การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีแอลซี

Optimization of Energy Cost in Industrial Manufacturing Processes Using Programmable Logic Controller (PLC) Timer Function Adjustments

ณฐกร สินทะสา

Nathakorn Sinthasa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567

การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีแอลซี

Optimization of Energy Cost in Industrial Manufacturing Processes Using Programmable Logic Controller (PLC) Timer Function Adjustments

ณฐกร สินทะสา

Nathakorn Sinthasa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม
โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี

ชื่อ นามสกุล ณฐกร สินทะสา

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศรี วรรณการ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ)
วันที่ 15 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

ชื่อวิทยานิพนธ์ การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีแอลซี
ชื่อ นามสกุล ณฐกร สินทะสา
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
สาขาวิชา และคณะ วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์
ปีการศึกษา 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยนำเสนอแนวทางการปรับปรุงฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีแอลซี (PLC) เพื่อลดระยะเวลาของรอบกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลให้ลดการใช้พลังงานของเครื่องจักรและเพิ่มผลผลิต ซึ่งในบริบททางธุรกิจอุตสาหกรรมหมายถึง ระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการผลิตสินค้าหรือให้บริการ โดยมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงกระบวนการตัดท่อทองแดงในสายการผลิตด้วยการใช้เครื่องตัดท่อทองแดงที่ใช้เทคโนโลยี Optical Recognition Cutting (ORC) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพใน 4 กระบวนการย่อย ได้แก่ 1. การดึงท่อทองแดงเข้าสู่เครื่องตัด 2. การตัดท่อทองแดงด้วยความแม่นยำสูง 3. การดันท่อทองแดงที่ตัดแล้วออกจากเครื่อง 4. การใช้หุ่นยนต์หยิบชิ้นงานไปวางในกล่องบรรจุ ทั้งนี้ การปรับปรุงฟังก์ชัน Timer ใน PLC นั้นดำเนินการโดยคำนึงถึงระบบความปลอดภัยของเครื่องจักร เพื่อป้องกันความเสียหายและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น กระบวนการแก้ไขต้องสอดคล้องกับระบบการป้องกันของเครื่องจักรเพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแนวทางที่นำเสนอสามารถลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ : รอบเวลา, พีแอลซี, ทามเมอร์

Thesis Title Optimization of Energy Cost in Industrial Manufacturing Processes Using Programmable Logic Controller (PLC) Timer Function Adjustments
Author Nathakorn Sinthasa
Degree Master of Engineering (Electrical Engineering)
Major Program Electrical Engineering Faculty of Engineering
Advisor Assoc.Prof. Dr.Nattachote Rugthaicharoencheep
Co-Advisor Assoc.Prof. Dr.Sakhon Wootthipatanapan
Academic Year 2024

ABSTRACT

This research investigates a practical approach to minimizing energy expenditure in industrial manufacturing by strategically optimizing the timer function in Programmable Logic Controller (PLC) programs. The primary objective is to reduce production cycle time, minimize machine energy consumption, and maximize productivity. Focusing on the copper pipe-cutting process, the study integrates Optical Recognition Cutting (ORC) technology to enhance efficiency in four key subprocesses: feeding copper pipes into the cutting machine, cutting pipes with precision, efficiently ejecting cut pipes, and utilizing robotic arms for automated packaging. The timer function adjustments were meticulously designed to comply with machine safety protocols, ensuring both operational security and efficiency. The findings indicate that the proposed method significantly reduces energy consumption while enhancing overall production performance.

Keywords : Cycle Time, PLC, Timer

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดี ความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทุกท่านในการให้ความรู้และความช่วยเหลือระหว่างการศึกษาทำวิทยานิพนธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ ผู้มีความปรารถนาดีในการให้ความรู้และคำปรึกษาทางวิชาการ และยังส่งเสริมสนับสนุนทางด้านวิชาชีพ ใบประกอบวิชาชีพต่างๆ ระหว่างทำวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สาครวุฒิพัฒนพันธุ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงคณาจารย์ผู้ร่วมเป็นประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศรี วรรณการ ผู้ให้ความรู้และข้อแนะนำ รวมทั้งความช่วยเหลือและเทคนิคต่างๆ ในด้านการศึกษาที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้อง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครทุกท่านที่ร่วมงาน และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมาตลอดเวลาการศึกษา

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และสมาชิกในครอบครัวสินทะสารวมทั้งญาติพี่น้องทุกท่านที่สนับสนุนและส่งเสริมในด้านกำลังใจ ความรัก ความห่วงใยที่ดีจนสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

ณฐกร สินทะสา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนวิธีการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์	2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 บทนำ	3
2.2 Programmable Logic Controller	3
2.2.1 Programmable Logic Controller คืออะไร	3
2.2.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC	5
2.2.3 หลักการทำงานของ PLC	10
2.2.4 ฟังก์ชันทามเมอร์ (Timer)	12
2.2.5 ประเภทของทามเมอร์ (Times)	14
2.3 ระบบการผลิต	16
2.3.1 ประเภทของการผลิต (Type of Production)	16
2.3.2 ผลิตภาพ (Productivity)	17
2.3.3 รอบการผลิต (Cycle Time)	17
2.4 เครื่องจักร ORC	18

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.1 คุณสมบัติของเครื่องตัดท่อทองแดง ORC	18
2.4.2 การใช้งานเครื่องตัดท่อทองแดง ORC	19
2.4.3 ข้อดีของการใช้เครื่องตัดท่อทองแดง ORC	19
2.4.4 วิธีการทำงานของเครื่องจักร ORC	20
2.5 การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย	21
2.5.1 งานวิจัยด้านการลดต้นทุนภาคอุตสาหกรรม	21
3. วิธีการวิจัย	23
3.1 บทนำ	23
3.2 ความเป็นมาของระบบทดสอบ	23
3.3 กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน	24
3.4 กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง	25
3.5 กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง	25
3.6 กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน	25
4. ผลการวิจัย	27
4.1 บทนำ	27
4.2 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง	27
4.3 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง	28
4.4 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออก	29
4.5 ผลลัพธ์กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน	29
5. สรุปวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผลการวิจัย	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก	33
บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	33
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	39

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงผลการแก้ไขฟังก์ชัน Timer	29
4.2	แสดงผลการลดลงของ Cycle Time และ ค่าไฟฟ้า	30
4.3	แสดงผลผลิตก่อนและหลังแก้ไขฟังก์ชัน Timer	30
4.4	แสดงผลผลิตก่อนและหลังแก้ไขฟังก์ชัน Timer คิดเป็นร้อยละ	30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	Programmable Logic Controller	4
2.2	Example Instruction List	5
2.3	Example Ladder Diagram	6
2.4	Example Function Block Diagram	7
2.5	Example Sequential Function Chart	9
2.6	หลักการรับ - ส่งข้อมูลของ PLC	10
2.7	หลักการทำงานของ PLC	12
2.8	การเขียนวงจร Timer ในโปรแกรม PLC	13
2.9	การทำงานวงจร Timer ของรูปที่ 2.8	13
2.10	ภาพแสดงวงจรการหน่วงเวลาเปิด	14
2.11	ภาพแสดงตัวอย่างคำสั่งตั้งเวลาหน่วงปิดบางส่วนที่ใช้ใน PLC ยี่ห้อต่างๆ	15
2.12	ภาพสามมิติแสดงเครื่องจักร ORC	18
2.13	ภาพแสดงจุด A ของเครื่องจักร	20
3.1	จุดที่แก้ไขฟังก์ชัน Timer ในกรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน	25
3.2	จุดที่แก้ไขฟังก์ชัน Timer ในกรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง	25
3.3	จุดที่แก้ไขในกรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน	26
4.1	แสดงการแก้ไขฟังก์ชัน Timer ในโปรแกรม PLC	28
4.2	จุดที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง	28
4.3	อุปกรณ์ลองรับท่อทองแดงที่ตัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว	29

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และความเป็นมาของปัญหา

จากการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันมีความเข้มข้นในการผลิตคิดค้นเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าอีกทั้งยังพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมในตลาดให้มีความทันสมัย และก้าวทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ผู้ผลิตจึงต้องคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อก้าวทันตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การที่จะดำรงธุรกิจอยู่ในตลาดได้นั้นนอกจากจะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้ว ทางผู้ผลิตยังต้องมุ่งเน้นด้านราคาที่ต่ำบนพื้นฐานคุณภาพที่ได้มาตรฐาน จึงจะทำให้ผู้ผลิตสามารถแข่งขันในตลาดและดำรงธุรกิจต่อไปได้ การผลิตที่สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตต่ำได้นั้น เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถสร้างกำไรและแข่งขันทางธุรกิจได้

ทั้งนี้ยังมีหลายแนวทางที่ทำให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำ การเพิ่มเครื่องจักรกลแทนการเพิ่มจำนวนคนในการดูแลเครื่องจักรและกระบวนการผลิตก็ยังเป็นหนึ่งทางเลือกของผู้ลงทุน อีกทั้งยังลดการผิดพลาดของผลผลิตที่จะเกิดขึ้นตามมาจากบุคคล แต่การลดจำนวนพนักงานนั้นเป็นเรื่องที่ทำค่อนข้างยาก จึงยังมีวิธีการลดรอบการผลิตในการผลิต (Cycle Time) ก็เป็นตัวเลือกที่สามารถลดรอบการผลิตและลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำได้จริง โดยการลดรอบการผลิตในอุตสาหกรรมสามารถเลือกได้หลายวิธี โดยวิธีการแก้ไขโปรแกรมของเครื่องอาจจะยังไม่ค่อยนิยมนัก เพราะเป็นเรื่องที่ค่อยข้างยากและละเอียดอ่อน เพราะจะมีเรื่องของความปลอดภัยในระยะการผลิตชิ้นงานที่ทางต้นสังกัดของเครื่องจักรกำหนดไว้ในระยะปลอดภัย อาจจะทำให้การแก้ไขโปรแกรมของเครื่องจักรอาจจะทำได้ยากหรือไม่ได้เลย

ดังนั้นหากสามารถใช้วิธีการแก้ไขฟังก์ชันในโปรแกรมพีเอลซีที่เรียกว่า Timer ในการทำการแก้ไขต้องไม่ขัดกับระบบการป้องกันของเครื่องจักรเพื่อลดรอบการผลิตได้ จะสามารถลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำ อีกทั้งยังลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต และยังเพิ่มผลผลิตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อลดรอบเวลาการผลิตชิ้นงานของเครื่องจักรและประเมินผลการผลิต

1.2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตของเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคการแก้ไขโปรแกรมลอจิกคอนโทรล

1.2.3 เพื่อประเมินค่าไฟฟ้าที่ใช้ผลิตชิ้นงาน

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.3.1 ประเมินรอบเวลาการผลิตชิ้นงาน (Cycle Time) ของเครื่องจักร กรณียังไม่ได้ปรับปรุงโปรแกรมและปรับปรุงโปรแกรม

1.3.2 ประเมินผลการผลิต (Output) ของเครื่องจักร กรณียังไม่ได้ปรับปรุงโปรแกรมและปรับปรุงโปรแกรม

1.3.3 ประเมินค่าไฟฟ้าที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Power) ของเครื่องจักร กรณียังไม่ได้ปรับปรุงโปรแกรมและปรับปรุงโปรแกรม

1.4 ขั้นตอนวิธีการวิจัย

1.4.1 วิเคราะห์ผลผลิตชิ้นงาน รอบเวลาในการผลิตของเครื่องจักร ก่อนปรับปรุงโปรแกรม

1.4.2 ปรับปรุงโปรแกรมของเครื่องจักรเพื่อลดรอบการผลิตของเครื่องจักร

1.4.3 วิเคราะห์ผลผลิตชิ้นงาน รอบในการผลิตของเครื่องจักร หลังปรับปรุงโปรแกรม

1.4.4 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลลัพธ์รอบการผลิตก่อนแก้ไขโปรแกรมและหลังแก้ไขโปรแกรม

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์

1.5.1 ลดเวลารอบการผลิตของเครื่องจักรที่แก้ไขโปรแกรม

1.5.2 เพิ่มผลผลิตชิ้นงานในภาคอุตสาหกรรม

1.5.3 ลดต้นทุนการผลิต และตอบสนองการต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น

1.5.4 การประยุกต์การแก้ไขโปรแกรมของเครื่องจักร

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในงานวิจัยการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียดและลำดับหัวข้อดังนี้

บทนำ

Programmable Logic Controller

ระบบการผลิต

รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)

เครื่องจักรที่นำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย

2.2 Programmable Logic Controller

2.2.1 Programmable Logic Controller คืออะไร

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) เรียกย่อๆว่า PLC หรือปัจจุบันใช้คำว่า PC ย่อมาจาก “Programmable Controller” และ SC ย่อมาจาก“Sequence Controller” แสดงดังภาพที่ 2.1 เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเมื่อปี พ.ศ.2511 PLC ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้ฝ่าย Hydramatic ของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยได้คิดค้นอุปกรณ์แบบใหม่เพื่อใช้แทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และทางบริษัท Allen Bradley ได้เสนอให้ใช้ชื่อระบบควบคุมนี้ว่าโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) และในปี พ.ศ.2512 PLC ได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก และในปี 2514-2523 PLC ได้รับการพัฒนาให้มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของไมโครโพรเซสเซอร์(Microprocessor) ที่มีการใช้อินพุต/เอาต์พุตที่เป็น

สัญญาณอนาล็อก(Analog) และในปี 2524-2533 ทางบริษัท General Motor ได้มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดยได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocol (MAP) ขนาดของ PLC จึงลดลงมาเรื่อยๆ พร้อมกับเริ่มมีซอฟต์แวร์ที่จัดการ PLC ด้วยภาษา Symbolic โดยสามารถสั่งโปรแกรมผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนบุคล (Personal Computer) แทนที่จะสั่งผ่านทางอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม(Handheld Programming Terminal) และตั้งแต่ปี 2534 ถึงปัจจุบันได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC ให้มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 และPLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างในแต่ละประเทศคือ

PC หรือ Programmable Controller เรียกกันในประเทศอังกฤษ

PLC หรือ Programmable Logic Controller เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา

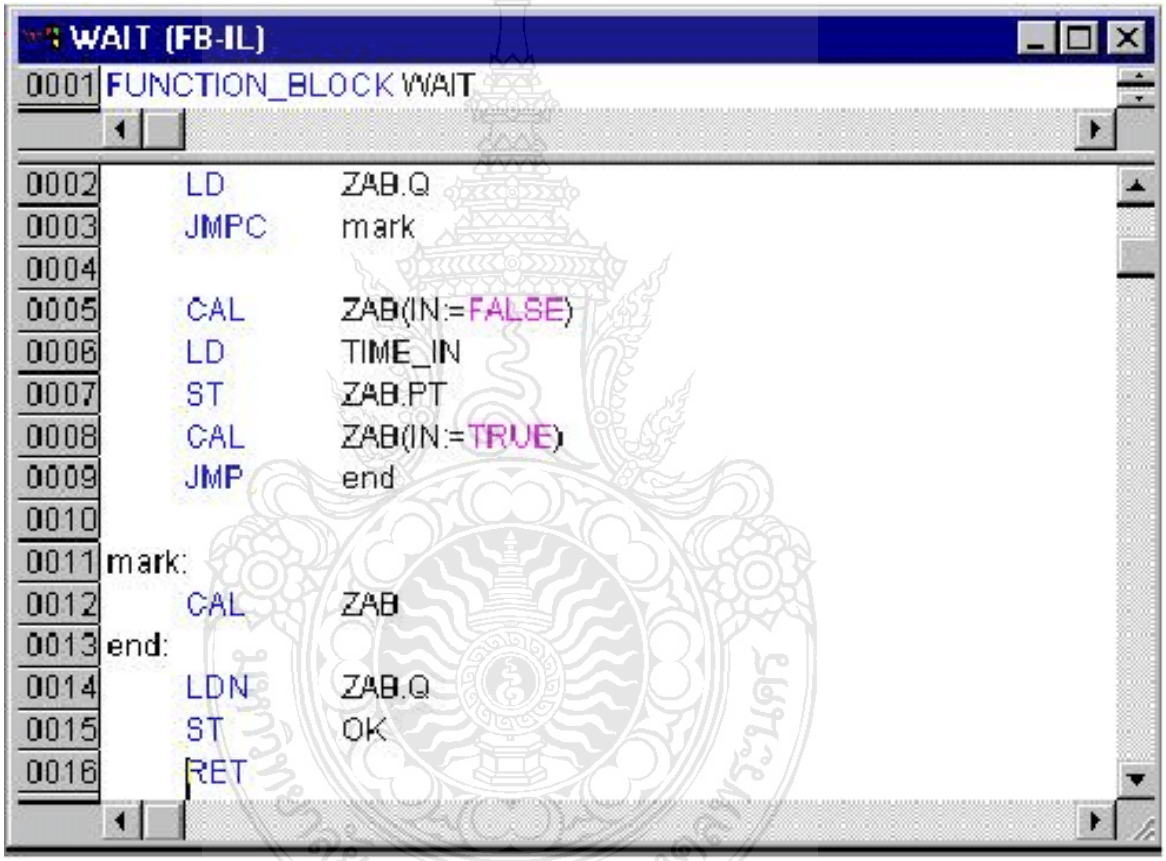
PBS หรือ Programmable Binary System เรียกกันในประเทศสแกนดิเนเวีย

ภาพที่ 2.1 Programmable Logic Controller

2.2.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC

ตามมาตรฐานของ IEC1131-3 ได้กำหนดการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมของ PLC ไว้ ทั้งหมด 5 ภาษาคือ

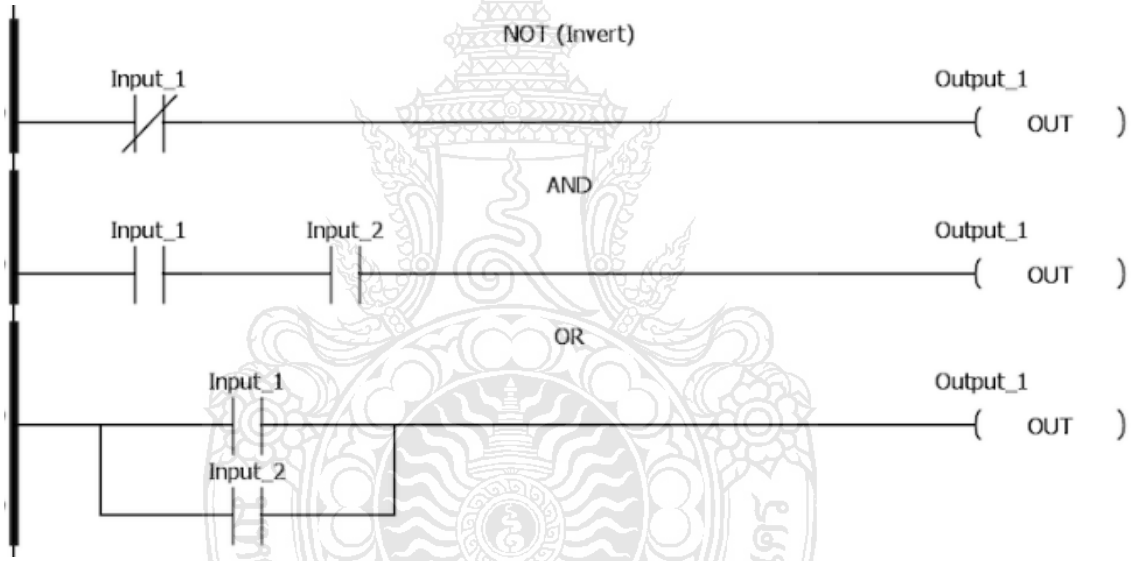
2.2.2.1 IL (Instruction List) เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลิ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 Example Instruction List

2.2.2.2 LD (Ladder Diagram) ภาษาซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้าเป็นวงจรที่อ่านได้ง่ายและแสดงการทำงาน โปรแกรม Ladder Diagram ทุกโปรแกรม ได้รับการจัดเรียงให้คล้ายกับไดอะแกรมไฟฟ้า ทำให้เป็นภาษาโปรแกรมแบบกราฟิก ไม่ใช่แบบข้อความ Ladder

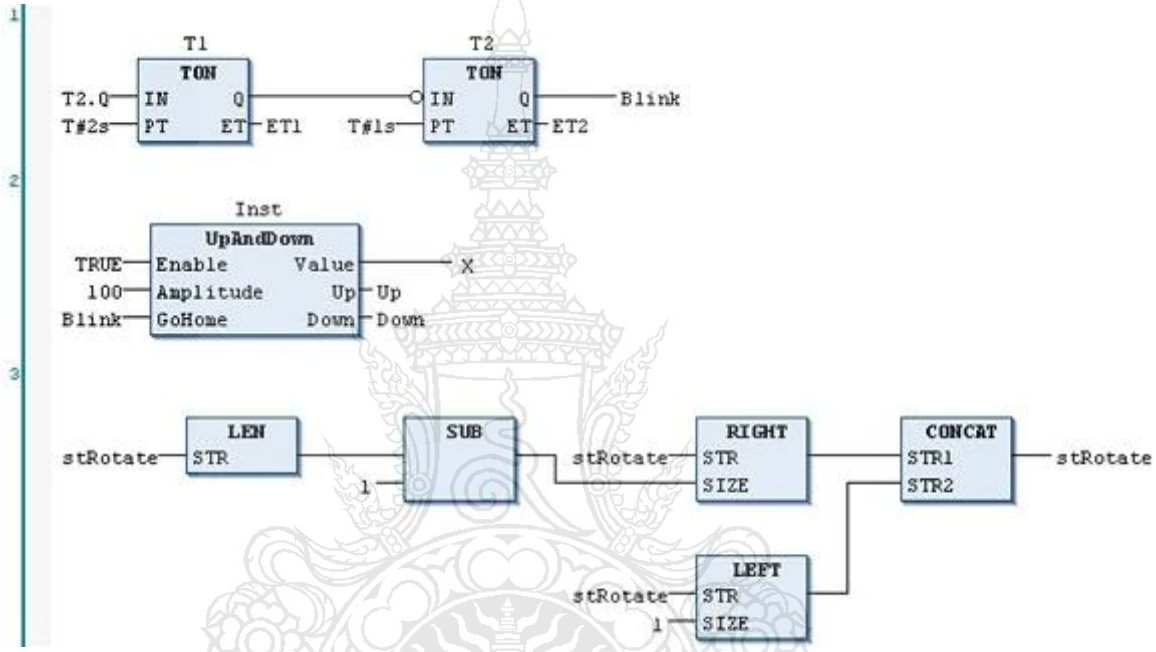
Diagram จะถูกมองว่าเป็นวงจรเสมือนโดยที่ "พลังงาน" เสมือนจะไหลผ่าน "หน้าสัมผัส" เสมือน เมื่อปิดอยู่เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ "คอยล์รีเลย์" เสมือนเพื่อทำหน้าที่ทางลอจิก หน้าสัมผัสหรือคอยล์ที่เห็นในโปรแกรม PLC Ladder Diagram ไม่มีอยู่จริง แต่จะทำงานกับบิตในหน่วยความจำของ PLC โดยความสัมพันธ์ทางลอจิกระหว่างบิตเหล่านั้นจะแสดงในรูปแบบไดอะแกรมที่คล้ายกับวงจร หน้าสัมผัสจะปรากฏเหมือนกับในไดอะแกรมลอจิกรีเลย์ไฟฟ้า โดยเป็นเส้นแนวตั้งสั้นๆ ที่คั่นด้วยช่องว่างแนวนอน หน้าสัมผัสแบบปกติเปิดจะว่างเปล่าภายในช่องว่างระหว่างเส้นแนวตั้ง ในขณะที่หน้าสัมผัสแบบปกติปิดจะมีเส้นทแยงมุมตัดผ่านช่องว่างนั้น คอยล์จะแตกต่างกันเล็กน้อย โดยจะปรากฏเป็นวงกลมหรือวงเล็บคู่กัน คำสั่งอื่นๆ จะปรากฏเป็นกล่องสี่เหลี่ยม แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 Example Ladder Diagram

2.2.2.3 FBD (Function Block Diagram) ภาษาที่แสดงฟังก์ชันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม โปรแกรม FBD (Function Block Diagram) เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมเชิงกราฟิกที่รวมฟังก์ชันเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเอาต์พุตโดยใช้เส้นและแฟล็กเพื่อแสดงตัวแปรในรูปแบบกราฟิกมากขึ้น โปรแกรมเมอร์สามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วโดยการลาก วาง และเชื่อมโยงบล็อกฟังก์ชันและตัวแปรต่างๆ เมื่อพิจารณาโดยรวม

แล้ว โปรแกรมจะมีลักษณะคล้ายกับไดอะแกรมการไหลเชิงตรรกะระดับสูงจำนวนมากที่ใช้เพื่ออธิบายกระบวนการที่ซับซ้อนในโรงเรียนหรือในระหว่างขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์ โดยการใช้ภาษาการเขียนโปรแกรมเชิงกราฟิก ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็วโดยใช้โค้ดที่ผ่านการพิสูจน์และแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ซึ่งช่วยลดเวลาการบูรณาการและส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ที่สูญเปล่าน้อยลง ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมหรือไฟฟ้ามากนักในการพัฒนาโปรแกรม FBD แสดงดังภาพที่ 2.4

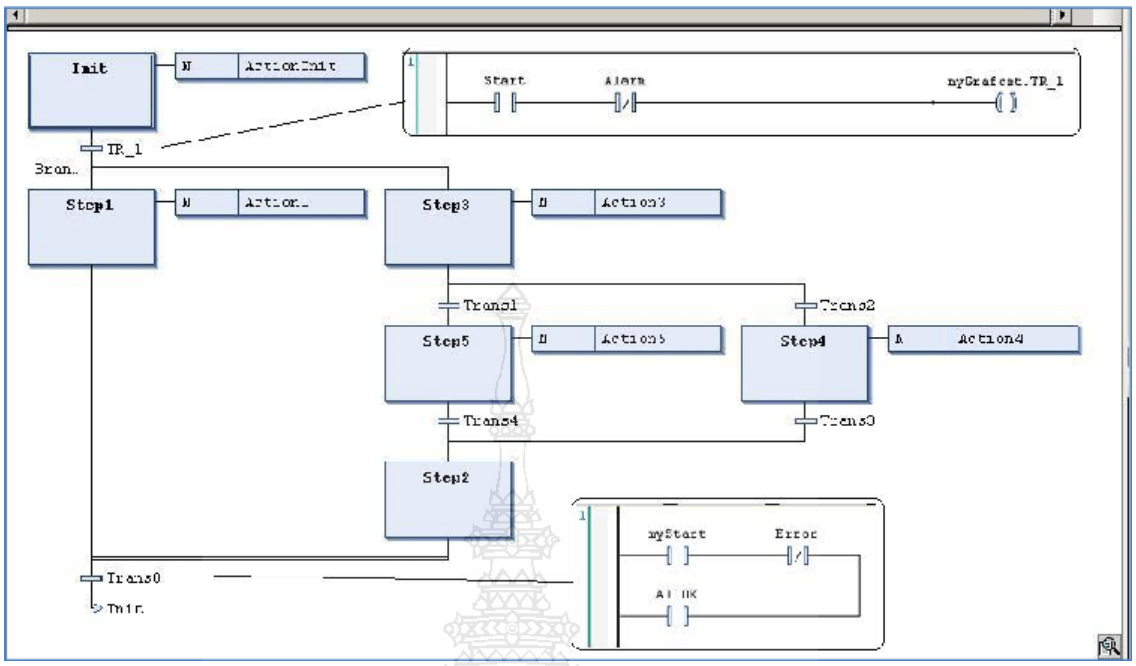


ภาพที่ 2.4 Example Function Block Diagram

บล็อกฟังก์ชันสามารถเขียนด้วยภาษาที่รองรับ IEC ได้ พารามิเตอร์ (อินพุต) จะถูกส่งผ่านไปยังบล็อกฟังก์ชันตรรกะบางอย่างจะดำเนินการกับพารามิเตอร์ ตัวแปรเอาต์พุตจะถูกตั้งค่าหรือข้อมูลจะถูกส่งออกจากบล็อก บล็อกฟังก์ชันสามารถมีโค้ดจำนวนเล็กน้อยหรือโค้ดจำนวนมาก จุดประสงค์ของบล็อกฟังก์ชันคือเพื่อลดปริมาณโค้ดที่ทำซ้ำ ซึ่งทำได้โดยใช้พารามิเตอร์อินพุตในการเขียนโค้ดให้เป็นแบบไดนามิก จากนั้นจึงตั้งค่าพารามิเตอร์เอาต์พุต ตัวอย่าง FBD ง่ายๆ เช่น การกระตุ้นกล้อง จำเป็นต้องมีการจับมือหลายครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าได้ถ่ายภาพแล้ว และผลลัพธ์จะต้องคัดลอกไปยังประเภทข้อมูลที่มีประโยชน์ บล็อกฟังก์ชันอาจต้องการอินพุตเพียงรายการเดียวเพื่อเริ่มการรับข้อมูลและเอาต์พุตสองรายการ โดยรายการหนึ่งเป็นแฟล็กข้อ

ผิดพลาด และอีกรายการหนึ่งเป็นผลลัพธ์ของการตรวจสอบ สามารถใช้บล็อกเดียวกันนี้กับกล้องแต่ละตัวในระบบได้ เมื่อดีบัก คุณจะต้องดีบักโค้ดเพียงส่วนเดียวเท่านั้น โปรแกรมเมอร์ PLC หัวแข็งหลายคนจะยึดถือตรรกะแบบแลดเดอร์หรือโปรแกรมข้อความที่มีโครงสร้าง แต่บางครั้งโปรแกรม FBD ก็สามารถทำให้ระบบทำงานได้เร็วขึ้นและตอบสนองได้ดีขึ้น การทำงานอัตโนมัติของกระบวนการทำงานได้ดีกับ FBD เนื่องจากมีการใช้แผนผังแบบบล็อกเพื่อออกแบบและอธิบายกระบวนการเมื่อมีการแบ่งปันข้อมูลระหว่างเหตุการณ์และกระบวนการอื่นๆ ขั้นตอนหนึ่งจะดำเนินต่อไปได้เมื่อกระบวนการอินพุตเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างจากลำดับที่ใช้เซ็นเซอร์แบบบูลีนหรือเหตุการณ์เพื่อกำหนดจุดสิ้นสุดของลำดับ ลองนึกถึงการอบคุกกี้ คุณต้องรวบรวมส่วนผสม เตรียมส่วนผสม อบ บรรจุหีบห่อ และจัดส่งคุกกี้ ผลลัพธ์ของฟังก์ชันหนึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อฟังก์ชันถัดไป และบางฟังก์ชัน เช่น การอบ อาจมีอินพุตสองรายการ ได้แก่ คุกกี้ และอุ่นเตาอบล่วงหน้า เป็นต้น สถานการณ์ที่มีโค้ดซ้ำๆ ภายในโปรแกรมสามารถได้รับประโยชน์จากโปรแกรม FBD โดยการลาก วาง และมอบหมายให้ผู้ใช้สร้างโปรแกรมที่มีฟังก์ชันที่พิสูจน์แล้วได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะช่วยลดการฝึกอบรมและความจำเป็นในการมีโปรแกรมเมอร์ระดับสูงในโรงงาน หุ่นยนต์ร่วมมือจึงใช้ประโยชน์จาก FBD ด้วยเหตุผลเฉพาะนี้ลูป PID หลายตัวทำงานได้ดีใน FBD เนื่องจากมีความสามารถในการประมวลผลแบบขนาน ในขณะที่ภาษาการเขียนโปรแกรมอื่นก็มีความสามารถในการประมวลผลแบบขนานเช่นกัน แต่การติดตามกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการในโปรแกรม FBD นั้นทำได้ง่ายกว่า

2.2.2.4 SFC (Sequential Function Chart) ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีเควนซ์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละStep (Transition) แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 Example Sequential Function Chart

การควบคุมแบบต่อเนื่องรวมถึงการประมวลผลการทำงานแบบต่อเนื่องและแบบขนานที่แยกจากกันในแง่ของเวลาหรือเหตุการณ์ โดยส่วนใหญ่เพื่อควบคุมลำดับกระบวนการที่ซับซ้อน ภาษาการเขียนโปรแกรม SFC ทำให้การมองเห็นและออกแบบระบบแบบต่อเนื่องที่ซับซ้อนง่ายขึ้น ในภาษาการเขียนโปรแกรมนี้ การทำงานจะอธิบายว่าเป็นขั้นตอนแยกต่างหากที่เชื่อมต่อกันตามลำดับ ตัวอย่างของการเชื่อมต่อแบบต่อเนื่องนี้จะเห็นได้จากการทำงานของเครื่องซักผ้า เมื่อเลือกโปรแกรมในเครื่องซักผ้า โปรแกรมจะมีขั้นตอนต่างๆ มากมายที่เกิดขึ้นทีละขั้นตอน เมื่อขั้นตอนหนึ่งผ่านไป ขั้นตอนต่อไปจะเริ่มโดยอัตโนมัติ คำว่า 'ขั้นตอน' และ 'สถานะ' แสดงถึงแนวคิดเดียวกันในการเขียนโปรแกรม SFC สถานะหรือขั้นตอนจะแสดงด้วยกล่องสี่เหลี่ยม เส้นตรงแนวตั้งเชื่อมต่อขั้นตอนต่างๆ และแต่ละขั้นตอนจะมีเอาต์พุตที่สอดคล้องกัน มีเงื่อนไขการเปลี่ยนผ่านระหว่างขั้นตอน รูปที่ 1 ด้านล่างแสดงไดอะแกรมทั่วไปสำหรับแผนภูมิฟังก์ชันแบบลำดับ

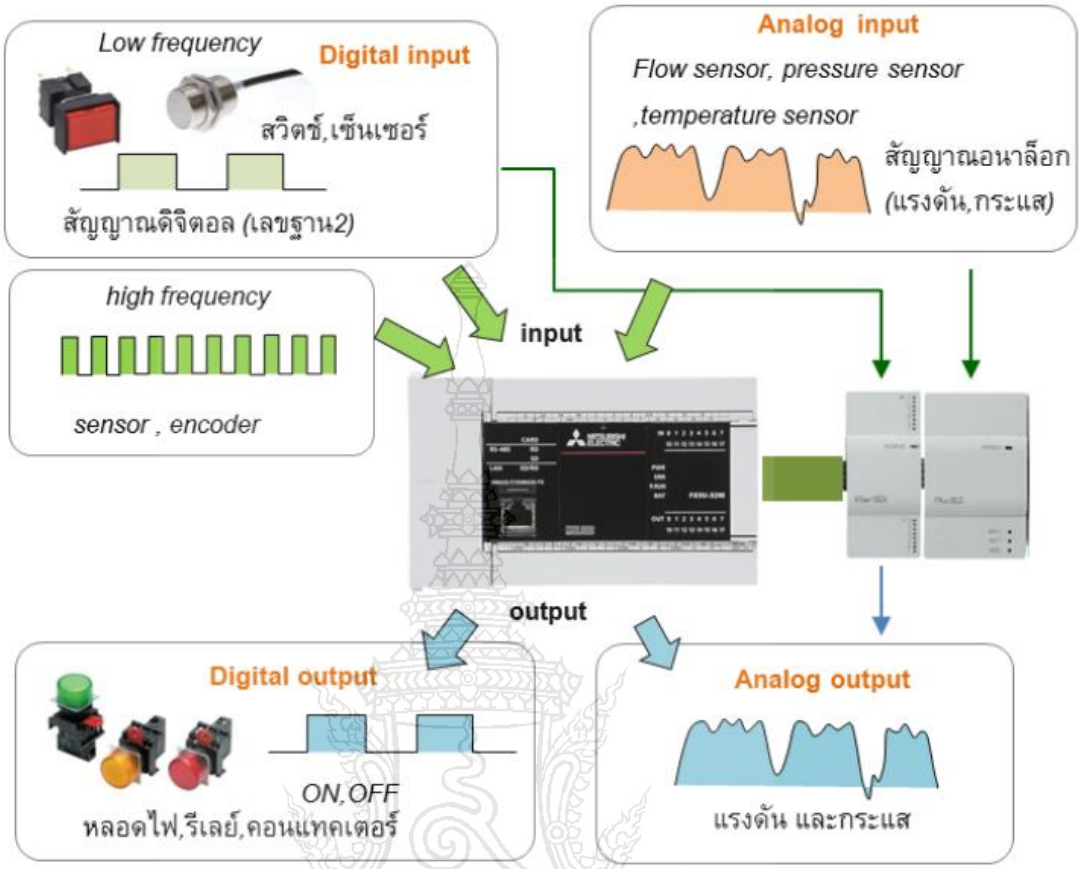
2.2.2.5 ST (Structured Text) เป็นภาษาระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งคำสั่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงานเช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น

2.2.3 หลักการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ท าให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเอง เพราะฉะนั้น เมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและ PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหลายชนิดเช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิก (On/Off), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบ AC/DC, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบTTL, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analog), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ(Isolated), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบ13 ตัวเลข, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมท, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบหน้าจอสัมผัส (Contact) เป็นต้น จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิดนอกจากนั้นแล้ว ยังมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก ทั้งมีขนาดเล็กและราคาถูกหลักการทำงานของ PLC คือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ (หน้าคอนแทคที่ต่อกันเรียกว่า ลอจิก1 ส่วนคอนแทคที่ไม่ต่อกันเรียกว่าลอจิก 0) หลังจากนั้นแลดเดอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทคภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิด(Open) หรือปิด (Closed) ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุตค่าของลอจิกต้องเป็นเลข1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์ (Coil Memory) มีค่าเป็นลอจิกเลข 0 และโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface) ไม่ต่อกัน แสดงดังภาพที่ 2.6

ภาพที่ 2.6 หลักการรับ - ส่งข้อมูลของ PLC

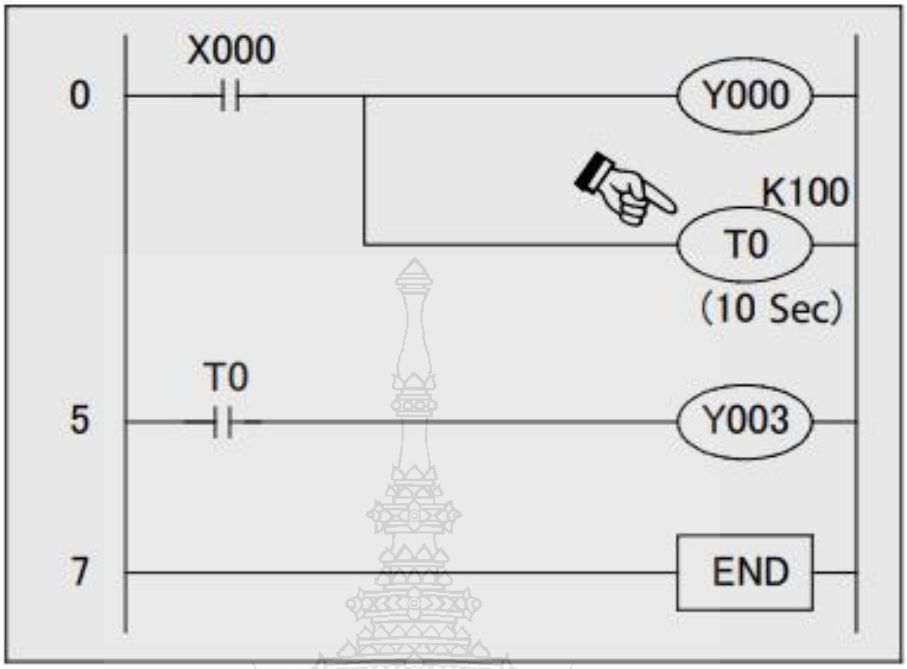
การทำงานของ PLC เมื่อครบ 1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Time คือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการท างานของ PLC 1 สแกนเวลาประมาณ 1-100 ms. ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต PLCจะใช้เลขฐานต่างๆกับลอจิกในการประมวลผลหรือติดต่อกับผู้ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเต็ท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานให้นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ท าให้สะดวกขึ้นเพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเอง เพราะฉะนั้นเมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและ PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเต็ท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร PLC มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม 4 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลลีน ภาษาบล็อก และภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ โดยภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลลีนใช้กับ PLC ขนาดเล็กที่แทนรีเลย์เคาน์เตอร์และไทเมอร์ ส่วนภาษาบล็อกและภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษและการควบคุมที่ซับซ้อนมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แสดงดังภาพที่ 2.7



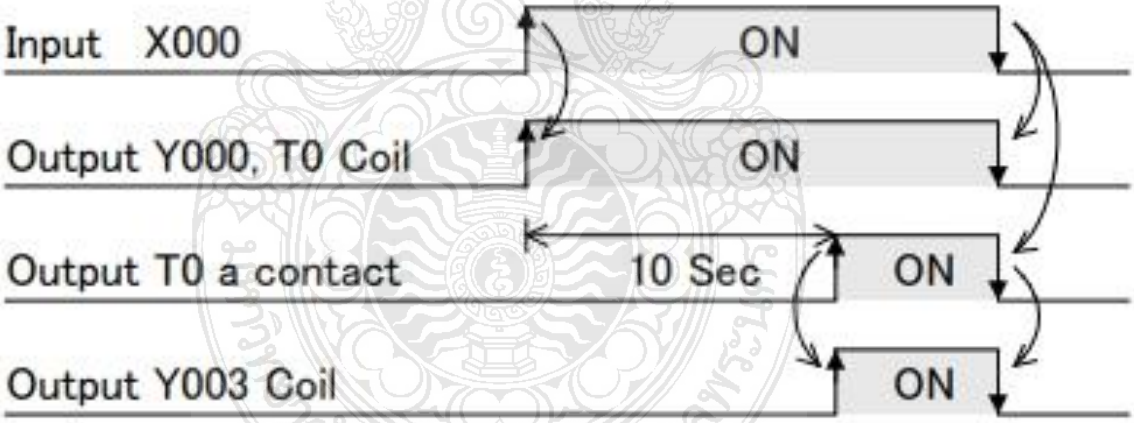
ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของ PLC

2.2.4 ฟังก์ชันทามเมอร์ (Timer)

Timer เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายใน Sequence มีหน้าที่ในการจับเวลา และประกอบไปด้วย Coil กับ หน้าสัมผัส (Contact) เมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัส (Contact) จะทำการปิด โดยมีอยู่ทั้งหมด 320 ตัว ตั้งแต่ T0 – T319 โดย T ย่อมาจาก Timer และตัวเลขต่อท้ายคือลำดับ โดยจะมีค่า K ที่เป็นตัวกำหนดเวลาคือ K10 จะประมาณได้ 1 วินาที [4] แสดงดังภาพที่ 2.8 และ ภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.8 การเขียนวงจร Timer ในโปรแกรม PLC



ภาพที่ 2.9 การทำงานวงจร Timer ของรูปที่ 2.8

2.2.5 ประเภทของทามเมอร์ (Times)

ประเภทของทามเมอร์ ตัวจับเวลา PLC มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับวิธีการนำการหน่วงเวลามาใช้ในคำสั่งกำหนดเวลา ทามเมอร์ PLC มี 3 ประเภทตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเขียนโปรแกรม PLC สากล IEC 61131-3 คือ ตัวหน่วงเวลาเปิด (TON) ตัวตั้งเวลาหน่วงปิด (TOF) และทามเมอร์จับเวลาพัลส์ (TP) จากข้อมูลหลายแห่งในการเขียนโปรแกรมลอจิกแบบแลดเดอร์ พบว่าทามเมอร์แตกต่างกันถึง 11 ประเภท จาก PLC หลายยี่ห้อ ดังนี้

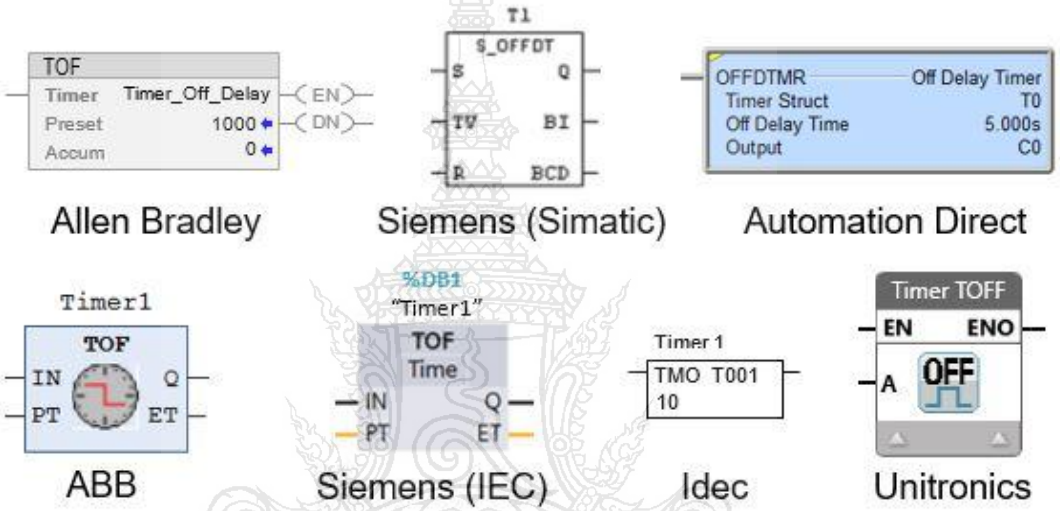
2.2.5.1 หน่วงเวลาเปิด (TON)

จากตัวจับเวลาที่มีหลากหลายประเภท ตัวจับเวลาหน่วงเวลาเปิดเป็นประเภทที่มักใช้มากที่สุดในการเขียนโปรแกรมลอจิกแบบแลดเดอร์ ตัวจับเวลาอื่นๆ ส่วนใหญ่สามารถสร้างด้วยลอจิกแบบแลดเดอร์ได้โดยใช้ตัวจับเวลาหน่วงเวลาเปิดเป็นส่วนประกอบพื้นฐาน PLC ส่วนใหญ่ได้สร้างคำสั่งการจับเวลาอื่นๆ ขึ้นมาเพื่อช่วยให้เราไม่ต้องยุ่งยากใน PLC ตัวจับเวลาหน่วงเวลาการเปิดมักเรียกกันทั่วไปว่าตัวจับเวลา TON การทำงานของตัวจับเวลาหน่วงเวลาการเปิดนั้นสะท้อนถึงชื่อของมัน จะเห็นได้ว่าตัวจับเวลาหน่วงเวลาการเปิด (ตัวจับเวลา TON) จะเปิดเอาต์พุตเป็น ON แสดงดังภาพ 2.10

ภาพที่ 2.10 ภาพแสดงวงจรการหน่วงเวลาเปิด

2.2.5.2 ตัวตั้งเวลาหน่วงปิด (TOF)

ตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิด PLC คือตัวจับเวลา PLC ที่ใช้กันทั่วไปเป็นอันดับสองซึ่งฉันใช้ในการเขียนโปรแกรมลอจิกแบบแลดเดอร์ รองจากตัวจับเวลาหน่วงเวลาเปิด PLC เท่านั้นใน PLC ตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิดจะเรียกกันทั่วไปว่าตัวจับเวลา TOF การทำงานของตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิดนั้นสะท้อนถึงชื่อของมัน จะเห็นได้ว่าตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิด (TOF Timer) จะปิดเอาต์พุตหลังจากหน่วงเวลาที่ตั้งไว้ล่วงหน้าเท่านั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งแสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงตัวอย่างคำสั่งตัวตั้งเวลาหน่วงปิดบางส่วนที่ใช้ใน PLC ยี่ห้อต่างๆ

เอาต์พุตจะถูกหน่วงเวลาก่อนที่จะปิดในการเขียนโปรแกรมลอจิกแบบแลดเดอร์ ชื่อคำสั่ง สัญลักษณ์ และตัวแปรอินพุต/เอาต์พุตของตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิดอาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของ PLC ที่คุณใช้งานอยู่ ตัวอย่างเช่นคำสั่ง TOF ใน PLC ใช้ใน PLC ของ Allen Bradley, Siemens, ABB, Unitronics, Schneider และ Emerson ในขณะที่ PLC ของ Automation Direct และ Idec ไม่ใช้รูปแบบ TOF สำหรับคำสั่งตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิด ในความเป็นจริง PLC ของ Omron, Mitsubishi และ Delta ไม่มีคำสั่งตัวจับเวลาหน่วงเวลาปิดเลย

2.2.5.3 ทามเมอร์จับเวลาพัลส์ (TP)

คือตัวจับเวลาทั่วไปอีกตัวหนึ่งที่พบในการเขียนโปรแกรม PLC โดยเป็นหนึ่งในสามตัวจับเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเขียนโปรแกรมสากล IEC 61131-3 โดยทั่วไป Pulse Timer จะเรียกอีกอย่างว่า TP timer Pulse Timer จะสร้างพัลส์เอาต์พุตที่มีระยะเวลาพัลส์เท่ากับค่าเวลาที่ตั้งไว้ ล่วงหน้าพูดง่ายๆ ก็คือเอาต์พุตของ TP timer จะเปิดเมื่อตัวจับเวลาทำงาน และจะปิดตลอดเวลาที่เหลือในการเขียนโปรแกรมลอจิกแบบแลดเดอร์ ชื่อคำสั่ง สัญลักษณ์ และตัวแปรอินพุต/เอาต์พุตของตัวจับเวลาพัลส์อาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของ PLC ที่คุณใช้งานตัวอย่างเช่นคำสั่งตัวจับเวลา TP ใช้ใน PLC ของ Siemens (IEC), Unitronics, Schneider, ABB และ Emerson อย่างไรก็ตาม PLC ของ Siemens (Simatic) ใช้ คำสั่ง S_PULSEแทน PLC บางยี่ห้อ เช่น Allen Bradley, Automation Direct,Mitsubishi, Omron (โปรแกรมเมอร์ CX)

2.3 ระบบการผลิต

ระบบการผลิต หมายถึง การแปลงสภาพปัจจัยการผลิตให้เกิดเป็นผลผลิต ทั้งทางด้านสินค้าและบริการ ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการผลิต คือ 1. ปัจจัยการผลิต (Input) 2. กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion process) 3. ผลผลิต (Output) องค์ประกอบเหล่านี้จะทำให้ระบบการผลิตเกิดสินค้าหรือบริการที่ต้องการ [3]

ปัจจัยการผลิต (Input) คือ วัตถุดิบหรือวัสดุต่างๆ ที่นำมาประกอบหรือผสมกัน โดยผ่านการผลิตตามขั้นตอนแล้วออกมาเป็นสินค้าและบริการ

กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion process) เป็นขั้นตอนการเคลื่อนย้ายหรือแปรสภาพวัตถุดิบ เพื่อให้เกิดเป็นสินค้าและบริการ

ผลผลิต (Output) คือ ผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของการผลิต หลังจากออกมาเป็นรูปผลิตภัณฑ์และบริการที่ผ่านกระบวนการแปรสภาพแล้ว

2.3.1 ประเภทของการผลิต (Type of Production) การแบ่งประเภทของการผลิตเพื่อให้ทราบถึงลักษณะของกระบวนการผลิตและนำไปวางแผน ควบคุมการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยจะแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็นหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น

2.3.1.1 การแบ่งตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ การแบ่งตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือ การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order) และการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make tostock)

2.3.1.2 การแบ่งตามคุณลักษณะของกระบวนการผลิต การแบ่งตามคุณลักษณะของกระบวนการผลิต คือ การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง และการผลิตแบบกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง

2.3.1.3 การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Continuous process of production) มักจะใช้กับการผลิตที่เป็นสายผลิตภัณฑ์ สายการประกอบเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ

2.3.1.4 การผลิตแบบกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง ส่วนใหญ่จะใช้กับการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตบอดเวลาตามความต้องการของลูกค้า เครื่องจักรต้องมีความยืดหยุ่นสูง

2.3.2 ผลิตภาพ (Productivity) ระบบการผลิตคำว่าผลิตภาพ คือ การวัดความสามารถของการใช้ปัจจัยการผลิตได้ดีเพียงใด เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้จากการผลิตนั้นๆ โดยจะคำนวณดังนี้

"ผลิตภาพ (Productivity) = ผลผลิต (output) / ปัจจัยการผลิต (input)"

โดยการวัดผลิตภาพของการผลิตแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

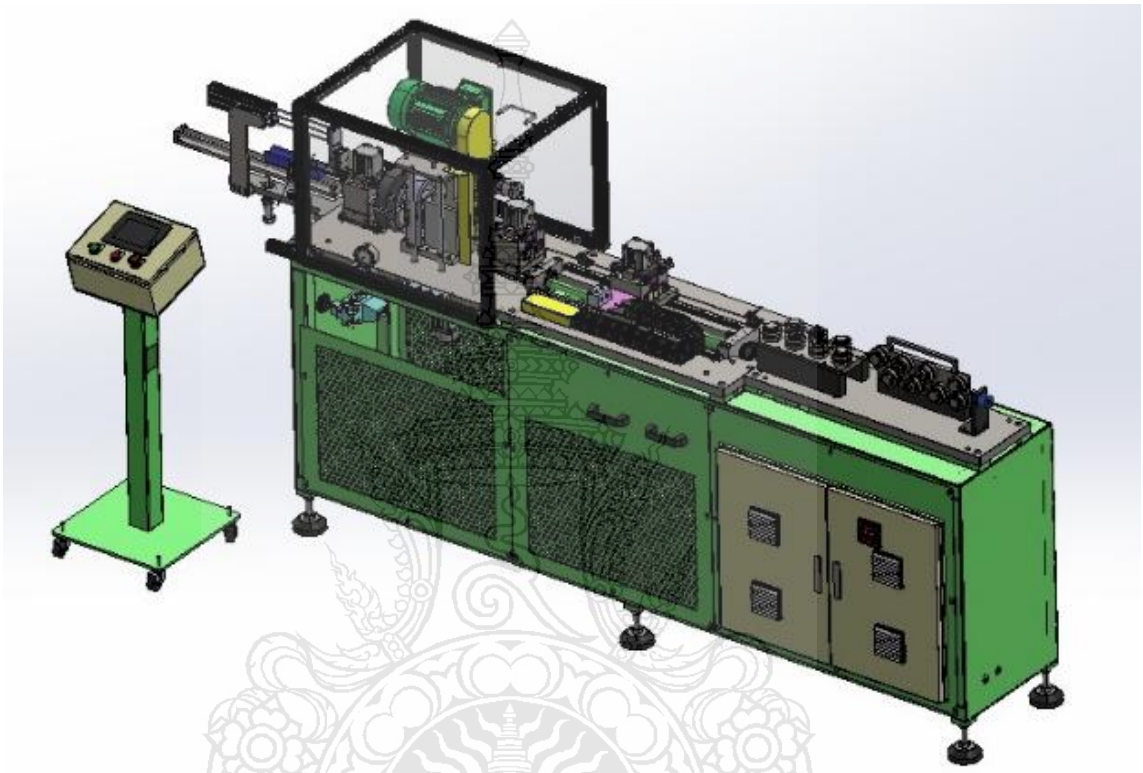
1. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตรวม
2. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตย่อย
3. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตหลายส่วน

2.3.3 รอบการผลิต (Cycle Time)

รอบการผลิต หมายถึง เวลาที่จะมีผลผลิตออกมาจากกระบวนการใดกระบวนการนึง ที่ได้ผลผลิตออกมา จะเรียกว่า 1 รอบการผลิต เช่น รอบเวลาคือ 5 วินาที ซึ่งหมายความว่า ทุกๆ 5 วินาที กระบวนการผลิตนี้จะผลิตชิ้นงานออกมา

2.4 เครื่องจักร ORC

ORC เครื่องตัดท่อทองแดงหมายถึงเครื่องตัดท่อทองแดงที่ใช้เทคโนโลยี ORC (Optical Recognition Cutting) หรือระบบตัดแบบอัตโนมัติที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการความเที่ยงตรงและประสิทธิภาพในการตัดท่อโลหะ เช่น ทองแดง อลูมิเนียม และสแตนเลส แสดงดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ภาพสามมิติแสดงเครื่องจักร ORC

2.4.1 คุณสมบัติของเครื่องตัดท่อทองแดง ORC

2.4.1.1 ความแม่นยำสูงใช้ระบบ Optical Recognition (ORC) หรือเทคโนโลยีเซนเซอร์เลเซอร์เพื่อตรวจจับตำแหน่งท่อและปรับแต่งการตัดให้แม่นยำ ลดความผิดพลาดในการตัดและช่วยให้ได้ขนาดที่แน่นอน

2.4.1.2 รองรับการตัดอัตโนมัติ (Automatic Cutting System) มีฟังก์ชัน CNC (Computer Numerical Control) ควบคุมการตัดตามแบบที่กำหนด สามารถตั้งค่าความยาวและองศาของการตัดได้

2.4.1.3 เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วและความต่อเนื่อง ใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องตัดท่อทองแดงจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ, ระบบท่อส่งน้ำยาเย็น, อุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น (Refrigeration) รองรับการตัดท่อได้หลายขนาด เช่น ท่อทองแดงแบบบาง (Thin-Walled Copper Tube) หรือท่อทองแดงหนา (Thick-Walled Copper Tube)

2.4.1.4 ตัดเรียบ ลดเศษวัสดุ (Burr-Free Cutting) ระบบ ORC ช่วยให้ขอบตัดเรียบและไม่มีเศษคม ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการลบคมหลังการตัด

2.4.1.5 ลดการสูญเสียวัสดุ (Material Optimization) เครื่องตัดที่มี ORC สามารถคำนวณระยะการตัดที่เหมาะสมเพื่อลดของเสียจากการตัด

2.4.2 การใช้งานเครื่องตัดท่อทองแดง ORC

อุตสาหกรรม HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) ตัดท่อทองแดงสำหรับระบบเครื่องปรับอากาศและระบบทำความเย็น อุตสาหกรรมระบบท่อไฮดรอลิก ใช้ในการผลิตระบบส่งของเหลวที่ใช้ท่อทองแดง โรงงานผลิตเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Manufacturing) ใช้ตัดท่อทองแดงที่ใช้ในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในระบบท่อทองแดงของชิ้นส่วนยานยนต์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.4.3 ข้อดีของการใช้เครื่องตัดท่อทองแดง ORC

2.4.3.1 แม่นยำสูง ลดการเสียของวัสดุ

2.4.3.2 เพิ่มความเร็วในการผลิต ลดต้นทุนแรงงาน

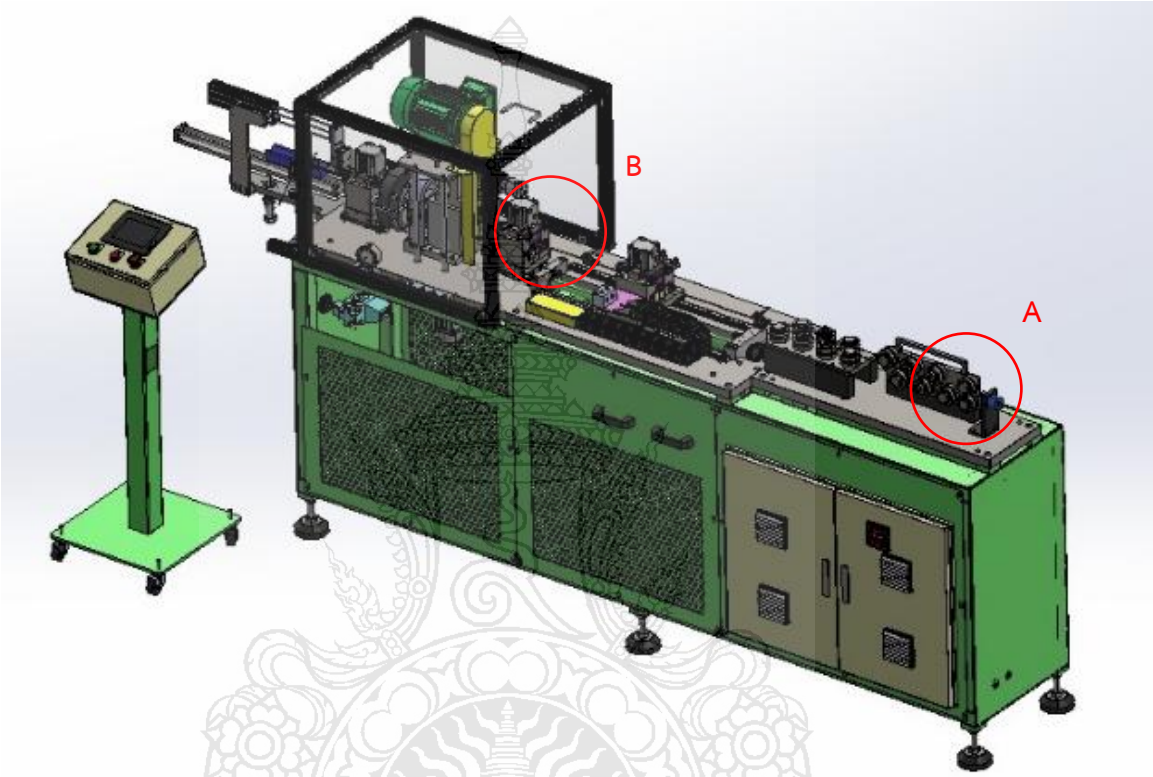
2.4.3.3 ขอบตัดเรียบ ลดการต้องลบคมหลังตัด

2.4.3.4 รองรับการตัดแบบอัตโนมัติและต่อเนื่อง

การใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักร ORC ทั้งหมด 154 หน่วย จะมีค่าไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 991.96 บาทต่อวัน (อ้างอิงราคาไฟฟ้าจากเว็บไซต์การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยใช้ประเภทกิจการที่ 4.1 กิจการขนาดใหญ่ (อัตรา TOD)) เครื่องจักรมีโปรแกรม PLC ควบคุม และสั่งการผ่านหน้าจอทัชกรีน การผลิต 1 รอบ มีรอบเวลาการผลิตอยู่ที่ 500-505 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือประมาณ 7.5 วินาทีต่อชิ้น

2.4.4 วิธีการทำงานของเครื่องจักร ORC

การใช้งานของจักร ORC ต้องคำนึงที่ความปลอดภัยเป็นอันดับแรก การทำงานของเครื่องจักร ORC ผู้ใช้งานเครื่องจักรจะจะนำท่อทองแดง หรือท่อชนิดอื่น เข้าเครื่องจักรในส่วน A แสดงดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงจุด A ของเครื่องจักร

หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องดันท่อไปให้ถึงจุด B แสดงดังภาพที่ 2.12 และเริ่มทำงานของเครื่องจักรได้ โดยที่เครื่องจักรจะดึงท่อที่ผู้ใช้งานนำมาติดตั้งตั้งแต่แรก ส่งต่อไปยัง มอเตอร์ตัดท่อ หลังจากนั้น มอเตอร์จะเริ่มตัดท่อ เมื่อท่อทองแดงไปถึงจุดนั้น และเมื่อตัดเสร็จ เครื่องจักรจะดันท่อทองแดงออกจากมอเตอร์ตัดไปพักยังจุดพักของชิ้นงาน เป็นอันเสร็จสิ้น แสดงดังภาพที่ 2.13

2.5 การทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย

2.5.1 งานวิจัยด้านการลดต้นทุนภาคอุตสาหกรรม

วิชญตร์งามสะอาด ปิยะเนตร นาคสีดี และ ณัฐพล อึงประเสริฐ ได้ร่วมทำวิจัยกับ บริษัท ABC จำกัด เป็นธุรกิจรับจ้างผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามความต้องการของลูกค้า (Original Design Manufacturing) โดยปัจจุบันกำลังประสบปัญหาด้านการส่งมอบสินค้าล่าช้า ทำให้เสียคะแนนการประเมินด้านการส่งมอบสินค้าตรงเวลา และสูญเสียรายได้จากอัตราส่วนลดตามวันที่ส่งมอบสินค้าเกินกำหนด รวมถึงการเก็บเงินค่าขนส่งสินค้าทางอากาศจากโรงงานตามข้อตกลงการส่งมอบ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้ย้อนหลัง 1 ปี พบว่าสาเหตุหลัก เกิดจากปัญหาด้านความล่าช้าในการผลิต เป็นผลให้ผลิตสินค้าเสร็จหลังจากวันกำหนดส่งมอบสินค้า ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกสินค้ารุ่นตัวอย่างที่มีการบันทึกว่ามีจำนวนและมูลค่าความเสียหายจากการที่ส่งมอบล่าช้ามากที่สุดมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ โดยผลการศึกษาพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีขั้นตอนการผลิตในรุ่นสินค้าตัวอย่างทั้งหมด 30 สถานี ความเร็วในการผลิตเฉลี่ย 106 วินาทีต่อตัว มีกำลังการผลิต 272 ตัวต่อวัน ใน 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 54% ซึ่งหลังปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและจัดสมดุลการผลิตใหม่ โดยใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิต และเทคนิค ECRS ที่สามารถเข้ามาช่วยลดขั้นตอนการผลิต ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต การจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ รวมถึงการกระจายงานย่อยไปยังสถานีใกล้เคียงเพื่อปรับสมดุลของระยะเวลารอคอยในแต่ละสถานี พบว่าลงมีขั้นตอนการผลิตลดลงเหลือ 28 สถานี มีรอบการผลิตเฉลี่ยลดลงเหลือ 77 วินาทีต่อตัว ส่งผลให้มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 374 ตัวต่อวัน คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตที่ 80 % [1]

นายชนาธิวัฒน์ โชคแว่นทอง จัดทำการลดรอบเวลาการผลิต งาน COLUMN.OUT (RT8O) เครื่องจักร60 T/3 ของ Line Column กรณีศึกษา: บริษัทแสงเจริญ ทลส์ เซ็นเตอร์ จำกัด นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุของปัญหาการผลิตไม่ทันต่อความต้องการจนทำให้ต้องเปิดกะทำงานล่วงเวลา (Over Time) จากกระบวนการขึ้นรูป (FORM) ของ เครื่องจักร 60 T/3 ชิ้นงานที่ทำการศึกษาคือชิ้นงาน COLUM.OUT (RTBO)ดังนั้นการศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่การลดกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในวิธีการผลิตให้หมดไป โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลรอบเวลาการผลิตโดยทำการบันทึกข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ชิ้นและทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ทฤษฎี 4M และใช้ผังก้างปลา เพื่อวิเคราะห์หาต้นตอที่แท้จริงของปัญหา โดยใช้หลักการของ ECRS และ Mar-Machine Chat เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ โดย

ขั้นตอนการทำงานทั้งหมด จะทำตามหลัก 7 ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวทาง QC Story โดยการแก้ไขปรับปรุงนี้ จะดำเนินการแก้ไขโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานหน้าเครื่องใหม่ หลังจากทำการปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาการผลิต จาก 569 วินาที มาเป็น 456 วินาที คิดเป็น 34.63% และสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มจาก 100 ชิ้นชั่วโมง มาเป็น 153 ชิ้นชั่วโมง คิดเป็น 53% [2]

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 บทนำ

ในงานวิจัยการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี วิธีการวิจัยมีรายละเอียด และลำดับหัวข้อดังนี้

บทนำ

ความเป็นมาของการวิจัย

กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน

กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง

กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง

กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน

3.2 ความเป็นมาของการวิจัย

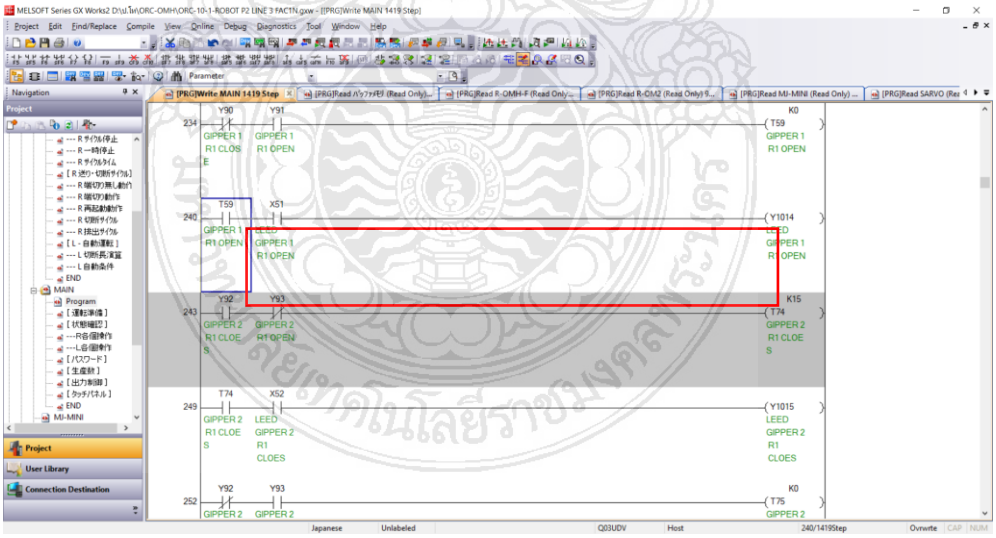
Cycle time ในบริบททางธุรกิจหมายถึง เวลาที่ใช้ในการดำเนินกระบวนการ เพื่อผลิตสินค้าหรือให้บริการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ มีความสำคัญในการวัดประสิทธิภาพและความเร็วในการทำงานของธุรกิจ ซึ่งใช้ในบริบทที่ต่างกันในแต่ละประเภทของธุรกิจ

ในอดีตได้มีงานวิจัยและพัฒนาที่มีการนำเสนอเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เรื่องการลดเวลา Cycle Time ในภาคอุตสาหกรรม เช่น ในปี 2553 ได้มีการเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการ ปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษา : โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยทำการศึกษาถึงเหตุที่มีผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องอัดเม็ดมีค่าต่ำ ภายหลังการปรับปรุงพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมในสายการผลิตที่ 2 เครื่องมีค่าสูงขึ้นจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 74% สูงขึ้นเป็น 84% ส่วนไลน์การผลิตที่ 3 เครื่องมีค่าเฉลี่ย 75% สูงขึ้นเป็น 93% [1] ในปี 2566 ได้มีการการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตในสินค้าตัวอย่าง ผู้จัดทำได้นำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดความสูญความสูญเสียในการทำงานอย่าง ECRS และการจัดสมดุลการผลิต พบว่าพนักงานในสายการผลิตมีการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่า โดยอ้างอิงแนวทางการปรับปรุงจากสินค้ารุ่นอื่นที่เคยผ่านการปรับปรุงในอดีต เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่า เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้

รวดเร็วขึ้น ซึ่งหลังจากปรับปรุงแล้วคาดว่าจะสามารถลดระยะเวลาลงได้ 203 วินาทีต่อการผลิตเสื้อ 1 ตัว อีกทั้งมีจำนวนสถานีลดลงจากสถานีเดิมก่อนปรับปรุงที่ 10 และ 15 ทั้งหมด 2 สถานี หลังจากนั้นจึงทำการจัดเรียงขั้นตอนการทำงานและ Layout ใหม่ ทำให้สามารถลดระยะเวลาการรอคอยลงได้ รวมถึงการปรับสมดุลการผลิต ส่งผลให้งานในแต่ละสถานีมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น สามารถลด Cycle Time ที่นานที่สุดจากเดิม 106 วินาที เหลือ 77 วินาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากเดิม21.23 เหลือ 8.80 วินาทีต่อสถานี แสดงให้เห็นถึงระยะเวลารอคอยที่ลดลง จากค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้แต่ละสถานีซึ่งหากประมาณการจากการวางแผนด้วยชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการผลิตจากเดิม 54% เพิ่มขึ้นเป็น 80% [2] จากการศึกษางานวิจัยเล่านี้พบว่าการลด Cycle Time จะทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น แต่ที่ว่ามาทั้งหมดยังไม่มีบทความใดเสนอแนวคิดลด Cycle Time จากการแก้ไขฟังก์ชั่นทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี จึงได้นำแนวคิดมาปรับใช้กับบทความการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชั่นทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี

3.3 กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน

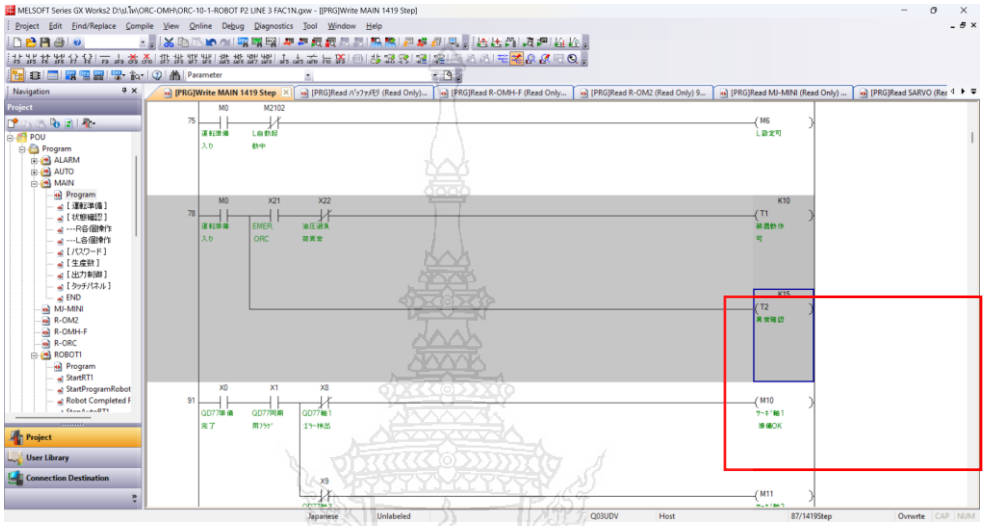
กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน จากการดูโปรแกรมของเครื่องจักร ORC มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 จุดที่แก้ไขฟังก์ชัน Timer ในกรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน

3.4 กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง

กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชัน Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที แสดงดังภาพที่ 3.2



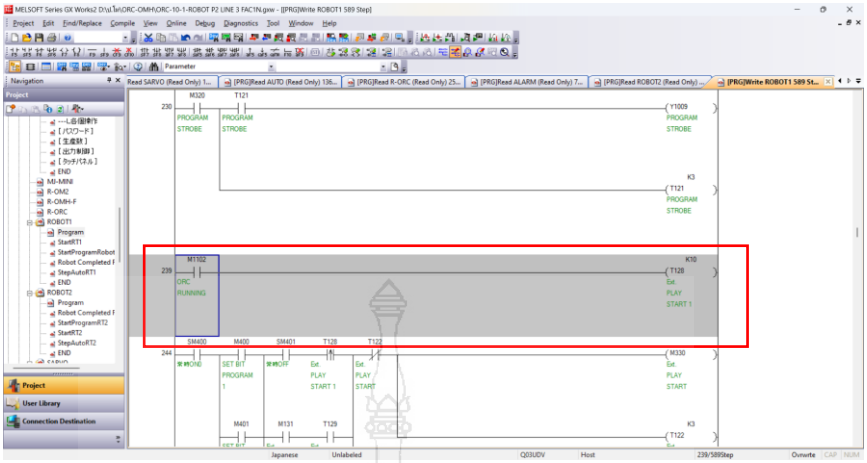
ภาพที่ 3.2 จุดที่แก้ไขฟังก์ชัน Timer ในกรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง

3.5 กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง

กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชัน Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที

3.6 กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน

กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน มีการใช้ฟังก์ชัน Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 จุดที่แก้ไขในกรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 บทนำ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้นำเสนอการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี มีวัตถุประสงค์ การลด Cycle Time ในกระบวนการผลิต ทางธุรกิจหมายถึง เวลาที่ใช้ในการดำเนินกระบวนการเพื่อผลิตสินค้าหรือให้บริการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ ทั้งนี้ทั้งนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งยังได้ผลผลิตที่มากขึ้น โดยใช้วิธีการแก้ไขฟังก์ชันในโปรแกรมพีเอลซีที่เรียกว่า Timer ในการทำการแก้ไขต้องไม่ขัดกับระบบการป้องกันของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรที่นำมาประกอบการแก้ไขในครั้งนี้ คือเครื่องตัดท่อทองแดง มีชื่อเรียกว่า ORC โดยแก้ไขทั้งหมด 4 กรณี ได้แก่ 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง 2.กรณีที่ตัดทองแดง 3.กรณีที่ดันทองแดงออก และ 4.กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน

บทนำ

ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง

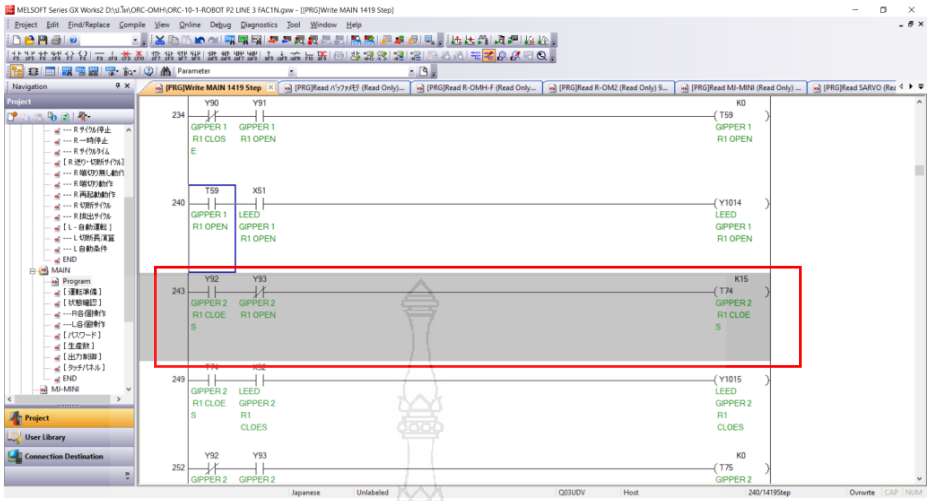
ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรตัดทองแดง

ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออก

ผลลัพธ์กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน

4.2 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง

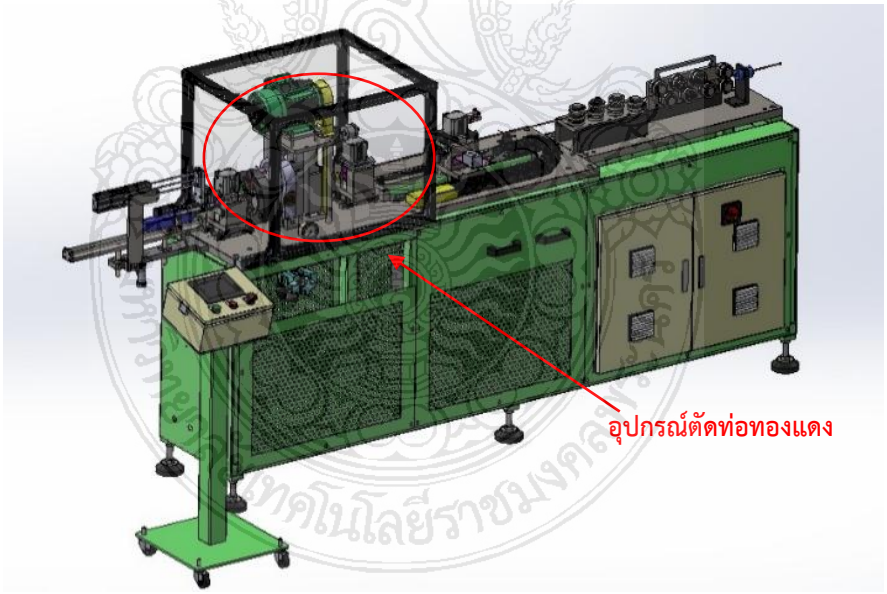
กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน จากการดูโปรแกรมของเครื่องจักร ORC มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1วินาที แสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงการแก้ไขฟังก์ชัน Timer ในโปรแกรม PLC

4.3 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง

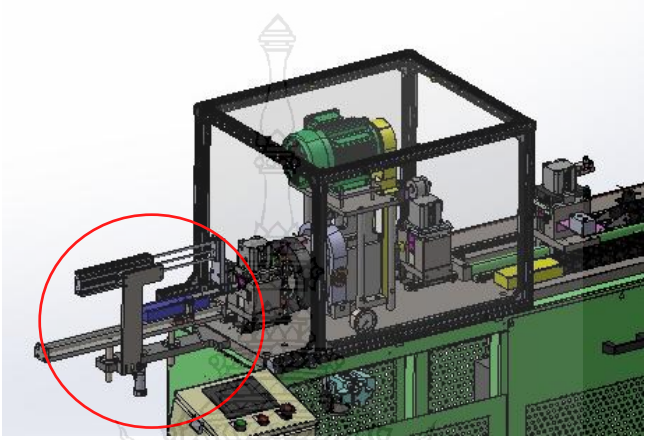
กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที แสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 จุดที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง

4.4 ผลลัพธ์กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออก

กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชัน Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 อุปกรณ์ลองรับท่อทองแดงที่ตัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.5 ผลลัพธ์กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน

กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน มีการใช้ฟังก์ชัน Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชัน Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที หลังจากทำการเปลี่ยนฟังกชัน Timer ของทั้ง 4 กรณี จะทำให้เวลาการทำงานของเครื่องจักรลดลง ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการแก้ไขฟังก์ชัน Timer

กรณี	K ก่อนแก้ไข	เวลาก่อนแก้ไข (วินาที)	ค่า K หลังแก้ไข	เวลาหลังแก้ไข (วินาที)
1	K15	1.5	K10	1
2	K20	2	K15	1.5
3	K20	2	K10	1
4	K20	2	K10	1

ดังนั้นถ้าทำการลดเวลาการทำงานของเครื่องจักร ORC ลงแล้วทำให้ Cycle Time ของชิ้นงานลดลงจาก 7.5 วินาที เหลือประมาณ 4.5 วินาที คำนวณได้จากสมการที่ (2) และผลที่ตามมา

จึงทำให้ค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรลดลง คำนวณได้จากสมการที่ (1) ได้ผลตามตารางที่ 4.2 อีกทั้งยังได้ผลการผลิตเพิ่ม

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการลดลงของ Cycle Time และ ค่าไฟฟ้า

Cycle Time ก่อนแก้ไข (วินาที)	Cycle Time หลังแก้ไข (วินาที)	ค่าไฟฟ้า ก่อนแก้ไข (บาท)	ค่าไฟฟ้า หลังแก้ไข (บาท)
7.5	4.5	991.96	572.85

ตารางที่ 4.3 แสดงผลผลิตก่อนและหลังแก้ไขฟังก์ชัน Timer

ผลผลิตก่อนแก้ไข (ชิ้น/ชั่วโมง)	ผลผลิตหลังแก้ไข (ชิ้น/ชั่วโมง)
500 - 505	800 - 805

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 4.3 พบว่าผลผลิตก่อนการแก้ไขโปรแกรมในระยะเวลาหนึ่งชั่วโมง จะได้ผลผลิตเท่ากับ 500 – 505 ชิ้น แต่เมื่อทำการแก้ไขโปรแกรมแล้ว จะได้ผลผลิตอยู่ที่ 800 – 805 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานเครื่องจักรต้องการผลิตชิ้นงานเพียงแค่ 500 – 505 โดยที่แก้ไขโปรแกรมแล้ว จะใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 37.5 – 40 นาที ซึ่งทำให้เร็วกว่าครั้งก่อนประมาณ 22.5 – 20 นาที โดยผลผลิตคิดเป็นร้อยละ ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลผลิตก่อนและหลังแก้ไขฟังก์ชัน Timer คิดเป็นร้อยละ

กรณี	ค่า K ก่อนแก้ไข	เวลาก่อนแก้ไข (วินาที)	ค่า K หลังแก้ไข	เวลาหลังแก้ไข (วินาที)	คิดเป็นร้อยละ
1	K15	1.5	K10	1	33.33
2	K20	2	K15	1.5	25.00
3	K20	2	K10	1	50.00
4	K20	2	K10	1	50.00

บทที่ 5
สรุปวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี โดยแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง 2.กรณีที่ตัดทองแดง 3.กรณีที่ดันทองแดงออก และ 4.กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน จากการแก้ไขโปรแกรมทั้ง 4 กรณี สามารถลดเวลา Cycle Time จาก 7.5 วินาที เหลือ 4.5 วินาที ซึ่งลดเวลาไปจากเดิม 3 วินาที ทำให้ผลการผลิตเพิ่มมากขึ้นมาเป็น 800 – 805 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานเครื่องจักรต้องการผลิตชิ้นงานเพียงแค่ 500 – 505 โดยที่แก้ไขโปรแกรมแล้วจะใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 37.5 – 40 นาที ซึ่งทำให้เร็วกว่าครั้งก่อนประมาณ 22.5 – 20 นาที อีกทั้งยังลดค่าไฟฟ้าจาก 991.96 บาท เหลือ 572.85 บาท สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อวันได้เป็นจำนวนเงิน 419.11 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิทยานิพนธ์นี้มีข้อจำกัดหลายอย่าง สามารถพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขในอนาคตได้แก่

5.2.1 การพิจารณาค่าเสื่อมของเครื่องจักร

5.2.2 การพิจารณาการทำงานของเครื่องจักรที่เร็วขึ้นกับการ Maintenance เครื่องจักร

เอกสารอ้างอิง

[1] วิชณุตร์ งามสะอาด ปิยะเนตร นาคสีดี และณัฐพล อิงประเสริฐ “การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต: กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology) , 28 ธันวาคม 2566 , หน้า 160 – 176

[2] นายชนาธิวัฒน์ โชคแว่นทอง “การศึกษางานเพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) งาน COLUMN.OUT(RT 80) เครื่องจักร 60 T/3 ของ Line Column กรณีศึกษา บริษัท แสงเจริญ ทูลส์ เซ็นเตอร์ จำกัด” ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น, ปีการศึกษา 2557, หน้า 4 - 13

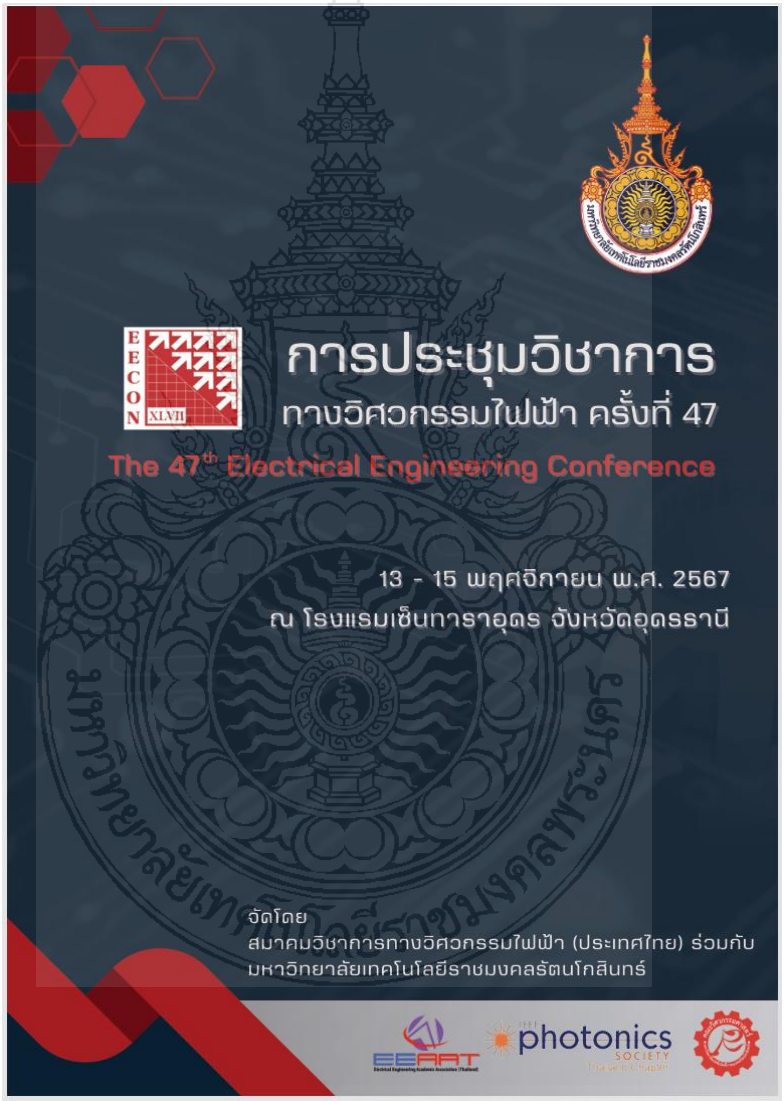
[3] นายกิตติธัช จินดาเชื้อ นายชัชวาลย์ ทองเรือง นายรุจิรพงศ์ เพ็ชรโยธา และนางสาวปาณิสรา แวนไชยสง “เครื่องล้างจานอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี” ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, ปี 2556 ,หน้า 31 – 34

[4] Mitsubishi Electric “คู่มือการใช้งานการใช้งาน PLC FX3” บริษัท Mitsubishi Electric ,ปี 2558 ,หน้า 1-1 – 3-3

ภาคผนวก ก

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. พูนศรี วรรณการ **ณฐกร สินทะสา** สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และ นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ, “การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47, ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดอุดรธานี, 13-15 พฤศจิกายน 2567.



การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47
The 47th Electrical Engineering Conference (EECON-47)
วันที่ 13-15 พฤศจิกายน 2567 ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดอุดรธานี

การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี

Reducing Costs Energy In The Industry Production Process By Using Timer Function Change PLC program

พูนศรี วรรณการ, ณฐกร สินทะสา, สาคร วุฒิพัฒนพันธุ์ และ และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร nathakorn-si@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี มีวัตถุประสงค์ การลด Cycle Time ในกระบวนการผลิตทางธุรกิจหมายถึง เวลาที่ใช้ในการดำเนินกระบวนการเพื่อผลิตสินค้าหรือให้บริการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ ทั้งนี้ทั้งนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งยังได้ผลผลิตที่มากขึ้น โดยใช้วิธีการแก้ไขฟังก์ชั่นในโปรแกรมพีเอลซีที่เรียกว่า Timer ในการทำการแก้ไขต้องไม่ขัดกับระบบการป้องกันของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรที่นำมาประกอบการแก้ไขในครั้งนี้ คือเครื่องตัดท่อทองแดง มีชื่อเรียกว่า ORC โดยแก้ไขทั้งหมด 4 กรณี ได้แก่ 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง 2.กรณีที่ตัดทองแดง 3.กรณีที่ดันทองแดงออก และ 4.กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน

คำสำคัญ: รอบเวลา,พีเอลซี,ทามเมอร์

Abstract

This article presents the reduction of energy costs in industrial production processes by using a timer function correction method in a PLC program. The objective is to reduce the cycle time in the production process. In business, it refers to the time it takes to complete a process to produce a product or provide a service from start to finish of the process. This is in order to reduce energy costs in the industrial production process and also get more productivity by using a method to edit the function in the PLC program called Timer. Making corrections must not conflict with the machine's protection system. The machine used for this correction is a copper pipe cutter. It is called ORC. By modifying a total of 4 strokes: 1. The moment when the machine pulls the copper pipe. 2. The moment that cuts copper 3. The moment when the copper is pushed out and 4. The moment when the robot picks up the workpiece into the workpiece box.

Keywords: Cycle Time, PLC, Timer

1. บทนำ

Cycle time ในบริบททางธุรกิจหมายถึง เวลาที่ใช้ในการดำเนินกระบวนการ เพื่อผลิตสินค้าหรือให้บริการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ มีความสำคัญในการวัดประสิทธิภาพและความเร็วในการทำงานของธุรกิจ ซึ่งใช้ในบริบทที่ต่างกันในแต่ละประเภทของธุรกิจ

ในอดีตได้มีงานวิจัยและพัฒนาที่มีการนำเสนอเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เรื่องการลดเวลา Cycle Time ในภาคอุตสาหกรรม เช่น ในปี 2553 ได้มีการเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการ ปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษา : โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยทำการศึกษาถึงเหตุที่มีผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องอัดเม็ดมีค่าต่ำ ภายหลังการปรับปรุงพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมในสายการผลิตที่ 2 เครื่องมีค่าสูงขึ้นจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 74% สูงขึ้นเป็น 84% ส่วนไลน์การผลิตที่ 3 เครื่องมีค่าเฉลี่ย 75% สูงขึ้นเป็น 93% [1] ในปี 2566 ได้มีการการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตในสินค้าตัวอย่าง ผู้จัดทำได้นำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดความสูญความสูญเสียในการทำงานอย่าง ECRS และการจัดสมดุลการผลิต พบว่าพนักงานในสายการผลิตมีการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่า โดยอ้างอิงแนวทางการปรับปรุงจากสินค้ารุ่นอื่นที่เคยผ่านการปรับปรุงในอดีต เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่า เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งหลังจากปรับปรุงแล้วคาดว่าจะสามารถลดระยะเวลาลงได้ 203 วินาทีต่อการผลิตเสื้อ 1 ตัว อีกทั้งมีจำนวนสถานีลดลงจากสถานีเดิมก่อนปรับปรุงที่ 10 และ 15 ทั้งหมด 2 สถานี หลังจากนั้น จึงทำการจัดเรียงขั้นตอนการทำงานและ Layout ใหม่ ทำให้สามารถลดระยะเวลาการรอคอยลงได้ รวมถึงการปรับสมดุลการผลิต ส่งผลให้งานในแต่ละสถานีมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น สามารถลด Cycle Time ที่นานที่สุดจากเดิม 106 วินาที เหลือ 77 วินาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากเดิม21.23 เหลือ 8.80 วินาทีต่อสถานี แสดงให้เห็นมีระยะเวลารอคอยที่ลดลง จากค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้แต่ละสถานีซึ่งหากประมาณการจากการวางแผนด้วยชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการผลิต จากเดิม 54% เพิ่มขึ้นเป็น 80% [2] จากการศึกษางานวิจัยเล่านี้พบว่าการลด Cycle Time จะทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น แต่ที่ว่ามาทั้งหมดยังไม่มีบทความใดเสนอแนวคิดลด Cycle Time จากการแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี จึงได้นำแนวคิดมาปรับใช้กับบทความการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชั่นทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

2. โปรแกรมพีเอลซี PLC

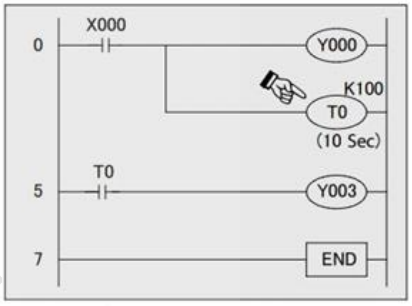
ความหมายของ Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะ ที่สามารถโปรแกรมได้ PLC : Programmable Logic Controller (PLC) มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถจะ โปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบ คุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bediord Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในอเมริกาชื่อ General Motors Hydromantic Division บริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมโดยใช้ชื่อว่า PLC ได้มีการพัฒนาให้ PLC มี การประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลง Microprocessor ความสามารถในการสื่อสาร ข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC โดยระบบแรกคือ Modbus ของ Modicon เริ่มมีการใช้อินพุท/เอาท์พุท ที่เป็นสัญญาณ Analog มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดย บริษัท General Motor ได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocol (MAP) ขนาดของ PLC ลดลงเรื่อย ๆ ผลิตซอฟแวร์ที่สามารถ โปรแกรม PLC ด้วยภาษา Symbolic โดยสามารถ โปรแกรมผ่านทาง Personalcomputer แทนที่ จะโปรแกรมผ่านทาง Handheld หรือ Programing Terminal ค.ศ.1990-ปัจจุบันได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1 131-3 [3]

รูปที่ 1 Programmable Logic Controller ยี่ห้อ Mitsubishi

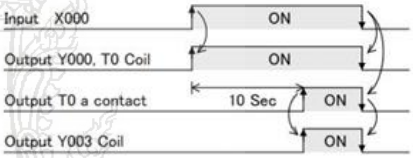
PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อน โปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมด ของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ได้หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตาม โปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถ โปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ [3]

3. ฟังก์ชั่นทามเมอร์ (Timer)

Timer เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายใน Sequence มีหน้าที่ในการจับเวลา และประกอบไปด้วย Coil กับ หน้าสัมผัส (Contact) เมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัส (Contact) จะทำการปิด โดยมีอยู่ทั้งหมด 320 ตัว ตั้งแต่ T0 – T319 โดย T ย่อมาจาก Timer และตัวเลขต่อท้ายคือลำดับ โดยจะมีค่า K ที่เป็นตัวกำหนดเวลาคือ K10 จะประมาณได้ 1 วินาที [4]



รูปที่ 2 การเขียนวงจร Timer ในโปรแกรม PLC



รูปที่ 3 การทำงานวงจร Timer ของรูปที่ 2

4. เครื่องตัดท่อทองแดง (ORC)

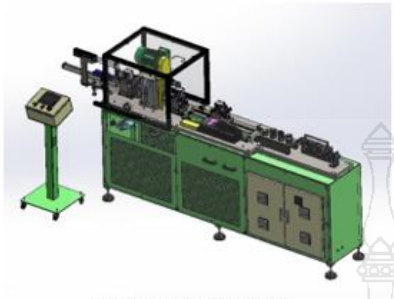
เครื่องจักร ORC เป็นเครื่องจักรตัดท่อทองแดงที่มีขนาดตั้งแต่ 6-20 mm สามารถปรับระยะการตัดของท่อท่อแดงได้ตั้งแต่ 55 – 5000 mm มีทั้งโหมด Auto และ Manual มีกำลังเครื่องจักรอยู่ที่ 7000kW

$$\text{การใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักร} = \frac{\text{กำลังของเครื่องจักร}}{1000} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน} \quad (1)$$

การใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักร ORC ทั้งหมด 154 หน่วย จะมีค่าไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 991.96 บาทต่อวัน (อ้างอิงราคาไฟฟ้าจากเว็บไซต์การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยใช้ประเภทกิจการที่ 4.1 กิจการขนาดใหญ่ (อัตรา TOD)) เครื่องจักรมีโปรแกรม PLC ควบคุม และสั่งการผ่านหน้าจอทัชกรีน การผลิต 1 รอบ มีรอบเวลาการผลิตอยู่ที่ 500-505 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือประมาณ 7.5 วินาทีต่อชิ้น

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงานทั้งหมด}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2)$$

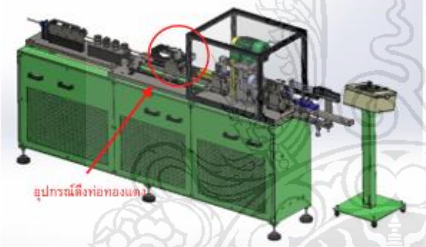
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47
The 47th Electrical Engineering Conference (EECON-47)
วันที่ 13-15 พฤศจิกายน 2567 ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดอุดรธานี



รูปที่ 4 ภาพสามมิติแสดงเครื่องจักร ORC

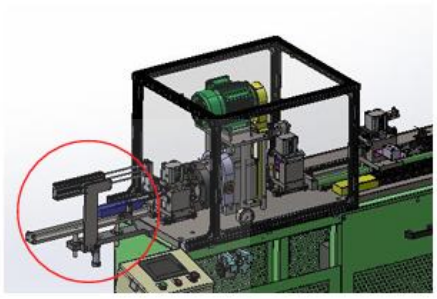
5. กรณีศึกษา

บทความนี้ได้ทำการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer ในโปรแกรม PLC ของเครื่องจักรที่มีชื่อเรียกว่า ORC โดยจะแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี แบ่งออกแบบ 4 กรณี 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 5 2.กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 6 3.กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง แสดงดังรูปที่ 7 และ 4.กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน



รูปที่ 5 อุปกรณ์ดึงท่อทองแดง

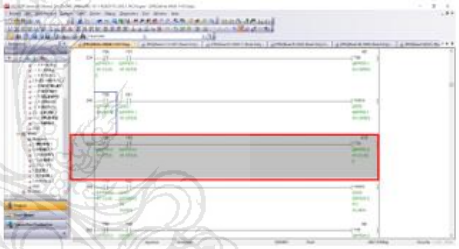
รูปที่ 6 อุปกรณ์ตัดท่อทองแดง



รูปที่ 7 อุปกรณ์ลองรับท่อทองแดงที่ตัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ในขั้นตอนการดำเนินงานได้มีการศึกษาโปรแกรมของเครื่องจักร ORC ซึ่งการทำการแก้ไขโปรแกรมประกอบไปด้วย 4 กรณี โดย

กรณีที่ 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดงเพื่อวัดระยะชิ้นงาน จากการดูโปรแกรมของเครื่องจักร ORC มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1วินาที แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer ในโปรแกรม PLC

กรณีที่ 2. กรณีที่เครื่องจักรตัดท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer เป็น K15 หรือเท่ากับ 1.5 วินาที

กรณีที่ 3.กรณีที่เครื่องจักรดันทองแดงออกจากจุดตัดท่อทองแดงมายังจุดพักท่อทองแดง มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที

กรณีที่ 4. กรณีที่เครื่องจักรสั่งให้โรบอทหยิบชิ้นงานไปวางที่กล่องพักชิ้นงาน มีการใช้ฟังก์ชั่น Timer อยู่ที่ K20 หรือเท่ากับ 2 วินาที ทำการแก้ไขฟังก์ชั่น Timer เป็น K10 หรือเท่ากับ 1 วินาที หลังจากทำการเปลี่ยนฟังก์ชั่น Timer ของทั้ง 4 กรณี จะทำให้เวลาการทำงานของเครื่องจักรลดลง ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการแก้ไขฟังก์ชัน Timer

กรณี	K ก่อนแก้ไข	เวลาก่อนแก้ไข (วินาที)	ค่า K หลังแก้ไข	เวลาหลังแก้ไข (วินาที)
1	K15	1.5	K10	1
2	K20	2	K15	1.5
3	K20	2	K10	1
4	K20	2	K10	1

ดังนั้นถ้าทำการลดเวลาการทำงานของเครื่องจักร ORC ลงแล้วทำให้ Cycle Time ของชิ้นงานลดลงจาก 7.5 วินาที เหลือประมาณ 4.5 วินาที คำนวณได้จากสมการที่ (2) และผลที่ตามมา จึงทำให้ค่าไฟฟ้าของเครื่องจักรลดลง คำนวณได้จากสมการที่ (1) ได้ผลตามตารางที่ 2 อีกทั้งยังได้ผลการผลิตเพิ่มดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงผลการลดลงของ Cycle Time และ ค่าไฟฟ้า

Cycle Time ก่อนแก้ไข (วินาที)	Cycle Time หลังแก้ไข (วินาที)	ค่าไฟฟ้า ก่อนแก้ไข (บาท)	ค่าไฟฟ้า หลังแก้ไข (บาท)
7.5	4.5	991.96	572.85

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตก่อนและหลังแก้ไขฟังก์ชัน Timer

ผลผลิตก่อนแก้ไข (ชิ้น/ชั่วโมง)	ผลผลิตหลังแก้ไข (ชิ้น/ชั่วโมง)
500 - 505	800 - 805

6. สรุปผลการทดลอง

บทความนี้นำเสนอการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีแอลซี โดยแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ 1.กรณีที่เครื่องจักรดึงท่อทองแดง 2.กรณีที่ตัดทองแดง 3.กรณีที่ดันทองแดงออก และ 4. กรณีที่โรบอทหยิบชิ้นงานไปที่กล่องชิ้นงาน จากการแก้ไขโปรแกรมทั้ง 4 กรณี สามารถลดเวลา Cycle Time จาก 7.5 วินาที เหลือ 4.5 วินาที ซึ่งลดไปจากเดิม 3 วินาที ทำให้ผลการผลิตเพิ่มมากขึ้นมาเป็น 800 – 805 ชิ้นต่อชั่วโมง อีกทั้งยังลดค่าไฟฟ้าจาก 991.96 บาท เหลือ 572.85 บาท สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อวันได้เป็นจำนวนเงิน 419.11 บาท

7. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในการจัดทำวิจัยนี้ซึ่งได้ช่วยให้วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] วิชณุตร์ งามสะอาด ปิยะเนตร นาคสีดี และณัฐพล อึงประเสริฐ "การปรับปรุงกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต: กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด" วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology) , 28 ธันวาคม 2566 , หน้า 160 – 176

[2] นายชนาธิวัฒน์ โชคแว่นทอง "การศึกษางานเพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) งาน COLUMN.OUT(RT 80) เครื่องจักร 60 T/3 ของ Line Column กรณีศึกษา บริษัท แสงเจริญ ทูลส์ เซ็นเตอร์ จำกัด" ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น, ปีการศึกษา 2557, หน้า 4 - 13

[3] นายกิตติชัย จันตาเชื้อ นายชัชวาลย์ ทองเรือง นายรุจิรพงศ์ เพ็ชรโยธา และนางสาวปาณิสรา แวนไชยสง "เครื่องล้างจานอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี" ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประยุกต์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, ปี 2556 , หน้า 31 – 34

[4] Mitsubishi Electric "คู่มือการใช้งานการใช้งาน PLC FX3" บริษัท Mitsubishi Electric , ปี 2558 , หน้า 1-1 – 3-3

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายณฐกร สินทะสา

วัน เดือน ปีเกิด 08 มีนาคม 2542

ภูมิลำเนา 34/2 หมู่ที่ 3 ตำบลบ้านขล้อ อำเภอบางปะหัน จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	2564
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2567

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

- บริษัท เจดับบลิวเทค จำกัด สาขาอยุธยา JWTECH CO.,LTD Ayutthaya หมู่บ้านกรูฟวิลล์ 339/1 ตำบล บ้านกรด อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13160

ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ

- รองชนะเลิศอันดับหนึ่ง การแข่งขันทักษะด้านระบบควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม การแข่งขันราชมงคลวิชาการ วิศวกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 12 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

- เข้าร่วมนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47 ภายใต้บทความ P05953ชื่อบทความว่า การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมโดยใช้วิธีแก้ไขฟังก์ชันทามเมอร์ในโปรแกรมพีเอลซี