

การประยุกต์การควบคุมด้วย PLC & Genesis Scada  
กับแบบจำลองการทำงาน Carpark  
The Applying PLC and Genesis Scada  
Control the Car Park Model



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซี & Genesis Scada  
กับแบบจำลองการทำงานที่จอดรถ  
The Applying PLC and Genesis Scada  
Control the Car Park Model



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

A large, stylized handwritten signature in blue ink is written over the text of the diploma. The signature is cursive and appears to be the name of the student or a related official.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Applying PLC and Genesis Scada  
Control the Car Park Model



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซี & Genesis Scada กับแบบจำลอง  
การทำงานที่จอดรถ  
The Applying PLC and Genesis Scada Control the Car Park  
Model

นักศึกษาผู้จัดทำ นายชนะพงศ์ เฟื่องทอง รหัสนักศึกษา 60010188  
นายณัฐธัญ ไปปะวิล รหัสนักศึกษา 60010305  
นายนรภัทร เคนทวาย รหัสนักศึกษา 60010488

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม  
ปีการศึกษา 2563

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. สุพรรณ กุลพานิชย์	
ผศ.ดร. นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซี & Genesis Scada กับแบบจำลองการทำงานที่จอดรถ		
	The Applying PLC and Genesis Scada Control the Car Park Model		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายชนะพงศ์	เพ็งทอง	รหัสนักศึกษา 60010188
	นายณัฐธัญ	ไปะวิล	รหัสนักศึกษา 60010305
	นายธนภัทร	เคนทวาย	รหัสนักศึกษา 60010488
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์ ผศ.ดร. นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์		
ปีการศึกษา	2563		

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ศึกษาการควบคุมระบบที่จอดรถแบบอัตโนมัติด้วยเครื่องควบคุม PLC และ โปรแกรม GX Work2 ร่วมกับ โปรแกรม Genesis32 Scada การหมุนโมเดลกระเช้าจอดรถใช้ DC Motor เป็นมอเตอร์หลักส่วนการตรวจสอบตำแหน่งกระเช้าจะใช้ตัวตรวจจับ Proximity Switch แสดงตำแหน่ง Home และสัญญาณของกระเช้า

การพัฒนาระบบแสดมป์เวลาของแบบจำลองที่จอดรถ อาศัยการเขียนโปรแกรมพีแอลซีร่วมกับใช้รหัสคิวอาร์ (QR Code) ในการสแกนเข้าและออกภายในกระเช้าจอดรถ เมื่อสแกนรหัสคิวอาร์แล้วส่งข้อมูลไปยัง OPC Server เพื่อจัดเก็บข้อมูล ในขณะที่เดียวกันข้อมูลชุดเดิมจะถูกส่งมายัง PLC ด้วย Modbus โปรโตคอล เพื่อนำมาประมวลผลและควบคุมมอเตอร์หลักของการหมุนกระเช้าที่วางลงมาตำแหน่งล่างสุดและทำการแสดมป์เวลาเข้า ในทางกลับกันถ้าต้องการนำกระเช้าออกจากที่จอดรถสแกนคิวอาร์โค้ดอีกครั้ง กระเช้าที่มีการสแกนเข้าใช้งานลงมาที่ตำแหน่งล่างสุดเพื่อนำรถออกและแสดมป์เวลาออก ทำงานร่วมกับโปรแกรม Genesis32 Scada เพื่อทำการแสดงผลแบบหน้าจอกราฟฟิก จัดเก็บข้อมูล และ แสดงในรูปแบบรายงาน

<b>Thesis Title</b>	The Applying PLC and Genesis Scada Control the Car Park Model	
<b>Authors</b>	Chanaphong	Pengthong
	Natthan	Paipawin
	Nathapat	Kentawai
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Suphan	Kulphanit
	Asst. Prof. Dr. Narin	Tammarugwattana
<b>Year</b>	2563	

### Abstract

This research built on the study of the automated parking system control by PLC, the GX Work2 and Genesis 32 Scada. Rotating of the car park model uses a DC motor as the main motor. The main motor sends a test of the position. The Proximity Switch detectors are used to display the Home location and the signal of the car park.

The developed to have a system of time stamps for usage of parking models based on PLC programming together with QR Code scanning in and out of the car park model. It is also in a ready-to-use position when scanning the QR code and sending the data to OPC Server to store the data. At the same time, the same data is transmitted to the PLC via with the Modbus protocol to process and control the main motor, then operate to move the empty car park down to the bottom and make a time stamp. On the other hand, if wanting to exit, needs to scan the QR Code again, it will bring the scanned cable car access down to the bottom position to remove the car and stop to time stamp. It also works with the Genesis 32 Scada to display screen, graphics, store data and reports.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซี & Genesis Scada กับแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถ (The Applying PLC and Genesis Scada Control the Car Park Model) สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอุปถัมภ์จากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะทาง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ และ ผศ.ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์ วัฒนธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ให้ข้อคิดในการแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม ที่ให้คำปรึกษา

และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวเป็นอย่างสูงสำหรับความรัก กำลังใจ คำปรึกษา และการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ที่มอบให้ได้อย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นแรงผลักดัน ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จ และผ่านลุล่วงมาได้อย่างสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	3
2.1 หลักการควบคุมแบบจำลองที่จอตรด.....	3
2.2 ส่วนประกอบของชุดโมดูลแบบจำลองที่จอตรด.....	3
2.3 Programmable Logic Controller (พีแอลซี).....	4
2.3.1 พีแอลซี Mitsubishi FX2n-128MT.....	4
2.3.2 โครงสร้างของพีแอลซี.....	7
2.3.2.1 หน่วยความจำ (Memory).....	8
2.3.2.2 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit).....	8

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ชุดทดลองพีแอลซี Mitsubishi FX2N-128MT.....	9
2.3.4 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมพีแอลซี .....	9
2.3.4.1 Function Block Diagram (FBD).....	10
2.3.4.2 Ladder Diagram .....	10
2.3.4.3 Sequential Flow Chart (SFC).....	11
2.3.4.4 Instruction list (IL) .....	11
2.3.4.5 Structure Text Language .....	12
2.4 GX-Works2 .....	12
2.4.1 คุณสมบัติของ Gx Works 2.....	13
2.4.1.1 ประเภทโปรเจกของ GX Works2.....	13
2.4.1.2 การแบ่งปัน POU ที่ลงทะเบียนเป็น Libraries .....	14
2.4.1.3 ความหลากหลายของภาษาโปรแกรม .....	14
2.4.1.4 คุณสมบัติอื่นๆ ของ GX Works .....	15
2.5 OLE for Process Control (OPC).....	16
2.5.1 KEPServerEX6 .....	16
2.6 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).....	16
2.6.1 Genesis32.....	17
2.7 SQL Server Management Studio (SSMS).....	17
2.8 USB.....	18
2.9 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 , RS232C/RS422 อินเทอร์เน็ต.....	18
2.9.1 RS-232C .....	19
2.10 QR Code.....	20

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	21
3.1 กล่าวนำ.....	21
3.2 โครงสร้างโดยภาพรวมของระบบควบคุม .....	21
3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุม.....	22
3.3.1 ส่วนที่ใช้ในการควบคุมกระเช้าทั้งหมด .....	22
3.3.1.1 โปรแกรมการทำงานของกระเช้าจอตลอด .....	22
3.3.2 ส่วนของการจัดการข้อมูลทั้งหมด.....	24
3.3.2.1 โปรแกรมตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอตลอด.....	24
3.3.2.2 โปรแกรมแสดงสถิติและการคำนวณการเข้าจอตลอดยนต์.....	25
3.4 ออกแบบแลตเตอร์ไดอะแกรม .....	26
3.4.1 กำหนดเงื่อนไขของการทำงาน .....	26
3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ .....	27
3.5.1 การเชื่อมต่อสัญญาณคอมพิวเตอร์ กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series .....	27
3.5.2 การเชื่อมพีแอลซี MITSUBISHI FX Series กับ ชุดโมเดลแบบจำลองที่จอตลอด .....	27
3.6 การเขียนโปรแกรมควบคุม.....	28
3.6.1 เขียนพีแอลซี ด้วยโปรแกรม GX Work2.....	28
3.6.2 ติดตั้งโปรแกรม GX Work2.....	29
3.6.3 การจัดทำระบบสแกนคิวอาร์โค้ดในการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอตลอด ..31	
3.6.3.1 โครงสร้างระบบสแกนคิวอาร์โค้ด.....	31
3.6.3.2 การใช้งาน Scan-IT to office.....	31
3.6.3.3 การเชื่อมต่อ Microsoft Excel กับ KEPServerEX V6.....	33

3.6.3.4 การเชื่อมต่อ KEPServerEX V6 กับ GX Work2 .....	34
3.7 การจัดทำระบบสกาตาสำหรับแสดงการทำงานควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ36	
3.7.1 การสร้างระบบกราฟฟิก.....	36
3.7.2 การเก็บข้อมูลผ่าน Microsoft SQL Server 2014 Management Studio ..37	
3.7.3 การดึงข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel.....	39
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>	<b>41</b>
4.1 กล่าวนำ.....	41
4.2 ผลการทดสอบ .....	41
4.2.1 ผลการทำงานของกระเช้าจอดรถ .....	41
4.2.2 ตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอดรถ .....	44
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>48</b>
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	48
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	48
5.3 อุปสรรคและปัญหา .....	49
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>50</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติเฉพาะของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n .....	5
2.2 คุณสมบัติเฉพาะของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n (ต่อ) .....	6
2.3 คุณสมบัติเฉพาะของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n (ต่อ) .....	7
2.4 จำนวนอินพุต-เอาต์พุตของ Mitsubishi FX2n.....	9
3.1 ตารางแสดงอินพุต เอาต์พุต .....	26
4.1 การทำงานเป็นลำดับโดยสังเขปที่ต้องการมายังตำแหน่งจอตลอด .....	44



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของแบบจำลองที่จอดรถ .....	3
2.2 พีแอลซี FX2n ของบริษัท Mitsubishi .....	4
2.3 โครงสร้างของพีแอลซี.....	7
2.4 โครงสร้าง Mitsubishi FX2n.....	8
2.5 ชุดทดลอง พีแอลซี Mitsubishi FX2N-128MT .....	9
2.6 ภาษา Function Block Diagram (FBD).....	10
2.7 ภาษา Ladder Diagram.....	10
2.8 ภาษา Sequential Flow Chart (SFC) .....	11
2.9 ภาษา Instruction List.....	11
2.10 ภาษา Structure Text .....	12
2.11 Icon Program GX Works2 .....	12
2.12 พัฒนาการของ GX Works2.....	13
2.13 การสร้างแบบ Simple Project.....	13
2.14 การสร้างแบบ Structured Project .....	14
2.15 ลงทะเบียน Libraries.....	14
2.16 ภาษาต่างๆใน GX Works2 .....	15
2.17 ตัวอย่างการเปลี่ยน Screen Layout .....	15
2.18 OPC Server .....	16
2.19 KEPServerEX .....	16
2.20 Scada.....	17
2.21 Icon Genesis32.....	17
2.22 ตัวอย่างโปรแกรม SQL Server Management Studio (SSMS).....	18

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23 USB Port ตัวผู้และตัวเมีย.....	18
2.24 สาย RS232/485 .....	19
2.25 ตัวอย่างสาย RS-232C .....	19
2.26 ตัวอย่างคิวอาร์โค้ด.....	20
3.1 โครงสร้างโดยภาพรวมของระบบควบคุม .....	21
3.2 Flow chart ขั้นตอนการทำงานของกระเช้าจอดรถ .....	23
3.3 Flow chart ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอดรถ.....	24
3.4 Flow chart โปรแกรมแสดงสถิติและการคำนวณการเข้าจอดรถยนต์ .....	25
3.5 การเชื่อมต่อหน้าคอมพิวเตอร์ กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series .....	27
3.6 หน้า Device Manager เชื่อมต่อสาย SC 09 เข้ากับ USB PORT (COM5) ของคอมพิวเตอร์ .	27
3.7 เชื่อมพีแอลซี MITSUBISHI FX Series กับ ชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ .....	28
3.8 หน้าตั้งค่าซีพียูในโปรแกรม GX Work2.....	29
3.9 โปรแกรมควบคุมบางส่วน.....	29
3.10 เช็การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และพีแอลซี .....	30
3.11 ติดตั้งโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ลงพีแอลซี.....	30
3.12 Monitor Mode .....	31
3.13 Monitor (Write Mode).....	31
3.14 โครงสร้างระบบสแกนคิวอาร์โค้ด .....	31
3.15 การติดตั้ง แอป Scan-IT to Office .....	32
3.16 การสแกนคิวอาร์โค้ดไปยัง Microsoft Excel .....	32

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17 กำหนดการเชื่อมต่อฟังก์ชัน DDE.....	33
3.18 Tagระบุแถวและคอลัมน์จากเวิร์กชีต Excel.....	33
3.19 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง KEPServerEX V6 กับ ฮาร์ดแวร์.....	34
3.20 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง KEPServerEX V6 กับ GX Work2.....	34
3.21 ตัวอย่าง tag ของโปรแกรม GX work2.....	35
3.22 ตัวอย่าง Link Tag.....	35
3.23 ตัวอย่าง GraphWorX32.....	36
3.24 ติดต่อ OPC tag โดย GraphWorX32.....	37
3.25 การกำหนดค่า Data Logger ผ่าน KEPServerEX V6.....	37
3.26 เลือกข้อมูลที่จะบันทึก.....	38
3.27 หน้าต่างแสดงค่าที่ถูกส่งเข้ามาใน tag ที่กำหนดไว้.....	38
3.28 ชนิดของฐานข้อมูลของชุดข้อมูลที่ต้องการดึงค่าผ่านโปรแกรม Microsoft Excel.....	39
3.29 การเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการดึงข้อมูลของตารางที่ต้องการแสดง.....	39
3.30 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงข้อมูลที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel.....	40
4.1 บัตรสแกนคิวอาร์โค้ดที่ใช้ในการเลือกชั้นจอดรถ.....	42
4.2 โปรแกรมควบคุม Car Park หน้า Interface.....	44
4.3 แสดง Ladder ส่วนหนึ่งของโปรแกรมควบคุม.....	45
4.4 แสดงโปรแกรมส่วนของการทำงานของมอเตอร์.....	46
4.5 แสดงโปรแกรมส่วนของแสดงค่าตำแหน่งของกระเช้า.....	46
4.6 แสดงโปรแกรมเพื่อเรียกเลื่อนกระเช้าที่ 1 มาตำแหน่งล่างสุด.....	47
4.7 แสดงข้อมูลที่จะนำมาคำนวณค่าจอดรถผ่านโปรแกรม Microsoft Excel.....	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันการใช้ชีวิตของคนส่วนใหญ่เริ่มเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคการใช้ชีวิต แบบสังคมเมืองมากขึ้น คนจากภูมิภาคต่างๆ พยายามจะมาสร้างความมั่งคั่งและหาความสะดวกสบายในตัวเมืองกันมากขึ้น ซึ่งเมื่อเกิดการอพยพเข้ามาใช้ชีวิตในเมืองมากขึ้น ปัญหาการจัดสรรพื้นที่อยู่อาศัยจึงเกิดขึ้น โดยการแก้ปัญหาความหนาแน่น ของประชากรและการจัดสรรพื้นที่อยู่อาศัยถือเป็นเรื่องที่ต้องแก้ไข โดยส่วนมากแต่ละครอบครัวจะมียานพาหนะเป็นของตนเองอย่างน้อยคร้วเรือนละ 1 คัน ซึ่งพื้นที่อาจไม่สามารถรองรับได้เพียงพอเพราะเหตุเช่นนี้ จึงเป็นที่มาของการดำเนินโครงการขึ้นนี้ขึ้นมา

โดยการใช้พื้นที่แนวตั้งมาแก้ปัญหาแต่เดิมเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติโดยใช้ โปรแกรม GXwork2 ซึ่งเราได้นำมาพัฒนาโดยอาศัยการเขียนโปรแกรมพีแอลซี และใช้ QR Code ในการสแกนเข้าและออกการใช้งาน โดยให้กระเช้าที่ว่างของ ที่จอดรถ Model อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมใช้งาน เมื่อสแกน QR Code ในการเข้าใช้งานและทำการส่งข้อมูลไปที่ OPC Server จากนั้นทำการแสดงผลแบบหน้าจอกกราฟิกและจัดเก็บข้อมูลรายงานผ่านโปรแกรม Genesis32 SCADA

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาการทำงานและการเขียนคำสั่งบนพีแอลซี ด้วย Ladder Diagram
2. ศึกษาการออกแบบและใช้งานโปรแกรม Genesis SCADA
3. ศึกษาการประยุกต์การใช้งานชุดอ่าน QR Code กับการควบคุมระบบจอดรถอัตโนมัติด้วยเครื่องควบคุมพีแอลซี

### 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมให้กับพีแอลซีและการอ่าน QR Code เพื่อ Stamp เวลาเข้าและออกของรถคันที่ต้องการเก็บข้อมูลได้
2. สามารถนำค่าที่ทำการ Stamp มาประมวลผลและทำการแสดงผลบน Genesis SCADA ได้
3. สามารถสร้างกราฟิกและฐานข้อมูลเพื่อแสดงพร้อมจัดเก็บข้อมูลขณะควบคุมทำงานแบบจำลองโดยมีการแสดง Alarm และ Report สถานะของแบบจำลองได้

#### 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมที่จัดทรงแบบจำลอง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และหลักการ  
ทำงานของอุปกรณ์
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรม GXWork2 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับ พีแอลซี Mitsubishi ทั้ง  
ภาษาLadder Diagram และ Structure Text
3. ศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่าง พีแอลซี กับ Genesis SCADA
4. ศึกษาการใช้งาน OPC Server

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การใช้งาน Hardware พีแอลซี พีแอลซี FX2n ของบริษัท Mitsubishi และ การเขียน  
Software ให้กับ พีแอลซี ผ่านโปรแกรม GXwork2
2. การใช้งาน Hardware และ Software ของ QR Code Reader
3. การประยุกต์ร่วมกันระหว่าง พีแอลซี & DC Motor และ พีแอลซี QR Code
4. การติดต่อระหว่าง Hardware กับ OPC Server ด้วยซอฟต์แวร์ KEPServerEX
5. การแสดงผล, การทำ Database, การทำ Alarm, และการทำ Report ด้วยซอฟต์แวร์  
Genesis SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

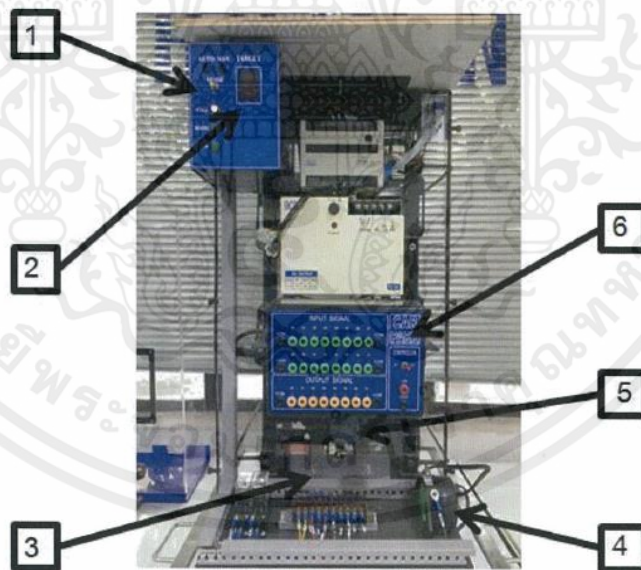
## บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถ

ในการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถนั้น ขั้นแรกเมื่อแสกน QR Code พีแอลซี Mitsubishi fx2n จะรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft excel ผ่าน OPC Server โดยจะส่งข้อมูลมาในรูปแบบข้อมูลระดับบิต เพื่อใช้ในโปรแกรมควบคุมแบบและกำหนดเงื่อนไขการทำงานของแบบจำลองที่จอดรถที่เขียนโปรแกรมผ่านคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม GX work2 เมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะส่งสัญญาณไปที่โมเดลแบบจำลองที่จอดรถ เพื่อทำการขับเคลื่อนแบบจำลองที่จอดรถ เมื่อทำงานเสร็จตามโปรแกรมแล้ว จะมีการบันทึกเวลาในการเข้าใช้งานชั้นนั้น ๆ เพื่อทำไปคำนวณเวลาการใช้งานต่อไป

### 2.2 ส่วนประกอบของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของแบบจำลองที่จอดรถ

1. สวิตช์ควบคุมการทำงานที่ต่อร่วมกับคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วย  
AUTO,MAN,HOME,CALL,RUN
2. 7-segment แสดงตำแหน่งเป้าหมายหรือตำแหน่งขณะมอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

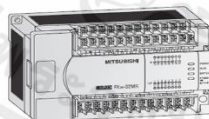
3. เซ็นเซอร์ระบุตำแหน่งขณะที่กระแสเคลื่อนที่
4. บัสเซอร์ไว้แสดงสถานะกระแสเข้าถึงเป้าหมาย
5. มอเตอร์กระแสตรงขับเคลื่อน
6. เทอร์มินอลเพื่อต่อร่วมกับชุดควบคุมภายนอก

## 2.3 Programmable Logic คอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี)

พีแอลซี หรือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control : พีแอลซี) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบการทำงานต่างๆ ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ พีแอลซี จะมีส่วนที่เป็นอินพุตที่ต่อเข้ากับตัวตรวจหรือสวิทช์ต่างๆ และเอาต์พุตจะต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้ทันที การควบคุมการทำงานสามารถทำได้โดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน พีแอลซี โดยมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเครื่อง พีแอลซี สามารถควบคุมการทำงานของระบบให้มีความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงจะเห็นได้ว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เปลี่ยนมาใช้ พีแอลซี มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง พีแอลซี จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ พีแอลซี หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีความมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 2.3.1 พีแอลซี Mitsubishi FX2n-128MT

ในงานวิจัยนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้งาน พีแอลซี Mitsubishi FX2n-128MT



**Base Units FX2N**  
The FX2N series base units are available with 16, 32, 48, 64, 80 or 128 input/output points.  
It is possible to choose between relay and transistor output type.  
Triac output types for 110 V AC for sink/source are also available.  
Note: Additional special versions are available on request.

**Special Features:**

- Exchangeable interface modules for direct mounting into a base unit
- Standard programming unit interface
- LEDs for indicating the input and output status
- Detachable terminal blocks (except for 16 I/O base units)
- Slot for memory cassettes for up to 16 k steps PLC program
- Integrated real-time clock

รูปที่ 2.2 พีแอลซี FX2n ของบริษัท Mitsubishi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคุณสมบัติของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n-128MT มีคุณสมบัติดังนี้

# Specifications

## Environmental Specifications

Ambient Temperature	0-55C (in operation) -20 - +70C (in storage)	
Ambient Humidity	35-85%RH, no condensation (in operation)	
Vibration Resistance	Conforms to JIS C0911. 10-55Hz 0.5mm (0.02 in.) (Max. 2G) 2 hours in each of 3 axis directions (0.5G on DIN rail)	
Shock Resistance	Conforms to JIS C0912 (10G 3 times in 3 directions)	
Noise Durability	By noise simulator of 1000 Vpp noise voltage, 1μs noise width at 30-100Hz	
Dielectric Withstand Voltage	1500V AC for 1 minute.	Between all terminals and ground.
Insulation Resistance	5MΩ or larger by 500V DC insulation resistance tester.	
Ground	Class 3 ground. (100Ω or less)	
Operating Ambience	Must be free from corrosive gases. Dust should be minimal.	

## Power Specifications

Model	Item	Supply Voltage	Power Break Reset	Power Supply Fuse	Sensor Service Supply
AC Power Supply (basic unit)	FX <sub>2n</sub> -16M	100V to 240V +10% - 15% AC 50/60Hz	Continues operations for momentary power interruptions of 10ms max. (100ms max. when supply voltage is 200V).	250V 3A	24V DC 250mA max.
	FX <sub>2n</sub> -32M			250V 5A	24V DC 460mA max.
	FX <sub>2n</sub> -48M				
	FX <sub>2n</sub> -64M				
	FX <sub>2n</sub> -80M			250V 3A	24V DC 250mA max.
FX <sub>2n</sub> -128M					
AC Power Supply (extension unit)	FX <sub>2n</sub> -32E	250V 5A	24V DC 460mA max.		
	FX <sub>2n</sub> -48E				

## Additional Blocks and 24V DC Service Supply

Additional special function blocks obtain their power from the main unit or the extension unit. The capacity of the 24V DC sensor service supply from the main or extension unit is as shown in the tables on the right.

### AC power supply, DC input type

#### FX<sub>2n</sub>-16M-32M FX<sub>2n</sub>-32E

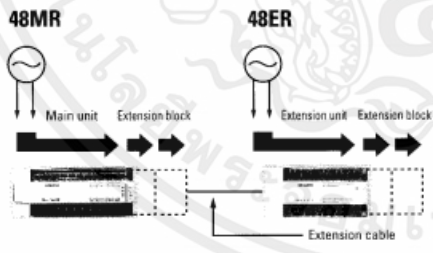
Eg. If 8 inputs and 8 outputs are added, the DC service current is 125mA max.

Number of addition outputs	24	25					
	16	100	50	0			
	8	175	125	75	25		
	0	250	200	150	100	50	
			0	8	16	24	32
		Number of additional inputs					

#### FX<sub>2n</sub>-48M-128M FX<sub>2n</sub>-48E

Eg. If 16 inputs and 16 outputs are added, the DC service current is 210mA max.

Number of addition outputs	48	10									
	40	85	35								
	32	160	110	60	10						
	24	235	185	135	85	35					
	16	310	260	210	160	110	60	10			
	8	385	335	285	235	185	135	85	35		
	0	460	410	360	310	260	210	160	110	60	
			0	8	16	24	32	40	48	56	64
			Number of additional inputs								



5V DC for Special Blocks	
FX <sub>2n</sub> -□□M	290mA
FX <sub>2n</sub> -□□E	690mA

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติเฉพาะของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Input Specifications

Item	DC input	
Model	X0-X7	X10-
Input Signal Voltage	DC24V±10%	
Input Signal Current	7mA	5mA
Input ON Current	4.5mA min.	3.5mA min.
Input OFF Current	1.5mA max.	1.5mA max.
Input Response Time	Approx. 10ms (inputs X0 to X17 can be adjusted by program instruction to give a 50µs-60ms response).	
Circuit Isolation	Photocoupler	
Input Operation Indicator	LED lights up when input is ON	
Circuit Configuration		

## Output Specifications

Item	Relay Output	Transistor Output
Maximum Load		
Load Voltage	250V AC/30V DC max. (surge diode required)	DC5V-30V
Resistive Load	2A/pt. 8A/4 pts. common 8A/8 pts. common	0.5A/pt. 0.8A/4pts
Inductive Load	80VA	12W/DC24V
Lamp Load	100W	1.5W/DC24V
Leakage Current	-	0.1mA max.
Response Time	Approx. 10ms	ON: 0.2ms max. OFF: 0.2ms max. Y0, Y1 ON: 0.03ms OFF: 0.03ms
Circuit Isolation	Mechanical	Photocoupler
Output Operation Indicator	LED lights up when voltage flows through relay coil	LED lights up when photocoupler operates
Circuit Configuration		

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเฉพาะของ ซีแอลซี Mitsubishi FX2n (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Performance Specifications and Dimensions

## Performance Specifications

Operation control method		Cyclic operation by stored program, performed by dedicated LSI		
I/O refresh method		Batch processing when END instruction is executed. I/O refresh instructions available.		
Operation processing time	Basic instruction	0.08µs per instruction		
	Applied instruction	1.52 µs - several 100µs per instruction		
Programming language		Relay symbolic language + Step ladder. SFC expression possible.		
Program capacity and memory type		Built-in 8K-step RAM, 16K-step max. RAM, EPROM, EEPROM memory cassettes can be installed.		
Number of instructions	Basic, step ladder	Basic (sequence): 27; step ladder: 2		
	Applied	125		
Input relay		184 points X0-X267	Total 256 points	
Output relay		184 points Y0-Y267		
Auxiliary relay	General use	500 points M0-M499	Total 3072 points	
	Latch*	2572 points M500-M3071 (Note)		
	Special purpose	256 points M9000-M8256		
State	General use	490 points S10-S499	Total 1000 points	
	Latch*	400 points S500-S999		
	Annunciator	100 points S900-S999		
Timer	100ms	200 points T0-T199	Total 256 points	
	10ms	46 points T200-T245		
	1ms retentive	4 points T246-T249		
	100ms retentive	6 points T250-T255		
	Real time clock	1 point (Year, Month, Date, Day, Hour, Minute, Seconds Valid 1980 to 2079)		
Counter	Up counter	General use	100 points (16-bit) C0-C99	Total 256 points
		Latch*	100 points (16-bit) C100-C199	
	Up-down counter	General use	20 points (32-bit) C200-C219	
		Latch*	15 points (32-bit) C220-C234	
	High-speed counter	1-phase: 60kHz - 2 points 10KHz - 4 points 2-phase: 30kHz - 1 point 5Hz - 1 point		
Data register	General-purpose data register	General use	200 points (16-bit) D0-D199	Total 8000 points
		Latch*	7800 points (16-bit) D200-D7999 (Note)	
	Special register	256 points (16-bit) D8000-D8255		
	Index	16 points (16-bit) V0-V7, Z0-Z7		
Pointer	File register 16-bit	File registers can be set in 500-register units from general-purpose register D1000 and above.		
	For JUMP/CALL	128 points P0-P127		
Number Ranges	Nesting	15 points I000 - I050, I600 - I650, I010 - I060		
	Decimal (K)	8 points N0-N7		
Number Ranges	Decimal (K)	16 bits: -32,768 - +32,767; 32 bits: -2,147,483,648 - +2,147,483,647		
	Headecimal (H)	16 bits: 0-FFFF(H); 32 bits: 0-FFFFFFFF(H)		
	Floating point	32bits: 0, ±1.175X 10 <sup>30</sup> to ±3.403 X 10 <sup>38</sup>		

Battery backup

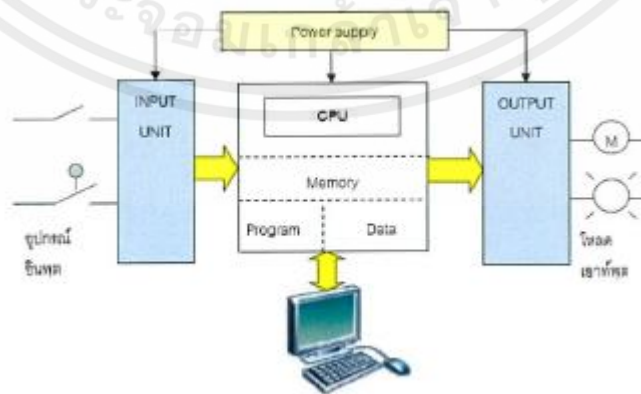
\*: Parameters for scope of battery backup adjustable. Note: Fixed battery backup for M1024-M3071, D512-D7999.

21

### ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติเฉพาะของ พีแอลซี Mitsubishi FX2n (ต่อ)

#### 2.3.2 โครงสร้างของพีแอลซี

โครงสร้างของพีแอลซี ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้

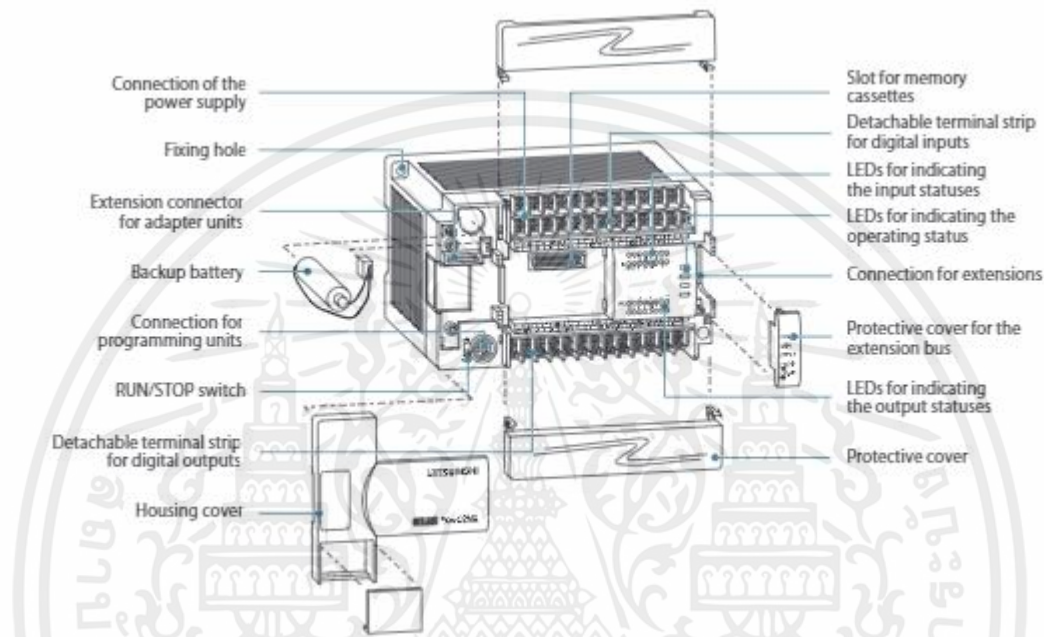


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.1 หน่วยประมวลผล (CPU: Center Processing Unit)

หน่วยประมวลผลหรือ ซีพียู ทำหน้าที่ในการประมวลผลชุดคำสั่ง หรือ โปรแกรมตามที่ได้รับมา ผลของการประมวลผลจะถูกส่งออกไปยังส่วนต่างๆ ตามที่โปรแกรมที่ได้รับ เวลาในการประมวลผลจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น จำนวนข้อมูลของโปรแกรมที่ต้อง ประมวลผล โปรแกรมในหารทำงานของซีพียู และลำดับของการใช้งานของโปรแกรม



รูปที่ 2.4 โครงสร้าง Mitsubishi FX2n

### 2.3.2.1 หน่วยความจำ (Memory)

หน้าที่ของหน่วยความจำ คือ การบันทึกโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ โดย หน่วยความจำของพีแอลซี ประกอบไปด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิด คือ ROM และ RAM โดยที่ ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ ส่วน RAM ทำหน้าที่ เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ พีแอลซี RAM ย่อมาจาก Random Access Memory

### 2.3.2.2 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

1. หน่วยอินพุตของพีแอลซี ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่รับเข้ามาจากภายนอก ให้มีความเหมาะสมก่อนส่งไปยังหน่วยประมวลผลเพื่อทำหน้าที่ประมวลผลต่อไป
2. หน่วยเอาต์พุตของพีแอลซี ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณที่ผ่านการประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรมแล้วออกไปยังโหลดที่นำมาต่อรวม

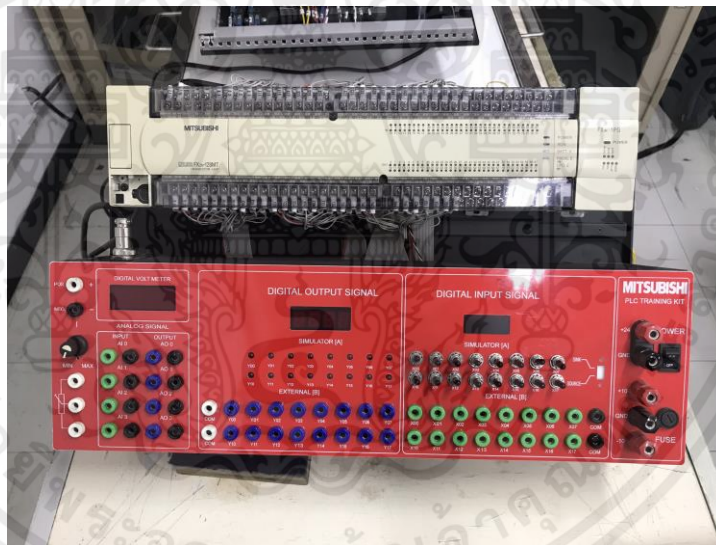
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Configuration		FX2N -32MR-ES	FX2N -16EYR	FX0N -32NT/DP	FX2N -32ER-ES	FX0N -4DA	Total
Number	Inputs X	16	—	—	16	—	32
	Outputs Y	16	16	—	16	—	48
	Special function modules	—	—	8	—	8	16
Adresses	Inputs X	0 – 17	—	—	20 – 37	—	
	Outputs Y	0 – 17	20 – 37	—	40 – 57	—	
	Special function modules			No. 0		No. 1	
							Σ 96

ตารางที่ 2.4 จำนวนอินพุต-เอาต์พุตของ Mitsubishi FX2n

### 2.3.3 ชุดทดลองพีแอลซี Mitsubishi FX2N-128MT

ชุดทดลอง พีแอลซี Mitsubishi ชุดนี้ออกแบบมาเพื่อเรียนรู้การเขียนโปรแกรม พีแอลซี ติดตั้ง ปุ่มกด และหลอดไฟ เพื่อทดลองการทำงานได้แบบง่าย



รูปที่ 2.5 ชุดทดลอง พีแอลซี Mitsubishi FX2N-128MT

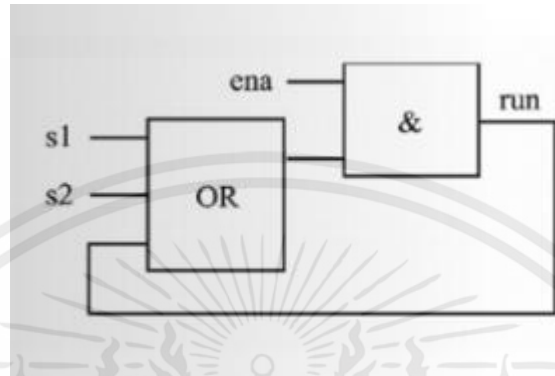
### 2.3.4 ภาษาที่ใช้ในเขียนโปรแกรมพีแอลซี

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของพีแอลซี ตามมาตรฐานของ IEC 61131-3 แบ่งภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมออกเป็น 5 ภาษา คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4.1 Function Block Diagram (FBD)

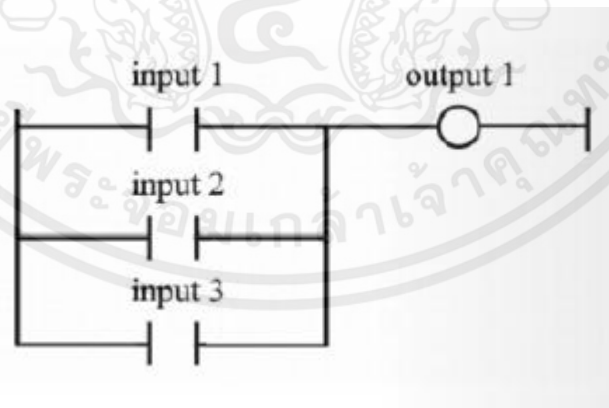
เป็นภาษาที่ฟังก์ชันการทำงานอยู่ในรูปแบบของการฟิสิกเช่นเดียวกันเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม



รูปที่ 2.6 ภาษา Function Block Diagram (FBD)

### 2.3.4.2 Ladder Diagram

เป็นภาษาที่เขียนในรูปแบบกราฟฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลตเตอไดอะแกรมจะประกอบด้วย ราง (Rail) เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต

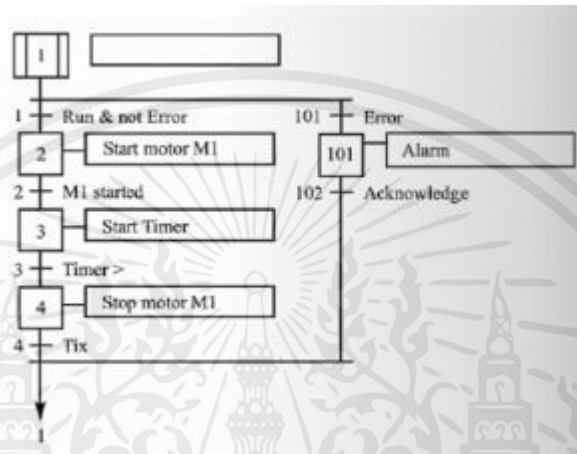


รูปที่ 2.7 ภาษา Ladder Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4.3 Sequential Flow Chart (SFC)

เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงานได้



รูปที่ 2.8 ภาษา Sequential Flow Chart (SFC)

### 2.3.4.4 Instruction list (IL)

เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความและมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

Label	LD	a1	(* result :=a1 *)
	ADD	a2	(* delayed ADD, result :=a2 *)
	MUL	a3	(* delayed MUL, result :=a3 *)
	SUB	a4	(* result :=a3-a4 *)
	)		(* execute delayed MUL, *)
			(* result :=a1+(a2*(a3-a4) *a5) *)
	ADD	a6	(* a1+(a2*(a3-a4)*a5)+a6 *)
	ST	res	(* store current result in res *)

รูปที่ 2.9 ภาษา Instruction List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4.5 Structure Text Language

เป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วย นิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น และมีคำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR , WHILE เป็นต้น

```
D := B*B -4*A*C;
IF D <0.0 THEN Nroots :=0 ;
ELSIF D= 0.0 THEN
  Nroot:=1 ;
  X1 := -B/(2.0*A) ;
ELSE Nroots :=2;
  X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
  X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
```

รูปที่ 2.10 ภาษา Structure Text

## 2.4 GX-Works2

GX Works2 เป็นซอฟต์แวร์ใหม่ที่รวมทุกความสามารถสำหรับการใช้งาน พีแอลซี ไว้ในที่เดียว ซึ่งมีการใช้งานแบบ GX Developer โดยผู้ที่เคยใช้ GX Developer แบบเดิมสามารถใช้งานแบบ Simple Project ได้และยังมี GX Developer แบบเดิมมาให้เลือกใช้ใน GX Works2



รูปที่ 2.11 Icon Program GX Works2

GX Works2 เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้มาตรฐาน IEC-1131-3 Compliant เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม พีแอลซี Mitsubishi โดยรุ่น พีแอลซี ที่สามารถใช้โปรแกรม GX Works2 ได้มีดังนี้

- MELSEC-Q series; Basic model QCPU (Q00J, Q00,Q01)
- MELSEC-Q series; High Performance model QCPU (Q02, Q02H, Q06H, Q12H, Q25H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MELSEC-Q series; Universal model QCPU (Q00UJ, Q00U, Q01U, Q02U, Q03UD, Q03UDE, Q04UDH, Q04UDEH, Q06UDH, Q06UDEH, Q10UDH, Q10UDEH, Q13UDH, Q13UDEH, Q20UDH, Q20UDEH, Q26UDH, Q26UDEH, Q50UDEH, Q100UDEH)
- MELSEC-L series L02, L02-P, L26-BT, L26-PBT, LI72GF15-T2
- MELSEC-F series FX0, FX05, FX0N, FX1, FX2, FX2C, FX1S, FX1N, FX1NC, FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U, FX3UC



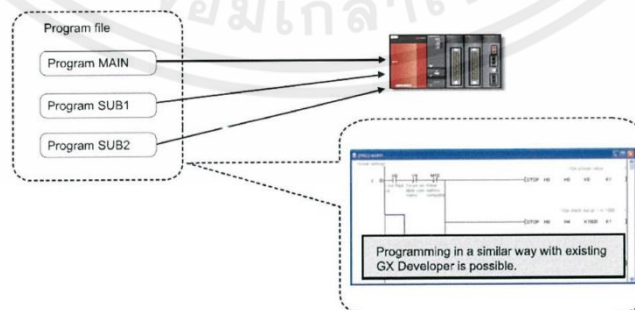
รูปที่ 2.12 พัฒนาการของ GX Works2

#### 2.4.1 คุณสมบัติของ Gx Works 2

##### 2.4.1.1 ประเภทโปรเจกของ GX Works2

โปรแกรม GX Works มีชนิดของโปรเจก 2 ชนิดที่สามารถเลือกใช้ได้ คือ

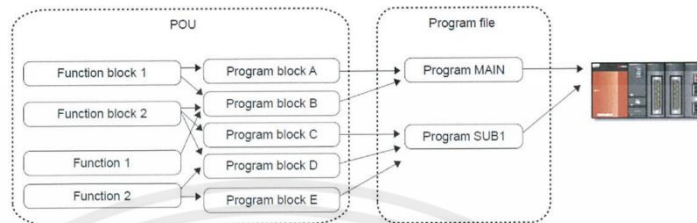
- 1.) Simple Project เป็นการสร้างโปรแกรมแบบลำดับขั้น (Sequence Programs) ที่ใช้คำสั่งไปใน Mitsubishi Programmable คอนโทรลเลอร์ CPU โปรแกรมใน Simple Project สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยวิธีทั่วไปที่ใช้ใน GX Developer รูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การสร้างแบบ Simple Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

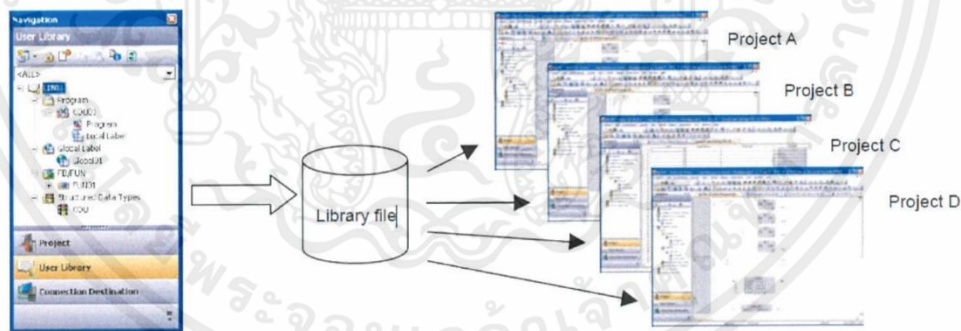
- 2.) Structured Project เป็นการสร้างโปรแกรมที่เป็นแบบโครงสร้าง (Structured Program) โดยแบ่งโปรแกรมกระบวนการการควบคุมทั้งหมดลงในส่วนโปรแกรมทั่วไป ดังรูป



รูปที่ 2.14 การสร้างแบบ Structured Project

#### 2.4.1.2 การแบ่งปัน POUs ที่ลงทะเบียนเป็น Libraries

ใน Structured Project, โปรแกรม, Global Labels และโครงสร้างที่ใช้บ่อย ถูกลงทะเบียนเป็น User Libraries การใช้ User Libraries พวกนี้สามารถลดเวลาที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมได้ ดังรูปที่ 2.15

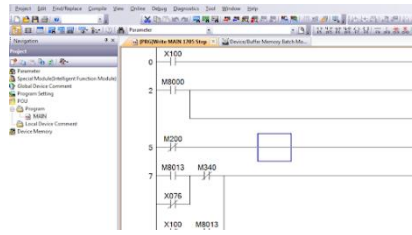


รูปที่ 2.15 ลงทะเบียน Libraries

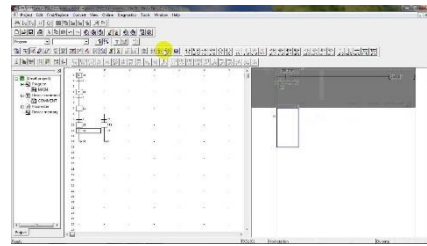
#### 2.4.1.3 ความหลากหลายของภาษาโปรแกรม

ภาษาโปรแกรมสามารถใช้ได้กับโปรแกรม GX Works2 มีความหลากหลาย ดังรูปที่ 2.16 เพื่อเลือกภาษาการเขียนโปรแกรมที่ดีในการควบคุม

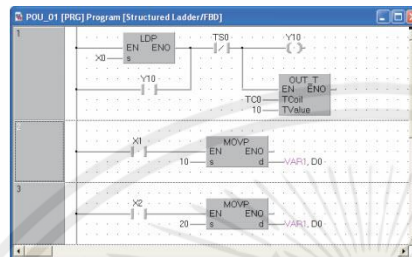
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



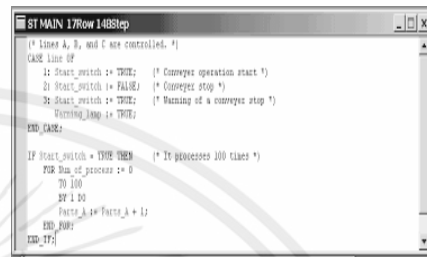
ภาษา Ladder



ภาษา SFC



ภาษา Structure Ladder



ภาษา Structured Text

รูปที่ 2.16 ภาษาต่างๆใน GX Works2

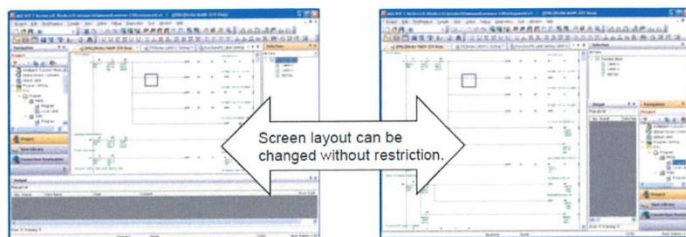
2.4.1.4 คุณสมบัติอื่นๆ ของ GX Works

1.) การติ้บคแบบออฟไลน์

โปรแกรม GX Worksสามารถใ้การติ้บคแบบออฟไลน์โดยฟังก์ชันการจำลอง (Simulation Function) ดังรูปที่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถแก้จุดบกพร่องเพื่อให้มั่นใจได้ถึงการทำงานตามปกติของโปรแกรมแบบลำดับขั้นที่สร้างขึ้นโดยไม่ต้องเชื่อมต่อGXWorks2กับProgrammableคอนโทรลเลอร์ CPU

2.) โครงสร้างจอหน้าจอสสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้

หน้าตาสำหรับเชื่อมต่อสามารถเปิดใช้งานได้เพื่อเปลี่ยนเค้าโครงหน้าจอของ GX Works2 โดยไม่มีข้อจำกัด ดังรูป



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการเปลี่ยน Screen Layout

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 OLE for Process Control (OPC)

เป็นโปรแกรมที่ไว้ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ในด้านอุตสาหกรรม OPC ถูกจัดการบนเซิร์ฟเวอร์และ Client โดยที่ OPC Server เป็นโปรแกรมที่แปลงโปรโตคอลการเชื่อมต่อของ พีแอลซี ไปเป็น OPC Protocol เหมือนเป็นตัวแปลภาษาของอุปกรณ์ให้คุยกันรู้เรื่องนั่นเองซึ่ง OPC Client software เป็นโปรแกรมที่ต้องเชื่อมต่อกับ Hardware ต่างๆ เช่น HMI, Servo motor, คอนโทรลเลอร์ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ พีแอลซี ต่างๆโดย OPC client จะใช้ OPC server เพื่อรับข้อมูลหรือส่งข้อมูลคำสั่งไปยัง Hardware



รูปที่ 2.18 OPC Server

### 2.5.1 KEPServerEX6

เป็น OPC Server ที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่าง Scada พีแอลซีคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆที่ต้องการจะแลกเปลี่ยน ก่อนที่จะเริ่มใช้จะต้องทราบถึงโครงสร้างของ Hardware ที่เชื่อมต่ออยู่และสร้าง tag ใน address ที่ต้องการจะ Monitor



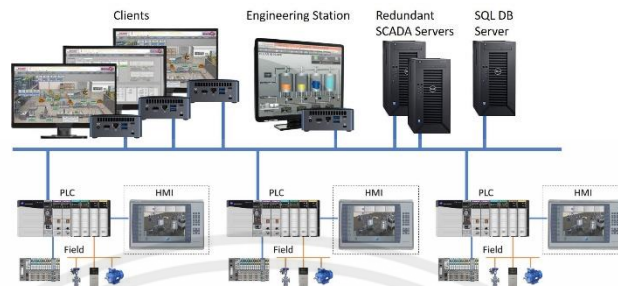
รูปที่ 2.19 KEPServerEX

## 2.6 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่นๆสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้งานได้ Scada นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น



รูปที่ 2.20 Scada

### 2.6.1 Genesis32

คือชุด Software ประเภท Web-enabled Industrial Automation ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลของ OPC แบบ Client – Server เพื่อสร้าง Application สำหรับระบบ Scada และ Human Machine Interface (HMI) รองรับการทำงานแบบ Multi-processor และ Hyper Threading systems

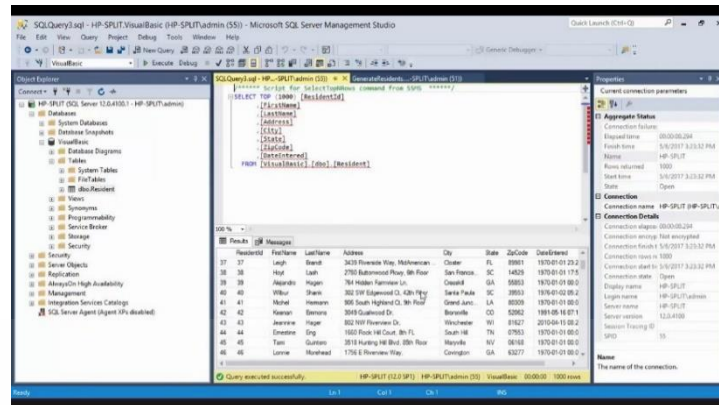


รูปที่ 2.21 Icon Genesis32

## 2.7 SQL Server Management Studio (SSMS)

เป็นสภาพแวดล้อมการทำงานสำหรับการเข้าถึงข้อมูล(accessing),การกำหนดค่า (configuring), การจัดการ (managing), การบริหาร (administering) และการพัฒนา (developing) ทุกองค์ประกอบของ SQL Server โดย SSMS ได้รวบรวมเครื่องมือต่างๆ ในรูปแบบของรูปภาพกราฟิก และนอกจาก SSMS จะมี Query Analyzer แล้วยังได้รวมโปรแกรม SQL Manager และจัดการการวิเคราะห์ต่างๆที่อยู่ในรุ่นก่อนหน้าของ SQL Server ไว้ในทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างโปรแกรม SQL Server Management Studio (SSMS)

## 2.8 USB

Universal Serial Bus (USB) คือ ช่องทางการสื่อสารความเร็วสูงอีกชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับต่อพ่วงอุปกรณ์อื่นๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์ ลักษณะของ USB port จะเป็นช่องเสียบเหลี่ยมขนาดเล็ก เมื่อก่อน USB รุ่นที่เราใช้กัน จะเป็นเวอร์ชัน USB 1.1 ต่อมาได้มีการพัฒนาให้เป็นเวอร์ชัน 2.0 ซึ่งจะทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลได้สูงขึ้น



รูปที่ 2.23 USB Port ตัวผู้และตัวเมีย

## 2.9 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 , RS232/RS422 อินเทอร์เน็ต

การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม คือ การเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือ สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลและใช้สายสัญญาณที่น้อยกว่าการสื่อสารข้อมูลโดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาวถึง 50 ฟุตขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทางและปริมาณสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 สาย RS232/485

### 2.9.1 RS-232C

การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อ แบบอนุกรม EIA RS-232(x) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยคณะกรรมการสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association) ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส 2 ทิศทาง เพื่อให้มีการใช้งานในการเชื่อมต่อที่สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ การรับส่งสัญญาณจะมีระดับสัญญาณตั้งแต่ 3 โวลต์ จนถึง 15 โวลต์สำหรับลอจิก 0 และมีระดับแรงดันที่ -3 โวลต์ จนถึง -15 โวลต์สำหรับลอจิก 1 การต่อใช้งานกับวงจรไอซีดิจิทัลจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 3 - 15 โวลต์ ให้มีระดับแรงดัน 0 - 5 โวลต์ ในภาคการส่งข้อมูล ส่วนในภาคของการรับข้อมูล จะต้องเปลี่ยนระดับแรงดัน 0 - 5 โวลต์ จากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นระดับแรงดันที่สูงกว่า +3 หรือต่ำกว่า - 3 โดยจะมีไอซีสำเร็จรูปพร้อมใช้งาน หรืออาจจะต่อวงจรจากทรานซิสเตอร์ก็ได้



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างสาย RS-232C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 QR Code

คือบาร์โค้ด 2 มิติ ย่อมาจากคำว่า Quick Response สามารถนำมาใช้ได้หลากหลายเช่น แสดง URL ของเว็บไซต์, ข้อความ, เบอร์โทรศัพท์ และข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ที่นิยมกันส่วนใหญ่คือนำเอามาใช้เก็บ URL ของเว็บไซต์ เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลผ่านมือถือด้วยการสแกนรูปคิวอาร์โค้ด ก็สามารถเข้าสู่เว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็วได้โดยไม่ต้องพิมพ์ URL



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างคิวอาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

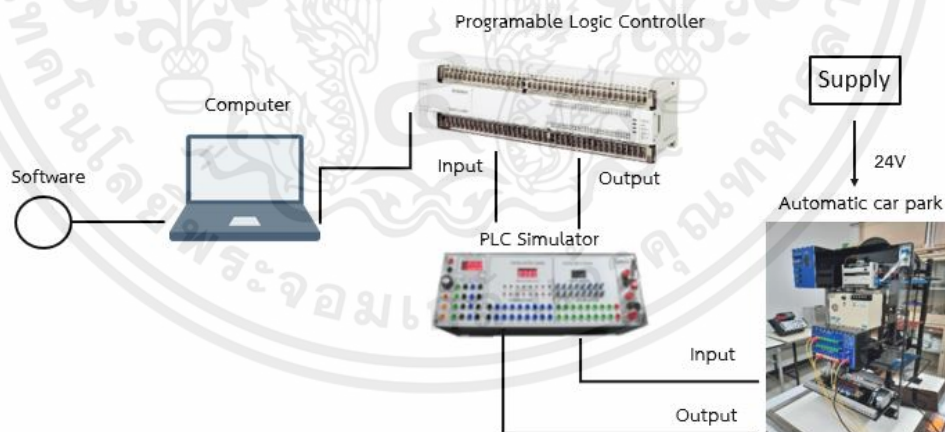
#### 3.1 กล่าวนำ

ในการเริ่มต้นการออกแบบการควบคุมระบบที่จอตลอดอัตโนมัติโดยการประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซีและการจัดทำระบบสเกาดสำหรับแสดงผลนั้น จำเป็นต้องศึกษากระบวนการทำงานเงื่อนไขต่างๆ ในการควบคุมและนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมควบคุม

โดยการประยุกต์ใช้ คิวอาร์โค้ด สแกนเลือกตำแหน่งที่กระเช้าจอตลอดที่ต้องการ ซึ่งในการประยุกต์ใช้ คิวอาร์โค้ด นั้นได้มีการออกแบบ โปรแกรมออกเป็นสองส่วนคือส่วนที่ใช้ในการควบคุมกระเช้าทั้งหมดและส่วนของการจัดการข้อมูลทั้งหมด

#### 3.2 โครงสร้างโดยภาพรวมของระบบควบคุม

ประกอบด้วย Computer , พีแอลซี MITSUBISHI FX Series และควบคุมระบบจอตลอดอัตโนมัติ โดยการเชื่อมต่อของ Computer กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series เชื่อมต่อโดย RS-232C และ การเชื่อมต่อ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series กับชุดจำลองการทำงานพีแอลซี



รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยภาพรวมของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ Computer กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series โดยผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม GX Works2 ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถและใช้โปรแกรม GraphWorx32 ในการแสดงกระบวนการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

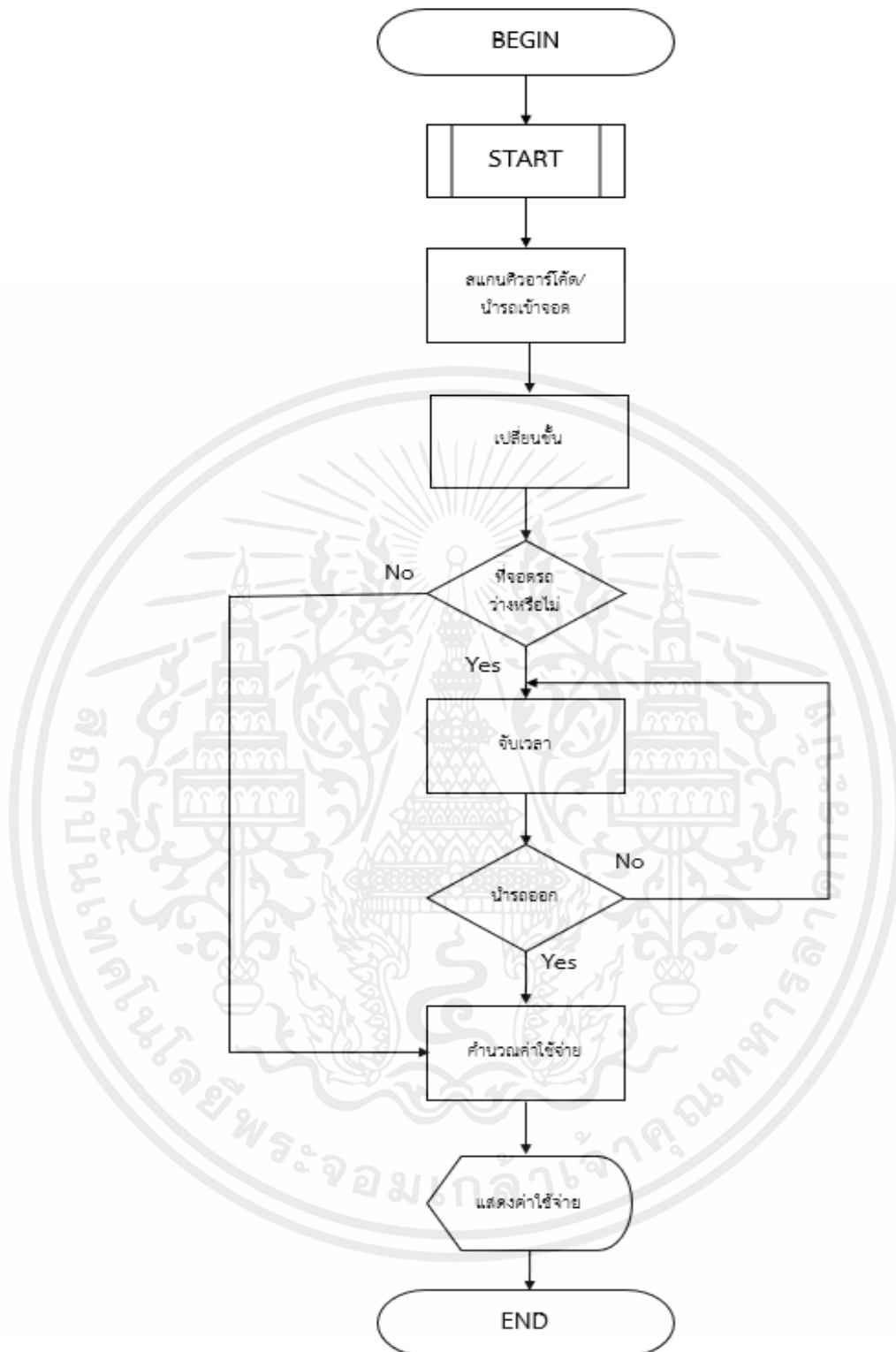
### 3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุม

เริ่มต้นโดยการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ของการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถทั้งหมด และทำการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมให้ พีแอลซี และ ทำการออกแบบหน้าแสดงการทำงาน โดยโปรแกรม GraphWorx32 ในการออกแบบหน้าจอแสดงการทำงาน

#### 3.3.1 ส่วนที่ใช้ในการควบคุมกระเช้าทั้งหมด

##### 3.3.1.1 โปรแกรมการทำงานของกระเช้าจอดรถ

ส่วนของโปรแกรมการทำงานของกระเช้าจอดรถนั้น โปรแกรมจะตรวจสอบสถานะของรถจากการสแกน คิวอาร์โค้ด ถ้าหากมีการสแกนคิวอาร์โค้ด ผ่านสมาร์ตโฟน (smartphone) ระบบจะทำการเลื่อนชั้นตามรหัสคิวอาร์โค้ดที่กำหนดไว้ ลงมาชั้นล่างสุดแล้วระบบเริ่มทำการจับเวลาเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่าย โดยจะหยุดนับเมื่อมีการสแกนคิวอาร์โค้ดอีกครั้งของชั้นที่มีสถานะว่ามีรถจอดอยู่ ระบบจะทำการเลื่อนชั้นตามรหัสคิวอาร์โค้ดที่กำหนดไว้ ลงมาชั้นล่างสุด แล้วระบบทำการหยุดนับเวลา แล้วจะทำการนำเวลามาคำนวณค่าใช้จ่ายแล้วแสดงผล



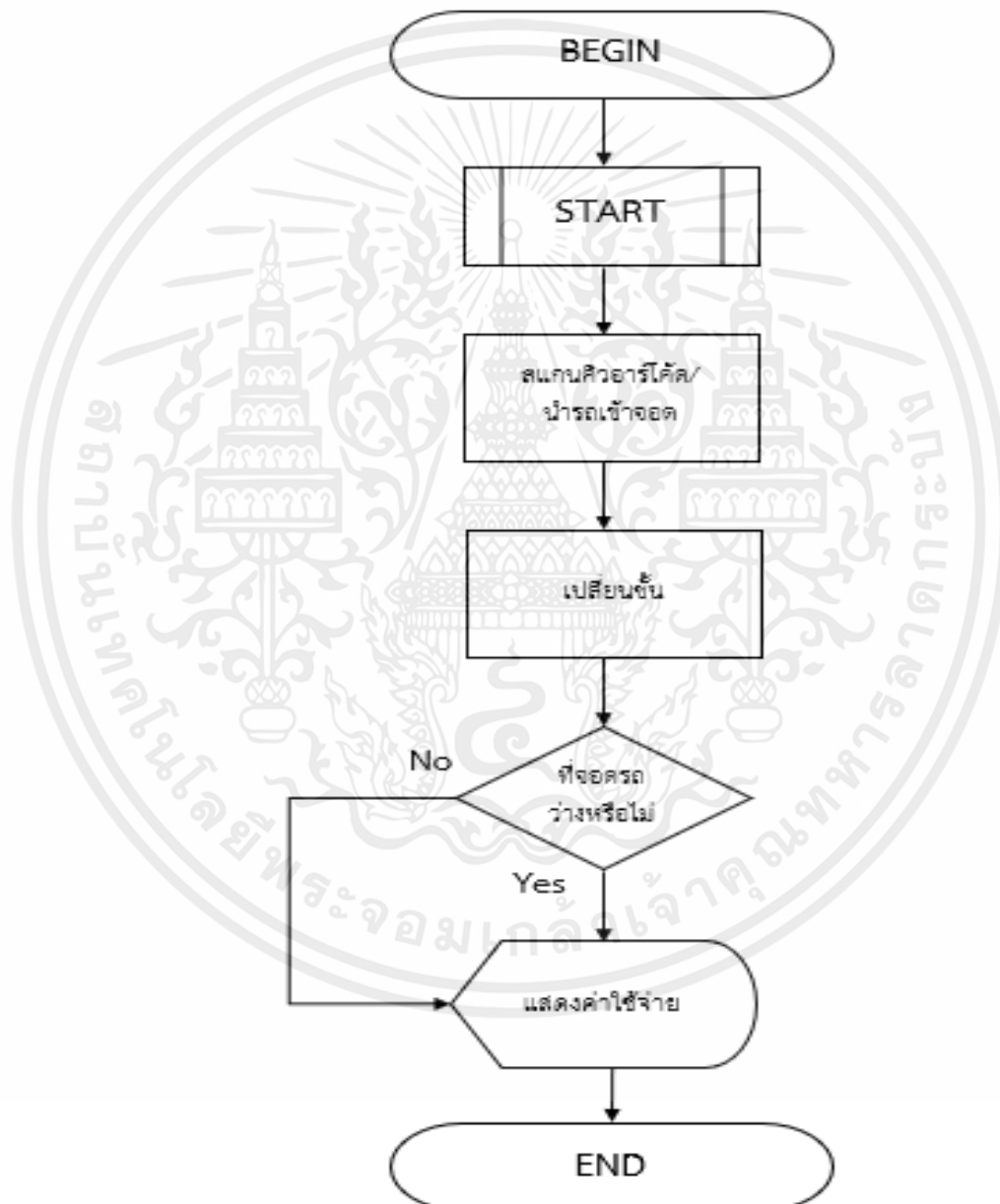
รูปที่ 3.2 Flow chart ขั้นตอนการทำงานของกระเช้าจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 ส่วนของการจัดการข้อมูลทั้งหมด

#### 3.3.2.1 โปรแกรมตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอดรถ

ในส่วนของโปรแกรมตรวจสอบสถานะ เมื่อมีการสแกนคิวอาร์โค้ดในครั้งที่เข้าจอดรถ ตัวโปรแกรมจะจดจำค่าสถานะชั้นจอดรถไม่ว่าแล้ว เมื่อมีการสแกนอีกครั้งในรหัสคิวอาร์โค้ดเดิม ตัวโปรแกรมจะจดจำค่าสถานะชั้นจอดรถว่าว่างแล้ว

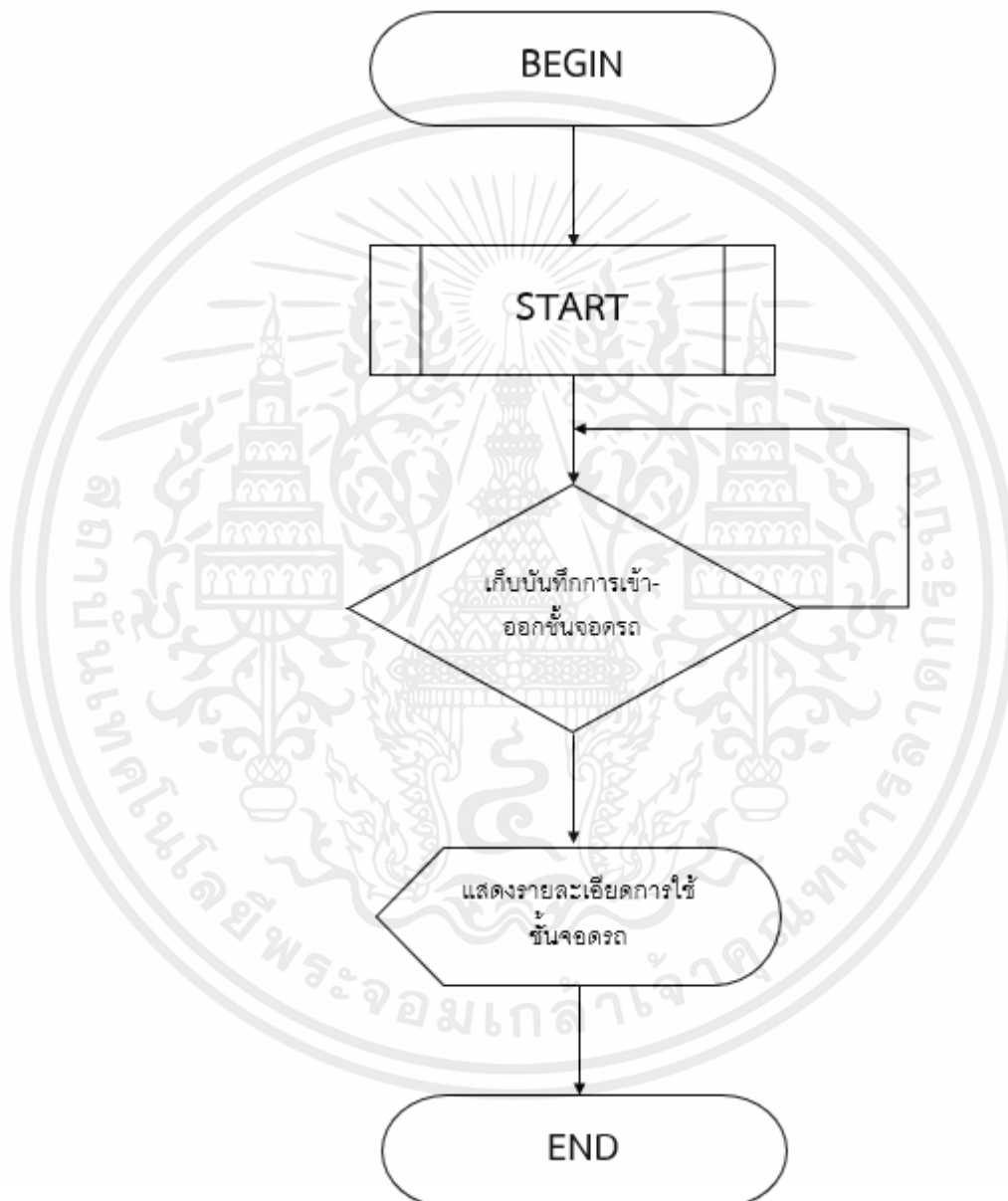


รูปที่ 3.3 Flow chart ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2.2 โปรแกรมแสดงสถิติและการคำนวณการเข้าจอดรถยนต์

ในส่วนของโปรแกรมแสดงสถิติและการคำนวณนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลใน SQL Server Management Studio มาแสดงโดยจะรายละเอียดต่างไม่ว่าจะเป็น เวลาเข้าชั้นจอดรถ เวลาออกจากชั้นจอดรถ ค่าใช้จ่ายในการจอดรถ สถิติจอดรถในแต่ละวัน



รูปที่ 3.4 Flow chart โปรแกรมแสดงสถิติและการคำนวณการเข้าจอดรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ออกแบบแลตเตอร์ไดอะแกรม

#### 3.4.1 กำหนดเงื่อนไขของการทำงาน

กำหนดอินพุต และ เอาต์พุต ของพีแอลซีจะต้องกำหนดเงื่อนไขไว้ โดยกำหนดแอดเดรสให้กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ในการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรม

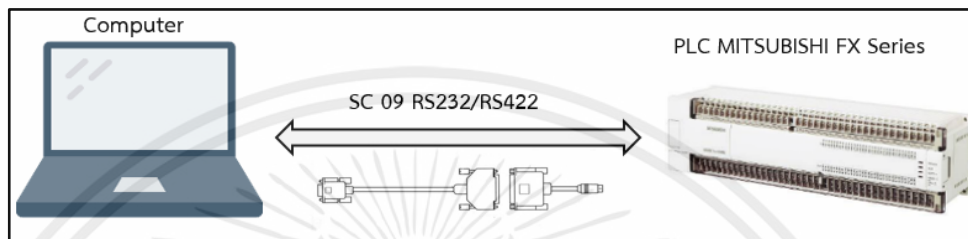
Device	Instruction	Device Type
X041	Proximity Sensor (Right)	Input
X042	Proximity Sensor (Left)	Input
D11	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 1 จากการสแกน	Data register
D1	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 1	Data register
D12	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 2 จากการสแกน	Data register
D2	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 2	Data register
D13	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 3 จากการสแกน	Data register
D3	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 3	Data register
D14	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 4 จากการสแกน	Data register
D4	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 4	Data register
D15	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 5 จากการสแกน	Data register
D5	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 5	Data register
D16	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 6 จากการสแกน	Data register
D6	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 6	Data register
D17	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 7 จากการสแกน	Data register
D7	รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 7	Data register
M11-M17	สถานะชั้นจอด	Auxiliary relay
X000	เลื่อนกระเช้าที่ 1 มาตำแหน่งล่างสุด	Input

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอินพุต เอาต์พุต

### 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

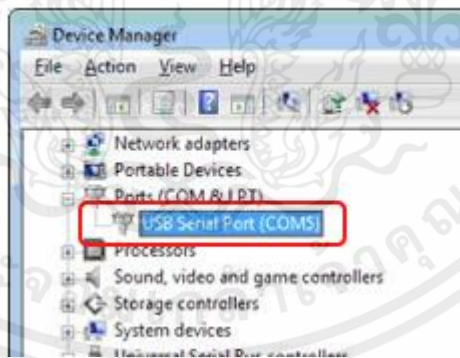
#### 3.5.1 การเชื่อมต่อสัญญาณคอมพิวเตอร์ กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series

สำหรับการควบคุมที่ใช้ในการต่อระหว่างตัว พีแอลซี MITSUBISHI FX Series จะใช้สาย SC-09 RS232/RS422 อินเทอร์เน็ตสำหรับการรับส่งข้อมูลและแปลงสัญญาณของอินพุตเอาต์พุต



รูป 3.5 การเชื่อมต่อหน้าคอมพิวเตอร์ กับ พีแอลซี MITSUBISHI FX Series

โดยสาย SC 09 ที่ใช้ในโครงการสายเคเบิลหัวแปลง USB เป็น RS232 โดย USB interface เชื่อมต่อแบบอนุกรม กับ RS232 เมื่อต่อสาย USB เข้ากับ USB PORT ของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะจำลอง USB Serial Port เป็น serial port เช่น COM3



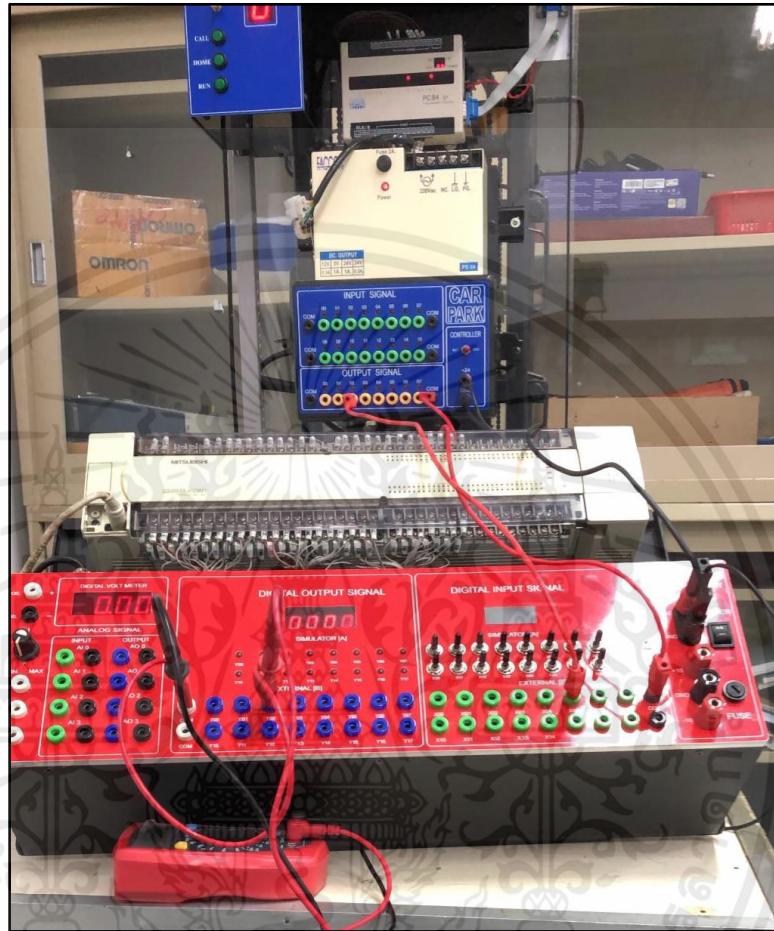
รูปที่ 3.6 หน้า Device Manager เชื่อมต่อสาย SC 09 เข้ากับ USB PORT (COM5) ของคอมพิวเตอร์

#### 3.5.2 การเชื่อมพีแอลซี MITSUBISHI FX Series กับ ชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

เชื่อมต่อพีแอลซี กับ ชุดทดลอง พีแอลซี Mitsubishi เพื่อรับสัญญาณดิจิทัลอินพุตจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเทอร์มินอลอินพุตของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ เมื่อรับสัญญาณแล้ว พีแอลซีจะนำสัญญาณดิจิทัลอินพุตไปใช้ในโปรแกรมพีแอลซี ส่วนผลการประมวลผลของโปรแกรมจะส่งไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตของพีแอลซีที่เชื่อมต่อกับเทอร์มินอลอินพุตของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ เพื่อควบคุม อุปกรณ์ต่าง ๆ



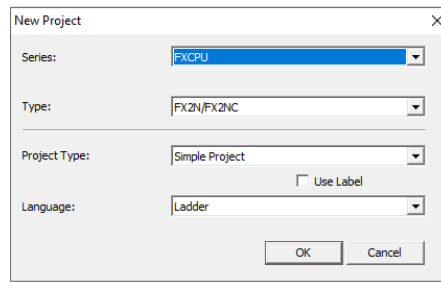
รูปที่ 3.7 เชื่อมพีแอลซี MITSUBISHI FX Series กับ ชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

### 3.6 การเขียนโปรแกรมควบคุม

#### 3.6.1 เขียนพีแอลซี ด้วยโปรแกรม GX Work2

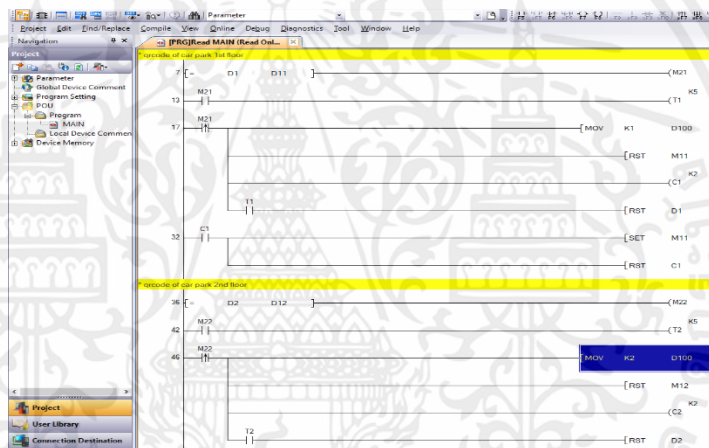
พีแอลซีที่ใช้เป็น พีแอลซี ของ Mitsubishi ใช้ซีพียูรุ่น FX โดยใช้โปรแกรม GX Work2 ในการเขียน แลตเตอร์ ในการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ โดยตัวโปรแกรม GX work 2 จะมีการ set ซีพียูให้ตรงกับ ซีพียู ของรุ่น พีแอลซี Mitsubishi FX Series ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หน้าตั้งค่าซีพียูในโปรแกรม GX Work2

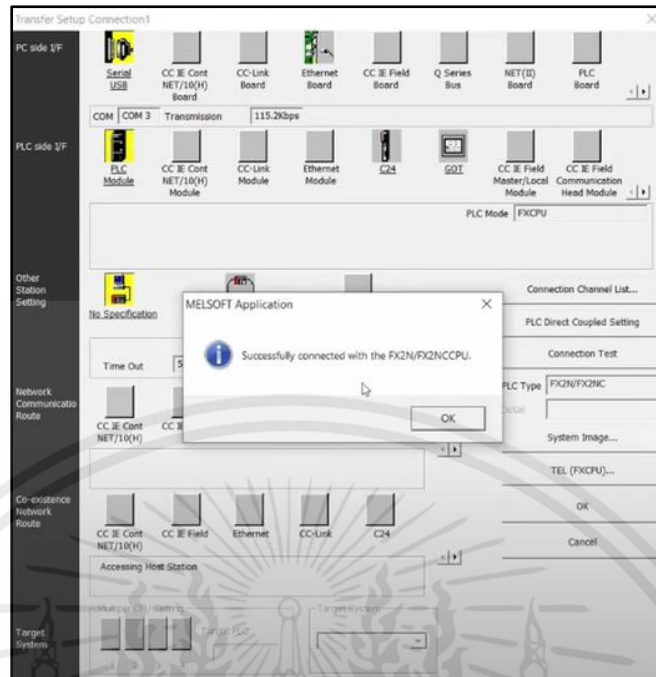
ต่อมาออกแบบระบบควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ โดยเลือกใช้ภาษา แลตเตอร์ ในการเขียนโปรแกรมควบคุม



รูปที่ 3.9 โปรแกรมควบคุมบางส่วน

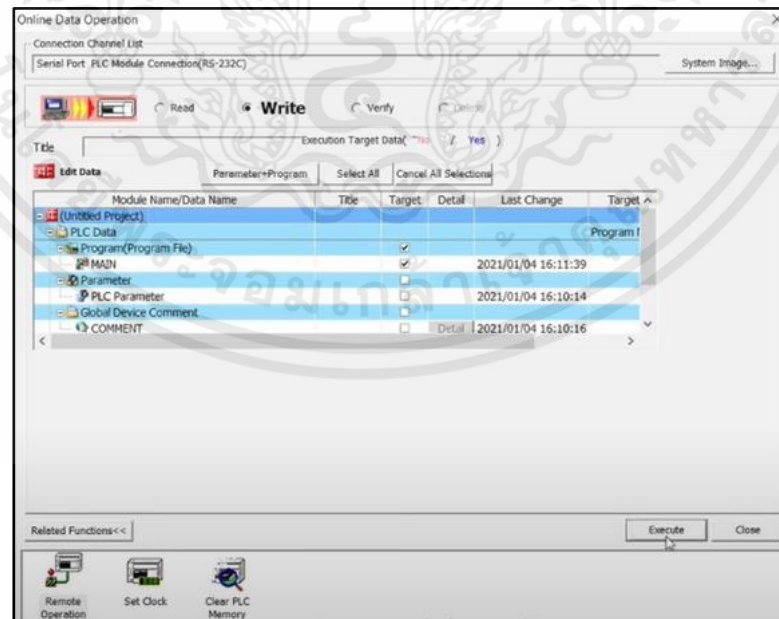
### 3.6.2 ติดตั้งโปรแกรม GX Work2

หลักการเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ต่อมาเป็นขั้นตอน ติดตั้งโปรแกรม เพื่อเป็นการแก้ไข และยืนยัน ฟังก์ชันทั้งหมดในการควบคุมอุปกรณ์ โดยเริ่มจาก เช็การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และพีแอลซี ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เช็การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และพีแอลซี

เมื่อทำการเช็การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ และพีแอลซีเรียบร้อยแล้วทำการ ติดตั้งโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ลงพีแอลซีดังรูป



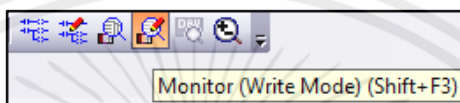
รูปที่ 3.11 ติดตั้งโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ลงพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อติดตั้งโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ลงพีแอลซี เรียบร้อยโปรแกรม GX Work2 จะอยู่ในโหมด Monitor Mode หากต้องการแก้ไขโปรแกรมในระหว่างการเชื่อมต่อสามารถเลือก Monitor (Write Mode) ดังรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 Monitor Mode

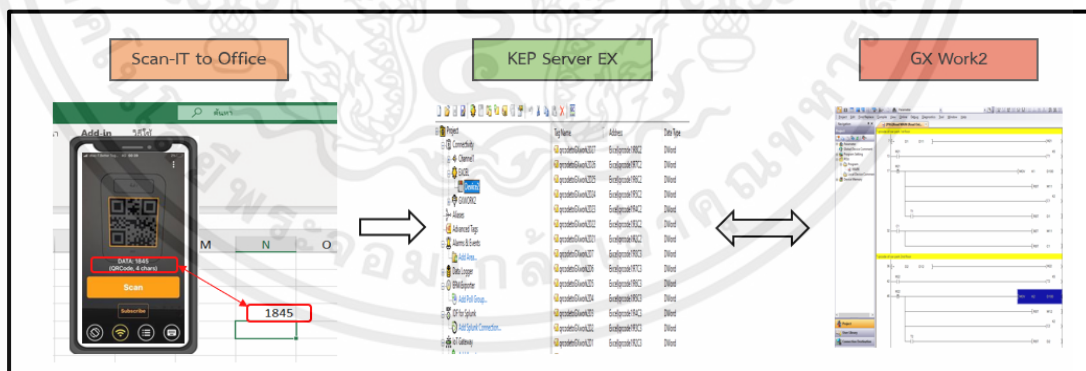


รูปที่ 3.13 Monitor (Write Mode)

### 3.6.3 การจัดทำระบบสแกนคิวอาร์โค้ดในการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

#### 3.6.3.1 โครงสร้างระบบสแกนคิวอาร์โค้ด

ในการประยุกต์การควบคุมด้วยพีแอลซี & Genesis Scada กับแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถ โดยใช้ คิวอาร์โค้ดในการเลือกชั้นจอดรถโดยการใช้ Scan-IT to office ร่วมกับ KEPServerEX และ GX Work2 ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 โครงสร้างระบบสแกนคิวอาร์โค้ด

#### 3.6.3.2 การใช้งาน Scan-IT to office

โดย Scan-IT to office เป็นแอปที่ทำงานร่วมกับพีซี สำหรับการสแกนคิวอาร์โค้ดแบบเรียลไทม์และการรับข้อมูลผ่านมือถือ โดยจะส่งข้อมูลที่รวบรวมจากระยะไกลผ่านบริการ cloud services ไปยัง พีซีหรือ cloud application สามารถใช้งานได้แบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

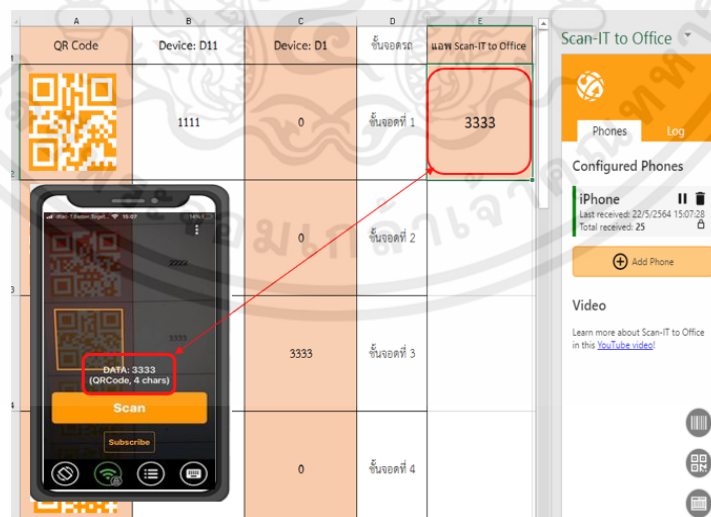
เริ่มจากการติดตั้ง แอป Scan-IT to Office บนอุปกรณ์มือถือและติดตั้ง Scan-IT to Office บน Microsoft Excel ในการใช้ Add-In ติดตั้งเครื่องมือ Scan-IT to Office บน Microsoft Excel ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การติดตั้ง แอป Scan-IT to Office

ที่มา : <https://www.tec-it.com/en/software/mobile-data-acquisition/scan-it-to-office/overview/Default.aspx>

เมื่อติดตั้งแอป Scan-IT to Office บนมือถือและ Microsoft Excel เรียบร้อยแล้วต่อมาทำการใช้งานแอป Scan-IT to Office สแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อส่งค่าตัวเลขของคิวอาร์โค้ดไปยัง Tool Scan-IT to Office ของ Microsoft Excel ที่มีการลงทะเบียนมือถือของเราไว้แล้ว ดังรูปที่ 3.16

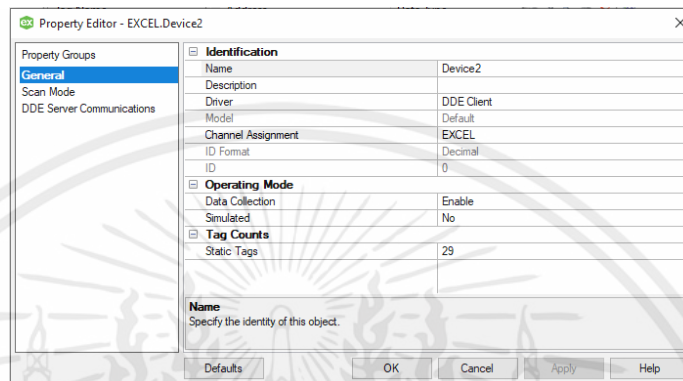


รูปที่ 3.16 การสแกนคิวอาร์โค้ดไปยัง Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3.3 การเชื่อมต่อ Microsoft Excel กับ KEPServerEX V6

เมื่อสแกนคิวอาร์โค้ดไปยัง Microsoft Excel เรียบร้อยแล้ว ทำการเชื่อมต่อ Microsoft Excel กับ KEPServerEX V6 ข้อกำหนดในการเชื่อมต่อที่ใช้นี้ใช้ฟังก์ชัน DDE (Dynamic Data Exchange) ของ KEPServerEX V6 ในการอ่านข้อมูลจากเซลล์ที่ระบุใน Microsoft Excel เวิร์กชีต ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 กำหนดการเชื่อมต่อฟังก์ชัน DDE

โดยผู้จัดทำต้องการร้องขอข้อมูลจากการสแกนคิวอาร์โค้ดจาก Excel โดยการสร้างtagระบุแถวและคอลัมน์ เช่น “R2C3” จากนั้นฟังก์ชัน DDE จะร้องขอข้อมูลจากเซลล์ที่แถว 2 คอลัมน์ 3 ในเวิร์กชีต Excel โดย Address = DDE Service Name|Topic Name|Item Name ดังรูป 3.18

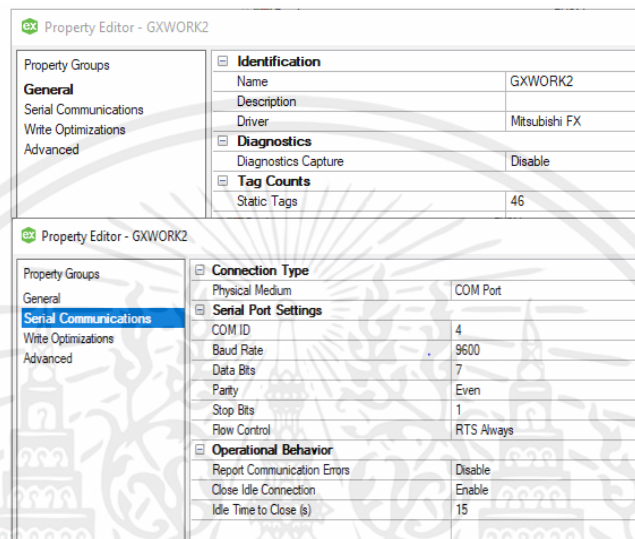


รูปที่ 3.18 Tagระบุแถวและคอลัมน์จากเวิร์กชีต Excel

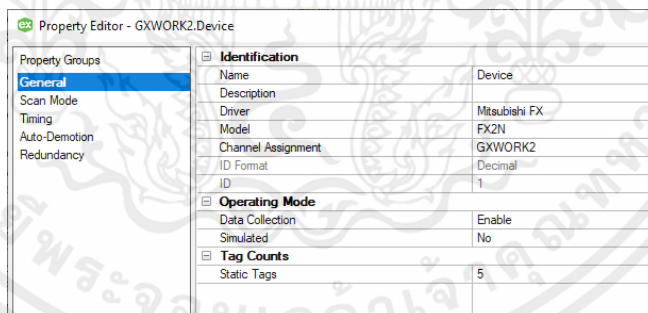
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3.3 การเชื่อมต่อ KEPServerEX V6 กับ GX Work2

เมื่อใช้ Gx Work2 เขียนแลตเตอร์ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขของการทำงานเรียบร้อยแล้วก่อนจะเริ่มใช้งาน KEPServerEX V6 ต้องทราบถึงโครงสร้างของฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อและ tag ใน address ที่ต้องการ ต่อมาเริ่มทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง KEPServerEX V6 กับ ฮาร์ดแวร์ และ Gx Work2 ดังรูปที่ 3.19, 3.20 ตามลำดับ



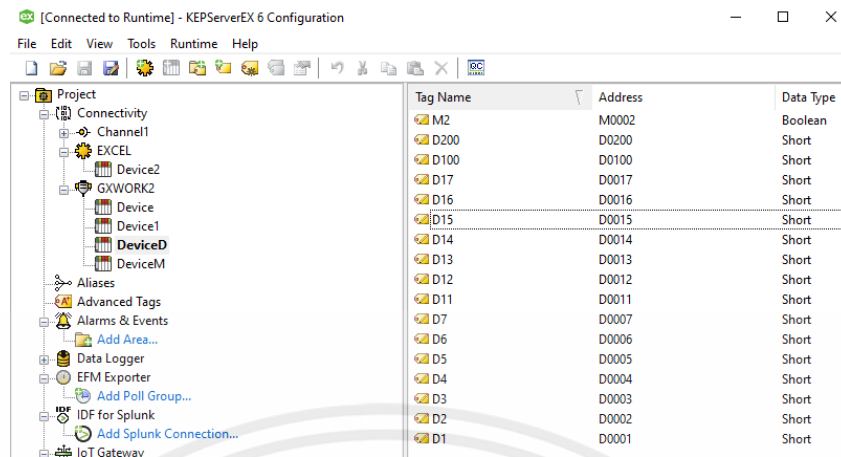
รูปที่ 3.19 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง KEPServerEX V6 กับ ฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.20 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง KEPServerEX V6 กับ GX Work2

ต่อมาสร้าง OPC tag ใน address จากโปรแกรม GX Work2 เพื่อเชื่อมต่อไปยังอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี ดังรูปที่ 3.21

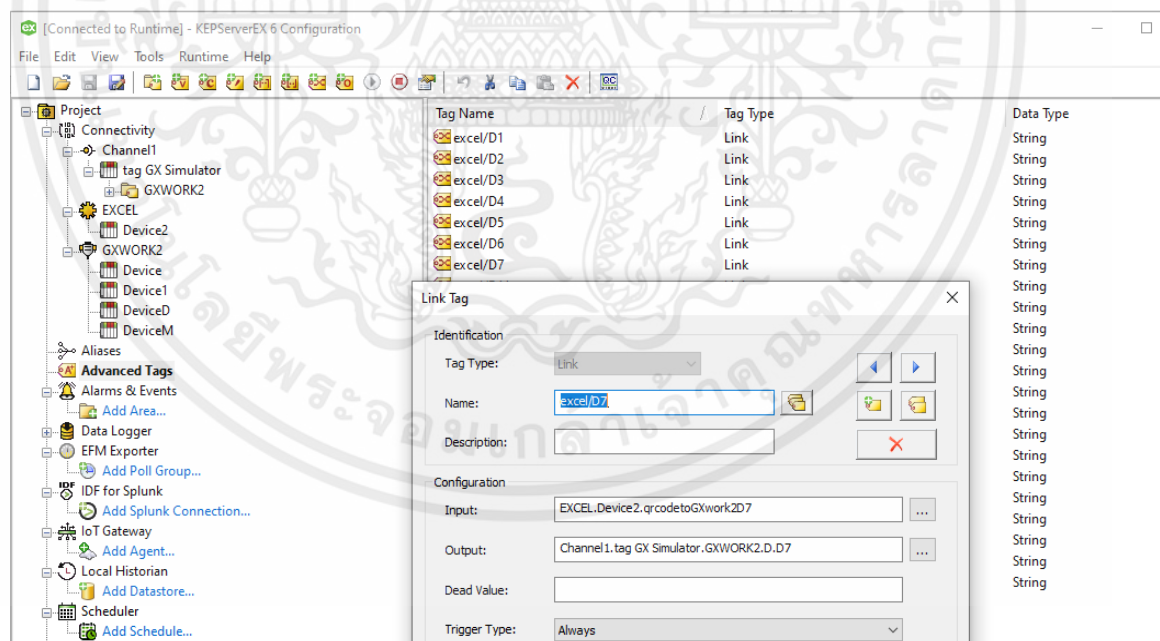
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Tag Name	Address	Data Type
M2	M0002	Boolean
D200	D0200	Short
D100	D0100	Short
D17	D0017	Short
D16	D0016	Short
D15	D0015	Short
D14	D0014	Short
D13	D0013	Short
D12	D0012	Short
D11	D0011	Short
D7	D0007	Short
D6	D0006	Short
D5	D0005	Short
D4	D0004	Short
D3	D0003	Short
D2	D0002	Short
D1	D0001	Short

รูปที่ 3.21 ตัวอย่าง tag ของโปรแกรม GX work2

เมื่อสร้าง OPC tag เรียบร้อยแล้ว ต่อไปใช้ฟังก์ชัน Link Tag ทำการนำค่าตัวเลขของคิวอาร์โค้ดจาก tag ในเวิร์กชีต Excel ที่ได้จากการใช้แอป Scan-IT to Office สแกนคิวอาร์โค้ดบนมือถือ ส่งค่าไปยัง tag Data Register (Device: D) ที่ได้สร้างไว้ เพื่อทำการควบคุมชั้นจอดรถ ดังรูปที่ 3.23



Tag Name	Tag Type	Data Type
excel/D1	Link	String
excel/D2	Link	String
excel/D3	Link	String
excel/D4	Link	String
excel/D5	Link	String
excel/D6	Link	String
excel/D7	Link	String

**Link Tag Configuration (excel/D7):**

- Tag Type: Link
- Name: excel/D7
- Description:
- Configuration:
  - Input: EXCEL.Device2.qrcodetoGXwork2D7
  - Output: Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D7
  - Dead Value:
  - Trigger Type: Always

รูปที่ 3.22 ตัวอย่าง Link Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 การจัดทำระบบสกาตาสำหรับแสดงการทำงานควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

ในการที่จะทำให้อุปกรณ์ระบบสกาตาสามารถใช้งานได้นั้น จะต้องมีแอปพลิเคชันสำหรับการพัฒนาระบบตัวหนึ่งคือ GENESIS32 SCADA ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างกราฟฟิกและควบคุมผ่านทางหน้าจอ ได้ใช้ซอฟต์แวร์ KEPServerEX V6 เพื่อที่จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและอุปกรณ์อื่น ๆ

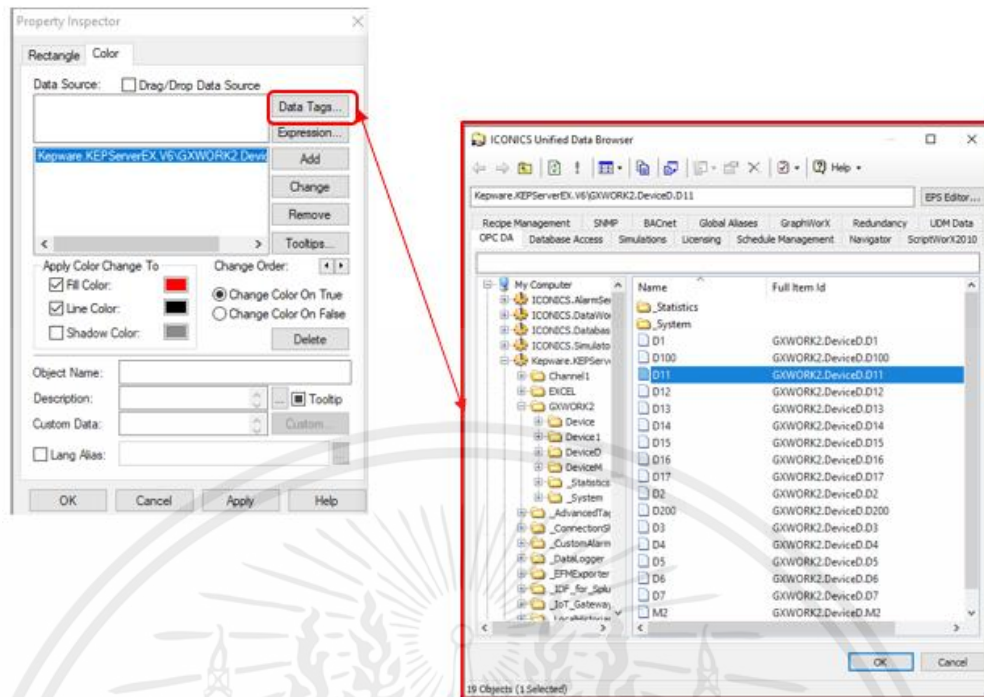
#### 3.7.1 การสร้างระบบกราฟฟิก

โดยใช้โมดูล GraphWorX32 เป็นโมดูลสำหรับสร้างระบบกราฟฟิก และตรวจสอบสถานะระบบการทำงาน ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ตัวอย่าง GraphWorX32

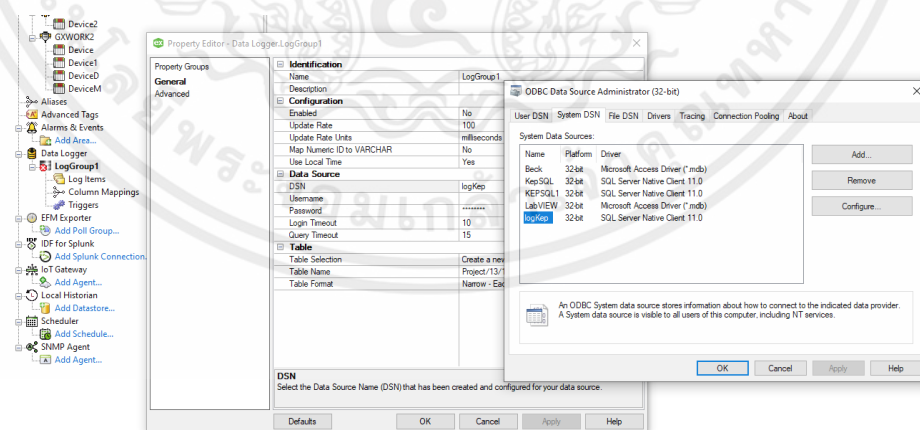
แล้วนำ OPC tag จาก KEPServerEX V6 ติดต่อกับ GraphWorX32 เพื่อติดต่ออินพุตเอาต์พุต ของ พีแอลซี ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ติดต่อ OPC tag โดย GraphWorX32

### 3.7.2 การเก็บข้อมูลผ่าน Microsoft SQL Server 2014 Management Studio

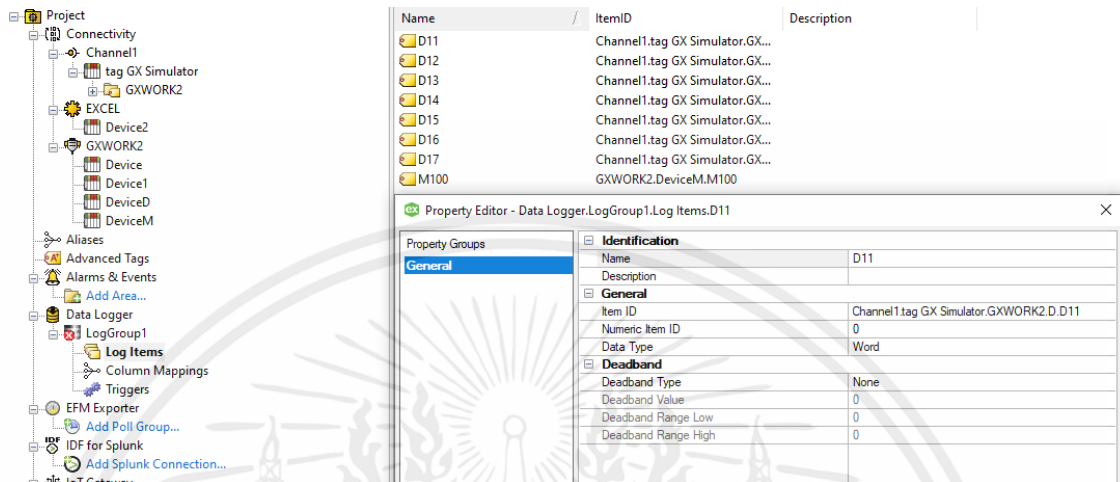
โดยใช้ Data Logger เป็นฟังก์ชันสนับสนุน ODBC drivers (Open Database Connectivity) สำหรับการจัดการระบบฐานข้อมูลภายใน Microsoft SQL Server 2014 Management Studio โดยใช้ร่วมกับ KEPServerEX V6 ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การกำหนดค่า Data Logger ผ่าน KEPServerEX V6

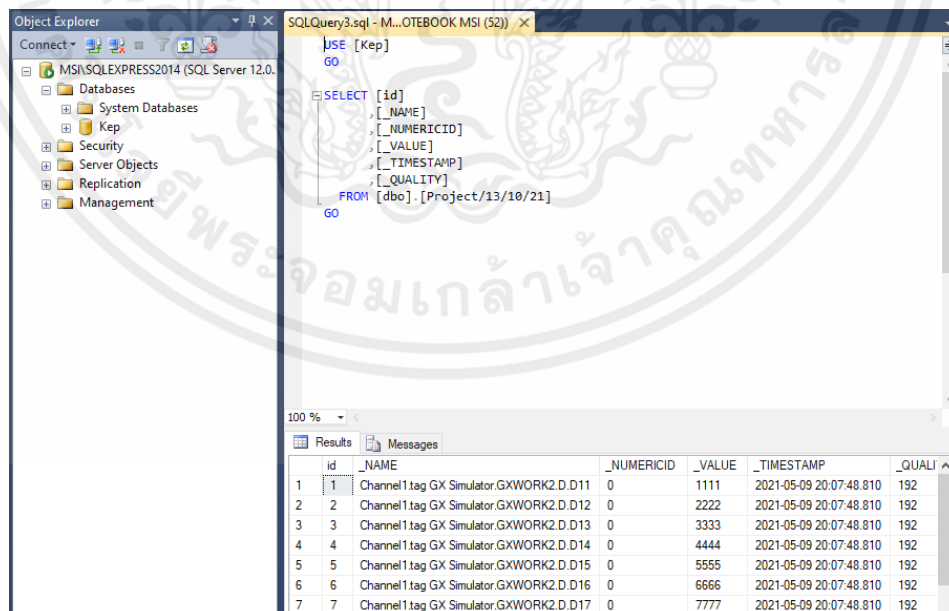
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาเลือกข้อมูลที่จะบันทึกจาก เซิร์ฟเวอร์ โดยเลือก tag ได้จากการใช้แอป Scan-IT to Office สแกนคิวอาร์โค้ดบนมือถือ ส่งค่าไปยัง tag Data Register (Device:D) ที่ได้สร้างไว้ ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 เลือกข้อมูลที่จะบันทึก

ทำการเรียกใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2014 Management Studio ตรวจสอบดูฟังก์ชันการทำงานในส่วนของข้อมูลที่ถูกบันทึกเข้ามา จาก KEPServerEX V6 ดังรูปที่ 3.27

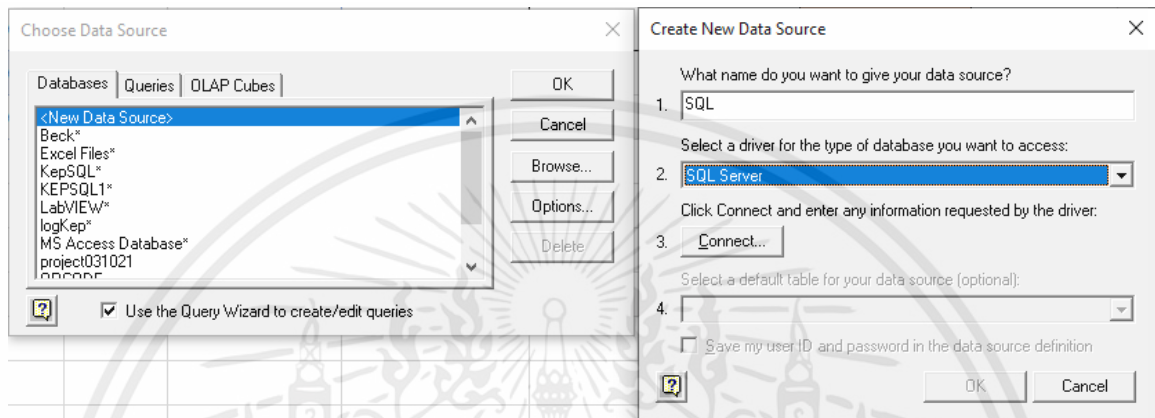


รูปที่ 3.27 หน้าต่างแสดงค่าที่ถูกส่งเข้ามาใน tag ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

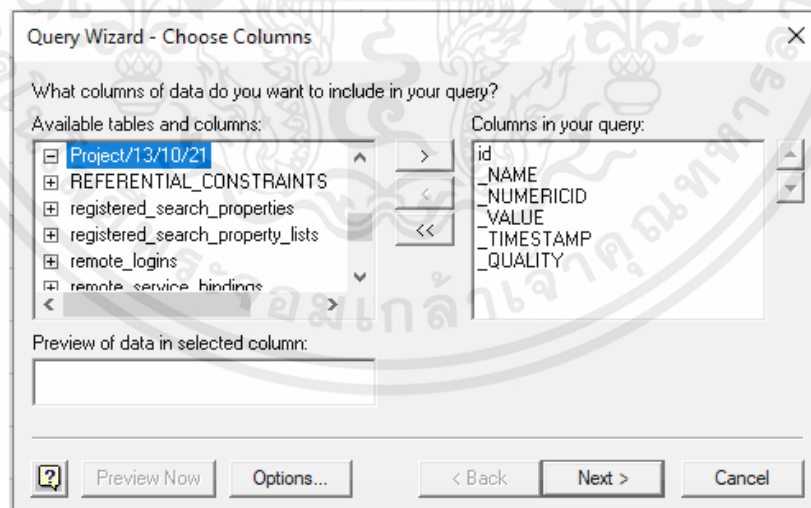
### 3.7.3 การดึงข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

เชื่อมต่อ Microsoft Excel กับ SQL Server Database สำหรับใช้ดึงข้อมูลแล้ว แสดงผลบน Microsoft Excel เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ ใช้วิธีการเลือก ข้อมูล > รับข้อมูล > จากแหล่งข้อมูลอื่น > จาก Microsoft Query > New Data Source แล้วทำการเลือก ชื่อ และ ไดรเวอร์สำหรับฐานข้อมูลของชุดข้อมูลที่ต้องการดึงค่าผ่านโปรแกรม Microsoft



รูปที่ 3.28 ชนิดของฐานข้อมูลของชุดข้อมูลที่ต้องการดึงค่าผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

ต่อมาเข้าสู่ระบบของ SQL Server เพื่อทำการเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการดึงข้อมูล และ เลือกชนิดตารางและชนิดคอลัมน์ของตารางที่ต้องการแสดงบน Microsoft Excel ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.29 การเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการดึงข้อมูลและเลือกชนิดตารางและชนิดของคอลัมน์ของ ตารางที่ต้องการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 1			ชั้นที่ 2			ชั้นที่ 3		
_NAME	_VALUE	_TIMESTAMP	_NAME	_VALUE	_TIMESTAMP	_NAME	_VALUE	_TIMESTAMP
Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D11	1111	5/10/21 8:11 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D12	2222	5/10/21 8:11 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D13	3333	5/10/21 8:11 PM
Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D11	1111	5/10/21 7:47 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D12	2222	5/10/21 7:47 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D13	3333	5/10/21 7:47 PM
Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D11	1111	5/10/21 7:47 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D12	2222	5/10/21 7:47 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D13	3333	5/10/21 7:47 PM
Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D11	1111	5/9/21 8:07 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D12	2222	5/9/21 8:07 PM	Channel1.tag GX Simulator.GXWORK2.D.D13	3333	5/9/21 8:07 PM

รูปที่ 3.30 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงข้อมูลที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการทดลองการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ

### 4.1 กล่าวนำ

จากการออกแบบการควบคุมและแสดงสถานะการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ มีความจำเป็นต้องศึกษากระบวนการทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ในการควบคุม ชั้นจอดรถ , ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถให้ทำงานไปอย่างถูกต้อง ซึ่งชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถเป็นระบบในการควบคุมแทนการชุดโมเดลจริง โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ, ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ และระบบ SCADA

### 4.2 ผลการทดสอบ

การทดสอบการออกแบบการควบคุมและแสดงสถานะการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถนั้น เป็นการกำหนดเงื่อนไข ดังนี้

#### 4.2.1 ผลการทำงานของกระเช้าจอดรถ





โดยการทำงานเป็นลำดับโดยสั่งชั้นที่ต้องการด้วยการสแกนคิวอาร์โค้ด ผ่านการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ โดยทดสอบการรับค่าตัวเลขจากการสแกนคิวอาร์โค้ด เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ ดังตารางที่ 4.1 เริ่มการทดลองโดยการสแกนคิวอาร์โค้ด ดังที่รูปที่ 4.1




รูปที่ 4.1 บัตรสแกนคิวอาร์โค้ดที่ใช้ในการเลือกชั้นจอดรถ

ชั้นจอดรถที่ต้องการ	ตำแหน่งชั้นจอดรถ	รับรหัสคิวอาร์โค้ด 1 จากการสแกน		รับคิวอาร์โค้ด ชั้นจอดรถที่ 1		การทำงาน
		Tag	Value	Tag	Value	
ชั้นที่1: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี้อยู่ 	1	D11	1111	D1	1111	●
	2	D12	2222	D2	0	●
	3	D13	3333	D3	0	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	0	●
	6	D16	6666	D6	0	●
	7	D17	7777	D7	0	●
ชั้นที่2: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี้อยู่ 	1	D11	1111	D1	0	●
	2	D12	2222	D2	2222	●
	3	D13	3333	D3	0	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	0	●
	6	D16	6666	D6	0	●
	7	D17	7777	D7	0	●
	1	D11	1111	D1	0	●

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p>ชั้นที่3: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี</p>  <p>สแกนเพื่อเรียก ชั้นจอตรลที่ 3</p> <p>DATA : 3333</p>	2	D12	2222	D2	0	●
	3	D13	3333	D3	3333	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	0	●
	6	D16	6666	D6	0	●
	7	D17	7777	D7	0	●
	<p>ชั้นที่4: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี</p>  <p>สแกนเพื่อเรียก ชั้นจอตรลที่ 4</p> <p>DATA : 4444</p>	1	D11	1111	D1	0
2		D12	2222	D2	0	●
3		D13	3333	D3	0	●
4		D14	4444	D4	4444	●
5		D15	5555	D5	0	●
6		D16	6666	D6	0	●
7		D17	7777	D7	0	●
<p>ชั้นที่5: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี</p>  <p>สแกนเพื่อเรียก ชั้นจอตรลที่ 5</p> <p>DATA : 5555</p>	1	D11	1111	D1	0	●
	2	D12	2222	D2	0	●
	3	D13	3333	D3	0	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	5555	●
	6	D16	6666	D6	0	●
	7	D17	7777	D7	0	●
<p>ชั้นที่6: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี</p>  <p>สแกนเพื่อเรียก ชั้นจอตรลที่ 6</p> <p>DATA : 6666</p>	1	D11	1111	D1	0	●
	2	D12	2222	D2	0	●
	3	D13	3333	D3	0	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	0	●
	6	D16	6666	D6	6666	●
	7	D17	7777	D7	0	●

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่7: สแกนคิวอาร์โค้ด ต่อไปนี้ 	1	D11	1111	D1	0	●
	2	D12	2222	D2	0	●
	3	D13	3333	D3	0	●
	4	D14	4444	D4	0	●
	5	D15	5555	D5	0	●
	6	D16	6666	D6	0	●
	7	D17	7777	D7	7777	●

หมายเหตุ

- ชั้นจอดรถเลื่อนมายังตำแหน่งจอดรถ
- รอกการทำงานตามเงื่อนไข

ตารางที่ 4.1 การทำงานเป็นลำดับโดยสั่งชั้นที่ต้องการมายังตำแหน่งจอดรถ

4.2.2 ตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นจอดรถ

ตรวจสอบสถานะแต่ละชั้นโดยการใช้ GrapgWox32 ในการตรวจสอบ



**CAR PARK**

D1-D7  
D11-D17

ชั้นจอดรถ	ชั้นจอดรถที่ 1	ชั้นจอดรถที่ 2	ชั้นจอดรถที่ 3	ชั้นจอดรถที่ 4	ชั้นจอดรถที่ 5	ชั้นจอดรถที่ 6	ชั้นจอดรถที่ 7
สถานะ	●	●	●	●	●	●	●
ราคา (บาท)	575.00	574.00	622.00	565.00	0.00	585.00	606.00

24 May, 2021 7:06:31 AM [HOME](#)

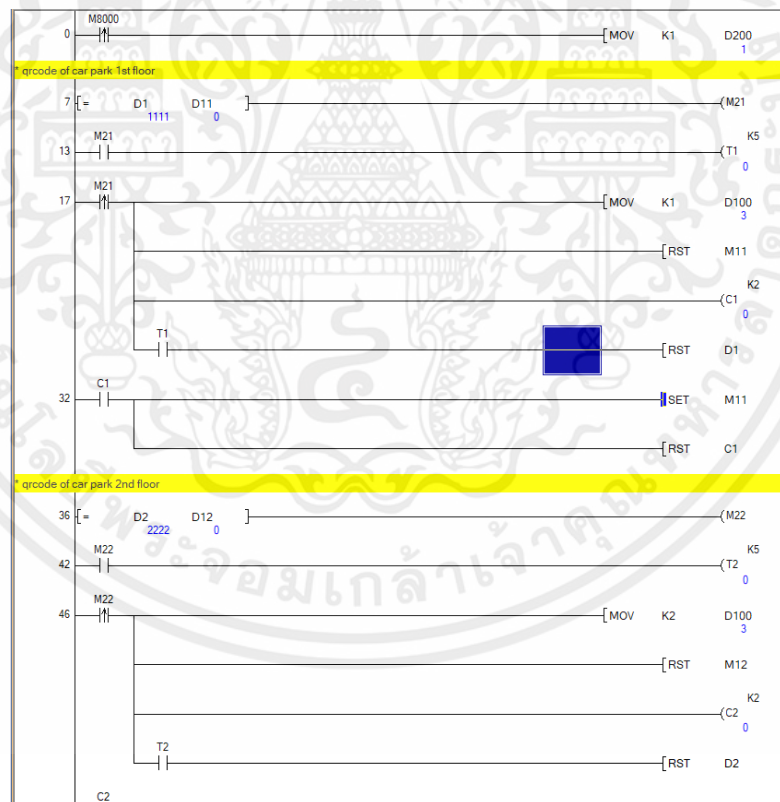
**Welcome to use** **operating normally**

รูปที่ 4.2 โปรแกรมควบคุม Car Park หน้า Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมนี้

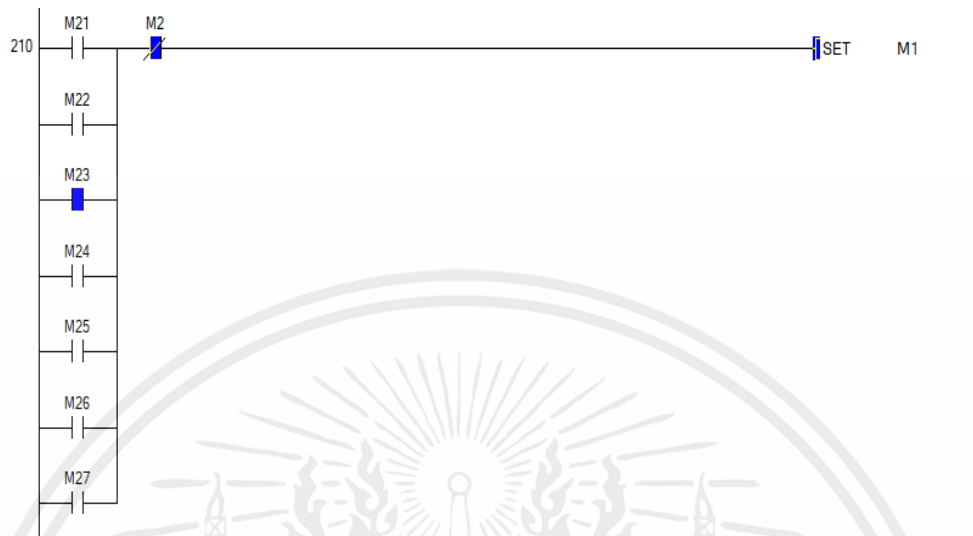
- 1.) แสดง I/O Channel ของ พีแอลซี ที่ตำแหน่ง D1-D7 และ D11-D17
- 2.) แถบการทำงานของสถานะชั้นจอดรถ เมื่อมีการสแกนคิวอาร์โค้ดในครั้งเข้าจอดรถ ตัวโปรแกรมจะจดจำค่าสถานะชั้นจอดรถไม่ว่าง (สถานะจอดรถสีดํา) แล้วเมื่อมีการสแกนอีกครั้งในรหัสคิวอาร์โค้ดเดิม ตัวโปรแกรมจะจดจำค่าสถานะชั้นจอดรถว่างแล้ว (สถานะจอดรถสีเขียว) ของทั้ง 7 ชั้น
- 3.) แถบบอกราคาบาท เมื่อสถานะชั้นจอดรถไม่ว่าง (สถานะจอดรถสีดํา) ตัวโปรแกรมประมวลผลซึ่งใช้ Excel ในการประมวลผลนั้นจะมีค่าเท่ากับ 0 บาท แล้วเมื่อสถานะชั้นจอดรถว่างแล้ว (สถานะจอดรถสีเขียว) นั้นหมายถึง มีการสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อต้องการออก แถบราคาจะแสดงราคาที่ได้จากการคำนวณใน Excel
- 4.) Home กดเพื่อเลื่อนกระเช้าที่ 1 มาตำแหน่งล่างสุด



รูปที่ 4.3 แสดง Ladder ส่วนหนึ่งของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

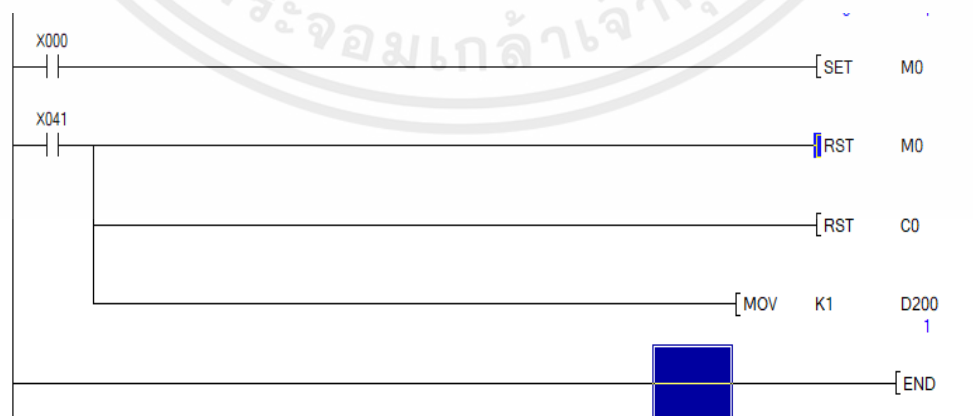
ในการทำงานของโปรแกรมนั้นจะแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ส่วน โดยเชื่อมโยงกันในระบบดังต่อไปนี้ ในส่วนนี้จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตามเงื่อนไขต่าง ๆ บนพื้นฐานของ Set แลพ Reset ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงโปรแกรมส่วนการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 4.5 แสดงโปรแกรมส่วนของการตั้งค่าตำแหน่งของกระเช้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.6 แสดงโปรแกรมเพื่อเรียกเลื่อนกระเช้าที่ 1 มาตำแหน่งล่างสุด

รูปที่ 1						รูปที่ 2					
A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
				การคำนวณค่าของกระเช้าที่						การคำนวณค่าของกระเช้าที่	
1				วันที่	2021-05-26	1				วันที่	2021-05-26
2				ค่าของรถคนโท	81.00	2				ค่าของรถคนโท	81.00
3						3					
4	VALUE	VALUE	TIMESTAMP			4	VALUE	VALUE	TIMESTAMP		
5	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/24/21 6:14 AM	ระยะเวลาการจอด	ค่าจอด	5	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/24/21 6:14 AM	ระยะเวลาการจอด	ค่าจอด
6	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:38 PM	9:35	575.00	6	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:39 PM	9:34	574.00
7	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:36 PM			7	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:38 PM		
8	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:28 PM			8	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:36 PM		
9	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:27 PM			9	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:27 PM		
10	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:06 PM			10	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:06 PM		
11	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:02 PM			11	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:05 PM		
12	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 8:02 PM			12	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 8:02 PM		
13	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 7:59 PM			13	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 7:59 PM		
14	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\011	1111	5/23/21 7:58 PM			14	Channel1.Tag GX Simulator G\WORK2.D\012	2222	5/23/21 7:59 PM		

รูปที่4.7 แสดงข้อมูลที่จะนำมาคำนวณค่าจอดรถผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

จากผลการทำงานที่กล่าวมาทั้งหมด การควบคุมการประยุกต์การสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อควบคุมด้วย พีแอลซี MITSUBISHI FX & Genesis Scada กับแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอการประยุกต์การควบคุม พีแอลซี & Genesis Scada กับแบบจำลองการทำงานที่จอดรถ ด้วยการประยุกต์การสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อใช้ควบคุมกระเช้าจอดรถทั้ง 7 ชั้นผ่านโปรแกรมโปรแกรม GX Work2 ในการเขียนด้วยภาษาแลตเตอร์ในการควบคุม โดยมี พีแอลซี MITSUBISHI FX Series ทำหน้าที่เป็น I/O module รับแรงดัน DC 24 V เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองกระเช้าจอดรถ ในส่วนของการสั่งการ พีแอลซี นั้นใช้การสแกนคิวอาร์โค้ดผ่านการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ในการออกแบบมาประยุกต์การเรียกกระเช้าจอดรถทั้ง 7 ชั้น ผ่านหน้าจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ ให้เข้าถึงการสั่งการ การทำงานของชุดโมเดลแบบจำลองกระเช้าจอดรถโดยผ่านพอร์ตRS232/RS422อินเตอร์เฟส โดยมี KEPServerEX V6 ใช้การสื่อสารโดยการสร้าง OPC Tag ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง โปรแกรมอื่น ๆ และในส่วนของระบบ SCADA นั้นใช้ชุดซอฟต์แวร์ Genesis32 เพื่อสร้างระบบ SCADA และในการสร้างกราฟที่สอดคล้องกับการทำงานจริง รวมถึงการแสดงผลสถานะการทำงานให้เห็นถึงสีที่แตกต่างกันบนหน้าจอมอนิเตอร์ โดยทั้งหมดที่กล่าวมาในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์เอาอุปกรณ์ที่หาได้จากภาควิชาประกอบกับแบบจำลองการทำงานที่จอดรถ ซึ่งถือได้ว่าการประยุกต์การควบคุมแบบหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ในรูปแบบอื่นๆ ที่ผู้ที่ประสงค์จะนำไปศึกษาให้เกิดประโยชน์สูงสุด

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลอง การควบคุมการประยุกต์การสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อควบคุมด้วย พีแอลซี MITSUBISHI FX & Genesis Scadaกับแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถ ทั้งแสดงสถานการณ์ควบคุมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ซอฟต์แวร์ในรูปแบบอื่นๆ ได้ สามารถใช้งานได้จริง แต่ในส่วนของ พีแอลซี MITSUBISHI FX series เป็นรุ่นที่เก่าและยกเลิกการผลิตแล้ว เช่น FX2N ยกเลิกการผลิตในปี 2012 เมื่อเทียบกับ พีแอลซี MITSUBISHI MELSEC iQ-F series ซึ่งเป็น new generation ที่เพิ่มเทคโนโลยีให้ทันสมัยมากกว่า พีแอลซี MITSUBISHI FX series เช่น ความเร็วในการประมวลผลที่มากขึ้น มีพอร์ตสื่อสารRS-485 และ Ethernet เป็นต้น หากเพิ่มเปลี่ยนพีแอลซี หรือเพิ่มอุปกรณ์ที่ทันสมัยมากขึ้น การประยุกต์ใช้งานก็จะมีรูปแบบเพิ่มมากขึ้น

### 5.3 อุปสรรคและปัญหา

ในออกแบบระบบควบคุมและการประยุกต์ใช้ควิอาร์โค้ดในการควบคุม นั้นมีความซับซ้อนในการใช้ซอฟต์แวร์จำนวนมากจึงเป็นอุปสรรคในการทำงาน ต้องใช้ความเข้าใจและรอบคอบในการทำ และตรวจสอบ ซอฟต์แวร์จึงจะสามารถใช้งานร่วมกันได้

ในช่วงเวลาการทำปริญญาโทฉบับนี้มีปัญหาหาโรคระบาด COVID 19 ซึ่งไม่สามารถเข้าไปใช้ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น พีแอลซี MITSUBISHI ,ชุดโมเดลแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถ ทำให้ในส่วนของการทดลองการควบคุมชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ นั้นต้องใช้การ simulation ในการจำลองการทำงานของ พีแอลซี MITSUBISHI และชุดโมเดลแบบจำลองการทำงาน ที่จอดรถ เพื่อที่จะได้แสดงการทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

ภาสุร แก้วนิมิตร และธนทัต ทศนไตรลักษณ์. 2558. “การศึกษาการควบคุมระบบที่จอดรถแบบอัตโนมัติโดยโปรแกรมแลปวิีรร่วมกันโมดูลจัดการข้อมูล.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม การวัดคุม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Mitsubishi Electric. 2020. **GX Works2 Version 1 Operating Manual (Common)**. [E-book]. Japan: Mitsubishi Electric Ltd.

PTC Inc. All Rights Reserved. 2020. **Kepserverex-manual**. [E-book]. Portland: keppure Ltd.

Mitsubishi Electric. **All-round Simplicity FX2n**. [E-book].

Available: <https://docs.rs-online.com/d13f/0900766b8002b6e2.pdf>

XuePLC. 2021. **USB-SC09-FX**. [Online].

Available: <https://www.xueplc.com/usb-sc09-fx.html>

genesis32 scada **how to**. สอน GENESIS32 SCADA. [Online]

Available: <https://genesis32.wordpress.com/genesis32-tutorials/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้