่าง โค้ดของฟังก์ชันแปลงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 28 ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ และสร้างตารางใหม่สำหรับเก็บข้อมูล ได้แก่
 - ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability)

```

1 select date,Wait_sec+Work_sec Operating_sec,Fail_sec ,round(((Wait_sec+Work_sec)*100.00)/(Wait_sec+Work_sec+ Fail_sec),2) Availability
2 from
3 (
4 select date,strftime('%s', max(Waiting)) - strftime('%s', min(Waiting)) Wait_sec,
5   strftime('%s', max(Working)) - strftime('%s', min(Working)) Work_sec,
6   strftime('%s', max(Fail)) - strftime('%s', min(Fail)) Fail_sec
7 from fx
8 group by date
9 )

```

รูปที่ 3.20 โค้ดการคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่อง

- ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance)

```

1 select date,Work_sec,Wait_sec,round((Work_sec*100.00)/(Wait_sec+Work_sec),2) Performance
2 from
3 (
4 select date,strftime('%s', max(Waiting)) - strftime('%s', min(Waiting)) Wait_sec,
5   strftime('%s', max(Working)) - strftime('%s', min(Working)) Work_sec
6 from fx
7 group by date
8 )

```

รูปที่ 3.21 โค้ดการคำนวณค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

- ค่าอัตราคุณภาพ (Quality)

```

1 Select date, Goodperday ,Badperday,Goodperday+Badperday Totalperday ,round(((Goodperday *100.00)/(Goodperday+Badperday )),2) Quality
2 from
3 (select substr(dateandtime,0,11) date, max(Goodpart)-min(Goodpart) Goodperday,max(Badpart)-min(Badpart) Badperday
4 from CNC3
5 group by date
6 )

```

รูปที่ 3.22 โค้ดการคำนวณค่าอัตราคุณภาพ (Quality)

- คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

```

1 Select
2   Ptable.date as Date,
3   Atable.Availability as Availability,
4   Ptable.Performance as Performance,
5   Qtable.Quality as Quality,
6   round((Qtable.Quality* Atable.Availability*Ptable.Performance/10000.00),2) as OEE
7 From
8   Ptable
9 left join Atable on Ptable.date =Atable.date
10 left join Qtable on Ptable.date =Qtable.date

```

รูปที่ 3.23 โค้ดการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

3. สร้างตารางเก็บข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของเครื่องจักร

```

4 create table OEE_CNC2 as
5 select
6   P_CNC2.date as Date,
7   A_CNC2.Availability as Availability,
8   P_CNC2.Performance as Performance,
9   Q_CNC2.Quality as Quality,
10  round((Q_CNC2.Quality* A_CNC2.Availability*P_CNC2.Performance/10000.00),2) as OEE
11 from
12   P_CNC2
13 left join A_CNC2 on P_CNC2.date =A_CNC2.date
14 left join Q_CNC2 on P_CNC2.date =Q_CNC2.date

```

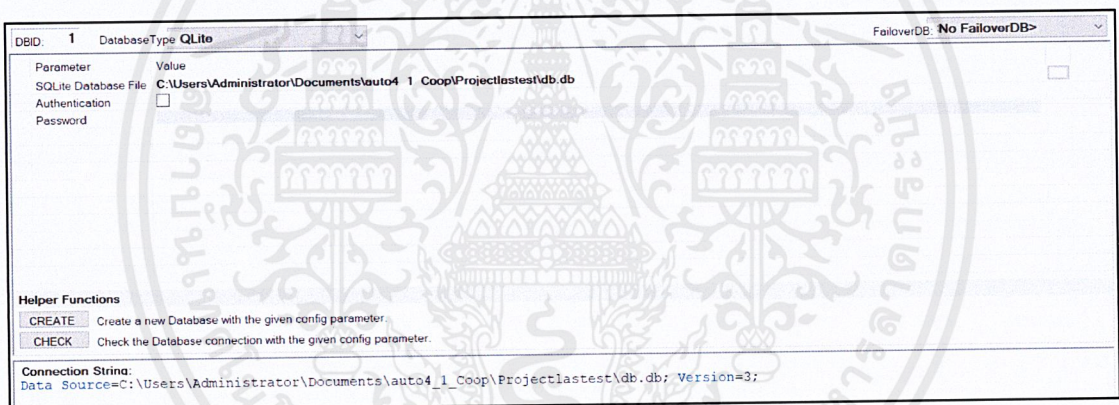
รูปที่ 3.24 ตัวอย่างโค้ดการสร้างตารางใหม่

3.4.2 การจัดการข้อมูลบนโปรแกรม TwinCAT 3

ใช้โปรแกรม TwinCAT สำหรับคิวรี (Query) ข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผล และเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างฐานข้อมูล และสกาตา โดยโปรแกรม TwinCAT 3 สื่อสารกับฐานข้อมูลผ่าน TC3 Database Server และสกาตาผ่านโปรโตคอล ADS

1. การตั้งค่า TwinCAT Database Server

- Database type เลือกชนิดของฐานข้อมูลที่ต้องการเข้าถึง ในที่นี้คือ SQLite
- SQLite Database File เลือกไฟล์ของฐานข้อมูลที่ต้องการเข้าถึง



รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการตั้งค่าเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูล

2. การคิวรี (Query) ข้อมูล

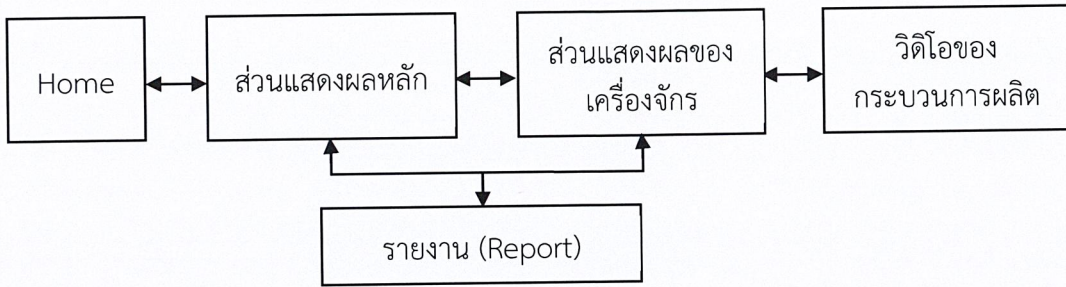
- สร้าง Data Unit Type (DUT)

```

TYPE ST_OEE :
STRUCT
  sDate :T_MaxString;
  lAvailability:LREAL;
  lPerformance:LREAL;
  lQuality :LREAL;
  lOEE :LREAL;
  //lOperation_sec:DINT;
END_STRUCT
END_TYPE

```

รูปที่ 3.26 ตัวอย่าง DUT

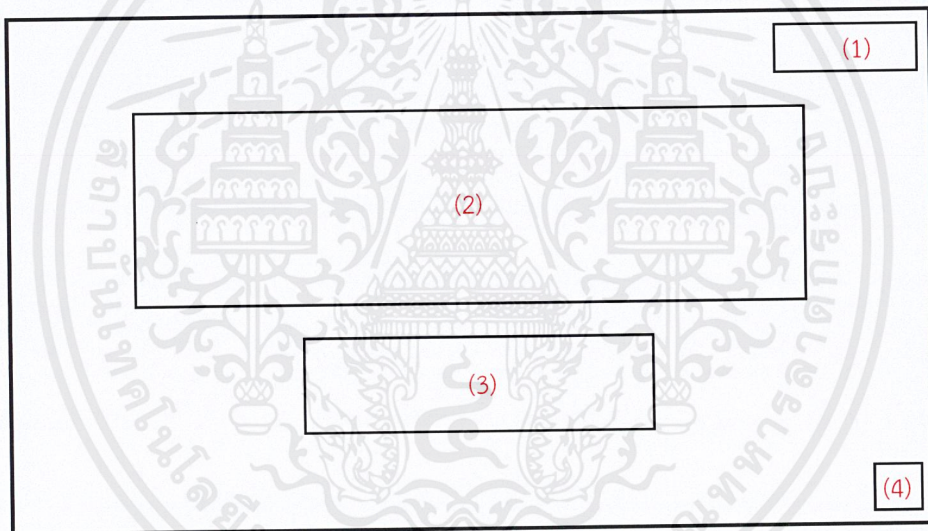


รูปที่ 3.29 การออกแบบเอชเอ็มไอ

3.5.1.2 โครงสร้างของเอชเอ็มไอ

ในส่วนของโครงสร้างเอชเอ็มไอจะอธิบายถึงส่วนประกอบของแต่ละหน้าของเอชเอ็มไอ ซึ่งประกอบด้วยกัน 4 หน้า

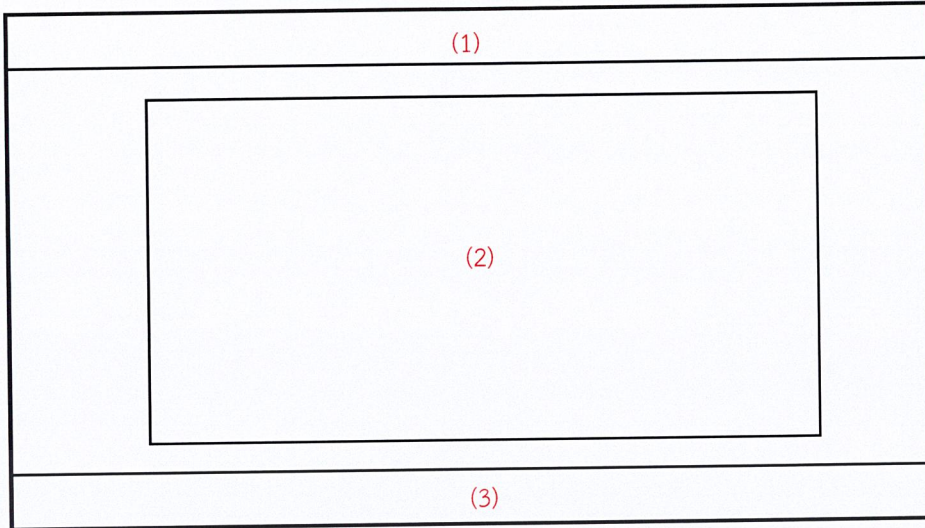
หน้า 1 หน้าเริ่มต้น ประกอบด้วย



รูปที่ 3.30 โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าเริ่มต้น

- (1) แสดงวันเดือนปี และเวลาปัจจุบัน
- (2) แสดงรูปภาพของกระบวนการผลิตจำลอง
- (3) ส่วนนำทางไปยังเอชเอ็มไอหน้าอื่น ๆ
- (4) ปุ่มปิด Runtime ของโปรแกรม

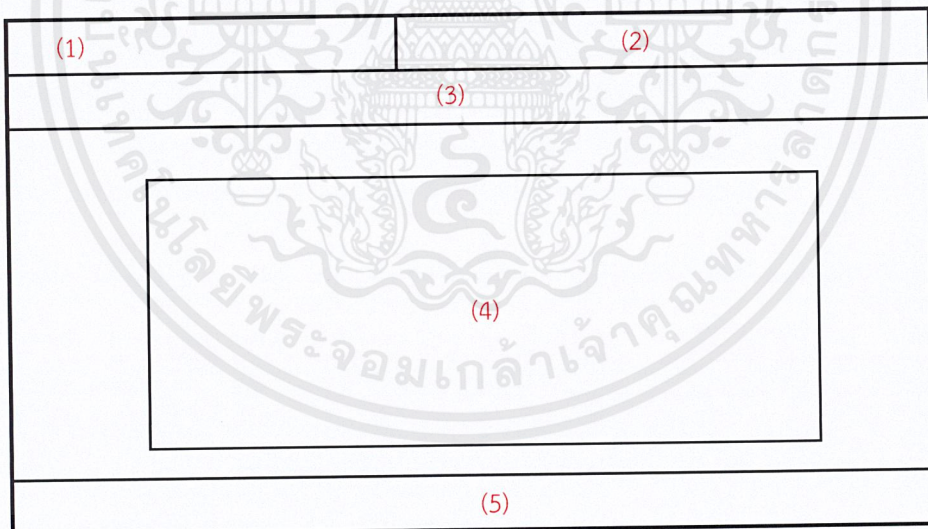
หน้าที่ 2 หน้าแสดงผลหลัก ประกอบด้วย



รูปที่ 3.31 โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงผลหลัก

- (1) ส่วนเลือกวันเดือนปีที่ต้องการแสดงผล
- (2) ส่วนแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แบบตัวเลข
- (3) ส่วนนำทางไปยังเอชเอ็มไอหน้าอื่น ๆ

หน้าที่ 3 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ประกอบด้วย

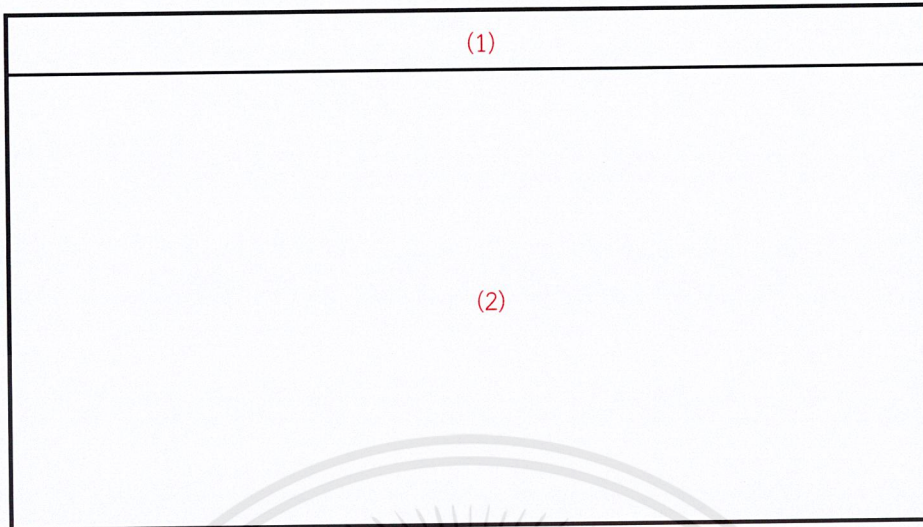


รูปที่ 3.32 โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

- (1) ส่วนเลือกเครื่องจักรที่ต้องการแสดงผล
- (2) ข้อมูลช่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักร
- (3) ส่วนเลือกวันเดือนปีที่ต้องการแสดงผล
- (4) ส่วนแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แบบแผนภูมิวงกลม
- (5) ส่วนนำทางไปยังเอชเอ็มไอหน้าอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 33 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ 4 หน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง



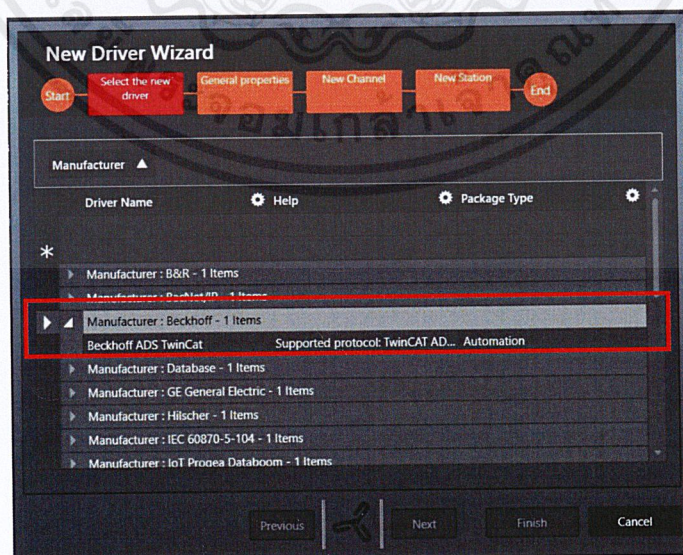
รูปที่ 3.33 โครงสร้างของเอชเอ็มไอหน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง

- (1) ส่วนนำทางไปยังเอชเอ็มไอหน้าอื่น ๆ
- (2) ส่วนแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง

3.5.2 การเชื่อมโยง TAG จาก PLC กับกราฟฟิกบนเอชเอ็มไอ

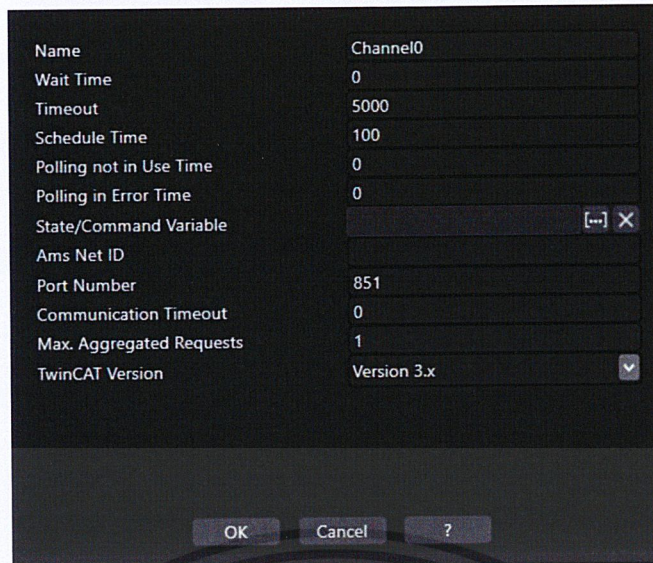
3.5.2.1 ติดตั้งไดรเวอร์ (Driver) การสื่อสาร

เพื่อที่จะสื่อสารกับโปรแกรม TwinCAT 3 จะต้องทำการติดตั้งไดรเวอร์ก่อน โดยไปที่ I/O Data Server > Drive > Add New Driver > เลือกไดรเวอร์ “Beckhoff ADS TwinCAT” จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการสื่อสาร



รูปที่ 3.34 หน้าต่างการเพิ่มไดรเวอร์การสื่อสาร

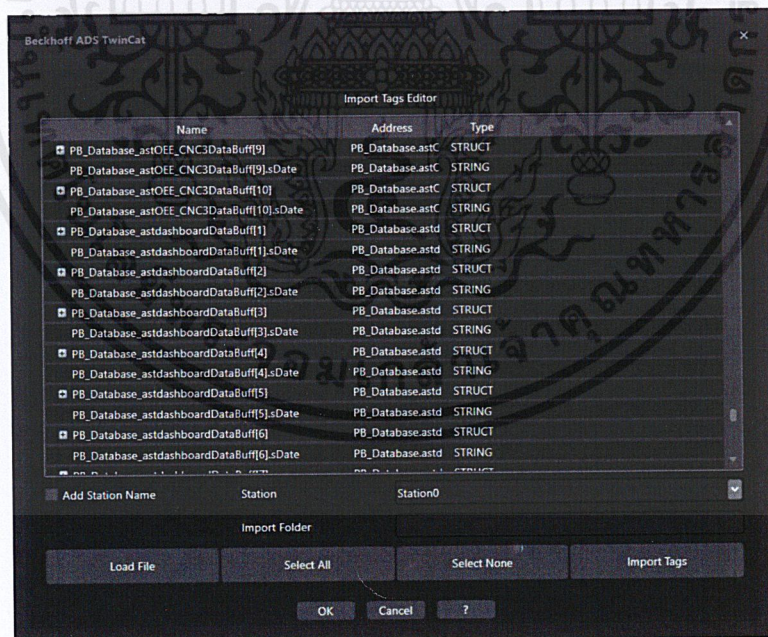
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 34 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการตั้งค่าการสื่อสารกับโปรแกรม TwinCAT 3

3.5.2.2 การดึง TAG จากโปรแกรม TwinCAT 3

เมื่อติดตั้งไดร์เวอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถดึง TAG จากโปรแกรม TwinCAT 3 โดยคลิกขวาที่ไดร์เวอร์ จากนั้นกดเลือกคำสั่ง “Import Tags” > Load File ซึ่งการดึง TAG จากโปรแกรม TwinCAT 3 นั้น TAG จะต้องถูกเก็บอยู่ในไฟล์นามสกุล “.tpy”



รูปที่ 3.36 ตัวอย่างการดึง TAG

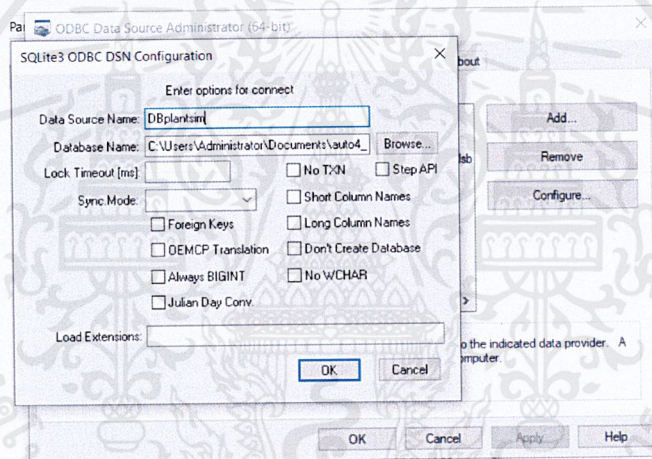
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 35 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



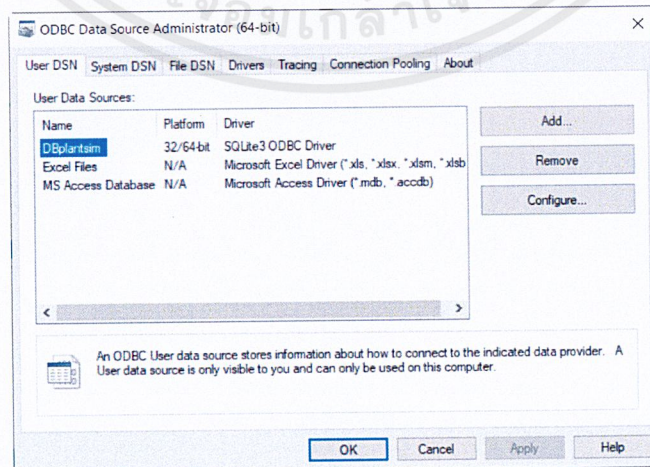
รูปที่ 3.37 ตัวอย่างการเชื่อมโยง TAG กับกราฟฟีกบนเอชเอ็มไอ

3.5.3 การสร้างรายงาน (Report)

ในกรณีนี้จะเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลโดยตรงผ่าน ODBC เพื่อนำข้อมูลออกมาแสดงผล

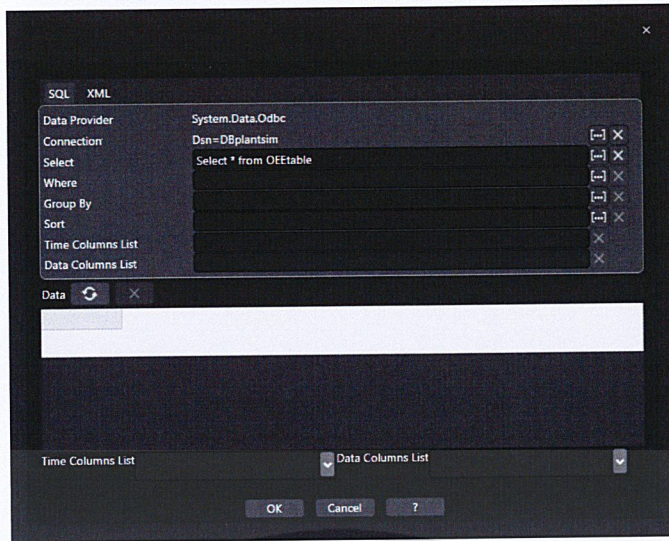


รูปที่ 3.38 ตัวอย่างการตั้งค่า ODBC(1)



รูปที่ 3.39 ตัวอย่างการตั้งค่า ODBC(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 36 ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



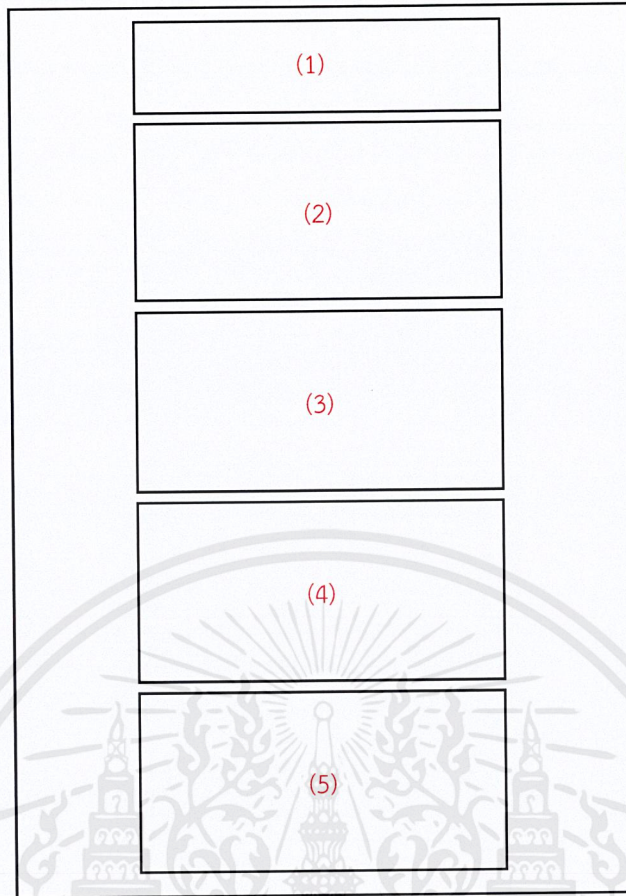
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างการตั้งค่าการเข้าถึงฐานข้อมูลผ่าน ODBC

3.5.3.1 โครงสร้างของรายงาน

ในส่วนของโครงสร้างรายงานจะอธิบายถึงส่วนประกอบของแต่ละหน้าของรายงาน ซึ่งประกอบด้วย 2 รูปแบบ

รูปแบบที่ 1 ประกอบด้วย

- (1) ชื่อรายงาน และรายละเอียด
- (2) กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องซีเอ็นซีทั้งสาม
- (3) แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชิ้นงานดี และชิ้นงานเสียต่อวัน
- (4) แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชิ้นงานแต่ละสีที่ผลิตได้จต่อวัน
- (5) ตารางแสดงข้อมูลทั้งหมด

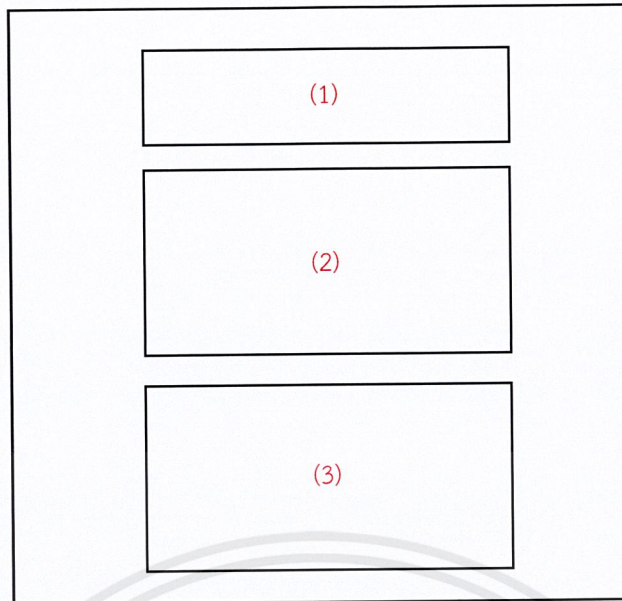


รูปที่ 3.41 โครงสร้างของรายงานรูปแบบที่ 1

รูปแบบที่ 2 ประกอบด้วย

- (1) ชื่อรายงาน และรายละเอียด
- (2) กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวม ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ของเครื่องซีเอ็นซี
- (3) ตารางแสดงข้อมูลทั้งหมด

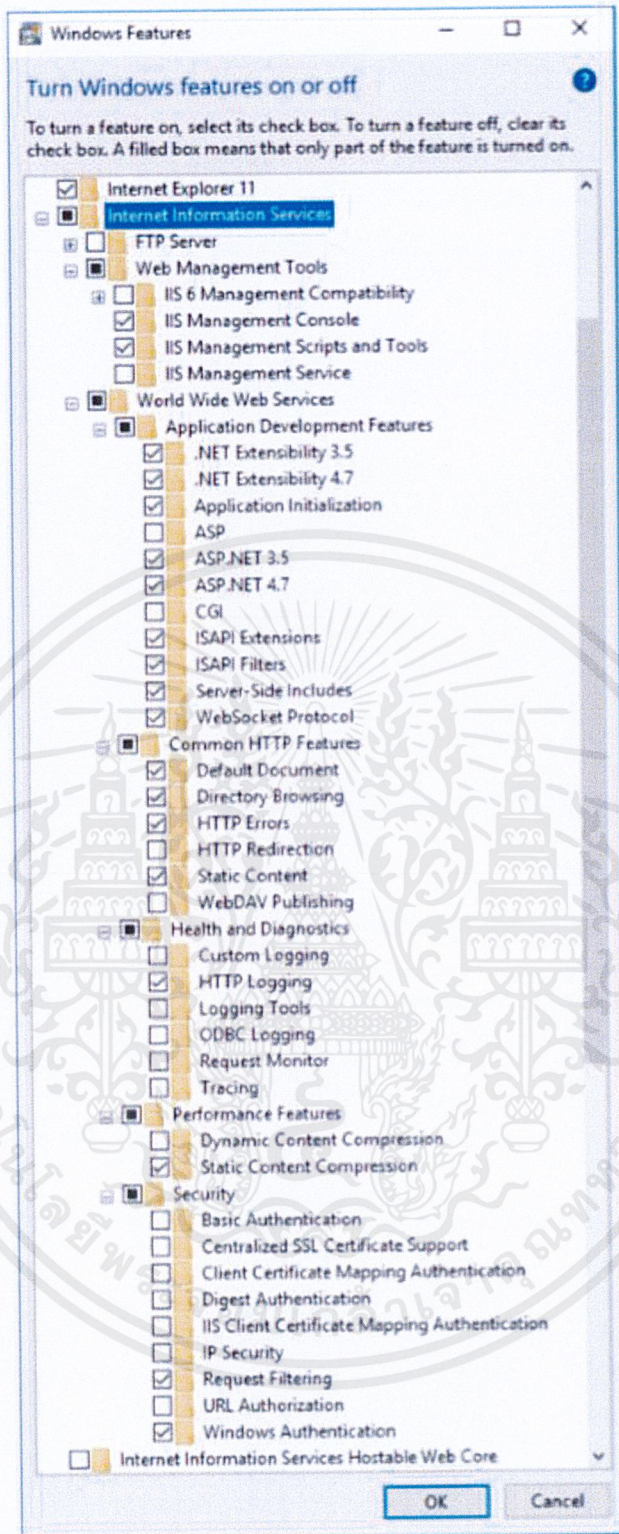
โดยรูปแบบของรายงานสามารถสร้างได้หลายรูปแบบให้สอดคล้องกับบุคคลในระดับต่าง ๆ ที่จะนำรายงานไปใช้ เช่น ผู้บริหาร ผู้จัดการ



รูปที่ 3.42 โครงสร้างของรายงานรูปแบบที่ 1

3.5.4 การแสดงผลบนเว็บ

เพื่อที่จะใช้ Web Server ต้องตั้งค่าคุณสมบัติของระบบปฏิบัติการ (Windows system features) ก่อน โดยไปที่ Control Panel -> Programs and Features > Turn Windows features on or off



รูปที่ 3.43 การตั้งค่า Windows IIS Web Server สำหรับ Window 10 (IIS 10.0)

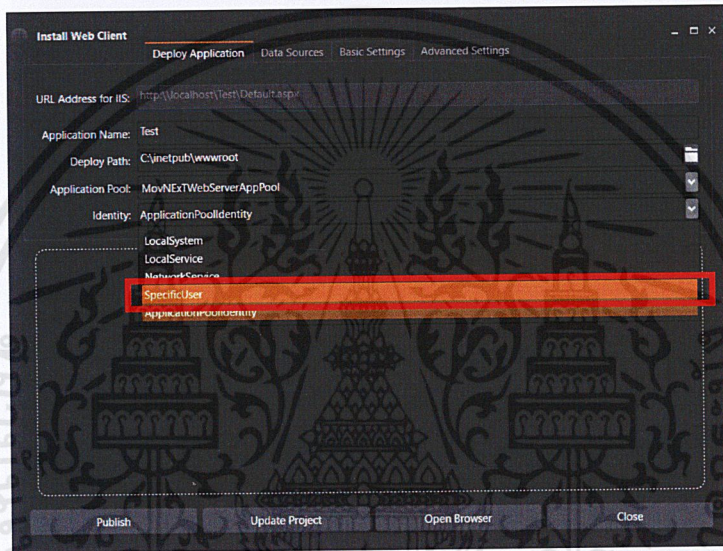
สามารถ deploy หน้าเอชเอ็มไอที่สร้างขึ้น โดยใช้คำสั่ง “Create Web Client (HTML)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 40 ษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

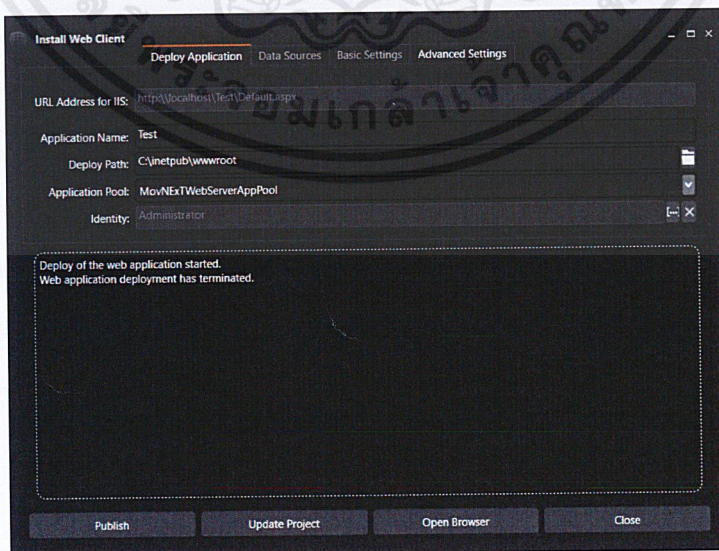


รูปที่ 3.44 Create Web Client (HTML)

กำหนดค่าการเชื่อมต่อของโมดูล platform's Web Server หน้าต่างสำหรับการตั้งค่า แสดงดังรูปที่ จากนั้นระบุชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านเพื่อเข้าถึงข้อมูลดังรูปที่ เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว กด Publish หากกำหนดค่าถูกต้อง และ deploy สำเร็จจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ซึ่งสามารถกดเปิด หน้าเว็บได้ผ่านปุ่ม Open Browser หรือพิมพ์ URL Address for IIS บนหน้าเว็บได้



รูปที่ 3.45 การตั้งค่า Web server



รูปที่ 3.46 หน้าต่างเมื่อ deploy สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการ 41 ข้างเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

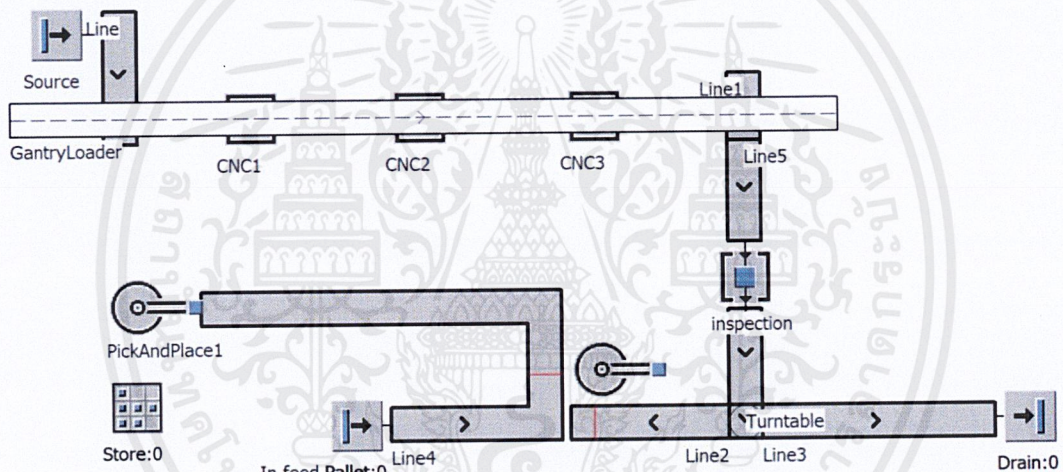
ผลการทดสอบระบบการแสดงผลที่นำเสนอ

4.1 กล่าวนำ

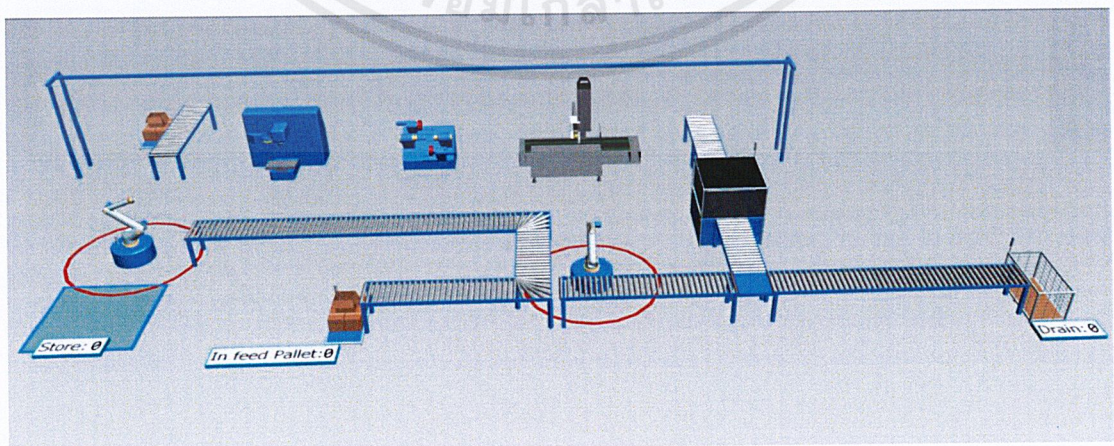
จากบทที่ 3 ได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ บทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบกระบวนการผลิตจำลอง ผลการทดสอบการแสดงผล OEE บนส่วนเอชเอ็มไอของสกาดา และเว็บเบราว์เซอร์

4.2 ผลการทดสอบกระบวนการผลิตจำลอง

กระบวนการผลิตจำลองสามารถจำลองการผลิตได้ตามที่ต้องการ และสามารถเก็บข้อมูลของเครื่องจักร รวมถึงข้อมูลการผลิต เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องซีเอ็นซี และแสดงผลบนสกาดาลงในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตจำลองแบบ 2 มิติ



รูปที่ 4.2 กระบวนการผลิตจำลองแบบ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างในรูปแบบที่ 4.3 แสดงข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีที่เก็บลงในฐานข้อมูล ได้แก่ ID คือ ลำดับที่เก็บข้อมูล, DateandTime คือ วันที่และเวลา, TotalTime คือ เวลาจำลองการทำงาน, WaitingTime คือ เวลาที่เครื่องซีเอ็นซีรอป้อนชิ้นงาน หรือนำชิ้นงานออก, WorkingTime คือ เวลาเดินเครื่องซีเอ็นซี, FailTime คือ เวลาที่เครื่องซีเอ็นซีหยุดทำงาน, EnergyConsumption คือ พลังงานที่เครื่องซีเอ็นซีใช้ หน่วย Kw/h , Entries คือ จำนวนป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องซีเอ็นซี, Exits คือ จำนวนนำชิ้นงานออกจากเครื่องซีเอ็นซี

	ID	DateandTime	TotalTime	WaitingTime	FailTime	WorkingTime	EnergyConsumption_	Entries	Exits
28	28	2019/10/01 08:27:00.0000	27:00.0000	2:09.5243	12:19.8019	11:40.2008	1.10025102108989	5	4
29	29	2019/10/01 08:28:00.0000	28:00.0000	2:09.5243	13:19.8019	11:40.2008	1.10858435442322	5	4
30	30	2019/10/01 08:29:00.0000	29:00.0000	2:09.5243	14:19.8019	11:40.2008	1.11691768775655	5	4
31	31	2019/10/01 08:30:00.0000	30:00.0000	2:09.5243	15:19.8019	11:40.2008	1.12525102108989	5	4
32	32	2019/10/01 08:31:00.0000	31:00.0000	2:09.5243	16:19.8019	11:40.2008	1.13358435442322	5	4
33	33	2019/10/01 08:32:00.0000	32:00.0000	2:09.5243	17:19.8019	11:40.2008	1.14191768775655	5	4
34	34	2019/10/01 08:33:00.0000	33:00.0000	2:09.5243	18:19.8019	11:40.2008	1.15025102108989	5	4
35	35	2019/10/01 08:34:00.0000	34:00.0000	2:09.5243	19:19.8019	11:40.2008	1.15858435442322	5	4
36	36	2019/10/01 08:35:00.0000	35:00.0000	2:09.5243	20:19.8019	11:40.2008	1.16691768775655	5	4
37	37	2019/10/01 08:36:00.0000	36:00.0000	2:09.5243	21:19.8019	11:40.2008	1.17525102108989	5	4
38	38	2019/10/01 08:37:00.0000	37:00.0000	2:09.5243	22:19.8019	11:40.2008	1.18358435442322	5	4
39	39	2019/10/01 08:38:00.0000	38:00.0000	2:09.5243	23:19.8019	11:40.2008	1.19191768775655	5	4
40	40	2019/10/01 08:39:00.0000	39:00.0000	2:09.5243	24:19.8019	11:40.2008	1.20025102108989	5	4
41	41	2019/10/01 08:40:00.0000	40:00.0000	2:09.5243	25:19.8019	11:40.2008	1.20858435442322	5	4
42	42	2019/10/01 08:41:00.0000	41:00.0000	2:09.5243	26:18.3093	11:41.6935	1.21878351198139	5	4
43	43	2019/10/01 08:42:00.0000	42:00.0000	2:09.5243	26:18.3093	12:41.6935	1.30211684531472	5	4
44	44	2019/10/01 08:43:00.0000	43:00.0000	2:09.5243	26:18.3093	13:41.6935	1.38545017864805	5	4
45	45	2019/10/01 08:44:00.0000	44:00.0000	2:09.5243	26:18.3093	14:05.4119	1.42343154193534	5	4
46	46	2019/10/01 08:45:00.0000	45:00.0000	2:37.4042	26:18.3093	14:36.9570	1.47119629016779	6	5
47	47	2019/10/01 08:46:00.0000	46:00.0000	2:37.4042	26:18.3093	15:36.9570	1.55452962350113	6	5
48	48	2019/10/01 08:47:00.0000	47:00.0000	2:37.4042	26:18.3093	16:36.9570	1.63786295683446	6	5
49	49	2019/10/01 08:48:00.0000	48:00.0000	3:05.2841	26:18.3093	17:02.2244	1.6777804946206	7	6
50	50	2019/10/01 08:49:00.0000	49:00.0000	3:05.2841	26:18.3093	18:02.2244	1.76111382795393	7	6
51	51	2019/10/01 08:50:00.0000	50:00.0000	3:05.2841	26:18.3093	19:02.2244	1.84444716128726	7	6
52	52	2019/10/01 08:51:00.0000	51:00.0000	3:05.2841	26:18.3093	20:02.2244	1.9277804946206	7	6
53	53	2019/10/01 08:52:00.0000	52:00.0000	3:29.2091	26:18.3093	20:11.3045	1.94746398530058	7	7

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีที่เก็บลงในฐานข้อมูล

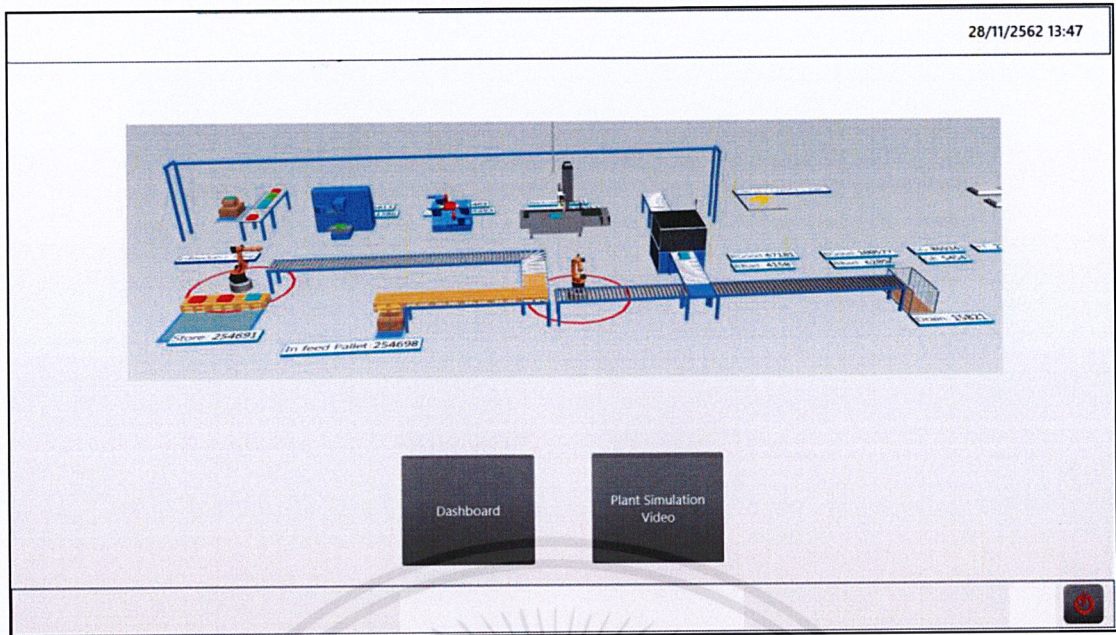
ID	DateandTime	Energy_kwh	Operational_kwh	PowerInp	Maximum
1	2019/10/01 08:00:00.0000	0	0	13.5	13.5
2	2019/10/01 08:01:00.0000	0.03183566606077	0.0132346672564	27	28
3	2019/10/01 08:02:00.0000	0.11455907835236	0.0132346672564	23.5	28
4	2019/10/01 08:03:00.0000	0.6933849797044	0.10822534536999	18	36
5	2019/10/01 08:04:00.0000	0.98422673542425	0.25771218718186	31.5	36
6	2019/10/01 08:05:00.0000	1.11918810942597	0.32815508420192	36	36
7	2019/10/01 08:06:00.0000	1.51028578128875	0.35355786197969	19	36
8	2019/10/01 08:07:00.0000	1.78986962146057	0.36624285868439	22.5	36
9	2019/10/01 08:08:00.0000	2.03113541288854	0.53055732352877	36	36
10	2019/10/01 08:09:00.0000	2.21060192279344	0.54617241065561	28	36
11	2019/10/01 08:10:00.0000	2.5649599853112	0.55020368659198	23.5	36
12	2019/10/01 08:11:00.0000	2.93268677222968	0.55677167644193	18	36
13	2019/10/01 08:12:00.0000	3.27738879002105	0.78986729582554	36	39.5
14	2019/10/01 08:13:00.0000	3.47873427924736	0.80989415598477	23.5	44
15	2019/10/01 08:14:00.0000	4.04045520981828	0.87163800059103	22.5	44
16	2019/10/01 08:15:00.0000	4.40646767596325	0.97663565880227	31.5	44
17	2019/10/01 08:16:00.0000	4.81996595230931	1.00562085229484	22.5	44

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน

4.3 ผลการทดสอบการแสดงผล OEE บนส่วนเอชเอ็มเอของสกาตา

4.3.1 หน้าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หน้าเริ่มต้น

4.3.2 หน้าแสดงผลหลัก







รูปที่ 4.6 หน้าแสดงผลหลัก

ในรูปที่ 4.4 เป็นหน้าแสดงผลหลัก ประกอบด้วยส่วนแสดงผลชิ้นงานเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิต เป้าหมายการผลิตต่อวัน ความสามารถในการผลิต ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องซีเอ็นซี 1 (ซึ่งสามารถกดเพื่อไปยังหน้าแสดงข้อมูล เครื่องซีเอ็นซี 1) ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องซีเอ็นซี 2 (ซึ่งสามารถกดเพื่อไปยังหน้าแสดงข้อมูล เครื่องซีเอ็นซี 2) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม

ของเครื่องซีเอ็นซี 3 (ซึ่งสามารถกดเพื่อไปยังหน้าแสดงข้อมูล เครื่องซีเอ็นซี 3) โดยในส่วนด้านบน มีปุ่มต่าง ๆ เรียงจากซ้ายไปขวา ดังต่อไปนี้

1. ปุ่ม Year เลือกแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรรายปี
2. ปุ่ม Month เลือกแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรรายเดือน
3. ปุ่ม Day เลือกแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรรายวัน
4. เลือกปีที่ต้องการแสดงผล
5. เลือกเดือนที่ต้องการแสดงผล
6. เลือกวันที่ต้องการแสดงผล
7. ปุ่มประมวลผลสำหรับแสดงข้อมูล

และด้านล่าง มีปุ่มต่าง ๆ เรียงจากซ้ายไปขวา ดังต่อไปนี้

8. ปุ่ม  Home กลับไปหน้าจอหลัก
9. ปุ่ม  Report หน้าแสดงผลรายงาน
10. ปุ่ม  Video เมื่อกดจะไปยังหน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง
11. ปุ่ม  Close เป็นปุ่มในการสั่งปิด Runtime ของโปรแกรม

4.3.3 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง



รูปที่ 4.7 ข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 1

ในรูปที่ 4.5 เป็นหน้าแสดงผลของเครื่องจักร ซึ่งแสดงข้อมูลต่าง ๆ ในรูปของแผนภูมิ ดังนี้ แผนภูมิมวงกลมสีเหลืองแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) แผนภูมิมวงกลมสีฟ้าแสดงค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) แผนภูมิมวงกลมสีเขียวแสดงค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และแผนภูมิมวงกลมสีส้มแสดงค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ของเครื่องซีเอ็นซี โดยในส่วนด้านบน มีปุ่มต่าง ๆ เรียงจากซ้ายไปขวา ดังต่อไปนี้

1. ปุ่ม CNC 1 เมื่อกดจะไปยังหน้าหน้าแสดงข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 1
2. ปุ่ม CNC 2 เมื่อกดจะไปยังหน้าหน้าแสดงข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 2
3. ปุ่ม CNC 3 เมื่อกดจะไปยังหน้าหน้าแสดงข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 3

ปุ่มด้านล่างถัดมา มีความหมายดังเช่นหน้าแสดงข้อมูลรวมของกระบวนการผลิต แต่มีปุ่มเพิ่มขึ้น โดยเมื่อกดจะไปยังหน้าแสดงภาพรวมของกระบวนการผลิต

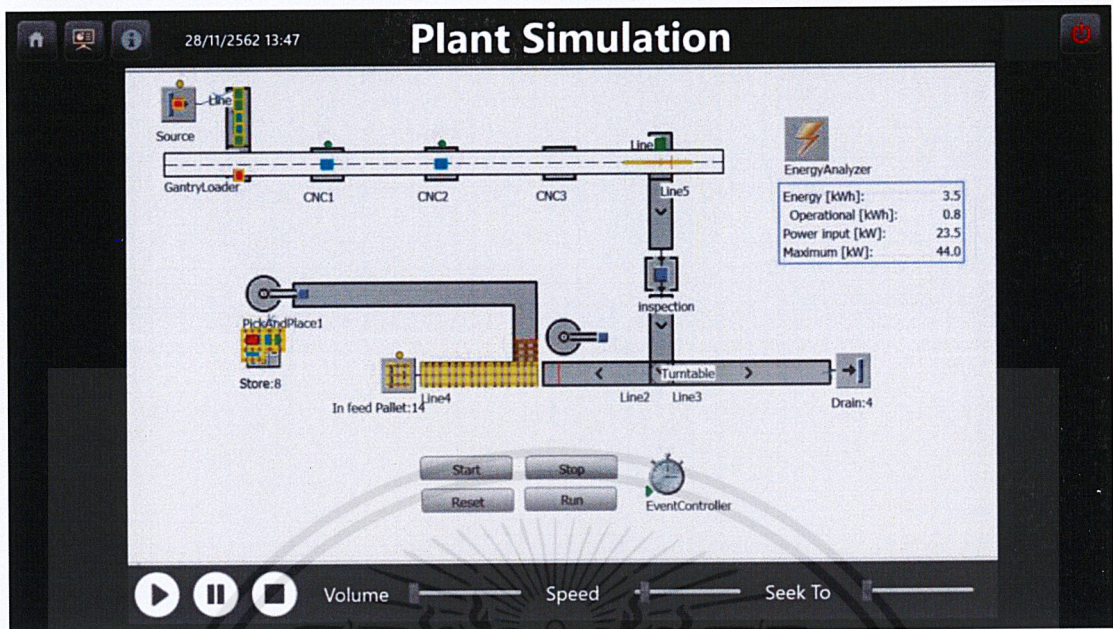


รูปที่ 4.8 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรซีเอ็นซี 2



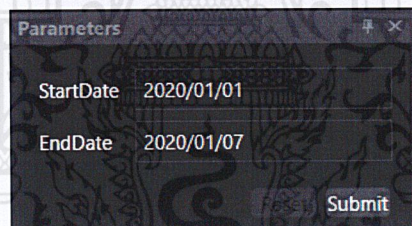
รูปที่ 4.9 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรซีเอ็นซี 3

4.3.4 หน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง



รูปที่ 4.10 หน้าแสดงวิดีโอของกระบวนการผลิตจำลอง

4.3.5 หน้าแสดงรายงาน (Report)



รูปที่ 4.11 ช่องรับอินพุตวันที่ต้องการแสดงข้อมูล

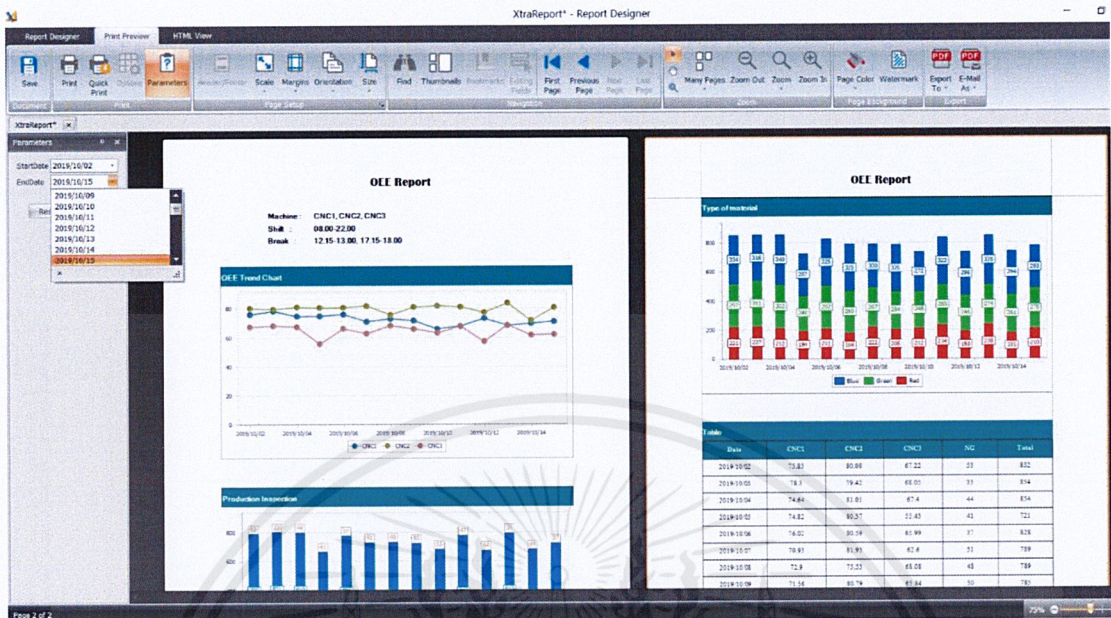
ผู้ใช้สามารถกรอกวันที่ในช่อง StartDate และ EndDate ในรูปแบบ “ปีค.ศ./เดือน/วัน” เช่น 2020/01/01 เพื่อระบุวันที่ต้องการแสดงข้อมูล

4.3.5.1 รายงานค่าประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต

ซึ่งรายงานประกอบด้วยชื่อเครื่องจักร กะการทำงาน เวลาหยุดพัก และกราฟ 3 กราฟ ได้แก่

1. กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ของเครื่องซีเอ็นซี กราฟสีฟ้าแทนเครื่องซีเอ็นซี 1, กราฟสีเขียวแทนเครื่องซีเอ็นซี 2 และกราฟสีชมพูแทนเครื่องซีเอ็นซี 3
2. กราฟแท่งแสดงจำนวนชิ้นงานดี(สีน้ำเงิน) และชิ้นงานเสีย(สีส้ม)ต่อวัน

3. กราฟแท่งแสดงจำนวนสีของชิ้นงานที่ผลิตได้ในแต่ละวัน (แดง เขียว และ น้ำเงิน) และตารางแสดงข้อมูลทั้งหมดซึ่งแสดงในรูปแบบกราฟ



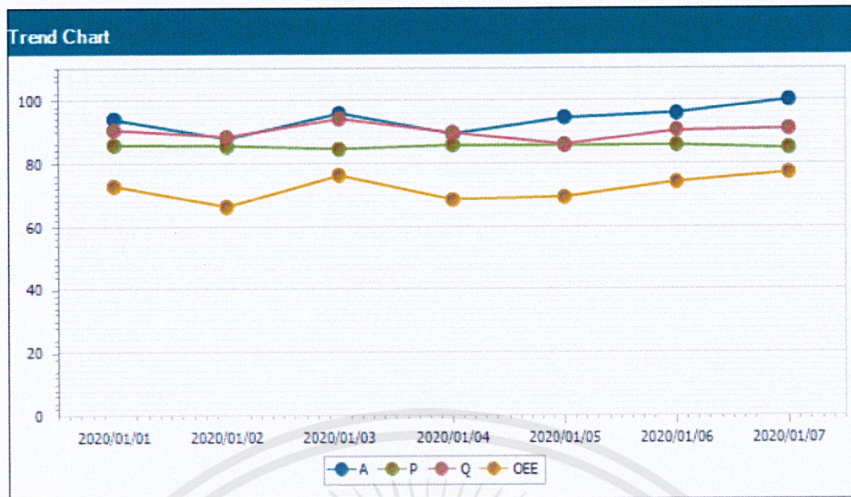
รูปที่ 4.12 รายงานของกระบวนการผลิต

จากตัวอย่างในรูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ของเครื่องซีเอ็นซี ในช่วงระหว่างวันที่ 2 ตุลาคม 2020 ถึง 15 ตุลาคม 2020 โดยจะเห็นได้ว่าบางวันค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของเครื่องซีเอ็นซี 3 (กราฟสีชมพู) ลดลงต่ำกว่าปกติอย่างมาก ซึ่งเป็นจุดที่ควรนำไปวิเคราะห์เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป และในรูปแผนภูมิรูปแท่ง จะเห็นได้ว่าบางวันไม่สามารถผลิตให้ถึงเป้าหมาย 800 ชิ้นที่วางไว้ได้

4.3.5.2 รายงานข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี

รายงานข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีแสดงข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่อง ประกอบด้วย ชื่อเครื่องจักร ภาระการทำงาน เวลาหยุดพัก และแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวม(OEE) ของเครื่องจักร ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ซึ่งแสดงในรูปแบบกราฟ และตาราง โดยกราฟสีเหลืองแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักร กราฟสีน้ำเงินแสดงค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) กราฟสีเขียวแสดงค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และกราฟสีชมพูแสดงค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ของเครื่องซีเอ็นซี

Machine : CNC1
 Shift : 08.00-22.00
 Break : 12.15-13.00, 17.15-18.00

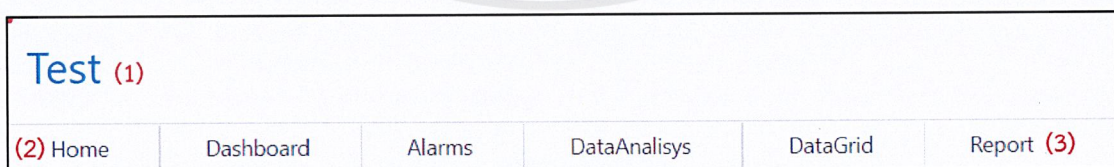


Date	%A	%P	%Q	%OEE
2020/01/01	93.76	85.69	90.53	72.73
2020/01/02	87.72	85.41	88.33	66.18
2020/01/03	95.72	84.52	94	76.05
2020/01/04	89.27	85.58	89.58	68.44
2020/01/05	94.26	85.55	85.85	69.23
2020/01/06	95.84	85.59	90.24	74.02
2020/01/07	100	84.6	90.87	76.88

รูปที่ 4.13 รายงานรายงานข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซี 1

4.4 ผลการทดสอบการแสดงผล OEE บนเว็บเบราว์เซอร์

เว็บสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ และรายงาน โดยสามารถเลือกวัน เดือน ปี ที่ต้องการแสดงผลข้อมูลได้



รูปที่ 4.14 แถบหน้าต่างบนเว็บ

- (1) ชื่องาน
- (2) ปุ่ม Home หน้าเว็บหลักแสดงหน้าจอต่าง ๆ
- (3) ปุ่ม Report หน้าเว็บแสดงรายงาน

4.4.1 หน้า Home

ประกอบด้วย หน้าเริ่มต้น หน้าแสดงผลหลัก และหน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง



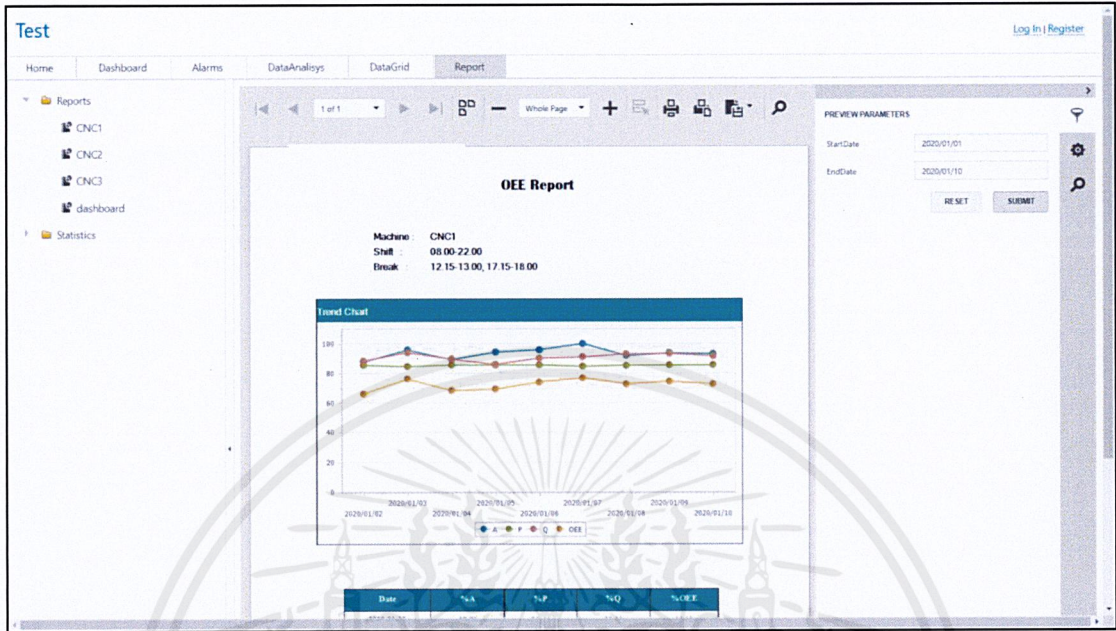
รูปที่ 4.15 หน้าแสดงผลหลัก



รูปที่ 4.16 หน้าแสดงผลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

4.4.2 หน้า Report

สามารถเรียกดูรายงาน โดยระบุวัน เดือน ปี ที่ต้องการแสดงผลได้ ประกอบด้วย รายงานค่าประสิทธิโดยรวมของกระบวนการผลิต และรายงานข้อมูลของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่อง



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างรายงานบนเว็บ

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การสรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานเพื่อแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจำลองที่สร้างขึ้นบนสกาตา โดยมีการเก็บข้อมูลของเครื่องจักร และข้อมูลการผลิตลงในฐานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร จากนั้นมีการนำข้อมูลก่อนนำไปแสดงผลบนสกาตานั้น สกาตาสามารถแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละเครื่องในกระบวนการผลิตจำลอง รวมถึงค่าพารามิเตอร์ทั้งสามที่นำมาใช้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ได้แก่ ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality) และสามารถแสดงจำนวนการผลิตชิ้นงานทั้งหมด และชิ้นงานเสียต่อวันของกระบวนการผลิตจำลอง อีกทั้งยังแสดงผลในรูปแบบของรายงาน (Report) ซึ่งสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ในแบบรายวัน โดยสามารถเลือกแสดงช่วงเวลาที่ต้องการได้ เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบดูแนวโน้มความสามารถในการผลิตของกระบวนการผลิตจำลอง เพื่อนำไปใช้วินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นภาพรวม และใช้ปรับปรุงการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถติดตามค่าดังกล่าวบนเว็บเบราว์เซอร์ได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. เนื่องจากทางบริษัทไม่เคยใช้งานโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 และโปรแกรม Movicon.NEXt มาก่อน ผู้จัดทำจึงต้องศึกษาการใช้โปรแกรมด้วยตนเอง
2. เนื่องจากผู้จัดทำไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้โปรแกรม SQLite และภาษา SQL มาก่อน จึงต้องใช้เวลาในการศึกษาการใช้โปรแกรม และภาษา SQL
3. ในโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 ใช้ Student license ในการทำงานจึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรม ซึ่งทำให้ไม่สามารถแสดงผลข้อมูลบนสกาตาแบบเรียลไทม์ได้

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาการใช้โปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 และโปรแกรม Movicon.NEXt ให้มากขึ้น
2. ศึกษาการใช้โปรแกรม SQLite และภาษา SQL

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ในโปรแกรม Tecnomatix Plant Simulation 14 หากใช้ Full license จะไม่มีข้อจำกัดการสื่อสารข้อมูล ดังนั้นจะสามารถแสดงผลข้อมูลบนสกาตาแบบเรียลไทม์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานโปรแกรมเพื่อจำลองกระบวนการผลิตต่าง ๆ ได้มากขึ้น
2. สกาตาแสดงผลค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ที่ได้ศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เครื่องจักรจริง ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตอื่น ๆ ได้

3. ในการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักรจริง ต้องตรวจสอบก่อนว่าเครื่องจักรนั้นมีความสามารถในการบอกค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการใช้คำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ได้หรือไม่



เอกสารอ้างอิง

- [1] 9engineer. ทำความรู้จักกับ SCADA. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562. จาก http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=2127
- [2] AVEVA. What is Overall Equipment Effectiveness (OEE). สืบค้นเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2562. จาก <https://sw.aveva.com/operate-and-optimise/what-is-oeo>
- [3] BECKHOFF. (2019). TC3 Database Server. สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2562. จาก <https://bit.ly/2qIWDFg>
- [4] BECKHOFF. ADS Communication. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2562. จาก <https://bit.ly/2KXIYkf>
- [5] BECKHOFF. TwinCAT 3 | eXtended Automation (XA). สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2562. จาก <http://www.beckhoff.com/TwinCAT3/>
- [6] Kittikorn Chantarasenar. (2562). Overall Equipment Efficiency: 5 Process Line. สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2562. จาก <http://tpmoeo.blogspot.com>
- [7] Mechatronic2day. (2558). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบ SCADA. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562. จาก <http://mechatronic2day.blogspot.com/2015/03/scada-1.html>
- [8] Progea. (2018). Movicon NEXt Tutorial. สืบค้นเมื่อ 29 กันยายน 2562. จาก <https://bit.ly/2QX4ABh>
- [9] Scott Ludwig. (2560). Beckhoff Driver. สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2562. จาก <https://support.progea.us/hc/en-us/articles/115003402487-Beckhoff-Driver-7-09->
- [10] SIEMENS. Tecnomatix Plant Simulation. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562. จาก <https://bit.ly/2OQdkXL>
- [11] SQLite Tutorial. What Is SQLite. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562. จาก <http://it.hu.swu.ac.th/ejournal/index.php/journal06/journal08>
- [12] Steffen Bangsow. (2558). Tecnomatix Plant Simulation: Modeling and Programming by Means of Examples. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2562. จาก www.springer.com
- [13] THAIBIZSOFTWARE. (2560). ODBC คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2562. จาก <https://bit.ly/2XTWQRX>
- [14] Thos. (2561). Simulation Software ทางเลือกฉลาด ๆ สำหรับอุตสาหกรรมยุคใหม่. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2562 จาก <https://bit.ly/2Oq6Sau>
- [15] ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ. (2559). กระบวนการผลิต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. หน้า 11 - 12
- [16] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. Smart OEE 4.0 การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2562. จาก <https://www.ftpi.or.th/>