ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

นายชัชวาลย์ เพธิโส
นายเจษฎา พานทองคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2565
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC

โดย นายชัชวาลย์ เพธิโสและนายเจษฎา พานทองคำ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

_____หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

_____ประธานกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ชิตพล มังคลากุล)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ปริญญา คุ้มมา)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิษณุ เลิศจันทรางกูร)

_____กรรมการ

(ว่าที่ รต. พศิน มัชฌิมา)

ชื่อ : นายชัชวาลย์ เพธิโส
นายเจษฎา พานทองคำ
ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง
ปีการศึกษา : 2566

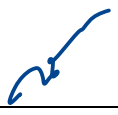
บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC และเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศไทยได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมต่างๆนำเครื่องจักรเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้งานมากขึ้น จึงควรทำให้เครื่องจักรเทคโนโลยีรอบตัวเราทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่นการนำแขนกลมาใช้สำหรับป้อนชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรกล

โครงงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC ทางผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดสร้างชุดฝึกดังกล่าวขึ้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชุดฝึกดังกล่าวมีลักษณะเป็นโต๊ะสี่เหลี่ยม มีรางเลื่อนเพื่อคัดแยกวัสดุอยู่ด้านบนและมีตู้ควบคุมการทำงานอยู่ด้านล่าง ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุทำงานด้วยระบบนิวแมตริกส์และมอเตอร์ดีซี ควบคุมการทำงานด้วยชุดโปรแกรมพีแอลซี(PLC) การทำงานหลักๆของชุดฝึกเครื่องคัดแยกนี้คือการคัดแยกวัสดุที่นำมาผลิตชิ้นงานซึ่งสามารถแยกได้ 2 ประเภท คือ โลหะ อโลหะ ซึ่งสามารถเลือกโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติหรือแบบควบคุมด้วยมือได้

คำสำคัญ : ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC



_____.อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

Name : Mr. Chatchawan Pethiso
Mr. Jessada Panthongkam
Project Title : Material sorting system training set,
controlled by PLC.
Major Field : Production Engineering and Industrial
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Project Advisor : Asst. Prof. Natthakrit Iamteng
Academic Year : 2023

Abstract

This research project of material sorting machine training set, controlled by PLC, aims to create a training set for sorting machine controlled by PLC and to determine the quality of sorting machine training set.

Currently, various industries in Thailand have developed rapidly. In various industries new technology machines are used. come to use more Therefore, the technological machines around us should be able to work automatically. For example, using a mechanical arm to feed workpieces. and remove the workpiece from the machine.

This research project presents a training set for a material sorting machine controlled by a PLC. The researcher has designed and built the training set. For use in teaching within King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The training set is a rectangular table. There is a sliding rail for sorting materials on top and a control unit on the bottom. Material sorting machine training set works with pneumatic systems and DC motors. The operation is controlled with a PLC program. The main function of this sorting machine training set is to sort materials used to produce workpieces, which can be separated into 2 types: metals and non-metals, which can select the operating mode. Can be automatic or manually controlled.

Keywords: Material sorting system training set

_____. Thesis advisor

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมุ่งหวังให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์แบบและเกิดประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด ซึ่งคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาไม่มากก็น้อย ทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งคอยชี้แนะให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ มาโดยตลอด อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างมาก

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่า การทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ จะมีส่วนที่ทำให้ผู้สนใจในเรื่องชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC ได้ศึกษาและค้นคว้าเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ อนึ่งจุดบกพร่องของการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับข้อเสนอแนะและหลักการปฏิบัติเพื่อนำไปปฏิบัติการทำงานต่อไป

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่มอบความรู้ ความห่วงใยและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

นายชัชวาลย์ เพธิโส

นายเจษฎา พานทองคำ

สารบัญ

บทคัดย่อ ข

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญตาราง ช

สารบัญภาพ ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 คำจำกัดความ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติควบคุมสำหรับอุสาหกรรมการผลิต 5

2.2 หลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน 6

2.3 การสร้างใบประลอง 9

2.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 13

2.5 ความหมายของระบบอัตโนมัติ 17

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและควบคุมอัตโนมัติ 19

2.7 ประวัติความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 57

2.8 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม 65

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 68

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 70

3.1 การกำหนดกลุ่มผู้ให้ข้อมูล 71

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71

3.3 ขั้นตอนการและหาคุณภาพของเครื่องมือ 72

3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล 81

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 82

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย 83

4.1 การทดสอบชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC 83

4.2 สรุปผลการประลอง 90

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 91

5.1 สรุปผลการงานวิจัย 91

5.2 อภิปรายผลงานวิจัย 92

5.3 ข้อเสนอแนะทั่วไป 93

บรรณานุกรม 94

ภาคผนวก ก ใบประลอง 95

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึก 104

ภาคผนวก ค หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ 110

ภาคผนวก ง หนังสือเชิญเป็นกรรมการสอบ 118

ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย 124

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 หลักสูตรระบบอัตโนมัติในการผลิต 5

ตารางที่ 2-2 ไอคอน ความหมายและรูปแบบในการใช้งานเครื่องมือ 15

ตารางที่ 2-3 การแสดงผลสถานการณ์ทำงาน 16

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบระบบรีเลย์กับระบบ PLC 31

ตารางที่ 2-5 รายการอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต 37

ตารางที่ 2-6 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสฐานสอง 38

ตารางที่ 2-7 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก 39

ตารางที่ 2-8 อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน 48

ตารางที่ 2-9 วาล์วควบคุมทิศทาง 49

ตารางที่ 2-10 วาล์วควบคุมการไหล 50

ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์ 52

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุและอุปกรณ์ 74

ตารางที่ 4-1 การทดสอบการทำงาน 85

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการออกแบบชุดฝึก 86

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการทำงานชุดฝึก 87

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก 88

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านใบงานการประลอง 89

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของชุดฝึก 90

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของหน้าจอภายในโปรแกรม 14

ภาพที่ 2-2 Tool bar 14

ภาพที่ 2-3 Diagnostics Window 16

ภาพที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม 17

ภาพที่ 2-5 แสดงการควบคุมแบบเปิด (Open Loop) 18

ภาพที่ 2-6 แสดงการควบคุมแบบปิด (Close Loop) 18

ภาพที่ 2-7 Proximity sensor แบบเกลียว 27

ภาพที่ 2-8 โฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor) 28

ภาพที่ 2-9 เซ็นเซอร์รีด (Reed sensor) 28

ภาพที่ 2-10 Programmable Logic Controller 30

ภาพที่ 2-11 แผนที่หน่วยความจำ (Memory Map) อย่างง่าย 35

ภาพที่ 2-12 มอเตอร์ไฟฟ้า 40

ภาพที่ 2-13 เครื่องอัดอากาศ 40

ภาพที่ 2-14 ตัวกรองลมหลัก 41

ภาพที่ 2-15 เครื่องจำกัดความชื้น 41

ภาพที่ 2-16 วาล์วควบคุมทิศทางลม 42

ภาพที่ 2-17 วาล์วบังคับความเร็ว 42

ภาพที่ 2-18 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 43

ภาพที่ 2-19 ภาพโครงสร้างกระบอกสูบทำงานทางเดียว 44

ภาพที่ 2-20 ภาพโครงสร้างกระบอกสูบทำงานสองทาง 44

ภาพที่ 2-21 สายลม 45

ภาพที่ 2-22 ข้อต่อลม 46

ภาพที่ 2-23 อุปกรณ์เก็บเสียง 46

ภาพที่ 2-24 เทปพันเกลียว 47

ภาพที่ 2-25 Programmable Logic Controller 58

ภาพที่ 2-26 โครงสร้างของ PLC 59

ภาพที่ 2-27 โครงสร้างของส่วนคำนวณ (CPU Unit) 60

ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุม 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุม 74

ภาพที่ 3-3 แสดงการประกอบกระบอกสูบเข้ากับฐานวางชุดฝึก 76

ภาพที่ 3-4 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม 76

ภาพที่ 3-5 แสดงการติดตั้ง Power Supplyและเบรคเกอร์ 77

ภาพที่ 3-6 แสดงการติดตั้ง Solenoid Valveและเทอมินอล 77

ภาพที่ 3-7 แสดงการติดตั้งสายไฟเข้า DB25 SUB 77

ภาพที่ 3-8 แสดงการเดินสายไฟ 78

ภาพที่ 3-9 ฐานวางชิ้นงาน 78

ภาพที่ 3-10 โปรแกรม GX Works 2 79

ภาพที่ 3-11 ขั้นตอนการส้รางแบบประเมินความคิดเก็นผู้เชี่ยวชาญ 81

ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC 83

ภาพที่ 4-2 คู่มือการใช้งานชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC 84

ภาพที่ 4-3 ใบเนื้อหาวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต 84

ภาพที่ 4-4 การทดสอบกระบอกสูบลม 85

ภาพที่ 4-5 การทดสอบมอเตอร์ DC 85

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มีการนำเอา PLC (Programmable Logic Controller) ระบบควบคุมอัตโนมัติจะมีประเภทที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่การใช้งานของแต่ละประเภทของงานนั้น ๆ ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop) และระบบควบคุมแบบปิด (Closed loop) มาใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรในการผลิตหรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะทำให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้งานที่มีคุณภาพ PLC มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงแต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น สะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร การนำเอา PLC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถลดงานของคนงานได้ ช่วยลดค่าการใช้จ่ายในการผลิตได้ หรือสายการผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอนโดยมีการทำงานเป็นวัฏจักรหรือวนซ้ำไปซ้ำมาเหมือนเดิมอย่างแม่นยำที่มีความต้องการเป็นอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามระบบควบคุมอัตโนมัติก็ยังต้องพึ่งบุคลากรในการควบคุมระบบนี้อยู่ดี ในด้านของการศึกษาจึงนำระบบควบคุมอัตโนมัตินี้มาใช้ในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษานั้นได้มีทักษะในการทำงานและสามารถเป็นบุคลากรที่ควบคุมระบบอัตโนมัตินี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ผู้ที่มาศึกษาเข้าใจการทำงานของโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller)

สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติในการผลิต นั้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจถ่องแท้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีชุดอุปกรณ์สาธิต/ทดลอง ในการฝึกทักษะการต่อวงจร การออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุม PLC (Programmable Logic Controller)

ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญและดำเนินการจัดชุดฝึก วิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry)

ที่ประกอบไปด้วย ใบประลองและชุดประลองสาธิต/ทดลองที่มีขนาดกลาง เพื่อที่จะทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย และช่วยลดระยะเวลาในการติดตั้งชุดฝึก สามารถที่จะใช้ในการปฏิบัติได้อย่างมีคุณภาพเช่นเดียวกับชุดฝึกขนาดใหญ่ เป็นผลให้นักศึกษาที่จบวิชานี้แล้วได้ความรู้ มีทักษะในการทำงานที่ถูกต้องและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ชุดฝึก ประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต(Automation and Control Systems for Manufacturing Industry) รหัสวิชา 02012366 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ

1.3.1.1 สามารถใช้ฝึกทักษะในการเดินสายระหว่าง PLC และอุปกรณ์ Input/Output

1.3.1.2 สามารถใช้ฝึกทักษะในการออกแบบโปรแกรมควบคุมในการจำลองการทำงานของเครื่องจักร ตามคำสั่งในใบประลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดฝึก PLC (Programmable Logic Controller) ที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.2 สามารถเขียนโปรแกรมการใช้งาน PLC (Programmable Logic Controller) ควบคุมการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

1.4.3 ได้พัฒนาทักษะการออกแบบวงจร PLC (Programmable Logic Controller)

1.4.4 เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไปได้

1.5 คำจำกัดความ

1.5.1 PLC (Programmable Logic Controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนเป็น Input และOutput ที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตซ์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับ Input ส่วนOutput จะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC

1.5.2 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ มีความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี

1.5.3 คุณภาพของชุดฝึก หมายถึง ชุดฝึกมีคุณภาพในประเด็นเนื้อหาสาระ การนำเสนอ การนำไปใช้ประโยชน์ และความเหมาะสมของชุดฝึกโดยภาพรวม ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพโดยสอบถามผู้เชี่ยวชาญ จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าการวิจัยนี้ ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดการสอน โดยได้ทำการศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติควบคุมสำหรับอุสาหกรรมการผลิต

2.2 หลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน

2.3 การสร้างใบประลอง

2.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

2.6 ความหมายของระบบอัตโนมัติ

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

2.7 ประวัติความเป็นมาของ PLC

2.8 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติควบคุมสำหรับอุสาหกรรมการผลิต

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต รหัสวิชา 020123266 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีลักษณะรายวิชาดังนี้

ตารางที่ 2-1 หลักสูตรระบบอัตโนมัติในการผลิต

1.รหัสและชื่อ	020123266 ระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry)
2.สภาพรายวิชา	วิชาบังคับ
3.ระดับรายวิชา	ชั้นปีที่ 3
4.วิชาบังคับก่อน	020123265 นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
5.เวลาศึกษา	60ชั่วโมง เรียนตลอด15สัปดาห์ สัปดาห์ละ4ชั่วโมง และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียนเพิ่มเติม
6.หน่วยกิต	2(1-3-0)
7.คำอธิบายรายวิชา	หลักการพื้นฐานของเทคนิคการควบคุมและการประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิต การควบคุมด้วยกลไก การควบคุมด้วยไฟฟ้า การควบคุมด้วยนิวแมติกส์ การควบคุมด้วยไฮดรอลิกส์ การควบคุมแบบป้อนกลับ พีแอลซี เซ็นเซอร์แบบอนาล็อก ไบนารี่ และ ดิจิตอล ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น อุตสาหกรรม 4.0 อุตสาหกรรมหุ่นยนต์การประลองต่าง ๆ ทางด้านระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

2.2 หลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน

2.2.1 ความหมายของชุดการสอน มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงความหมายของชุดการสอนไว้ดังนี้

ชุดการสอน คือ ชุดของสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นมาอย่างเป็นระบบ และมีการจัดระบบการเรียนการสอน โดยให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของหลักสูตรที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิษณุ, 2553)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นมาอย่างเป็นระบบซึ่งประกอบไปด้วย ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน ประกอบด้วยคู่มือครู เนื้อหา และแบบทดสอบให้ใช้งานร่วมกันอย่างมีแบบแผนให้สอดคล้องวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชุดการสอน หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของหลักสูตรมาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ (ณัฐกฤต, 2550)

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าชุดการสอนหมายถึงเป็นสื่อการสอนที่จัดอย่างมีระบบ โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้และประสบการณ์ที่จัดไว้ในแต่ละหน่วย เพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนนักศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 ประเภทของชุดการสอนและส่วนประกอบชุดการสอนมี4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.2.2.1 ประเภทชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอน ให้ครูใช้ประกอบการบรรยายแก่ผู้เรียนทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่ ๆ บทเรียนประกอบ คำบรรยายอาจจะเป็นเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ตามกำหนดไว้ เพื่อเปลี่ยนบทบาทครู ให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้เรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่สำคัญคือ

2.2.2.1.1 คู่มือครู ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตร วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายละเอียดของเนื้อหาวิชา ขั้นดำเนินกิจกรรมหรือวิธีการสอน

2.2.2.1.2 สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) จะใช้ประกอบการสอนเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมาย มีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดจะส่งเสริมการเรียนการสอนให้ได้ผล สื่อการเรียนการสอนจะได้รับการเลือกสรรอย่างเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2.2.1.3 แบบฝึกหัด (Workbook) แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรมอาจแยกเป็นชุดหรือรวมกันเป็นเล่มก็ได้

2.2.2.1.4 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2.2.2 ส่วนประกอบชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนลักษณะนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน อาจจะจัดการเรียนให้อยู่ในรูปของศูนย์การเรียน (Learning center) ผู้เรียนจะเรียนจากการประกอบกิจกรรมการเรียนร่วมกันตามสื่อ และหัวข้อที่กำหนดไว้ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม จะประกอบด้วยชุดการสอนที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งกันไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์บทบาทของครูนั้นจะเป็นเพียงผู้จัดเตรียมประสบการณ์ ผู้ประสานงาน และผู้ตอบคำถามเมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนอาจจะสนใจในการเรียนเสริมจากศูนย์สำรองที่เตรียมไว้ เพื่อไม่เป็นการเสียเวลาที่ต้องรอคอยเมื่อกลุ่มอื่นยังเรียนไม่สำเร็จในแต่ละศูนย์ ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มนี้ใช้ร่วมกับการสอนแบบศูนย์การเรียนมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

2.2.2.2.1 คู่มือครู ซึ่งเป็นสิ่งช่วยการสอนแบบศูนย์การเรียนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในคู่มือครูจะมีคำชี้แจงสำหรับครูสิ่งที่ครูต้องเตรียม บทบาทของผู้เรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง แผนการสอน เนื้อหาสาระประจำศูนย์ต่าง ๆ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.1.2.2.2 สื่อสำหรับศูนย์กิจกรรม จะมีบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรมบัตรคำถามหรือบัตรคำอภิปราย และบัตรเฉลย รวมทั้งสื่อการเรียนอื่น ๆ เช่น รูปภาพแบบเรียนเป็นต้น จำนวนบัตรต่าง ๆ หรือสื่อการเรียนอาจมีเท่าจำนวนผู้เรียนในกลุ่มหรืออาจใช้ร่วมกันได้ไม่จำเป็นต้องครบทุกคน

2.1.2.2.3 แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรม อาจแยกเป็นชุด ๆ หรือรวมเป็นเล่มก็ได้

2.1.2.2.3 แบบทดสอบสำหรับการประเมินผลซึ่งใช้ก่อนเรียนหรือหลังเรียน

โดยมีกระดาษคำตอบไว้พร้อม การทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดพื้นความรู้เดิมของผู้เรียนแล้วเก็บผลไว้เปรียบเทียบกับการทดลองหลังเรียน สำหรับการทดสอบหลังเรียนนั้นจะใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน การประเมินผลจะใช้แบบอิงเกณฑ์

2.2.3 ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เรียนด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล หลังจากเรียนจบตอนแล้ว จะทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลแล้วจึงเรียนชุดต่อไปตามลำดับ ครูจะให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในฐานะผู้ประสานงานคอยตอบปัญหา และชี้แนวทางการเรียน ชุดการสอนแบบนี้จะส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองเต็มความสามารถโดยไม่ต้องรอคอยผู้อื่น (เสาวนีย์, 2538) ซึ่งถือว่าเป็นการถูกต้อง และยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ชุดการสอนแบบนี้ บางครั้งเรียกว่า บทเรียนโมดูล (Instructional Module) ชุดการสอนรายบุคคลจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ คล้ายคลึงกับชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม

2.2.4 หลักการและทฤษฎีที่สำคัญพื้นฐานในการสร้างชุดการสอน คือ

2.2.4.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้เพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขาและใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ ที่แตกต่างกันไป ความแตกต่างเหล่านี้มีความแตกต่างในด้านความสามารถ (Ability) สติปัญญา (Intelligence) ความต้องการ (Need) ความสนใจ (Interest) ร่างกาย (Physical) อารมณ์ (Emotion) และสังคม (Social) ผู้สร้างชุดการสอนจึงพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมในการที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในชุดนั้น ๆ

2.2.4.2 การนำสื่อประสมมาใช้ (Multi Media Approach) เป็นการนำเอาสื่อในการสอนหลายประเภทมาใช้สัมพันธ์กันอย่างมีระบบ ความพยายามอันนี้ก็เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งให้ความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ

2.2.4.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) จิตวิทยาการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกระทำดังนี้

2.2.4.3.1 เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง

2.2.4.3.2 ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองว่าถูกหรือผิดได้ทันที

2.2.4.3.3 มีการเสริมแรงคือผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ ดีใจที่ตนเองทำได้ถูกต้องเป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป

2.2.4.3.4 เรียนรู้ไปทีละขั้น ตามความสามารถ และความสนใจของตนเอง

2.2.5 การใช้วิธีวิเคราะห์แบบ (System Analysis) โดยการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกันกับสภาพแวดล้อม และวัยของผู้เรียน ทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการสอนจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบ มีการตรวจสอบทุกขั้นตอน มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เป็นที่น่าเชื่อถือได้จึงนำเอาออกมาใช้

(ณัฐกฤต, 2550) จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ในการผลิตชุดการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนในการจะเลือกสื่อมาใช้ต้องคำนึงถึงความสามารถ สติปัญญา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ให้ได้มากที่สุด

2.3 การสร้างใบประลอง

2.3.1 ความหมายของใบประลอง

เป็นใบสั่งงานที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในงานประลอง ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดสอบหรือทดลองเพื่อสาธิตและพิสูจน์หลักการทางวิทยาศาสตร์ความจริงหรือสูตรต่าง ๆ แม้ว่าใบประลองนี้จะมีค่าในการประลอง แต่ผู้สอนสามารถใช้เทคนิคเดียวกันช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สูตรหรือพิสูจน์ทฤษฎีบางอย่าง หรืออาจจะกล่าวเป็นอีกนัยหนึ่งว่าใบประลองคือเอกสารที่ช่วยให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนและในการประเมินผลการเรียนการสอน โดยผู้เรียนจะต้องทำตามคำชี้แจงตามใบประลอง เพราะฉะนั้นใบประลองจะเป็นสิ่งประเมินผลการเรียนการสอนตลอดจนช่วยแนะนำผู้เรียนได้ปฏิบัติตามความต้องการของบทเรียนด้วย

2.3.2 ส่วนประกอบของใบประลอง

- ข้อความแสดงจุดมุ่งหมายของการทดสอบนั้น ๆ
- แสดงชื่อเรื่องและรายละเอียดอื่น ๆ
- รายการเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องการใช้
- ลำดับขั้นการทำงานที่ต้องปฏิบัติตาม
- คำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยที่จำเป็นต้องระมัดระวัง
- รูปแบบและวงจรการทำงานหรือไดอะแกรมที่จะใช้ประกอบการทดลอง

- หนังสืออ้างอิง
- บทสรุปการทดลอง

2.3.3 การสร้างใบประลอง

- พิจารณาจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่
- ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา
- ควรพิจารณาลำดับขั้นตอนของการทำงานของใบประลอง
- ควรพิจารณาจุดมุ่งหมายของใบประลอง

2.3.4 ลักษณะของใบประลองที่ดี

- ควรจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน
- มีเหตุผลและสามารถอ้างอิงทฤษฎีได้

2.3.5 การสอนแบบประลอง

วิธีการสอนแบบประลองนี้มีชื่อเรียกการหลายอย่าง เช่น วิธีการสอนแบบทดลอง (Laboratory) และการสอนแบบเชิงทดลอง (Laboratory Approach) (ประยุทธ์, 2524: 11) การสอนแบบนี้เป็นกิจกรรมที่ครูจัดทำขึ้น เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่าย คือ สามารถเห็นด้วยตาก่อนที่จะเกิดความเข้าใจ แทนที่จะให้นักเรียนเชื่อคำบอกของครู การประลองมักใช้เมื่อต้องการจะพิสูจน์หลักการต่าง ๆ

2.3.5.1 จุดม่งหมายของการสอนแบบประลอง

ในขณะที่นักเรียนได้รับความรู้จากตำราและครูในวิธีการสอนแบบอื่นแต่ในวิธีการสอนแบบประลองนี้ ทุกคนจะได้รับความรู้จากประสบการณ์จริง ๆ กล่าวคือ วิธีการสอนแบบประลองนี้จะเป็นทางนำไปสู่การเรียนรู้ 3 ประการณ์คือ

1. ความรู้อันได้จากการเฝ้าสังเกต (Observation)

2. การทดลองหาทางแก้ปัญหาโดยอาศัยการใช้ความคิดที่มีจุดมุ่งหมาย (Reflected Thinking)

3. การเข้าถึงทักษะโดยการปฏิบัติ

2.3.5.2 วัตถุประสงค์ของวิธีการประลอง คือ

1. เพื่อให้ได้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ในห้องประลอง อันจะเป็นการเร่งเร้าความสนใจของนักเรียน

2. เพื่อจัดให้นักเรียนเข้าร่วมในการค้นคว้าใหม่ ๆ

3. เพื่อพัฒนาทักษะอันเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องประลอง

2.3.5.3 ระดับของงานประลอง

ในการสอนปฏิบัติหรือวิชาเทคนิคนั้น จะต้องเลือกระดับงานประลองให้เหมาะสม และได้ระดับของงานประลองที่ใช้ในวงความรู้ต่าง ๆ ไว้เป็น 3 ระดับดังนี้

1. เพื่อดำเนินการวิจัย เพื่อให้หาผลลัพธ์ของปัญหาที่ยังค้นหาผลลัพธ์ที่พอใจได้หรือคันหาพื้นฐานต่าง ๆ ของธรรมชาติที่ยังไม่เคยตั้งเป็นกฎไว้ก่อน

2. เพื่อพัฒนางานงานปฏิบัติหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยการตัดแปลงความรู้ที่มีอยู่ให้เหมาะสม

3. ใช้การพิสูจน์เพื่อเน้นและสร้างความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ต่อหลักการต่าง ๆ และเพื่อตอกย้ำหลักการเหล่านั้นเข้าไปประทับในความคิดของผู้เรียน

2.3.5.4 ลำดับขั้นของวิธีการสอนแบบประลอง

ขั้นตอนของวิธีการสอนแบบประลองที่ใช้สอนเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ควรเป็นดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหาและให้หลักการเบื้องต้นต่าง ๆ แก่ผู้เรียนโดยตรง

2. ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เสนอความคิดและความรู้ เพื่อพิสูจน์หลักการเหล่านั้นโดยแนะนำผู้เรียนในการใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม ในชั้นนี้ผู้สอนควรแนะนำวิธีดำเนินการประลองให้ผู้เรียนทราบด้วย

3. สังเกตผลการประลองแล้วบันทึกไว้

4. สรุปผลการทดลอง

2.3.5.5 ข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการสอนแบบประลองมีดังนี้

1. จัดบรรยากาศสำหรับการประลองด้วยการอธิบาย และไต่ถามปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะศึกษา

2. เตรียมใบประลองที่มีหัวข้อเหมาะสม

3. ระบุวัตถุประสงค์ที่แน่นอนของการประลอง

4. ทำรายการวัสดุและเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ พร้องทั้งระบุจำนวนและขนาดไว้

5. ร่างวิธีการประลอง เพื่อแนะนำนักศึกษาเพิ่มเติม

6. ทำรายการเอกสารอ้างอิงที่อาจเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาเพิ่งเติม

7. เตรียมแนวทางสำหรับนักศึกษาในการประเมินผลการประลอง

8. กำหนดคำตอบเพื่อช่วยเหลือนักศึกษา ในการพิจารณากิจกรรมที่ได้กระทำและใช้ความคิดต่อสิ่งที่ได้เรียนจากการประลอง

9. ให้มีการบันทึกและสรุปผลการทดลอง

2.3.5.6 ข้อดีของวิธีการสอนแบบประลอง มีดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ

2. อุปกรณ์ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจทำให้การเรียนการสอนจริงจัง

3. ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ

4. ทำให้มีความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

6. การได้มีประสบการณ์จริงย่อมเป็นสิ่งชัดเจน และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการประลองย่อมอยู่ในความทรงจำนานกว่า

2.3.5.7 ข้อเสียของวิธีการสอนแบบประลอง มีดังนี้

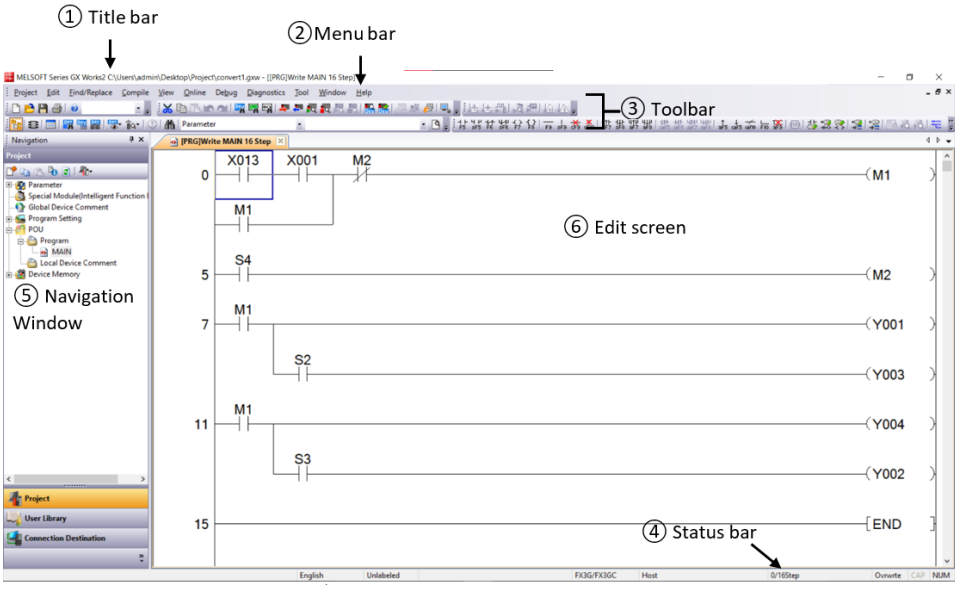
1. เป็นวิธีการสอนที่ต้องใช้รายจ่ายเป็นจำนวนมาก
2. อุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงบางทีอาจได้ผลไม่คุ้มค่า
3. จะเป็นการสูญเสียเวลาถ้าไม่รู้จักเลือกวิธีการประลองที่เหมาะสม
4. วิธีการสอนแบบนี้ไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนขั้นต่ำและเด็กเล็ก ๆ มากหรือผู้เรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์
5. ผู้เรียนที่ขาดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดอย่างพินิจพิเคราะห์มักแสร้งสร้างผลการประลองให้เหมือนกับผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

โปรแกรม GX Works 2 เป็นโปรแกรมสำเร็จที่ใช้ในการออกแบบและสร้างโปรแกรมในการควบคุมเครื่องจักรผ่าน PLC ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งานดังต่อไปนี้

1. การสร้างโปรแกรมหรือวงจร สามารถสร้างโปรแกรมได้ 2 ภาษา ได้แก่ Ladder และ Sequential Function Chart (SFC) โดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในโปรแกรม
2. การอัพโหลดโปรแกรมลงใน PLC สามารถทำได้หลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น การใช้สาย USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้อัพโหลดโปรแกรมหรือการใช้สายแปลง USB ไปเป็น RS-232 เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้อัพโหลดโปรแกรม เป็นต้น
3. การแก้ไขโปรแกรมที่อยู่ใน PLC สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมจากใน PLC เพื่อนำมาแก้ไขหรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมได้
4. การแก้ไขการทำงานที่บกพร่องของโปรแกรม เมื่อโปรแกรมอยู่ในโหมดการตรวจสอบผู้ใช้งานสามารถทำการเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของวงจรได้
5. การตรวจสอบข้อผิดพลาด เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นภายในโปรแกรมหรือภายในตัวอุปกรณ์ของ PLC สามารถตรวจสอบหาสาเหตุและวิธีแก้ไขเบื้องต้นได้

2.4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม GX Works 2



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของหน้าจอภายในโปรแกรม

① Title bar แสดงชื่อโปรเจคที่กำลังเปิดทำงานอยู่ และไอคอนการทำงานของวินโดวส์

② Menu bar แถบเมนูสำหรับฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรม

③ Toolbar แถบเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนและแก้ไขโปรแกรม

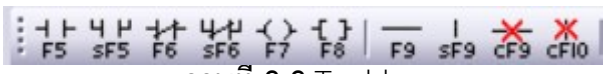
④ Status bar แถบแสดงสถานการณ์ทำงานและการตั้งค่าต่างๆของโปรแกรม

⑤ Navigation window หน้าต่างในการเปลี่ยนการแสดงผลของ Edit screen เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน

⑥ Edit screen พื้นที่ส่วนใหญ่ของหน้าจอและเป็นแสดงผลการเขียนโปรแกรมหรือการทำงานในขณะนั้น

2.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

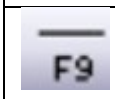
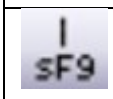
เครื่องมือในการสร้างโปรแกรมในโปรแกรมสำเร็จรูป GX Works 2 จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมจะอยู่บน Tool bar ดังภาพที่ 2-2



ภาพที 2-2 Tool bar

ไอคอน ความหมายและรูปแบบในการใช้งานเครื่องมือต่างๆ ใน Tool bar ดังตารางต่อไปนี้

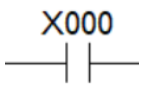
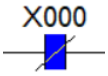
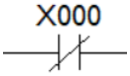
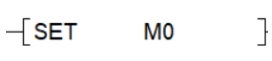
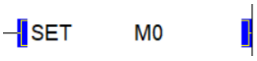
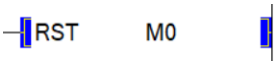
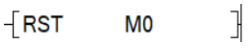
ตารางที่ 2-2 ไอคอน ความหมายและรูปแบบในการใช้งานเครื่องมือ

ไอคอน	ความหมาย	รูปแบบในการใช้งาน
	หน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O. Contact)	
	หน้าสัมผัสปกติเปิดแบบขนาน (N.O. Contact)	
	หน้าสัมผัสปกติปิด (N.C. Contact)	
	หน้าสัมผัสปกติปิดแบบขนาน (N.C. Contact)	
	คำสั่งเคลื่อนที่ Coil (Coil Drive Instruction)	
	คำสั่งคงสภาพการทำงาน (SET)	
	สร้างเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในแนวนอน	
	สร้างเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้ง	
	ลบเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในแนวนอน	
	ลบเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้ง	

2.4.3 การแสดงสถานการณ์ทำงาน

ในโปรแกรม GX Works 2 เมื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานจาก Write Mode เป็น Monitor Mode จะมีการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ดังตารางต่อไปนี้

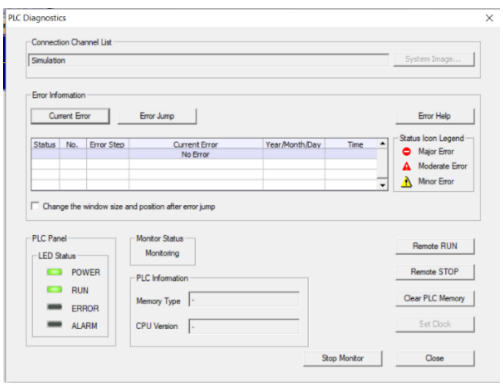
ตารางที่ 2-3 การแสดงผลสถานการณ์ทำงาน

สถานะการทำงาน / ประเภท	ไม่ทำงาน	ทำงาน
หน้าสัมผัสปกติเปิด		
หน้าสัมผัสปกติปิด		
คำสั่งเคลื่อนที่		
คำสั่งคงสภาพการทำงาน		
คำสั่งยกเลิกการคงสภาพการทำงาน		

2.4.4 การตรวจสอบข้อผิดพลาด

การตรวจสอบข้อผิดพลาดของ PLC สามารถกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. การสังเกตไฟ PLC ที่ RUN จะกระพริบสีแดงแสดงสถานะการทำงานที่ผิดพลาดที่ PLC
2. การตรวจสอบด้วยโปรแกรม GX Works 2 โดยใช้ Menu Diagnostics ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 Diagnostics Window

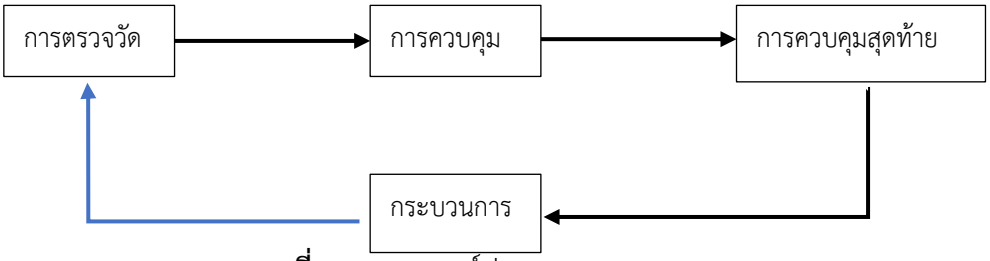
โดยข้อผิดพลาดที่สามารถตรวจสอบได้นั้นทำได้ทั้งข้อผิดพลาดจากโปรแกรมที่สร้างขึ้นและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ CPU ของ PLC สำหรับข้อผิดพลาดจากตัวโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นสามารถเข้าไปตรวจสอบได้โดยการคลิกปุ่ม Error Jump หลังจากคลิกปุ่ม Error Jump แล้วนั้นโปรแกรม GX Works 2 จะทำการย้ายเคอเซอร์ไปยังบรรทัดที่เกิดข้อผิดพลาดภายในโปรแกรม และข้อผิดพลาดที่เกิดจากอุปกรณ์ CPU ของ PLC สามารถตรวจสอบวิธีการแก้ไขได้โดยการคลิกปุ่ม Error Help

2.5 ความหมายของระบบอัตโนมัติ

ความหมายของระบบอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเอง เมื่อให้สัญญาณเริ่มค้นไม่ว่าระบบจะมีการตั้งโปรแกรมสำเร็จในการทำงานตลอดทั้งระบบ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานจากการเปรียบเทียบปริมาณของสัญญาณที่เข้ากับปริมาณที่ออกก็ได้ ซึ่งจุดประสงค์โดยทั่วไปของการควบคุมอัตโนมัติก็คือเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการผลิต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนในการผลิต ควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายและประหยัดพื้นที่ของโรงงาน

2.5.1 องค์ประกอบของการควบคุม

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้น จะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้ (พรจิต, 2542:9-1.)



ภาพที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม

การตรวจวัด หมายถึง อุปกรณ์ที่ให้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดตัวแปรทางฟิสิกส์ของสิ่งที่ต้องการวัดหรือสั่งงาน

การควบคุม หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นฟังก์ชั่นกับเวลาหรือฟังก์ชั่นกับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัด

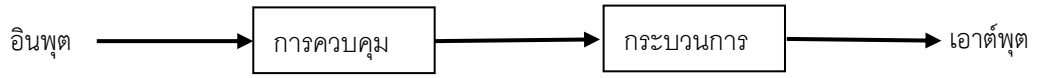
การควบคุมสุดท้าย หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับการทำงาน ในการควบคุมส่วนใหญ่คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมจะมีขนาดหรือพลังงานน้อยๆ ส่วนตัวแปรปรับกระบวนการ จะมีขนาดหรือพลังงานมาก

กระบวนการ หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสภาวะการทำงานตามต้องการในขณะที่สภาวะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.5.2 ประเภทของการควบคุม

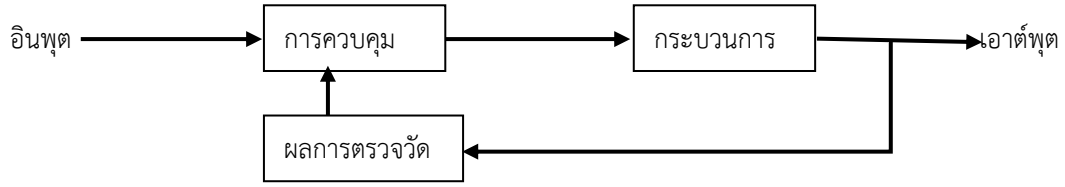
การแบ่งประเภทของการควบคุมจะแบ่งตามกฎเกณฑ์ของประเภทได้ดังนี้

2.5.2 1 การควบคุมแบบเปิด (Open Loop) เป็นระบบควบคุมที่เอาต์พุตของระบบไม่มีผลต่อการควบคุมเอาต์พุตของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับมาเพื่อเปรียบเทียบอินพุตตัวอย่างเช่น การควบคุมการเปิด-ปิดไฟ การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์ขับสายพานลำเลียง การควบคุมเครื่องซักผ้า การควบคุมสัญญาไฟจราจร เป็นต้น(พรจิต, 2542 : 12-15)



ภาพที่ 2-5 แสดงการควบคุมแบบเปิด (Open Loop)

2.5.2.2 การควบคุมแบบปิด (Closed Loop) เป็นระบบการควบคุมซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะมีผล โดยตรงต่อการควบคุม อาจจะเป็นสัญญาณเอาต์พุตโดยตรงหรือเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชั่นของสัญญาณเอาต์พุตก็ได้ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุณหภูมิความดัน การไหลความเร็ว ให้คงที่



ภาพที่ 2-6 แสดงการควบคุมแบบปิด (Close Loop)

2.5.3 การเลือกใช้ประเภทของการควบคุม

ระบบควบคุมแบบเปิด (open Loop) นั้นเหมาะกับระบบที่ทราบว่าอินพุตของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และแน่ใจว่าไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก สำหรับการควบคุมแบบปิด

(Close Loop) จะใช้เมื่อไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ในระบบโดยไม่คาดคิดมาก่อน และในบางกรณี อาจจะมีทั้งการควบคุมทั้ง 2 แบบ เพื่อให้ระบบทั้งหมดมีผลตามที่ต้องการ

2.5.4 การควบคุมแบบต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม

ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่แล้ว การควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติในโรงงานจะนิยมเอาอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้เข้ามาใช้เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในระบบอัตโนมัติที่เป็นระบบนิวแมติกส์หรือไฮดรอลิกส์คือ

2.5.4.1 ระบบการควบคุมที่ใช้แผงรีเลย์

2.5.4.2 ระบบการควบคุมที่ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5.4.3 ระบบการควบคุมที่ใช้คอมพิวเตอร์

2.5.4.4 ระบบการคามคุมที่ใช้ชุดPLC

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและควบคุมอัตโนมัติ

เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งมีการควบคุมให้การทำงานด้วยตัวเอง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในตัวควบคุม โดยไม่ต้องใช้คนสั่งการหรือใช้เพียงไม่กี่คน เราเรียกระบบดังกล่าวนี้ว่าระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation System) ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถนำมาใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมได้เกือบทุกประเภท ประโยชน์ที่เห็นได้ชันเจน คือ ทำงานได้ถูกต้องเที่ยงตรงและรวดเร็ว ที่ใช้ในบริเวณพื้นที่อันตรายที่คนไม่สามารถเข้าไปทำงานได้และสามารถเก็บบันทึกข้อมูลระหว่างเครื่องจักรทำงานลงในคอมพิวเตอร์ ในช่วงหลัง ระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทค่อนข้างมากในงานอุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่าจากบริษัทห้างร้านหลายแห่งที่ประกอบธุรกิจจำหน่ายอุปกรณ์โรงงาน มีไม่น้อยที่หันมาให้ความสนใจในตลาดสินค้าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติ นอกจากนี้สินค้าระบบควบคุมอัตโนมัติเช่น PLC มีวางขายแม้กระทั่งบริเวณคลองถม บ้านหม้อ หรือตามร้านค้าปลีกสินค้าอุตสาหกรรมต่างๆจึงกล่าวได้ว่าระบบควบคุมอัตโนมัติจัดว่าเป็นเทคโนโลยีอีกสาขาหนึ่งที่น่าสนใจและจะเติบโตต่อไปอีกมากมายในอนาคต

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของระบบการทำงานแบบอัตโนมัติรูปแบบต่างๆ ได้ถูกประยุกต์นำมาใช้ใน กระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการและเพื่อแก้ไข

ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นของบริษัทผู้ผลิตสินค้าหรือบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร ซึ่งตัวอย่างของระบบกา ร ทำงานอัตโนมัติที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต

ก) ระบบการตรวจสอบอัตโนมัติ เพื่อควบคุมคุณภาพ

ข) ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุม วางแผน เก็บข้อมูลและตัดสินใจกิจกรรมการดำเนินงาน ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

ค) ระบบการจัดเก็บวัสดุอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติในปัจจุบันจะประกอบด้วยระบบอื่นๆ อีกคือ Robot ระบบคลังสินค้าแบบ อัตโนมัติเครื่อง CNC ระบบขนถ่ายวัสดุแบบอัตโนมัติระบบตรวจสอบโดยอัตโนมัติซอฟต์แวร์ CAD/CAM/CAPP ซึ่งแต่ละระบบจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

-เน้นความสำคัญของอุปกรณ์ที่เป็นฐานของระบบอัตโนมัติระบบเหล่านี้จะยังคงควบคุมโดย ฮาร์ดแวร์ที่เป็นฐานของการควบคุมเช่น PLC หรือ ไมโครโพรเซสเซอร์ จึงเป็นผลให้มีการใช้ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ร่วมกันจากหลายๆ บริษัท ซึ่งทำให้ยากต่อการซ่อมบำรุง จำเป็นต้องพึ่งพา บุคคลจาก บริษัทนั้นๆ การพัฒนาเทคโนโลยีมีจำกัด

-แต่ละระบบไม่มีเครือข่ายต่อเข้าด้วยกันจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะให้Local lever และInterblock automation ทำงานร่วมกัน

ระบบควบคุมอัตโนมัติหมายถึงระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลหรือระบบควบคุม ที่สามารถ ทำงานอย่างต่อเนื่องได้ด้วยตนเองเมื่อมีการป้อนสัญญาณเริ่มต้นเกิดขึ้น ไม่ว่าระบบควบคุม นั้นจะได้มีการ ตั้งโปรแกรมสำเร็จในการทำงานตลอดทั้งระบบหรือการบังคับให้ระบบควบคุมนั้นๆ ทำงานในลักษณะที่ จะนำมาซึ่งผลงาน ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องหรือเป็นไปตามเป้าหมายได้ด้วยตัว ของมันเองโดยระบบควบคุมต่างๆ เหล่านั้นมักจะประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ซึ่งต้องทำการควบคุมที่ แตกต่างกันออกไป เช่น อุณหภูมิ อัตราการไหลความเร็ว ตำแหน่ง แรงดัน ความถี่ ฯลฯ ซึ่ง วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการควบคุม อัตโนมัติ คือเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการ ทำงาน เพิ่มจำนวนของผลผลิต ลดต้นทุน ในการผลิต รวมถึงสามารถทำการควบคุมและวางแผนการ ผลิตได้ง่าย

ในระบบควบคุมอัตโนมัติอย่างง่ายๆ ผลของการทำงานหรือสัญญาณที่จ่ายออกจากระบบจะถูก เรียกว่าเอาต์พุต (Output) ส่วนเป้าหมายของระบบหรือข้อกำหนดที่ป้อนเข้าสู่ระบบควบคุมจะถูก เรียกว่าอินพุต (Input) อินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุมอัตโนมัติอาจมีคุณลักษณะเป็นปริมาณ

หรือสัญญาณประเภท เดียวกันก็ได้ตัวอย่างเช่น สัญญาณลมในระบบนิวแมติกส์ สัญญาณน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์หรือสัญญาณไฟฟ้าในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ แต่มีระบบควบคุมแบบอัตโนมัติบางประเภทที่อาจมีคุณลักษณะของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตซึ่งไม่เหมือนกันก็ได้เช่น การใช้สัญญาณไฟฟ้าไปทำการควบคุมสัญญาณลมหรือน้ำมัน เป็นต้น

2.6.1 เหตุผลที่ระบบควบคุมอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิต

เหตุผลโดยส่วนใหญ่ที่ส่งผลทำให้บริษัทผู้ผลิตใช้ประกอบในการตัดสินใจเพื่อที่จะเลือกนำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตของตนมักจะประกอบไปด้วย

2.6.1.1 การเพิ่มผลผลิต ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถที่จะถูกนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการทำงานหรือเครื่องจักรกลต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้อัตราการผลิตสินค้าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อ เทียบกับการใช้แรงงานคนและเป็นการลดระยะเวลาที่จะต้องใช้ในการผลิตสินค้าส่งผลให้ความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดของบริษัทผู้ผลิตสินค้าเพิ่มสูงขึ้นลดปัญหาในเรื่องของจัดส่งสินค้าแก่ลูกค้า

2.6.1.2 การขาดแคลนแรงงาน บริษัทผู้ผลิตบางแห่งประสบปัญหาในเรื่องของการขาดแคลน แรงงานที่มีฝีมือในการทำงาน เหตุผลดังกล่าวจึงเป็นตัวกระตุ้นให้บริษัทผู้ผลิตสินค้าต้องทำการพัฒนาสร้างเครื่องจักรที่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อเป็นการทดแทนสถานการณ์ขาดแคลนแรงงานที่เกิดขึ้น

2.6.1.3 ความปลอดภัยในการทำงาน ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรกลซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน เช่น การปรับเปลี่ยนกิจกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักรให้มามีส่วนร่วมในบทบาทที่เป็นการควบคุมดูแลรักษาเครื่องจักรกลซึ่งได้ถูกปรับปรุงให้สามารถทำงานเองได้อย่างอัตโนมัติหรือแม้กระทั่งการปรับเปลี่ยนตำแหน่งในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้มาอยู่ในสภาวะแวดล้อมซึ่งมีความปลอดภัยและก่อให้เกิดสภาพการทำงาน ที่ถูกต้อง ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการช่วยสร้างมาตรฐานในการทำงานให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.6.1.4 ปัญหาในเรื่องต้นทุนของค่าแรงงาน เนื่องจากแนวโน้มของค่าจ้างแรงงานที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะในประเทศที่มีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่สูงส่งผลทำให้บริษัทผู้ผลิตสินค้า ทำการลงทุนจัดหาระบบ หรือเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาทดแทนการใช้แรงงานคนในการผลิต หรือ เครื่องจักรแบบเดิมที่ต้องอาศัยแรงงานคนเป็นผู้ควบคุมการเดินเครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากระบบหรือ

เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถที่จะก่อให้เกิดอัตราการผลิตที่สูง ส่งผลให้ความสามารถในการแข่งขัน ทางการตลาดของบริษัทผู้ผลิตสินค้ามีสูงขึ้น ในขณะที่ราคาต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง

2.6.1.5 คุณภาพของสินค้าที่ทำการผลิตได้การนำเอาเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตสินค้าหรือใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัตินอกจากจะส่งผลทำให้อัตราการผลิตสินค้าสูงขึ้นแล้วคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ก็ยังมีความสม่ำเสมอและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ด้วย

2.6.1.6 ต้นทุนของวัตถุดิบหรือวัสดุที่ใช้ในการผลิต ปัญหาที่มักพบในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปได้แก่การเกิดเศษของวัตถุดิบ วัสดุหรือการเกิดของเสียเป็นจำนวนมากในกระบวนการผลิตส่งผลทำให้ต้นทุนของสินค้าที่ผลิตได้มีค่าสูงขึ้นเมื่อบริษัทผู้ผลิตสินค้าได้นำเอาระบบหรือเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาใช้งานจะทำให้คุณภาพของสินค้าที่ได้มีความสม่ำเสมอและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ส่งผลทำให้เศษของวัตถุดิบวัสดุหรือการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตลดน้อยลง มีเหตุผลของการใช้ระบบอัตโนมัติหลายๆ เหตุผลด้วยกันดังต่อไปนี้

- เพิ่มผลผลิต
- ทดแทนค่าแรงงานที่สูงขึ้น ซึ่งการใช้ระบบอัตโนมัติจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเมื่อคิดต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์
- การขาดแคลนแรงงาน
- แนวโน้มของคนที่จะทำงานด้านบริการมากกว่า เช่น งานราชการ งานประกัน งานขายเป็นต้น
- ความปลอดภัย
- ราคาวัตถุดิบแพงดังนั้นการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติจะได้ผลผลิตที่เสียหายน้อยลงกว่าการใช้มนุษย์ทำงาน
- พัฒนาคุณภาพของสินค้าโดยการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทำงานนอกจากจะผลิตชิ้นงานที่รวดเร็วกว่ามนุษย์ทำงานแล้วยังผลิตสินค้าที่มีคุณภาพอีกด้วย
- ลดเวลาการผลิตสินค้า เช่น ลดเวลาระหว่างการสั่งสินค้าของลูกค้าและการส่งสินค้าซึ่งทำให้ได้เปรียบในเชิงการค้าหรือการบริการลูกค้า เป็นต้น
- ลดการสต็อกชิ้นส่วนในการผลิต การใช้ระบบอัตโนมัติจะมีกระบวนการที่แน่นอนจึงไม่จำเป็นต้องสต็อกชิ้นส่วนในสายการผลิตเหมือนกับใช้มนุษย์ทำงานซึ่งทำได้ไม่แน่นอนและ สม่ำเสมอ

- การไม่ใช้ระบบอัตโนมัติจะมีราคาสูงกว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ จะได้เปรียบในหลายๆ ด้านด้วยกัน เช่น การพัฒนาคุณภาพของสินค้า ยอดขายมากกว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างลูกจ้างด้วยกันดีกว่าภาพลักษณ์ของบริษัทดูดีกว่า

2.6.2 ประเภทของระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิต

ระบบอัตโนมัติที่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต โดยทั่วไปจะสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

2.6.2.1 ระบบอัตโนมัติแบบตายตัว (Fixed Automation System) ได้แก่ระบบอัตโนมัติซึ่งได้ นำเอาอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ได้ถูกสร้างขึ้นอย่างถาวรเช่น รีเลย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ลอจิก) หรือวาล์วประเภทต่างๆ ในระบบนิวแมติกส์ไฮดรอลิกส์มาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างเงื่อนไขกำหนดขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดเอาไว้

2.6.2.2 ระบบอัตโนมัติแบบที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable Automation System) ได้แก่ระบบอัตโนมัติซึ่งนำเอาอุปกรณ์ที่สามารถทำการโปรแกรมได้ (Programmable Controller) มาใช้ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดเอาไว้ซึ่งผู้ที่ทำการออกแบบระบบอัตโนมัติประเภทนี้จะต้องทำการเขียนโปรแกรมป้อนให้กับตัวอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเพื่อสร้างเงื่อนไข หรือกำหนดขั้นตอนการทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการต่อไป

2.6.2.3 ระบบอัตโนมัติแบบยืดหยุ่น (Flexible Automation System) ได้แก่ระบบอัตโนมัติซึ่งได้ ถูกพัฒนาขึ้นมาจากระบบอัตโนมัติที่สามารถโปรแกรมได้โดยได้มีการประยุกต์นำเอาคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมควบคุมการผลิตมาใช้ในการควบคุมและปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานของ กระบวนการหรือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งในบางครั้งระบบนี้มักจะถูกเรียกว่า “ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการผลิต” (Computer Integrated Manufacturing) หรือมัก ถูกเรียกชื่อโดยย่อว่า“ระบบ CIM” โดยการพัฒนาดังกล่าวได้เกิดขึ้นเพื่อเป็นการตอบสนองต่อ กระบวนการผลิตซึ่งมีความต้องการที่จะทำการผลิตสินค้าหลากหลายรูปแบบโดยที่ไม่ต้องการที่จะเสียเวลาซึ่งจะต้องใช้สำหรับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานของกระบวนการหรือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในการผลิตสินค้าที่เกิดขึ้น ข้อดีที่สำคัญของระบบอัตโนมัติแบบยืดหยุ่นได้แก่ระบบควบคุมการทำงานประเภทนี้จะมีความยืดหยุ่นในการ

ปรับเปลี่ยนรูปแบบ/ลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างสูงส่งผลทำให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพทั้งนี้เนื่องจากเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตมีค่าน้อยแต่เมื่อทำการพิจารณาในอีกด้านหนึ่งจะพบได้ว่าระบบควบคุมการทำงานประเภทนี้ค่อนข้างที่จะมีความซับซ้อนของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในระบบมีราคาที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องใช้งบประมาณในการลงทุนที่สูง นอกจากนั้นผู้ใช้จะต้องทำหน้าที่ควบคุมหรือบำรุงรักษาการทำงานของระบบประเภทนี้ก็จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญเป็นอย่างดี

2.6.2.3 ชนิดของระบบการผลิตอัตโนมัติ

ชนิดของระบบการผลิตอัตโนมัติสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

- Fixed Automation คือการทำงานของกระบวนการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ตายตัว (Fixed) ลำดับการทำงานเป็นชนิดง่ายๆ จะเป็นที่รวมของการทำงานหลาย ๆ อย่างด้วยเครื่องมืออันเดียวเท่านั้น ซึ่งทำให้ระบบมีความซับซ้อนยุ่งยากขึ้นคุณลักษณะของระบบนี้สรุปได้คือ

- ใช้เงินลงทุนในครั้งแรกมาก
- อัตราการผลิตสูง
- ไม่มีความสัมพันธ์ที่ยืดหยุ่นให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างของFixed Automation เช่น เครื่องจักรในสายงานการผลิต (เริ่มตั้งแต่ปีค.ศ. 1913) ให้ผลิตภัณฑ์เคลื่อนที่ไปตามความยาวของสายพานลำเลียงและมีจุดทำงานเป็นระยะๆ ซึ่งแต่ละจุดทำงานด้วยมนุษย์(Manually Operated)

- Programmable Automation เครื่องมือในการผลิตจะถูกออกแบบให้มีความสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานเพื่อปรับให้เข้ากับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ลำดับการทำงานจะควบคุมด้วยโปรแกรม ดังนั้นการแก้ไขโปรแกรมหรือปรับปรุงโปรแกรมจึงกระทำได้ง่ายสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ คุณลักษณะของระบบนี้มีดังต่อไปนี้

- การลงทุนสูงโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับเครื่องมือโดยทั่วไป
- อัตราการผลิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับแบบ (Fixed Automation)
- สามารถยืดหยุ่นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ได้
- เหมาะกับงานที่ต้องการผลิตจำนวนมากๆ (Batch Production)

ระบบอัตโนมัติแบบโปรแกรมนี้จะทำให้ได้ผลผลิตไม่มากนักอาจผลิตขึ้นไปได้ในระยะ ปานกลางกระบวนการผลิตจะกระทำกันเป็นจำนวนมากๆ สามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมผลิตได้การเปลี่ยนเครื่องมือระหว่างการทำงานจำเป็นต้องใช้เวลาจำนวนหนึ่งตัวอย่างของระบบอัตโนมัติแบบนี้คือเครื่อง NC (Numerically Controlled Machine Tools) (สร้างเป็นต้นแบบเมื่อค.ศ. 1952) และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (เริ่มใช้ครั้งแรกเมื่อค.ศ. 1961)

- Flexible Automation เป็นระบบอัตโนมัติที่ต่อยอดออกไปจากระบบ Programmable Automation ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อประมาณ 20 กว่าปี ที่ผ่านมาเป็นระบบอัตโนมัติที่สามารถผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบโดยไม่เสียเวลาในการเปลี่ยนเครื่องมือหรือหยุดระหว่างการผลิตจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งหมายถึงไม่ต้องสูญเสียเวลาไปกับ Tooling, Fixtures, Machine Settings คุณลักษณะของFlexible Automation สรุปได้ดังต่อไปนี้

- การลงทุนสูง
- สามารถผลิตในรูปแบบต่างๆ กันได้ในเวลาเดียวกัน
- อัตราการผลิตได้ในระดับกลาง
- มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลิตภัณฑ์

2.6.3 Sensor ตรวจจับวัตถุ

เซ็นเซอร์(sensor) คือ อุปกรณ์ วงจรหรือระบบที่ทำหน้าที่ตรวจสอบ ตรวจจับ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือสิ่งแวดล้อมเพื่อรับรู้สถานะ ของเครื่องจักรหรือชิ้นงานในขณะนั้นแทนเรา เช่น การเปลี่ยนตำแหน่ง อุณหภูมิ รูปร่าง ขนาด จากนั้นจึงทำการประมวลผลและแปลงสัญญาณก่อนส่งให้กับชุดควบคุม (controller) เพื่อแสดงเป็นผลลัพธ์ที่เราต้องการ เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็ว เซ็นเซอร์ตรวจสอบการหมุนเชิงเส้น

เครื่องจักรจะสามารถทำงานใกล้เคียงกับมนุษย์ได้ก็ต่อเมื่อมีการรับรู้ที่แม่นยำ ตัวอย่างเช่น การตรวจนับสินค้าในไลน์การผลิต หากเป็นผู้ปฏิบัติการก็ต้องใช้ สายตาในการพิจารณา สี ขนาดและรูปร่าง ซึ่งก็สามารถทำได้โดยง่าย แต่มีโอกาสที่จะเกิดความเหนื่อยล้าและผิดพลาดจากการทำงานได้ด้วย ในกรณีนี้หากต้องการจะใช้เครื่องจักรทำงานแทนผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นที่จะต้องเพิ่มการรับรู้ (*sensing*) ให้กับเครื่องจักรอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น ใช้เซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบสี, ใช้กล้องสำหรับตรวจสอบขนาดและรูปร่าง เป็นต้น ดังนั้นเซ็นเซอร์จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับเพิ่มการรับรู้ให้กับ

เครื่องจักรอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้เครื่องจักรสามารถทำงานที่มีความซับซ้อนได้ถูกต้องแ ละแม่นยำมาก ยิ่งขึ้น

2.6.3.1 เซ็นเซอร์ในระบบอุตสาหกรรม

2.6.3.1.1 Proximity sensor หรือบางครั้งก็เรียกกันว่า Proximity switch เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับ ขนาด ตำแหน่ง และระดับ เซ็นเซอร์ชนิดนี้สามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดนั้นก็คือ

2.6.3.1.2 Inductive proximity sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงของค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการใช้งานเพื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น ส่วนใหญ่มักนำไปใช้ในการตรวจจับวัตถุโลหะ เช่น เหล็ก เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ทองแดง และทองเหลืองเป็นต้น

2.6.3.1.3 Capacitive Proximity Sensors เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงของค่าคาปาซิแตนซ์ โดยการสร้างสนามไฟฟ้าสถิตย์ ซึ่งต่างจากอินดักทีฟ เซ็นเซอร์(Inductive Sensors) ที่จะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้จะมีความสามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะหรือมีส่วนประกอบของโลหะเท่านั้น แต่คาปาซิทีฟ เซ็นเซอร์ (Capacitive Sensors) ซึ่งใช้หลักการสร้างไฟฟ้าสถิตย์นั้น ทำให้สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ทั้งโลหะและอโลหะ ซึ่งทำให้เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายเพราะมีสารหรือปุ่มปรับ เซนซิทีวิตี้ (Sensitivity Adjustment) ซึ่งทำให้สารตรวจจับระดับของเหลวในภาชนะทึบแสงเช่น ใช้เช็คระดับน้ำมันเครื่องในถังพลาสติกทึบแสง เป็นต้น

2.6.3.1.4 Fiber Optic Sensor เป็นอุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดชิ้นงานรูปแบบหนึ่งโดยไม่สัมผัสกับวัตถุ ใช้หลักการทางด้านแสงในการตรวจจับ อาศัยหลักการวัดปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังตัวเซ็นเซอร์ สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ดี และเหมาะกับการใช้งานติดตั้งในพื้นที่ที่มีบริเวณจำกัด สามารถใช้กับงานในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงสูงได้ดี โดยส่วนประกอบหลักๆ ของเซ็นเซอร์ชนิดนี้ มีอยู่ 2 ส่วน คือ

- ไฟเบอร์แอมพลิฟายเออร์ (Fiber Amplifier) ทำหน้าที่หลักๆ ในการปล่อยแสงออกไปยังสายไฟเบอร์ออฟติกและเป็นส่วนในการประมวลผลในการตรวจจับวัตถุ ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ จะแตกต่างกันตามแต่ละรุ่น

- ไฟเบอร์ยูนิต (Fiber Unit) มีความสำคัญในการนำพาแสงจากส่วนของแอมพลิฟายเออร์ไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ซึ่งไฟเบอร์ยูนิตจะมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้งานให้เหมาะแก่การใช้งานและการติดตั้ง

ภาพที่ 2-7 Proximity sensor แบบเกลียว

ที่มา (https://www.riko.in.th/images-proximity-sensor-ps.jpg)

2.6.3.1.5 Photoelectric sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุโดยตรง ข้อดีของเซ็นเซอร์ชนิดนี้คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด เมื่อเทียบกับ พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ แต่การใช้งานนั้นมีข้อจำกัด เช่น เมื่อติดตั้งในที่ที่มีฝุ่นละอองหรือมีคราบสกปรก อาจทำให้ระยะการตรวจจับ และความแม่นยำลดลงได้ นอกจากนี้การวางตำแหน่งและทิศทาง (Alignment) ของตัวรับ (Receiver) และตัวส่ง (Emitter) เองก็มีผลเช่นกัน หากแบ่งประเภทของโฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ ตามโหมดการทำงานสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 รูป แบบ

- Opposed mode, through beam ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจจับระดับของเหลวภายในภาชนะ

-Retro-reflective ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจนับกล่องสินค้าบนสายพานลำเลียง

- Diffuse mode ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจนับกล่องสินค้าบนสายพานลำเลียง แต่มีระยะการตรวจจับที่สั้นกว่า แบบ Retro-reflective

2.6.3.1.6 Reed sensor หรือบางครั้งก็เรียกกันว่า Reed Switch เป็นเซ็นเซอร์กระบอกสูบลมประเภทั่วไปที่มีการใช้งานมานานหลายปีและเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการรับรองและพิสูจน์แล้ว แต่ข้อกังวลหลัก 2 ประการของตัวเซ็นเซอร์รีดคือด้านอายุการใช้งาน และการกระแทกหรือการสั่นสะเทือน โดยทั่วไปแล้วเซ็นเซอร์รีดสามารถใช้งานได้แค่ 10 ล้านครั้ง และ

โดยทั่วไปแล้วเซ็นเซอร์รีดจะไม่เหมาะกับงานที่มีการกระแทกหรือการสั่นสะเทือนสูง แต่เซ็นเซอร์รีดก็เป็นเซ็นเซอร์กระบอกสูบลมนิวแมติกส์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2-8 โฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor)
ที่มา (https://th.misumi-ec.com/th/vona2/detail/110302512240)

ภาพที่ 2-9 เซ็นเซอร์รีด (Reed sensor)
ที่มา (https://th.misumi-ec.com/th/vona2/detail/221302212230)

2.6.3.1.7 การทำงานของเซ็นเซอร์รีด (Reed sensor)

เมื่อเทียบกับตัวเลือกเซ็นเซอร์อื่นๆ Reed switch ความคุ้มค่าและสามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรงได้ นอกจากนี้ Reed Switch ยังใช้พลังงานต่ำซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการการใช้พลังงานมาก แต่เนื่องจากลักษณะทางกลของการสลับหน้าสัมผัส Reed Switch จึงมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ หน้าสัมผัสคอนแทค การตัดต่อที่มีจำนวน

รอบและจะต้องมีการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานของ Reed Switch ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนหรือแรงกระแทกสูง การกระแทกและการสั่นสะเทือนที่สูงอาจทำให้หน้าสัมผัสของสวิตช์กระทบกันทำให้เกิดการส่งสัญญาณที่ไม่ถูกต้องได้ และเมื่อเทียบกับเซ็นเซอร์โซลิดสเตต Reed Switch จะเปิดใช้งานได้ค่อนข้างช้า ซึ่งทำให้ไม่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการการตอบสนองที่รวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Reed Switch สำหรับกระบอกสูบลมนิวแมติกส์มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากมีราคาไม่แพง เมื่อเทียบกับเซ็นเซอร์ตัวอื่นๆ

2.6.3.1.8 การต่อเซ็นเซอร์ (sensor) เข้ากับโปรแกรม PLC

-เซ็นเซอร์(sensor) และโปรแกรมควบคุม จะต่อสายตรงจากเซ็นเซอร์(sensor) เข้าสู่ตัวโปรแกรมควบคุม เมื่อเซ็นเซอร์(sensor) ปิดวงจร ชุดต่อสัญญาณ อินพุตจะเกิดปฏิกิริยา และสัญญาณจะถูกรับโดยโปรแกรมควบคุมตัวเซ็นเซอร์(sensor) จะถูกต่อโดยตรงเข้ากับตัวโปรแกรมควบคุมโดยปราศจากตัวแปลงสัญญาณใดๆ

-เซ็นเซอร์(sensor) และตัวส่งสัญญาณ จะเป็นในรูปแบบง่าย ซึ่งจะช่วยประหยัดและพอใจในการส่งสัญญาณต่างๆที่นับไม่ได้บนเครื่องจักร ชนิดของเซ็นเซอร์(sensor) แบ่งตามลักษณะของสัญญาณ

-Discrete Sensor ใช้กันอย่างกว้างขวางในระบบอัตโนมัติ เช่น ลิมิตสวิตซ์ โฟโต้เซล

-Digital Sensor จะส่งสัญญาณตัวแปรที่เป็นดิจิตอล เช่น พวกความดัน ตำแหน่ง อุณหภูมิ ในรูปของ0และ1 ระดับสัญญาณจะอ่านได้จากแนวขนานเหนือเส้นทั่วไป หรืออนุกรมบนเส้นสัญญาณ

-Analog Sensor จะเปลี่ยนตำแหน่งและอุณหภูมิให้อยู่ในรูปของอนาล็อก

2.6.4 Programable Logic Controller (PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิค-สเตท ที่ทำงานแบบ Logic Functions การออกแบบการทำงานจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid State Digital Logic Element เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟหรือเรียกว่า Hard Wired ฉะนั้นเมื่อมีความ

จำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ที่ ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยน กระบวนการการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดย การเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้ PLC แล้ว ยังใช้ระบบโซลิค-สเตล ซึ่งน่าเชื่อถือว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนระบบการทำงาน

2.6.4.1 ข้อดีของ Programmable Logic Controller มีดังต่อไปนี้

- แก้ไขง่าย
- ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย
- ติดตั้งง่าย
- ลดการเดินสายไฟควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อย
- มีความน่าเชื่อถือสูง
- การบำรุงรักษาและซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าวงจรรีเลย์

ภาพที่ 2-10 Programmable Logic Controller

ที่มา (https://www.electric*108*.com/article/*18/*plc-programmable-logic-controller)

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบระบบรีเลย์กับระบบ PLC

อุปกรณ์ควบคุม / หัวข้อ	รีเลย์	PLC
ฟังก์ชั่น	ใช้ในการควบคุมซับซ้อนได้ ถ้าใช้รีเลย์จำนวนมาก	การควบคุมซับซ้อน
การเปลี่ยนแปลงการควบคุม	เปลี่ยนได้โดยการเดินสายไฟใหม่	เปลี่ยนได้โดยการใช้โปรแกรม
ความเชื่อถือได้	เชื่อถือได้ แต่มีปัญหาเรื่องจุดต่อสายหลวม และอายุการใช้งาน	องค์ประกอบหลักคือ สารกึ่งตัวนำ จึงไม่มีปัญหาเรื่องจุดต่อสายหลวม มีความเชื่อถือสูง
ใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์	ใช้ได้แค่งานที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเท่านั้น	ใช้งานได้เอนกประสงค์ด้วยโปรแกรม
การขยายระบบ	ทำได้ยากต้อเพิ่มอุปกรณ์ หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขใหม่	ขยายได้เรื่อยๆจนเต็มขีดความสามารถ
บำรุงรักษาง่าย	ต้องตรวจเช็คบ่อยๆและต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอายุจำกัด	ซ่อมได้โดยการเปลี่ยนส่วนประกอบ
การเข้าใจเทคนิค	มีใช้กันอย่างแพร่หลาย	ยังไม่แพร่หลาย
ขนาด	มีขนาดใหญ่	มีขนาดเล็กและไม่ใหญ่ตามความซับซ้อนของการควบคุม
เวลาในการออกแบบ	ใช้เวลาเขียนโปรแกรมจำนวนมาก และต้องใช้เวลาในการประกอบและทดสอบ	ออกแบบได้ง่ายแม้จะเป็นการควบคุมที่ซับซ้อน การประกอบวงจรควบคุมทำได้ง่ายและรวดเร็ว
จุดคุ้ม	รีเลย์น้อยกว่า 10 ตัว	รีเลย์ 10 ตัวขึ้นไป

2.6.4.2 คอมพิวเตอร์กับ Programmable Logic Controller

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนกับคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อ แตกต่างกันดังต่อไปนี้ เช่น

PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมความร้อน การสั่นสะเทือน ระบบไฟฟ้ารบกวน เป็นต้น

- การใช้โปรแกรม PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนกับคอมพิวเตอร์ PLC จะมีการตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานได้ง่าย

- PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะต้องทำงานที่โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

- PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อก และแบบลอจิก (ON-OFF)

2.6.4.3 ทฤษฎี และหลักการทำงานของ PLC

เนื่องจากปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีความ ต้องการในด้านต้นทุนต่ำ ความคล่องตัวและความสะดวกในการควบคุมการทำงาน เป็นผลให้มีการ พัฒนาระบบโปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรล โดยหน่วยมาตรฐานอาศัยหลักฮาร์ดแวร์ ซีพียู และหน่วยความจำ สำหรับควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการ โดยแต่เดิมจะใช้การเชื่อมต่อวงจรรีเลย์การโปรแกรม และประมวลผลคำสั่งทางตรรกะ PLC จะมีฟังก์ชันภายใน เช่น Timers, Counters และ Shift Registers ทำให้สามารถใช้ในการควบคุมที่ซับซ้อนได้แม้ใช้เพียง PLC ขนาดเล็ก

PLC ทำงานโดยการอ่านสัญญาณอินพุตจากกระบวนการ และนำไปประมวลผลตามคำสั่งทางตรรกะที่โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ แล้วเอาต์พุตออกไปขับอุปกรณ์ในกระบวนการ หรือเครื่องจักร

ถ้าใช้ PLC ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมได้โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขวงจรหรือเดินสายใหม่ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขเฉพาะที่โปรแกรมควบคุมหรือคำสั่งทางที่ป้อนไว้

2.6.4.4 หลักการทำงานและฮาร์ดแวร์ของPLC

Programmable Logic Controllers (PLC) มีโครงสร้างภายในคล้ายกับระบบของคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ หน่วยประมวลผล (Processing) หน่วยความจำ (Memory) และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) สถานะของอุปกรณ์ภายนอกที่รับเข้ามาทาง

หน่วยอินพุตจะถูกนำไปเก็บในหน่วยความจำ หน่วยประมวลผลจะทำงานตามคำสั่ง หรือโปรแกรม ที่ผู้ใช้ป้อนไว้แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ส่งออกไปควบคุมเครื่องจักรทางหน่วยเอาต์พุต

นอกจาก PLC จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญที่กล่าวมาแล้ว PLC ยังประกอบด้วยหน่วย โปรแกรม (Programming unit) ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้ รับโปรแกรมที่เขียนไว้ในหน่วยความจำ ปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับ PLC ผู้ใช้ต้องการป้อนโปรแกรม ตรวจสอบหรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น หน่วยป้อนโปรแกรมจึงไม่ได้ถูกจัดเป็นส่วนประกอบของ PLC

2.6.4.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU) หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตัดสินใจ และควบคุมการทำงานทั้งหมดของ PLC เช่น คำสั่งที่เก็บในหน่วยความจำมาประมวลผล การติดต่อภายในของระบบ บัส (bus system) การส่งข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยประมวลผลของ PLC อาจประกอบขึ้นจากวงจรตรรกะหรือโปรเซอร์ ซึ่งนอกจากจะ ทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ ON/OFF เหมือนตรรกะแล้วยังสามารถคำนวณทาง คณิตศาสตร์ และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก ไมโครโปรเซสเซอร์อาจมีขนาด 4 บิต 8 บิต 16 บิต จะทำงานได้เร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เพราะจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแต่ละคำสั่งมีขนาดใหญ่กว่า

การทำงานของซีพียู จะต้องป้อนสัญญาณนาฬิกา (Clock) จากอุปกรณ์ตัวอื่น คือ Quartz crystal หรือ RC Oscillator ซึ่งสัญญาณนาฬิกาที่ใช้มีค่าความถี่อยู่ระหว่าง 1 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 8 เมกะเฮิรตซ์ ขึ้นอยู่กับไมโครโปรเซสเซอร์ ที่ใช้สัญญาณนาฬิกานี้จะเป็นตัวทำให้การทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กัน (Synchronization) ตามบล็อกไดอะแกรมของ PLC และเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทำงาน (Operating speed) ของ PLC

การสแกนของ PLC ประกอบด้วยการรับค่าสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกจากหน่วยอินพุต/ เอาต์พุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ นำโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นไว้มาปฏิบัติทีละคำสั่ง ถ้าปฏิบัติ โปรแกรมทำให้สภาวะของเอาต์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลง ผลดังกล่าวจะถูกเก็บบันทึกไว้ใน หน่วยความจำก่อน เมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว จึงนำผลการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายของเอาต์พุตที่ยังอยู่ในหน่วยความจำออกไปที่หน่วยเอาต์พุต ช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมดที่กล่าวมาเรียกว่าช่วงสแกน (Scan time) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้ และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิตPLC มักจะกำหนด ช่วงเวลาสแกนตาม

เวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติกับโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาที ต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมตจอภาพ และ เครื่องพิมพ์ จะทำให้ช่วงเวลาการ สแกนนานขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและ ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอก และควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการ ผลิตว่ามีมากน้อยเพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะ แท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาทีได้ ถ้าใช้ PLC ดังกล่าวการควบคุมจะเกิด การผิดพลาดขึ้นได้

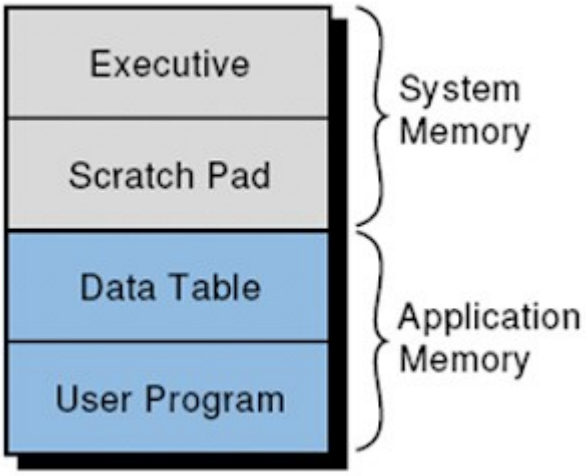
2.6.4.4.2 หน่วยความจำ (Memory) หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ ที่ PLC ใช้ในการประมวลผล อุปกรณ์ที่นิยมนำมาใช้ทำเป็นหน่วยความจำเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ คือ RAM (Random Access Memory หรือ read / write memory) และ Programmable read-only memory หรือ EPROM และ EEPROM

PLC แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

- หน่วยความจำระบบ (System memory) เป็นส่วนที่ใช้กับโปรแกรมบริหารระบบ (โปรแกรม มอนิเตอร์) และข้อมูลของระบบ นิยมใช้ ROM PROM หรือ EPROM เพราะโปรแกรมระบบของ PLC ไม่ต้องแก้ไขใหม่ หน่วยความจำผู้ใช้ (User memory) แบ่งเป็น 3 ส่วน

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลผู้ใช้ (User program) เก็บโปรแกรมที่นิยมใช้ป้อนเข้ามาทางหน่วย ป้อนโปรแกรม (Programming Unit) ในช่วงที่กำลังพัฒนาโปรแกรม หรือมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรม อาจใช้หน่วยความจำเป็น RAM ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ CMOS RAM เพราะใช้กำลังไฟฟ้า (Power) ต่ำมาก และอาจจะใช้ Battery back-up เพื่อรักษาโปรแกรมให้คงอยู่เมื่อปิดเครื่องเพื่อทำ การเคลื่อนย้าย PLC หลังจากการพัฒนาโปรแกรม และทดสอบจนเสร็จสมบูรณ์แล้วอาจเก็บโปรแกรมใน PROM หรือ EPROM แทนเพราะปัจจุบันเครื่อง PLC สามารถนำโปรแกรมที่อยู่ใน RAM มาเก็บใน EPROM ได้ในตัวมันเอง

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลของ PLC (Date memory) เช่น ข้อมูลของหน่วยอินพุต และเอาต์พุต และสภาวะฟังก์ชั่นภายใน คือ Timer, Counter และ Marker relay เนื่องจากข้อมูลที่กล่าวมา มีการ เปลี่ยนแปลงจากเดิม



ภาพที่ 2-11 แผนที่หน่วยความจำ (Memory Map) อย่างง่าย
ที่มา (https://www.philadelphia.edu.jo/academics/mbaniyounis)

บ่อยครั้งจึงใช้แรกเป็นตัวเก็บ และอาจใช้ Battery back-up ในการรักษาข้อมูล บางส่วนที่ต้องการเก็บไว้ในการทำงานครั้งต่อไป เนื่องจากความต้องการทราบสถานะของอินพูด และเอาต์พุตเมื่อปิดเครื่อง เพื่อให้การทำงานเมื่อเปิดเครื่องครั้งต่อไปสามารถทำงานต่อจากเดิมได้ ขนาดของหน่วยความจำ ใน PLC ขนาดเล็กมักมีหน่วยความจำ จำกัดขยายเพิ่มเติมไม่ได้ และมีความสามารถเก็บคำสั่ง 300 ถึง 1000 ลำดับคำสั่ง ซึ่งประมาณการร้อยละ 90 ของระบบ ควบคุมแบบไบนารี สามารถใช้คำสั่งต่ำกว่า 1000 ลำดับคำสั่ง ดังนั้นเนื้อที่ ที่เพื่อจึงเพียงพอสำหรับผู้ใช้ PLC ขนาดใหญ่จะมีโมดูลของหน่วยความจำ เช่น ขนาด 1 กิโลไบต์ 2 กิโลไบต์ หรือ 4 กิโลไบต์ สามารถเพิ่มเข้าไปในระบบได้โดยง่าย

การจัดหน่วยความจำของPLC ทั้งหน่วยความจำระบบและหน่วยความจำผู้ใช้ แบ่งเป็น4ส่วน ดังภาพที่ 2-11

- Executive Memory Area เป็นส่วนที่เก็บโปรแกรมแบบถาวรและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ PLC โปรแกรมที่เก็บในส่วนนี้ เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมต่างๆในระบบ เช่น

การสั่งให้ดำเนินการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียน การสื่อสารกับระบบต่างๆ และกิจกรรมภายในระบบอื่นๆ

- Scratch Pad Area หรือ System Work Area เป็นพื้นที่ในการจัดเก็บชั่วคราว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกใช้โดย CPU เพื่อเก็บกลุ่มของข้อมูลที่มีขนาดเล็กๆ ระหว่าง ดำเนินการคำนวณและควบคุม เนื่องจาก CPU มีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลบางประเภทอย่างรวดเร็วในพื้นที่ส่วนนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้เวลามากในการรับข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก
- Data Table Area เป็นพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล (Data) ทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมควบคุม เช่น ค่าเวลาสำหรับไทม์เมอร์ ค่าตัวนับของเค้าท์เตอร์ และค่าคงที่อื่นๆของตัวแปรที่ต้องใช้ในโปรแกรมควบคุมหรือ CPU และ Data Table Area นี้ก็ยังคงสถานะข้อมูลสำหรับอินพุตระบบ (ครั้งหนึ่งที่อ่าน)และเอาต์พุตระบบ (ซึ่งครั้งหนึ่งที่ถูกเซ็ตให้ ON /OFF)
- User Program Area เป็นพื้นที่ที่เก็บคำสั่งโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้บรรจุเข้าไป และพื้นที่หน่วยความจำส่วนนี้ยังบรรจุโปรแกรมควบคุมอีกด้วย

2.6.5 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอก โดยรับสภาวะและ ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น ON/OFF ของสวิตช์ตำแหน่งเครื่องจักรระดับของของเหลว อุณหภูมิ ความดัน ระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้า ส่งต่อให้ PLC ต่อจากนั้นซีพียูจะใช้ค่าหรือ สภาวะจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุต เป็นข้อมูลในการประมวลผลตามโปรแกรมผู้ใช้ และส่งผลที่ได้ไป ที่หน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊ม และวาล์ว

ในระยะแรก PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะตรรกะ (Discrete input/output) เพียงชนิดเดียว ทำให้ PLC ใช้ในการควบคุมแบบ ON/OFF ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมทั้งหมด เท่านั้น ปัจจุบันหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข (Numerical data input/output) ทำให้ขอบเขตการนำ PLC มาใช้ในงานควบคุมได้อย่างกว้างขวางขึ้น ทั้งการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการอุตสาหกรรม

2.6.5.1 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะตรรกะ ทำหน้าที่ติดต่ออุปกรณ์ภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียง 2 สภาวะ เช่น ON/OFF ของ สวิตช์ไฟฟ้าหรือหน้าสัมผัสของรีเลย์

ตารางที่ 2-5 รายการอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
สวิตช์ไฟฟ้า	ขดลวดรีเลย์
สวิตช์แสง	พัดลม
สวิตช์ลิมิต	หลอดไฟฟ้า
เซอร์กิตเบรกเกอร์	ลำโพง
สวิตช์ตรวจจับวัตถุ	วาล์ว
สวิตช์ระดับ	มอเตอร์
หน้าสัมผัสของรีเลย์	ขดลวดโซลีนอยด์

การเลือกใช้หน่วยอินพุต/เอาต์พุตชนิดที่ถูกต้อง และเหมาะสมจำเป็นจะต้องเข้าใจคุณลักษณะ และการทำงานของหน่วยอินพุตและเอาต์พุต แต่ละชนิดด้วยและต่อไปนี้จะเป็นหน้าที่การทำงานของหน่วยอินพุต เอาต์พุตแต่ละชนิดด้วย และต่อไปนี้จะเป็นหน้าที่การทำงานของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะตรรกะหลายๆแบบ

หน่วยอินพุตแบบ AC/DC ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุตเปรียบเทียบระดับแรงดันไฟฟ้า และเปลี่ยนเป็นสภาวะทางจิกส่งไปยังซีพียู

หน่วยอินพุตแบบ TTL ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด TTL (Transistor transiter Luige) หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้า 5 โวลต์

หน่วยอินพุตแบบหน้าสัมผัส (Contact input) ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์อินพุต ที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าในตัว เช่น สวิตช์ไฟฟ้า และหน้าสัมผัสรีเลย์

หน่วยเอาต์พุตแบบ AC ทำหน้าที่รับสภาวะควบคุมจากซีพียู แล้วเปลี่ยน แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อควบคุมการทำงานของของอุปกรณ์เอาต์พุต

หน่วยอินพุตแบบ DC ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยเอาต์พุตแบบหน้าสัมผัส (Contact output) ทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ใน การควบคุมอุปกรณ์ที่มีแรงดันไฟฟ้าของตนเอง

หน่วยเอาแบบ TTL ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ TTL หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ (Isolated input/output) ทำหน้าที่คล้ายกับหน่วย แบบหน้าสัมผัส แต่แยกวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดออกจากกัน

2.6.5.2 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข ไมโครโปรเซสเซอร์ทำให้ PLC สามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและเคลื่อนย้าย ข้อมูลที่เป็นตัวเลข หน่วยอินพุตเราต์พุตแบบตัวเลขทำให้ PLC สามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์ค และควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการอุตสาหกรรม ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ซึ่งครบทั้งการ ควบคุมแบบ ON/OFF และแบบอนาล็อก

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลขมี 2ชนิด คือ แบบเลขรหัสฐานสอง และอนาล็อก หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสฐานสองทำงานคล้ายแบบสภาวะตรรกะ แต่ส่งข้อมูลทำได้พร้อมกัน ครั้งละหลายบิต ข้อมูลอาจอยู่ในรูปรหัส ASCIIรหัส BCDหรือรหัส GRAY หน่วยอินพุต/เอาต์พุต แบบอนาล็อก หน้าที่รับและส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำให้ PLC สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ วัดและควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2-6 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสฐานสอง

อุปกรณ์อินพุตแบบรหัสเลขฐานสอง	อุปกรณ์เอาต์พุตแบบเลขฐานสอง
- สวิตช์รหัส (Thumbwheel sw.) - เครื่องอ่านรหัสบาร์ - วงจรเข้ารหัส	- ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน - จอภาพ

หน่วยยืน แบบนอก จากหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอกปรับระดับให้เหมาะสม และใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก ดิจิตอล (Analog to Digital Converter) เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นค่าดิจิตอลส่งให้ซีพียู หน่วยเยา ทูตแบบอนาล็อก ทำหน้าที่รับข้อมูลจากซีพียู เปลี่ยนเป็นระบบสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอล นาลอก (Analog to Digital Converter) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ (Register input) ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD และรหัส GRAY จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น ส่งให้ซีพียู หน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register output)

ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลข ฐานสอง เช่น รหัส BCD และรหัส GRAY จากซีพียู ส่งไปให้อุปกรณ์เอาต์พุต เช่น ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน และจอภาพ

ตารางที่ 2-7 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก

อุปกรณ์อินพุตแบบอนาล็อก	อุปกรณ์เอาต์พุตแบบอนาล็อก
- เครื่องวัดอุณหภูมิ - เครื่องวัดความดัน - สเตรนเกจ - เครื่องวัดความชื้น - เครื่องวัดอัตราการไหล - เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า	- วาล์วควบคุม - เครื่องบันทึกสัญญาณ - ระบบเซอร์โว - มิเตอร์แบบต่างๆ

2.6.6 ระบบนิวแมติกส์

นิวแมติกส์ (Pneumatics) แผลงมาจากคำว่า Pneuma เป็นคำในภาษากรีกโบราณ มีความหมายว่า ลมหรือลมหายใจ หรือก๊าซที่มองไม่เห็นปัจจุบันนิวแมติกส์ หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลม เช่น การควบคุมให้มอเตอร์ลมหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา การใช้ส่งกำลังให้วาล์วเลื่อนไปเลื่อนมา เพื่อควบคุมให้ลูกสูบเลื่อนเข้าและออก ตัวอย่างของการประยุกต์นำไปใช้งาน ได้แก่ งานขนถ่ายลำเลียงวัสดุ งานบรรจุหีบห่อสินค้า เครื่องมือกลที่ใช้พลังงานลมขับเคลื่อน การจับยึดเพื่อเจาะชิ้นงาน การประทับตราลงบนตัวชิ้นงาน เครื่องพับชิ้นงาน เครื่องเชื่อมแผ่นเหล็ก และการประยุกต์ใช้งานด้านอื่น ๆ

2.6.6.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์มีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงาน ดังนี้

- ชุดอุปกรณ์ผลิตลมต้นกำลังนิวแมติกส์ (Power unit) ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้งานในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วย

- อุปกรณ์ขับ (Driving unit) ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ เครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

ภาพที่ 2-12 มอเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา (https://www.ai-corporation.net/wp-content/uploads/2021/11)

2.6.6.2 เครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานลมอัดที่มีความดันสูงขึ้นและมีปริมาตรตามต้องการ สามารถแบ่งขนาดของเครื่องอัดลมได้ 3 ขนาด คือขนาดใหญ่ (75kW) ขนาดกลาง (7.5-75kW) และขนาดเล็ก (0.2-7.5kW)

ภาพที่ 2-13 เครื่องอัดอากาศ

ที่มา (https://quinl.quinlcdn.com/productImages/UploadImages)

2.6.6.3 ตัวกรองลมหลัก (Main line air filter) จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองน้ำ ฝุ่น ละอองสนิม เขม่า ควัน และสารประกอบประเภทเกลือที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนที่จะนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-14 ตัวกรองลมหลัก

ที่มา (https://www.pneu-hyd.co.th/images/article-pic/08-05-57-Pneumatic2)

2.6.6.4 เครื่องกำจัดความชื้น (Separators) ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปะปนอยู่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำลมอัดให้เย็นลงเพื่อจะดูดเอาความชื้นออกจากลมอัด หรืออาจจะใช้สารเคมีในการขับความชื้นออกจากลมอัดก็ได้ ความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-15 เครื่องจำกัดความชื้น

ที่มา (https://www.dutypoint.com/app/uploads/2022/02)

2.6.6.5 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงวาล์วชนิดต่างๆ ในระบบ ทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรควบคุมทิศทางการไหล ควบคุมอัตราการไหลของลม และควบคุมความดัน

2.6.6.5.1 วาล์วควบคุมทิศทางทางลม (Air flow control valve) ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติกส์

ภาพที่ 2-16 วาล์วควบคุมทิศทางลม

ที่มา (http://www.semaxpneumatic.com/products/directional-valves)

2.6.6.5.2 วาล์วบังคับความเร็ว (Speed control valve) ทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้า โดยการปรับปริมาตรลมอัดให้ได้มากหรือน้อยตามความต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวแมติกส์

ภาพที่ 2-17 วาล์วบังคับความเร็ว

ที่มา (http://www.semaxpneumatic.com/products/directional-valves/flow-control-valve)

2.6.6.5.3 โซลินอยด์วาล์ว หรือ Solenoid Valve เป็นวาล์วที่ทำงานด้วยระบบไฟฟ้า ออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติที่ต้องการเปิด/ ปิดการไหลของของเหลวหรือก๊าซโดยอัตโนมัติ

ภาพที่ 2-18 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

ที่มา (https://flutech.co.th/wp-content/uploads/2022/07)

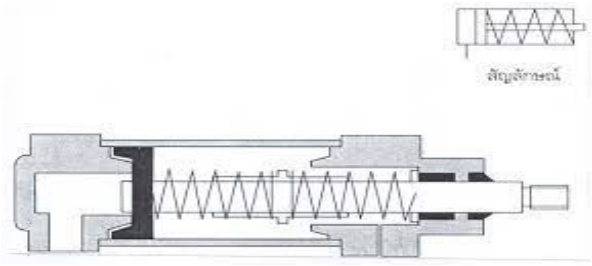
2.6.7 อุปกรณ์การทำงาน (Actuator or working component)

อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกล เช่นกระบอกสูบชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

2.6.7.1 กระบอกสูบลม (Air cylinder) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล กระบอกสูบแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 2 ลักษณะคือ

กระบอกสอบทางเดียว (Single Acting Cylinder) กระบอกสูบทำงานทางเดียวจะใช้ความดันลมกระทำก้านสูบให้เคลื่อนที่เพียงด้านเดียว ส่วนการเคลื่อนที่กลับของกระบอกสูบเคลื่อนที่กลับด้วยสปริง กระบอกสูบชนิดนี้จะใช้กับงานที่ต้องการแรงกระทำไม่มากนักเนื่องจากแรงที่กระทำกับโหลดจะถูกต้านด้วยแรงสปริง ขนาดของกระบอกสูบประเภทนี้จะไม่เกิน 10 เซนติเมตร ระยะไม่เกิน10เซนติเมตร เช่นเดียวกัน โครงสร้างของกระบอกสูบทำงานทางเดียว การทำงานของกระบอกสูบทางเดียว เมื่อป้อนลมเข้าทางด้านหัวลูกสูบ ลูกสูบและก้านสูบจะเคลื่อนที่ออก

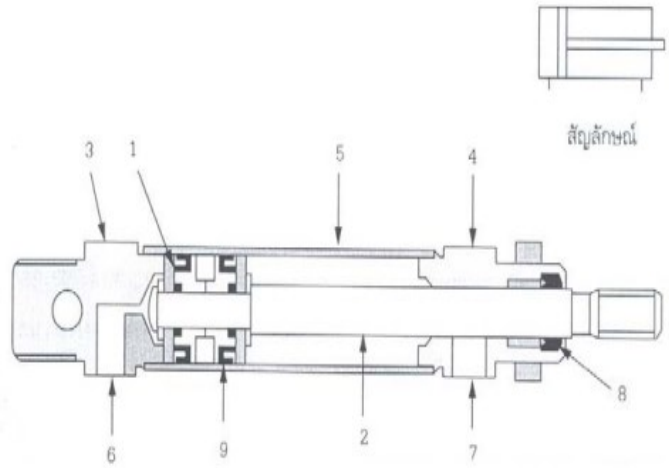
ทำให้สปริงทางด้านก้านสูบหดตัวถ้าต้องการให้ลูกสูบและก้านสูบเคลื่อนที่กลับตามเดิม ให้ปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบจะดันให้ลูกสูบและก้านสูบกลับเข้าที่เดิม



ภาพที่ 2-19 ภาพโครงสร้างกระบอกสูบทำงานทางเดียว

ที่มา (https://library.tru.ac.th/images/academic/book/b65840/09chap3.pdf)

กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder) กระบอกสูบประเภทนี้จะใช้ความดันลมกระทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่สองทางคือ ทั้งการเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่เข้า แรงกระทำที่ได้จากกระบอกสูบชนิดนี้มากกว่ากระบอกสูบทางเดียวเพราะไม่มีแรงสปริงเป็นตัวต้าน ขนาดของกระบอกสูบที่ผลิตโดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่Ø 6 ถึงØ 320 มิลลิเมตร และมีขนาดระยะชักถึง 2 เมตร จึงเหมาะสมสำหรับงานแทบทุกประเภทที่ต้องการ



ภาพที่ 2-20 ภาพโครงสร้างกระบอกสูบทำงานสองทาง

ที่มา (https://library.tru.ac.th/images/academic/book/b65840/09chap3.pdf)

2.6.7.2 อุปกรณ์ในระบบท่อทางเดินลม (Piping system)
ระบบท่อทางเดินลมในระบบนิวแมติกส์ จะมีส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดระบบท่อทางเดินลม อุปกรณ์ในระบบท่อทางเดินลมใช้เป็นท่อทางเดินของลมในระบบนิวแมติกส์ เช่น ท่อส่งลมหลัก สายลม และข้อต่อชนิดต่างๆ

2.6.7.3 ท่อทางเดินลมหลัก (Main circuit) ในการวางท่อเมนจะต้องพิจารณาถึงขนาดปริมาณการใช้ลมอัด ค่าความดันตกไม่ควรมีค่าเกิน 5% ของความดันใช้งาน ความเร็วการไหลของลมอัดในท่อควรอยู่ระหว่าง 6-10 m/s และทุกๆ จุดในท่อลมไม่ควรให้มีการไหลในท่อของลมเกิน 10 m/s เมื่ออัตราการใช้ลมในวงจรเต็มที่

2.6.7.4 สายลม (Air hose) ทำหน้าที่นำลมอัดไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ภายในระบบ สายลมที่นิยมใช้งานส่วนใหญ่ ได้แก่ โพลียูรีเทน หรือท่อพียู ไนลอน โพลีเอทิลีน พีวีซี เทฟลอน มีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่รั่วซึมง่าย เหมาะสำหรับใช้กับงานลมทุกประเภท

ภาพที่ 2-21 สายลม
ที่มา (https://cf.shopee.co.th/file/c1798366a85b72156a0fba9b892b82ac)

2.6.7.5 ข้อต่อ (Fitting) เป็นข้อต่อสำหรับประกอบสายลมในระบบนิวแมติกส์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อตรง เลี้ยว ลด หรือแยก จะใช้เพื่อปรับให้เข้ากับขนาดที่แตกต่างกันหรือรูปแบบต่างๆ และเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น การควบคุมหรือการวัดปริมาณการไหลของลมอัด

ภาพที่ 2-22 ข้อต่อลม

ที่มา (https://dr.lnwfile.com/_/dr/_raw/e4/ql/hz.jpg)

2.6.7.6 อุปกรณ์เก็บเสียง (Air silencer) ทำหน้าที่กรองเสียงหรือเก็บเสียงลมอัดที่ออกจากรูระบายลมทิ้งไม่ให้มีเสียงดัง

ภาพที่ 2-23 อุปกรณ์เก็บเสียง

ที่มา (https://www.pneu-hyd.co.th/images/Products/Accessories/fitting-other/BESL.jpg)

2.6.7.7 เทปพันเกลียว (Thread Seal Tape) มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ทำจากพลาสติกชนิด Polytetrafluoroethylene เพื่อใช้ซีลที่เกลียวท่อและข้อต่อท่อ เพื่อกันรั่วของงานระบบท่อ โดยเอาเทปพันเกลียวพันไปรอบ ๆ ของเกลียวตัวผู้ก่อนที่จะขันเข้าไปในเกลียวตัวเมีย

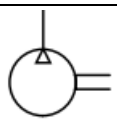
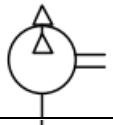
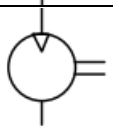
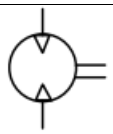
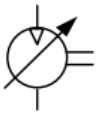
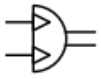
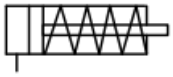
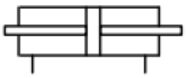
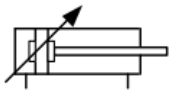
ภาพที่ 2-24 เทปพันเกลียว

ที่มา (https://downth.img.susercontent.com/file/26913496b1241a4f0bac76f50d4733a8)

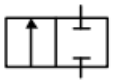
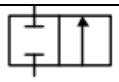
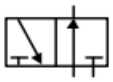
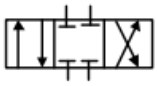
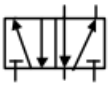
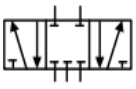
2.6.8 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์

สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นแทนสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพื่อสะดวกในการเขียนแบบอ่านแบบ การออกแบบวงจร และการนำไปใช้งาน ตลอดจนการตรวจเช็ควงจร จะทำได้สะดวก เพราะในระบบนิวแมติกส์ถ้าจะเขียนวงจรต่างๆ ให้อยู่ในรูปของอุปกรณ์งานจริงจะทำให้เสียเวลายุ่งยาก จำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์งานจริง เอกสารฉบับนี้จะใช้สัญลักษณ์ของ DIN24300 และ ISO 1219 ดังนี้

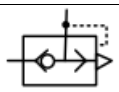
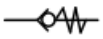
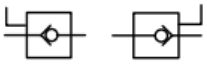
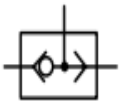
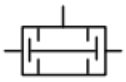
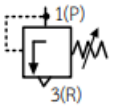
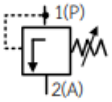
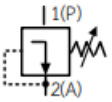
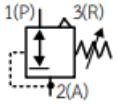
ตารางที่ 2-8 อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องอัดอากาศ
	เครื่องทำสุญญากาศ
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วไม่ได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วไม่ได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม ชนิดจำกัดมุมในการหมุน
	กระบอกสูบทำงานทางเดียว เคลื่อนที่กลับด้วยสปริง
	กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบเดี่ยว
	กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบสองด้าน
	กระบอกสูบทำงานสองทาง มีกันกระแทกปรับได้สองทาง

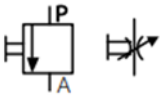
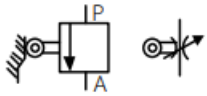
ตารางที่ 2-9 วาล์วควบคุมทิศทาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์ว 2 รู 2 ตำแหน่ง ปกติปิด , วาล์ว 2/2 ปกติปิด
	วาล์ว 2 รู 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด ; วาล์ว 2/2 ปกติเปิด
	วาล์ว 3 รู 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด ; วาล์ว 3/2 ปกติเปิด
	วาล์ว 3 รู 2 ตำแหน่ง ปกติปิด , วาล์ว 3/2 ปกติปิด
	วาล์ว 4 รู 2 ตำแหน่ง ; วาล์ว 4/2 ปกติปิด
	วาล์ว 4 รู 3 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 4/3 ปกติปิด
	วาล์ว 4 รู 3 ตำแหน่ง ปกติอิสระ ; วาล์ว 4/3 ปกติอิสระ
	วาล์ว 5 รู 2 ตำแหน่ง ; วาล์ว 5/2 ปกติปิด
	วาล์ว 4 รู 3 ตำแหน่ง ปกติอิสระ ; วาล์ว 4/3 ปกติอิสระ
	วาล์ว 5 รู 2 ตำแหน่ง ; วาล์ว 5/2 ปกติปิด
	วาล์ว 5 รู 3 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 5/3 ปกติปิด

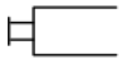
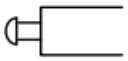
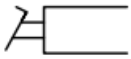
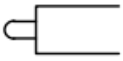
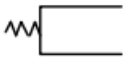
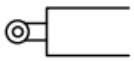
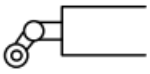
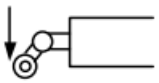
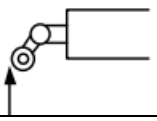
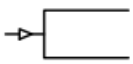
ตารางที่ 2-10 วาล์วควบคุมการไหล

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
	วาล์วคายไอเสียเร็ว
	วาล์วกันกลับ ชนิดมีสปริง
	วาล์วกันกลับ
	วาล์วกันกลับ ชนิดไพลอต
	วาล์วกันกลับสองทาง
	วาล์วความดันสองทาง
	วาล์วระบายความดัน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วจัดลำดับขั้นการทำงาน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วลดความดัน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วควบคุมความดัน ชนิดปรับค่าได้

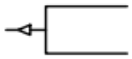
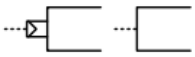
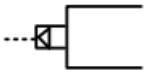
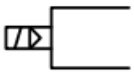
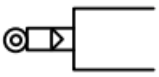
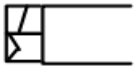
ตารางที่ 2-10 วาล์วควบคุมการไหล (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วลดการไหล ชนิดคอคอด
	วาล์วลดการไหล ชนิดช่องแคบ
	วาล์วลดการไหล ชนิดคอคอดปรับค่าได้
	วาล์วหน่วงการเคลื่อนที่ ชนิดปรับด้วยมือ
	วาล์วหน่วงการเคลื่อนที่ ชนิดปรับด้วยกลไก
	วาล์วควบคุมอัตราการไหล ชนิดทางเดียว
	วาล์วควบคุมอัตราการไหล ชนิดช่องแคบปรับคำได้
	ชุดบริการลมอัด

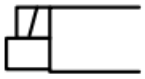
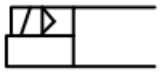
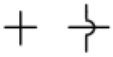
ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ใช้กล้ามเนื้อในการเลื่อน
	ใช้มือกด
	ใช้เท้าเหยียบ
	ใช้กูลไกภายนอกกด
	ใช้สปริงดันให้อยู่ในตำแหน่งปกติ
	ใช้กลไกภายนอก เช่น ก้านสูบกด สามารถกดให้ทำงานได้ทั้งสองทิศทาง
	ใช้กลไกภายนอกกด เช่น ก้านสูบ สามารถทำงานได้ทิศทางเดียว  วาล์วทำงาน  วาล์วไม่ทำงาน
	ใช้สัญญาณลมดันให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ

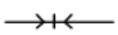
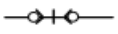
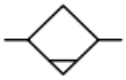
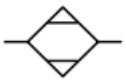
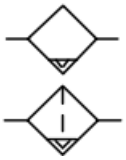
ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ใช้สัญญาณลมระบายทิ้งให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ
	ใช้สัญญาณลมดันให้วาล์วเลื่อน โดยใช้ความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดของวาล์ว
	ใช้ลมดันวาล์วให้เลื่อนผ่านลิ้นช่วยที่อยู่ภายในตัววาล์วดันให้เมนวาล์วเคลื่อนที่
	ใช้ลมเข้าดันแบบริโมต
	ใช้ลมระบายทิ้งไปเลื่อนวาล์วโดยผ่านลิ้นช่วยที่อยู่ภายในตัว
	แบบระบายลมออกสู่อากาศ
	ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าไปเปิดลมให้ไปดันวาล์วเคลื่อนที่
	ใช้ลูกกลิ้งไปเปิดลมให้ไปดันวาล์วเคลื่อนที่
	ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าหรือลมดัน อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อไปเลื่อนวาล์ว

ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าหรือมือกดในการเลื่อนวาล์ว
	ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าไปเปิดลม หรือมือกดในการเลื่อนวาล์ว
	ท่อทางที่มาจากแหล่งจ่ายลมอัด
	ท่อลมที่มีลมเข้าปกติ
	ท่อลมที่เป็นสัญญาณสั่ง
	ท่อลมชนิดยืดหยุ่นตัวได้
	ท่อลมต่อถึงกัน
	ท่อลมตัดกัน
	ท่อลมที่ถูกอุด

ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ข้อต่อลม
	ข้อต่อลม ชนิดต่ออย่างรวดเร็ว
	ข้อต่อลม ชนิดต่ออย่างรวดเร็วมีวาล์วกันกลับ
	อุปกรณ์เก็บเสียง
	ถังสะสมลมอัด
	อุปกรณ์ดักน้ำ
	อุปกรณ์ทำให้ลมอัดแห้ง
	อุปกรณ์ผสมน้ำมันกับลมอัด
	อุปกรณ์ดักน้ำและระบายทิ้งอัตโนมัติ

ตารางที่ 2-11 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	อุปกรณ์ระบายความร้อน

2.6.9 ข้อดีข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

การนำลมอัดมาประยุกต์ใช้งานนั้นมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ และเพื่อการประหยัดแรงงาน โดยระบบนิวแมติกส์มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

- ข้อดี

ลมอัดสะอาดมีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน

มีปริมาณมากไม่จำกัด สามารถปล่อยลมอัดสู่บรรยากาศได้ไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม หรือก่อให้เกิดอันตราย

การเก็บลมอัดไว้ในถัง ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ และอุปกรณ์ทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา

ไม่เกิดการระเบิด หรือติดไฟเมื่อเกิดการรั่วซึมทำให้ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย

อุณหภูมิใช้งาน สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

อุปกรณ์มีโครงสร้างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ราคาถูก ทนทาน ซ่อมบำรุงและดูแลรักษาง่าย

สามารถส่งถ่ายไปตามท่อได้ในระยะทางไกลๆ และไม่ต้องมีท่อลมกลับเพราะใช้แล้วปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้เลย

สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดได้โดยใช้อุปกรณ์ที่ง่ายและราคาถูก

อุปกรณ์นิวแมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

ลมอัดมีความเร็วในการทำงานสูง สามารถทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วประมาณ 1-2 เมตรต่อวินาที

- ข้อเสีย

ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง จึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อน

ลมอัดเมื่อระบายทิ้งจะมีเสียงดัง รบกวนการทำงานจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง

ความดันของลมอัดจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ

ลมอัดจะสามารถทำงานได้ที่แรงขนาดหนึ่งเท่านั้น ที่ความดันใช้งานปกติ7บาร์ ชิ้นอยู่กับระยะทางและความเร็วจำกัด แรงอยู่ในช่วง20,000นิวตัน และ 30,000 นิวตัน

ลมอัดต้องการเนื้อที่มากด้วยกระบอกสูบจะมีขนาดใหญ่ ถ้าต้องการใช้แรงจำนวนมากๆนำไปใช้งาน

2.7 ประวัติความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

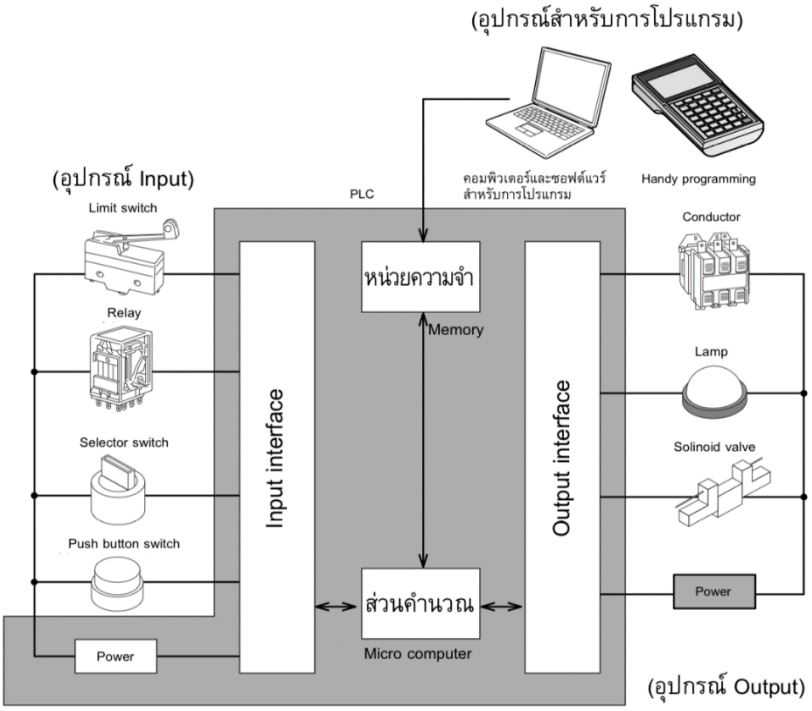
PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid - State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและการตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม เริ่มได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 แผนกส่งกำลังอัตโนมัติ (Automatic Transmission Division) บริษัท General Motor ประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงความต้องการระบบควบคุมรูปแบบใหม่สำหรับสายการผลิตรถยนต์ คุณสมบัติเป็นระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์แทนระบบควบคุมไฟฟ้า ขั้นตอนการทำงานต้องสามารถโปรแกรมได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ ทนต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมได้ดี ขั้นตอนการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาสะดวกและเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับบุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสุเธียร เกียรติสุนทร (2554) ได้กล่าวไว้ ดังต่อไปนี้

พ.ศ. 2512 PLC เครื่องแรกสร้างโดย ดิค มอร์เลย์ (Dick Morley) ผู้ได้รับการยกย่องเป็นบิดาแห่ง PLC และต่อมาเป็นผู้ตั้งบริษัทโมดิคอน (MODICON ย่อมาจาก (Modula Digital Controller) เรียกว่า พีซี (PC ย่อมาจาก Programmable Controller) รุ่น 084 ในประเทศญี่ปุ่น PLC ถูกพัฒนาขึ้นมาภายหลังจากที่ บริษัท ออมรอน (OMRON) ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิตโซลิด-สเตทรีเลย์ (Solid State Relay) ในปี พ.ศ. 2508 ต่อจากนั้นอีก 5 ปี PLC ก็ถูกนำออกสู่ตลาดจนเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา

ภาพที่ 2-25 Programmable Logic Controller

ที่มา (https://www.electric*108*.com/article/*18/*plc-programmable-logic-controller)

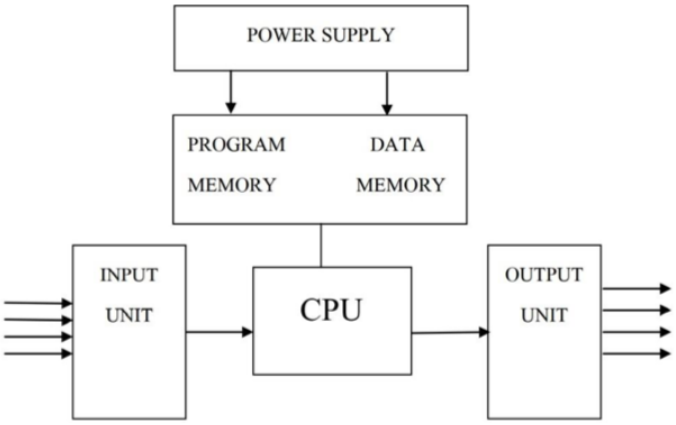
2.7.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของ PLC



ภาพที่ 2-26 โครงสร้างของ PLC

ที่มา (คูมือการใชงาน PLC FX3 (ฉบับยอ) หน้าที่ 4)

2.7.1.1 ส่วนคำนวณ (CPU Unit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดโดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุต (INPUT) เข้ามาทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้งานป้อนโปรแกรมเข้ามายังหน่วยประมวลผล แล้วส่งผลที่ได้ออกไป ทางภาคเอาต์พุต (OUTPUT) ของระบบเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน ตามเงื่อนไขที่เขียนโปรแกรมไว้จากนั้นก็วนกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีกครั้ง ซึ่งจะมีการกระทำซ้ำ ๆ ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ โดยหน่วยประมวลผล จะประกอบไปด้วย หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายไฟ ดังภาพที่ 2-27



ภาพที่ 2-27 โครงสร้างของส่วนคำนวณ (CPU Unit)

(ที่มา https://shORturl.asia/gosCR)

การทำงานของซีพียู จะต้องป้อนสัญญาณนาฬิกา (Clock) จากอุปกรณ์ตัวอื่น คือ Quartz crystal หรือ RC Oscillator ซึ่งสัญญาณนาฬิกาที่ใช้มีค่าความถี่อยู่ระหว่าง 1 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 8 เมกะเฮิรตซ์ ขึ้นอยู่กับไมโครโปรเซสเซอร์ ที่ใช้สัญญาณนาฬิกานี้จะเป็นตัวทำให้การทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กัน (Synchronization) ตามบล็อกไดอะแกรมของ PLC ในภาพที่ 2.27 และเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทำงาน (Operating speed) ของ PLC

การสแกนของ PLC ประกอบด้วยการรับค่าสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกจากหน่วยอินพุต/ เอาต์พุต มาเก็บไว้ในหน่วยความจำ นำโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นไว้มาปฏิบัติทีละคำสั่ง ถ้าโปรแกรมทำให้สภาวะของเอาต์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลง ผลดังกล่าวจะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำก่อนเมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้เรียบร้อยแล้วจึงนำผลการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายของเอาต์พุตที่ยังอยู่ในหน่วยความจำออกไปที่หน่วยเอาต์พุต ช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมดที่กล่าวมาเรียกว่าช่วงสแกน (Scan time) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิตPLC มักจะกำหนดช่วงเวลาสแกนตามเวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติกับโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาที ต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมตจอภาพ และ เครื่องพิมพ์ จะทำให้ช่วงเวลาการ สแกนนานขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอก และควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตว่ามีมากน้อยเพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะ

แท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาทีได้ ถ้าใช้ PLC ดังกล่าวการควบคุมจะเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

2.7.1.2 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูล ของผู้ที่ใช้งานโดยสามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลของระบบ พร้อมทั้งของผู้ใช้งานด้วยโดยหน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในปัจจุบันนี้ จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.7.1.2.1 หน่วยความจำแบบ ROM (READ ONLY MEMORY)เป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บโปรแกรม และ ข้อมูล ซึ่งจะสามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียว โดยที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรม หรือข้อมูลได้ ซึ่งส่วนมากจะเอาหน่วยความจำประเภทนี้ ไว้สำหรับในการเก็บข้อมูลระบบของเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เท่นั้นโดยข้อมูลที่ถูกเก็บจะยังคงเหลือแม้ขณะที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟให้กับ เครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ก็ตาม

2.7.1.2.2 หน่วยความจำแบบ RAM (RANDOM ACCESS MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบ่อยๆซึ่งจะเหมาะสำหรับการสร้างโปรแกรมและข้อมูลในครั้งแรกของผู้ใช้งานที่ยังไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้ในการใช้งานของหน่วยความจำแบบ RAM จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเครื่องอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญหายของโปรแกรม และข้อมูลที่สร้างขึ้นหรือบางครั้งเราอย่างจะเรียกหน่วยความจำแบบนี้ว่า "หน่วยความจำชั่วคราว"

2.7.1.2.3 หน่วยความจำแบบ EPROM (ERASABLE PROGRAMMABLE - READ ONLY MEMORY) เป็นหน่วยความจำถาวรที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลของผู้ใช้งาน ที่ได้ออกแบบโปรแกรมและข้อมูลที่สมบูรณ์แล้วโดยที่หน่วยความจำแบบนี้ จะสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้แม้ขณะที่ไฟเลี้ยงดับลงเมื่อเปิดเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขึ้นมาโปรแกรมและข้อมูลของผู้ใช้งานก็จะยังคงมีข้อมูลเดิมอยู่ ฉะนั้นหน่วยความจำแบบนี้ จึงเหมาะสำหรับการเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ออกแบบไว้แล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ และไม่ต้องการแก้ไขโปรแกรม และข้อมูลอีกแล้วพร้อมที่จะใช้งาน ในการต่อโปรแกรมเมเบิลอจิกคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก หน่วยความจำแบบ EPROM สามารถเชื่อมต่อถ่ายโอนข้อมูลกับหน่วยความจำ RAM ได้โดยตรงและเก็บข้อมูลได้อย่างดี แต่ถ้าต้องการลบข้อมูลภายในหน่วยความจำหรือแก้ไขข้อมูลยังต้องทำการลบข้อมูลด้วยความยุ่งยากอยู่โดยจะสามารถลบข้อมูลและ โปรแกรมด้วยการฉายแสงอัตราไวเลต หรือแสง UV (ULTRA - VIOLET) ประมาณ 20 นาที

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาหน่วยความจำ EPROM ขึ้นมาเพื่อให้มีการเก็บข้อมูลการใช้งานได้อย่างถาวรและปลอดภัย พร้อมกันนั้นสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมและ ข้อมูลได้อย่างง่าย ซึ่งได้มีการพัฒนาหน่วยความจำแบบนี้ขึ้นมามีชื่อเรียกว่า EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) มีการใช้งานในปัจจุบันนี้

2.7.1.3 หน่วยอินพุต / เอาร์พุต (INPUT / OUTPUT)

หน่วยอินพุต (INPUT UNIT) : ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอุปกรณ์จำพวกสวิตช์และตัวตรวจจับ (Sensor) ต่าง ๆ เช่น สวิตช์ลำแสง (Photo switch), สวิตช์ Pushbutton, ลิมิตสวิตช์ (Limit switch), ตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Thermal switch), สวิตช์ตรวจวัดระดับของของเหลว (Liquid surface switch), พอกซิมิตีสวิตช์ (Proximity switch), สวิตช์ความดัน (Pressure switch), สวิตช์การไหล (Flow switch), เข้ามาทางภาคสัญญาณอินพุต (Input) ของเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) แล้วแปลงชนิดของสัญญาณขาเข้าดังกล่าวไม่ว่าจะเป็น ACหรือDC ให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปให้แก่หน่วยประมวลผล (CPU) เป็นข้อมูลในการประมวลผล

หน่วยเอาต์พุต (OUTPUT UNIT): ทำหน้าที่รับคำสั่งสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผล CPU เพื่อนำค่าสภาวะเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ เช่น รีเลย์ (Relay), หลอดไฟแสดงสภาวะ (Lamp), มอเตอร์ (Motor), โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state relay), คอนแทคเตอร์ (Contactor), ตัวตั้งเวลา(Timer) เป็นต้น เพื่อให้อุปกรณ์ที่นำมาต่อสัญญาณได้ทำงานตามโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ออกแบบโปรแกรมไว้ ทั้งนี้ภาคเอาต์พุต(Output) ของเครื่องโปรแกรมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันได้แบ่งภาคเอาต์พุตออกเป็น 3 แบบด้วยกันดังนี้

2.7.1.3.1 เอาต์พุต แบบรีเลย์ (Relay) : เป็นเอาต์พุตที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) หรือไฟฟ้ากระแสตรง (DC ซึ่งเอาต์พุต แบบนี้สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าประมาณ 2 แอมแปร์ถ้าต้องการที่จะต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสมากกว่านี้จะต้องมีอุปกรณ์ในการต่อร่วมเพื่อทำการขยายสัญญาณของภาคเอาต์พุตให้มีพิกัดกระแสสูงได้ตามโปรแกรมของผู้ออกแบบระบบทำงานต่อไปของหน่วยประมวลผล (CPU)

2.7.1.3.2 เอาต์พุตแบบไทรแอค (Trial): เป็นภาคเอาต์พุตที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เหมาะกับการควบคุมสัญญาณแบบปิด-เปิด บ่อยๆ เพื่อป้องกันการอ๊ากของกระแสไฟฟ้าที่โหลดหรือหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร

2.7.1.3.4.3 เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์(transistor): เป็นภาคเอาต์พุตที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เหมาะกับการควบคุมสัญญาณแบบปิด-เปิดบ่อยๆ ที่มีความถี่สูง 10 kHz ขึ้นไป เช่น การต่อใช้งานขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นต้น

2.7.1.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (POWER SUPPLY)

ทำหน้าที่รับสัญญาณฟฟ้าที่ได้มาจากสัญญาณไฟฟ้าภายนอกที่เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC หรือสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC เข้ามาแล้วแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC เพื่อนำไปจ่ายให้กับส่วนประกอบภายในเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เช่น หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ (Memory) และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต หรืออุปกรณ์ส่วนอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply) ยังมีหน้าที่ในการจ่ายแรงดัน 24 VDC ให้กับอุปกรณ์อินพุตภายนอกของเครื่องด้วย เช่น สวิตช์ และเซนเซอร์ต่าง ๆ เป็นต้น

2.7.1.5 อุปกรณ์ในการต่อร่วมการใช้งาน (PERIPHERAL DEVICE)

เป็นอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับ PLC เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม,แก้ไขโปรแกรม,ลบโปรแกรมและอำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับ PLC มีดังนี้เช่น โปรแกรมมิ่งคอนโทรล (Handy Programmer), คอมพิวเตอร์, ปริ้นเตอร์, จอ CTR มอนิเตอร์ เป็นต้น

2.7.2 อุปกรณ์ใน PLC

อุปกรณ์ใน PLC จะมีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เพื่อการแสดงหน้าที่ของอุปกรณ์และประกอบด้วยไปหมายเลขของอุปกรณ์ที่มีโครงสร้างแยกเป็นแต่ละอุปกรณ์ ซึ่งบางครั้งอุปกรณ์จะถูกเรียกว่า Element Number

2.7.2.1.Input Relay มีหน้าที่เป็นตัวเปิดรับสัญญาณจากอุปกรณ์ฝั่ง Input ที่อยู่ภายนอกของอุปกรณ์ PLC โดยจะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ด้วย X

2.7.2.2.Output Relay มีหน้าที่เป็นตัวขับสัญญาณเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ฝั่ง Output ที่อยู่ภายนอกของอุปกรณ์ PLC ทำงาน โดยจะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ด้วย Y

2.7.2.3.Auxiliary Relay มีหน้าที่เป็นรีเลย์เสริมที่อยู่ภายในของ PLC บางครั้งอาจถูกเรียกว่ารีเลย์ภายในหรือ Inside Relay โดยจะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ด้วย M

2.7.2.3.Timer มีหน้าที่ในการจับเวลาโดยเป็นอุปกรณ์อยู่ภายในของ PLC และประกอบไปด้วย Coil และหน้าสัมผัสเมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัสจะทำงาน โดยจะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ด้วย T

2.7.2.4.Counter มีหน้าที่ในการนับจำนวนโดยเป็นอุปกรณ์อยู่ภายในของ PLC เมื่อถึงจำนวนที่กำหนดหน้าสัมผัสจะทำงาน โดยจะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ด้วย C โดยจำนวนของอุปกรณ์เหล่านี้จะแตกต่างกันออกไปตามประเภทและรุ่นต่างๆของอุปกรณ์ PLC

2.8 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

ระยะแรก PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์ มีเพียงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น บริษัท Procter & Gamble บริษัท General Motors และบริษัท U.S Steel ในประเทศสหรัฐอเมริกาเท่านั้นที่ใช้ PLC แทนวงจรรีเลย์ในระบบควบคุมเดิมเพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดตั้ง การบำรุงรักษาและฝึกอบรมพนักงาน ปัจจุบันการใช้งาน PLC แพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและระบบควบคุมขนาดใหญ่ที่ใช้ PLC สำหรับตัดสินใจในการควบคุมทุกขั้นตอน ตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ PCL ควบคุมการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตยางและพลาสติก อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี เครื่องจักรไฟฟ้า อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมแก้ว และอุตสาหกรรมต่างๆ การประยุกต์ใช้งาน PLC โดยต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ ลักษณะของสัญญาณ Input/Output ที่ใช้งาน การต่อเติมระบบใหม่ในอนาคต รวมถึงการแก้ไข ปรับปรุงโปรแกรม และบำรุงรักษาซ่อมแซมระบบควบคุม ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมควบคุม PLC

ก) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ/จัดลำดับขั้นตอนการทำงาน

ข) กำหนด Input/ Output

ค) เขียน Timing Diagram Timing Diagram คือผังแสดงการทำของสัญญาณต่างๆ เทียบกับคาบเวลา โดยเขียนด้วยเส้นหรือสัญลักษณ์แสดงความหมายต่าง ๆ

2.8.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

2.8.1.1 ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วย Ledder Diagram

2.8.1.2 เขียนโปรแกรมควบคุมลงใน PLC

2.8.1.3 ทดสอบโปรแกรม เพื่อนตรวจสอบความถูกต้องตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

2.8.1.4 ตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้องและสมบูรณ์

2.8.1.5 นำโปรแกรมที่สมบูรณ์ไปทดลองต่อใช้งานกับระบบจริง

2.8.1.6 บันทึกและพิมโปรแกรมเพื่อใช้ในการตรวจสอบและอ้างอิงต่อไป

การออกแบบระบบโดยใช้ PLC ควบคุมอย่างถูกต้องและถูกวิธีเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะถ้าวางแผนการออกแบบไม่เป็นระบบอาจจะทำให้เสียเวลาในการทำงานและการบำรุงรักษา การออกแบบระบบที่ดีจะทำให้การควบคุมระบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและปลอดภัยในการทำงาน อีกทั้งยังง่ายต่อการแก้ไขและซ่อมบำรุง เพื่อให้การออกแบบระบบควบคุมมีความ

เหมาะสมกับกระบวนการผลิตในการออกแบบควรคำนึงถึงกฎเกณฑ์ของการควบคุม ทดสอบหรือตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรสามารถทำได้โดยมีต่อกับงานจริง หากมีข้อผิดพลาดให้ทำการแก้ไขให้สมบูรณ์ หลังจากที่ได้ติดตั้งและต่อสาย เข้าระบบ PLC เรียบร้อยแล้วควรจะตรวจสอบ ความถูกต้องของการทำงานของระบบเพื่อความปลอดภัยก่อนจะเปิดสวิตซ์จ่ายไฟเข้าอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต สวิตซ์ควบคุม วงจรทั้งหมดควรอยู่ในสภาวะ OFF เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีอุปกรณ์ใด หรือ เครื่องจักรกลใดเริ่มทำงานขึ้นมา

PLC เป็นเครื่องควบคุมที่นำมาใช้แทนรีเลย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ราคาค่อนข้างแพง อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาในแง่มุมอื่น ๆ ประกอบด้วยแล้วจะเห็นว่าราคาของ PLC ไม่แพงมากนัก ดังนั้นปัจจุบันนี้ PLC จึงเป็นที่รู้จักและยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นเครื่องควบคุมที่ทันสมัย และเหมาะสมกับงานควบคุมไม่ใช่เฉพาะการควบคุมแบบ ON/OFF เท่านั้น แต่ยังสามารถควบคุมงานอื่น ๆ ได้อีกมากมาย

โปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์ จึงมีเพียงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ๆ เท่านั้นที่เอาโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์มาใช้งาน ต่อมาได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้ขีดความสามารถในการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์สูงขึ้นในขณะที่มีราคาถูกลงและมีให้เลือกใช้งานได้หลากหลายขนาดด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์ให้มีความเหมาะสมกับงานที่ต้องการให้ราคาไม่สูงมาก ส่งผลให้ในปัจจุบันได้มีการนำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์เข้ามาประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ทุกขนาดอย่างแพร่หลายตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการประยุกต์นำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์มาใช้ในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมการทอผ้า อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร อุตสาหกรรมขนส่ง อุตสาหกรรมการหลอมโลหะ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรและรถยนต์ อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า อุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมพลาสติก และอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์ได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญในระบบควบคุมการผลิตแบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมมากมายหลายประเภท ส่งผลทำให้ช่างเทคนิคหรือวิศวกรประจำโรงงานไม่ว่าจะเป็นทางด้านฝ่ายเครื่องกล หรือ ไฟฟ้า

ปัจจุบันควรที่จะได้มีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลลอจิคอลโทรลเลอร์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบ ปรับปรุงพัฒนาระบบควบคุมการผลิตได้ด้วยตนเอง

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน PLC ในอุตสาหกรรมต่างๆ โรงไฟฟ้า การหล่อแบบต่อเนื่อง การจำกัดมลภาวะเป็นพิษ การบรรจุหีบห่อ อุตสาหกรรมท่อ ระบบควบคุมเตาไฟ อุตสาหกรรมเคมี ระบบแสดงผลและเตือนภัย โกดังเก็บของอัตโนมัติ อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การฉีดพลาสติก การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การผสมวัตถุดิบ การขนถ่ายผลิตภัณฑ์ การกำจัดน้ำเสีย การขุดเจาะน้ำมัน การแปรรูปไม้ การทำเยื่อกระดาษ การย่อยเยื่อไม้ การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ การพ่นสี การตรวจสอบคุณภาพ การประหยัดพลังงาน การแยกแร่ การจำจัดน้ำเสีย เป็นต้น

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการอ่านและศึกษาทำความเข้าใจตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้าง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนศึกษาสภาพการใช้งานจริง เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ระเบียบวิธีวิจัย ตัวแปรที่ใช้ประกอบในการศึกษาหรือเรื่องอื่นใดแล้วนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ธนะรัตน์ (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดประลองนิวแมติกส์ประสมไฟฟ้าควบคุมตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ 84.77/85.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80

ประวิทย์ (2548:ข) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมเครื่องคัดแยกชิ้นงาน โดยใช้ Sensors เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดย PLC ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 93.33/84.46 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนด 80/80

พรชัย อุ้มอังวะ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อศึกษาคุณภาพชุดทดลอง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลวิจัยพบว่าชุดทดลองชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82/80.75 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.1 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองในระดับมาก

มนัส ปุยงาม (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์ เพื่อ(1)เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับอุตสาหกรรมการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 20 คน ซึ่งจัดฝึกอบรม ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัด ปทุมธานีระหว่างวันที่ 24-25 มีนาคม 2550 โดยในระหว่างการเรียนให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของทุกหัวเรื่องและทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อจบทุกหัวข้อเนื้อหาวิชาหลังจาก นั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน

ผลวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.66/79.66 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80

สมภพ (2547:51) ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย เรื่องการซ่อมบำรุงรักษา อุปกรณ์นิวแมติกส์ ในโรงงานอุสาหกรรมเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรมชุดนี้ ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้า ในพฤติกรรมการเรียนรู้ และมีประสิทธิภาพ 80.72/89 .20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้และทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ใน วิชานิวแมติกส์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

วรยุทธ (2548:ข) ได้ทำการวิจัยการสร้าง และหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุม กระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี การวิจัยพบว่าประสิทธิภาพชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.98/85.94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง การสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC ใช้สำหรับการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry) รหัสวิชา 020123266 หลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกและหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.4 ขั้นตอนการรวบรวม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

การตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC เป็นการพิจารณาความเหมาะสม โดยผู้เชียวชาญทางการศึกษาและด้านวิศวกรรมมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม จำนวน 5 คน ด้านการเรียนการสอน จำนวน 2 คน

1. นาย ธวัยชัย กันทะถ้ำ	ตำแหน่ง Maintenance Staff
2. นาย กิตติ นามะคต	ตำแหน่ง Engineer New model
3. นาย กิตติ ใจเย็น	ตำแหน่ง Staff Engineer
4. นาย ยงยุทธ นามะคต	ตำแหน่ง Leader Machine
5. นางสาว ภิมฐ์ณิชาภัคส์ ชุมพิมาย	ตำแหน่ง TPM Engineer
6. อาจารย์ ชิตพล มังคลากุล	อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. อาจารย์ ปริญญา คุ้มมา	วิศวกรประจำ สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นครั้งนี้ ได้แก่ ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC วิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry) รหัสวิชา 020123266 ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบประลอง คู่มือการใช้ เพื่อประกอบการฝึกทักษะ และแบบประเมินหาคุณภาพซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC ตัวเครื่องมีลักษณะเป็นโต๊ะสี่เหลี่ยมส่วนบนจะเป็นส่วนของชุดคัดแยกวัสดุใช้สำหรับฝึกเขียนวงจรการใช้งานของกระบอกสูบหรือฝึกการใช้มอเตอร์ DC ส่วนด้านล่างจะเป็นส่วนของแผงวงจรควบคุมการทำงาน สามารถใช้ควบคุมการทำงานของชุดคัดแยกวัสดุ หรือใช้ฝึกการเขียนวงจรควบคุมไฟ ส่วนด้านข้างของตัวเครื่องจะเป็นส่วนของ DBและโซลินอยล์ ที่ใช้สำหรับ

ทำหน้าที่รักและส่งข้อมูลจาก PLC ไปยังตัวเครื่อง และชุดปรับคุณภาพลม ใช้สำหรับปรับปรุงคุณสบัติของลมอัดให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่อง

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึก

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมินคุณภาพของชุดฝึกแบ่งออกเป็น2ตอน ตอนที่1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมิน ตอนที่2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึก ในส่วนของแบบประเมินแบ่งประเมินทั้งหมด 4 ด้าน (1) ด้านการออกแบบ (2) ด้านการทำงาน (3) ด้านการซ่อมบำรุง (4) ด้านใบงานการประลอง โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

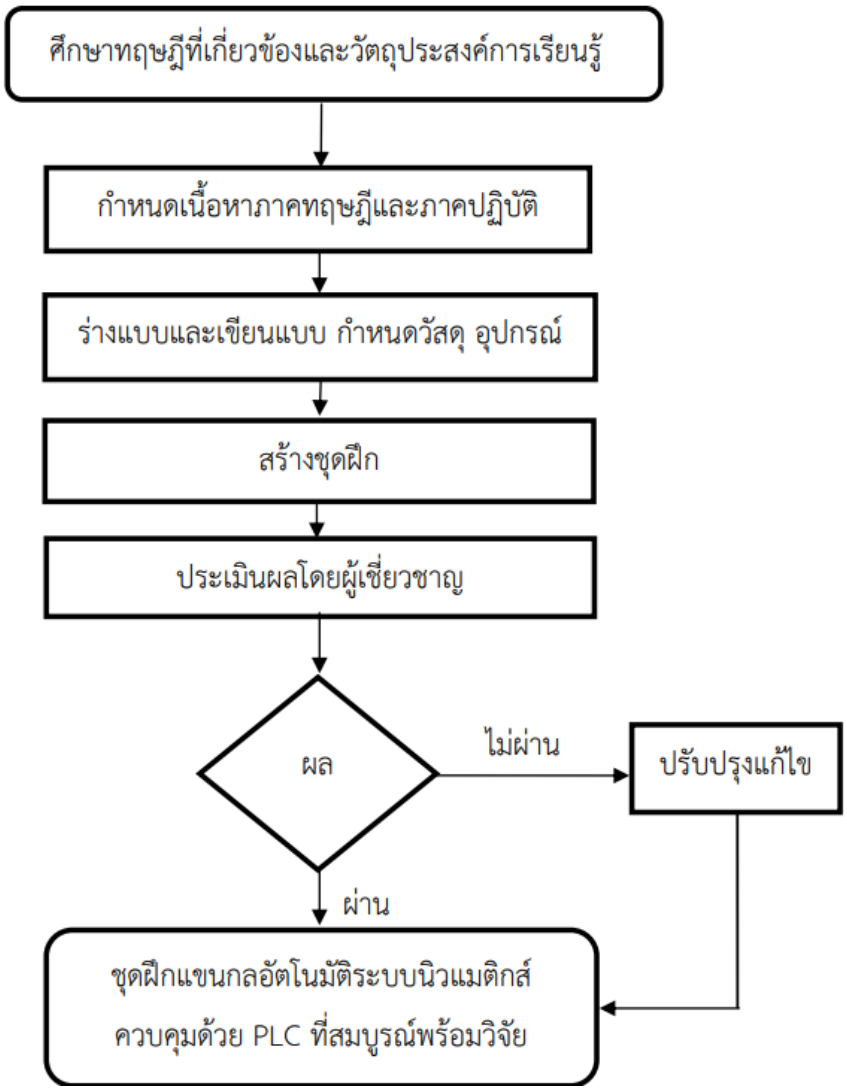
2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ป่านกลาง

1.50 -2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.3 ขั้นตอนการและหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry) รหัสวิชา 020123266 หลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ประกอบด้วยชุดฝึกแขนกลและคู่มือการใช้งาน การสร้างชุดฝึกและคู่มือการใช้งานมีรายละเอียดของการดำเนินการสร้างดังภาพที่ 3-1



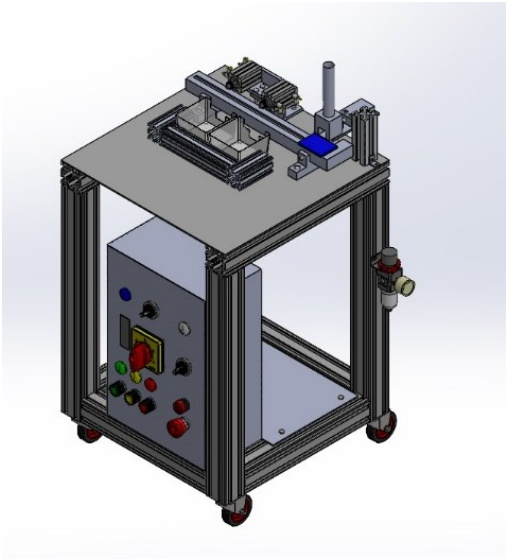
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุม

จากภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกคัดแยกวัสดุรายละเอียดสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยเนื้อหาในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในระดับต่างๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในตารางการวิเคราะห์ระดับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry) รหัสวิชา 020123266

3.3.1.2 ขั้นตอนการร่างแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุ และอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักทฤษฎีของการออกแบบผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติของวัสดุ เพื่อนำมาพิจารณาออกแบบ

และกำหนดวัสดุ โดยเลือกวัสดุที่มีคุณภาพ หาได้ง่าย มีจำหน่ายภายในประเทศและท้องตลาดโดยทั่วไป



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุม

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุและอุปกรณ์

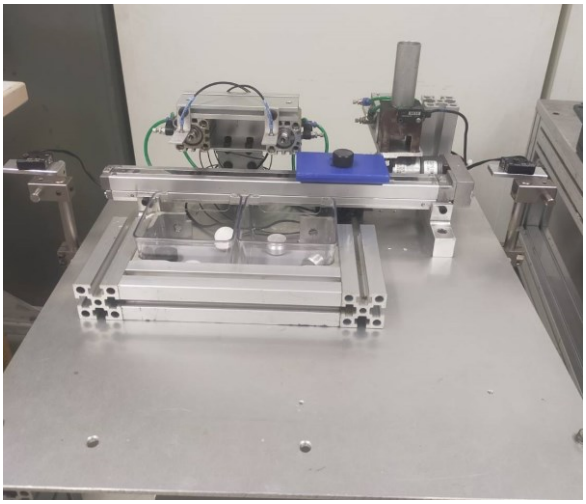
รายการ	ชื่อ	วัสดุ	จำนวน
1	PLC Mitsubishi FX-3G	-	1
2	Power supply (24VDC 4.5A)	-	1
3	Power main Breaker (10A)	-	1
4	ปุ่มกดติด - ปล่อยดับ ขนาด 22 มม. (สีเขียว สีเหลือง สีแดง)	-	3
5	หลอดไฟ LED 24VDC ขนาด 22 มม. (สีเขียว สีเหลือง สีแดง สีขาว)	-	4
6	หลอดไฟ LED 220VAC ขนาด 22 มม. (สีน้ำเงิน)	-	1
7	สวิตช์เลือกโหมด 3 ตำแหน่ง ขนาด 22 มม.	-	1
8	สวิตช์เลือกโหมด 2 ตำแหน่ง ขนาด 22 มม.	-	1
9	Buzzer ขนาด 22 มม.	-	1
10	สวิตช์ฉุกเฉิน แบบหัวเห็ด	-	1
11	สายไฟซิลิโคน 22 AWG (สีดำ สีน้ำเงิน สีแดง)	-	3

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุและอุปกรณ์ (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	วัสดุ	จำนวน
12	สายไฟซิลิโคน 16 AWG (สีขาว สีแดง)	-	2
13	รางปีกนก ยาว 1 เมตร	อลูมิเนียม	1
14	ป้ายเนมเพลทตู้คอนโทรล	-	10
15	รางเก็บสายไฟ ยาว 1 เมตร	-	2
16	ปลั๊กฝัง – สาย	-	1
17	DB25 D-SUB (Male) – (Female)	-	1
18	สาย DB25 ยาว 1 เมตร	-	2
19	ตู้คอนโทลขนาด 30x45x17 ซม.	-	1
20	ราง Linear Actuator	-	1
21	Motor 24VDC	-	1
22	ชุด Air service units	-	1
23	ชุดโซลินอยล์วาล์ว	-	1
24	แท่นรองราง Linear Actuator	อลูมิเนียม	2
25	กระบอกสูบ	-	2
26	รางสเตนเลส 15x25x150 มม.		2
27	เทอมินอล แบบ เข้า5 ออก 1		2
28	เทอมินอล แบบ เข้า3 ออก 1		1
29	ชุดเซ็นเซอร์ Fiber optic		3
30	ชุดเซ็นเซอร์ Photo Electric		2

3.3.1.3 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC

3.3.1.3.1 ประกอบกระบอกสูบเข้ากับฐานวางชุดฝึก



ภาพที่ 3-3 แสดงการประกอบกระบอกสูบเข้ากับฐานวางชุดฝึก

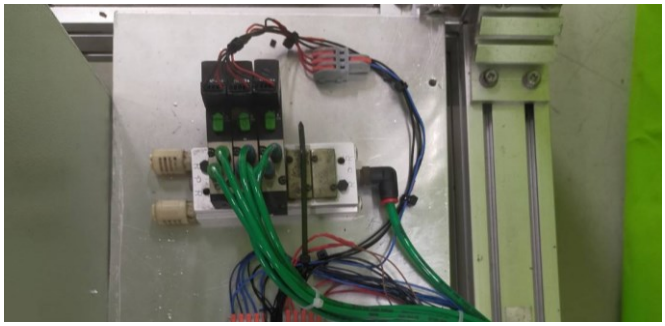
3.3.1.3.2 ประกอบอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม

ภาพที่ 3-4 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม

3.3.1.3.3 ติดตั้ง Power Supplyและเบรคเกอร์

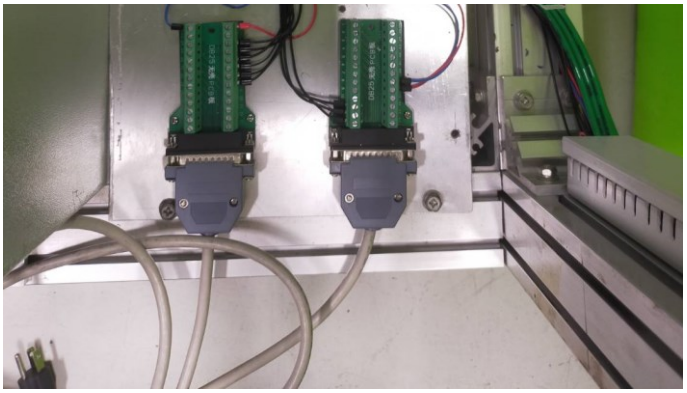
ภาพที่ 3-5 แสดงการติดตั้ง Power Supplyและเบรคเกอร์

3.3.1.3.4 ติดตั้ง Solenoid Valveและเทอมินอล



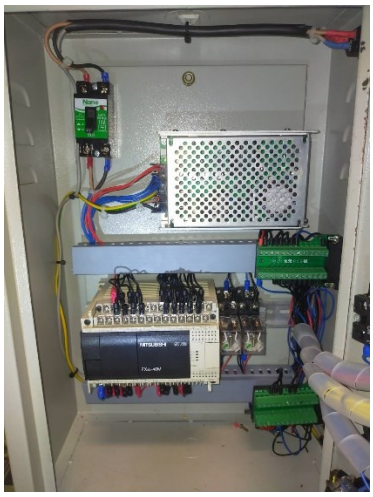
ภาพที่ 3-6 แสดงการติดตั้ง Solenoid Valveและเทอมินอล

3.3.1.3.5 ติดตั้ง DB25 SUB



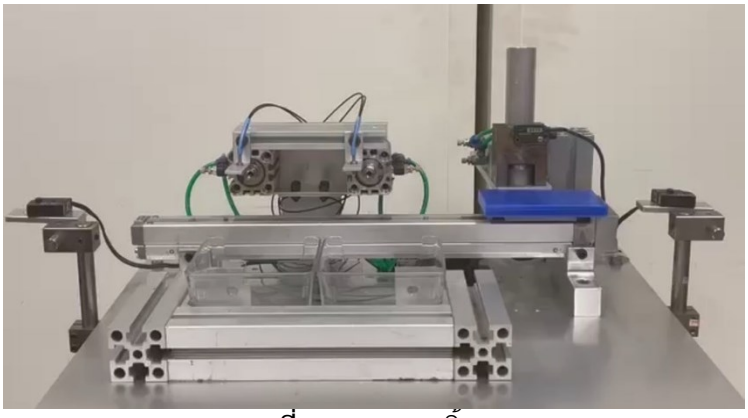
ภาพที่ 3-7 แสดงการติดตั้งสายไฟเข้า DB25 SUB

3.3.1.3.6 เดินสายไฟฟ้า



ภาพที่ 3-8 แสดงการเดินสายไฟ

3.3.1.3.7 ฐานวางชิ้นงาน



ภาพที่ 3-9 ฐานวางชิ้นงาน

3.3.1.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

GX Works2 เป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ทำให้สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์ควบคุม PLC รวมถึงฟังก์ชันการกำหนดค่าโมดูลอัจฉริยะและฟังก์ชันจำลองการทำงานของ PLC รวมถึงการออกแบบระบบ, การเขียนโปรแกรม และการบำรุงรักษา โดย PLC ที่ใช้ GX developer แล้วก็สามารถอ่านหรือแก้ไขโดยใช้ GX Works 2 ได้ทันที ซึ่งการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC รุ่นใหม่ เช่น FX3S จะต้องใช้ GX Works2

ภาพที่ 3-10 โปรแกรม GX Works 2

3.3.1.5 ขั้นตอนประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อสร้างชุดฝึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินผลทั้ง4ด้านของชุดฝึก เมื่อพบปัญหาควรแก้ไขปรับปรุงด้านใด ก็ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึกที่สมบูรณ์

3.3.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินคุณภาพ

3.3.2.1 ศึกษาแนวการสร้างเครื่องมือประเมินคุณภาพของคู่มือการใช้ชุดฝึก

3.3.2.2 วางแผนการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมิน เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นการประเมินกับข้อคำถามของแบบประเมินความสอดคล้องของชุดฝึก

3.3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพ ของชุดฝึกแขนกล

3.3.2.4 นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความชัดเจนของข้อคำถาม

3.3.2.5 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเกณฑ์การพิจารณา ได้จากการคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum$R แทน ผลรวมระหว่างคะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

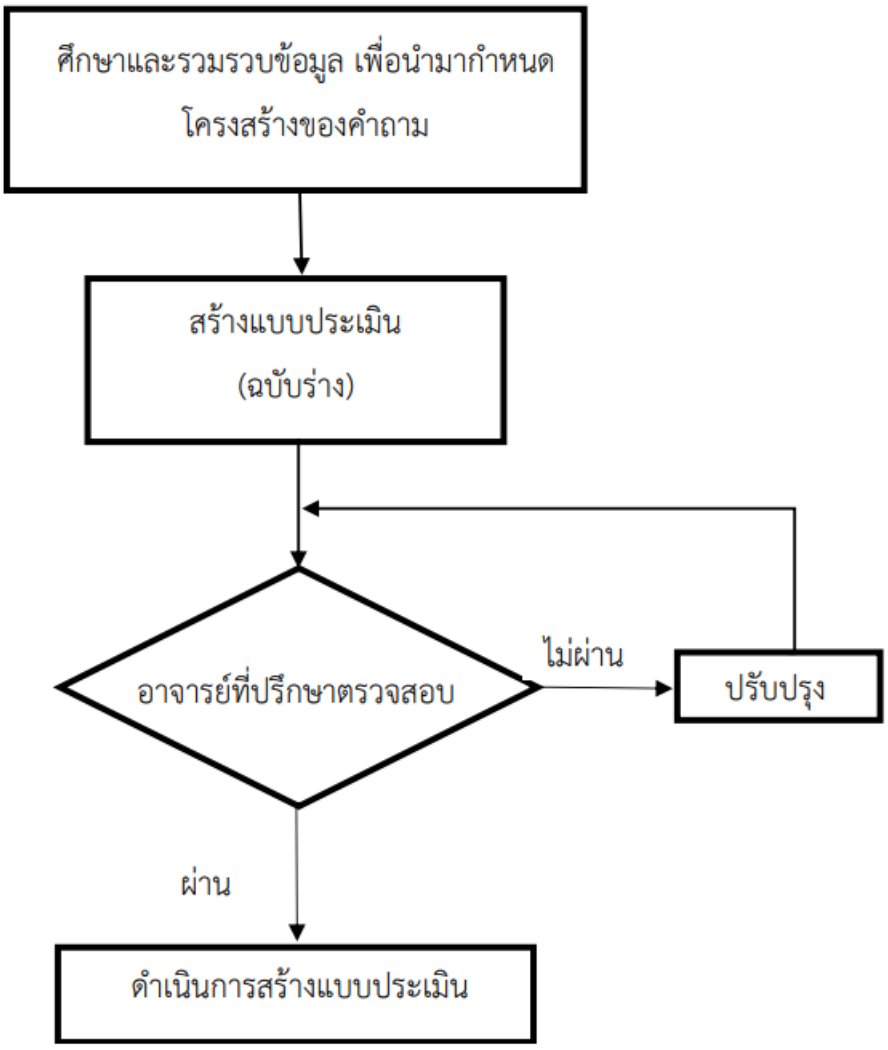
มีเกณฑ์การพิจราณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท

แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึก โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของชุดฝึกที่สร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ (1) ด้านการออกแบบ (2) ด้านการทำงาน (3) ด้านการบำรุงรักษา (4) ด้านใบงานการประลอง มีรายละเอียดของการดำเนินการสร้างดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-11 ขั้นตอนการส้รางแบบประเมินความคิดเก็นผู้เชี่ยวชาญ

3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

3.4.1 นำแบบประเมินคุณภาพที่สมบูรณ์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมและด้านการศึกษา

3.4.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพของชุดฝึกเอาต์พุต

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของผลการประเมินโดยการใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม

$\sum x$ = ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.7.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลการประเมินโดยใช้สูตร

$$SD = \frac{\sqrt{\sum(x-\bar{x})}}{n-1}$$

โดยที่ SD = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x = ค่าคะแนน

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม

n = จำนวนครั้งที่ทดสอบ

Σ = ผลรวม

บทที่ 4
ผลการวิจัย

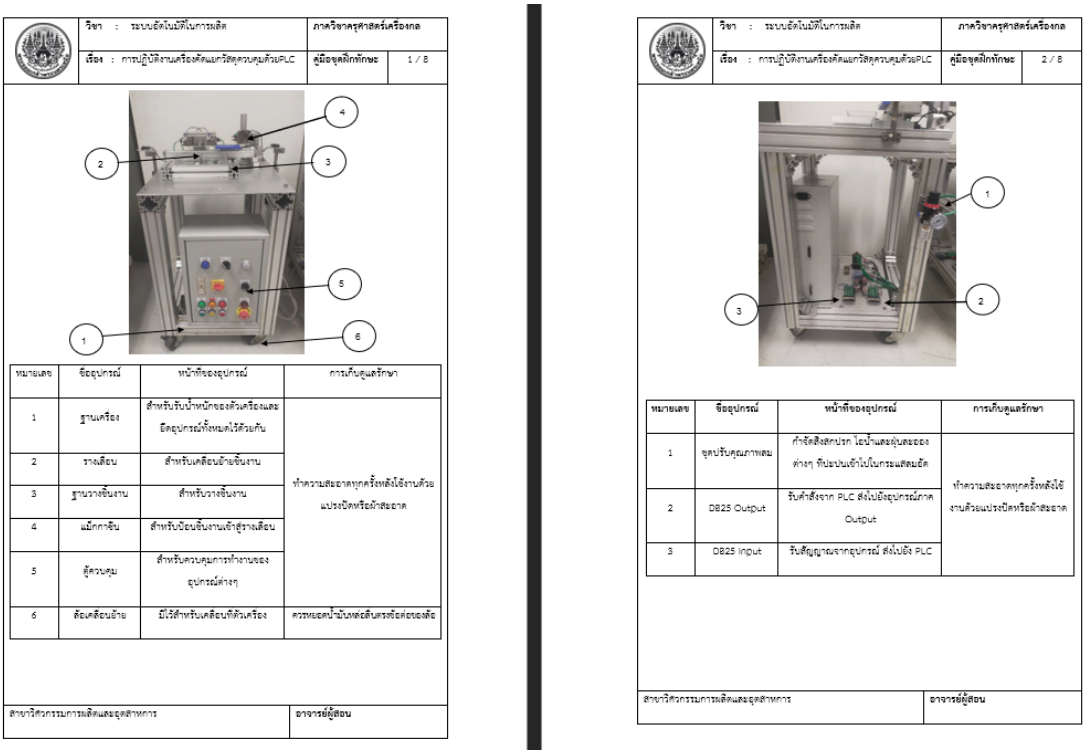
การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกและการหาคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC ในรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต โดยได้ผลของการวิจัยซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือการสร้างและหาคุณภาพของชุดฝึกที่สร้างขึ้น โดยผลการวิจัยเป็นดังนี้

4.1 การทดสอบชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

4.1 การทดสอบชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC



วิชา : ระบบอัตโนมัติในการผลิต | ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
เรื่อง : การปฏิบัติงานเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วยPLC | คู่มือชุดฝึกทักษะ | 1 / 8

หมายเลข	ชื่ออุปกรณ์	หน้าที่ของอุปกรณ์	การเก็บดูแลรักษา
1	ฐานเครื่อง	สำหรับรับน้ำหนักของตัวเครื่องและยึดอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ด้วยกัน	ทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งานด้วยแปรงปัดหรือผ้าสะอาด
2	รางเลื่อน	สำหรับเคลื่อนย้ายชิ้นงาน	
3	ฐานวางชิ้นงาน	สำหรับวางชิ้นงาน	
4	แม็กกาซีน	สำหรับป้อนชิ้นงานเข้าสู่รางเลื่อน	
5	ตู้ควบคุม	สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ	
6	ล้อเคลื่อนย้าย	มีไว้สำหรับเคลื่อนที่ตัวเครื่อง	ควรหยอดน้ำมันหล่อลื่นตรงข้อต่อของล้อ

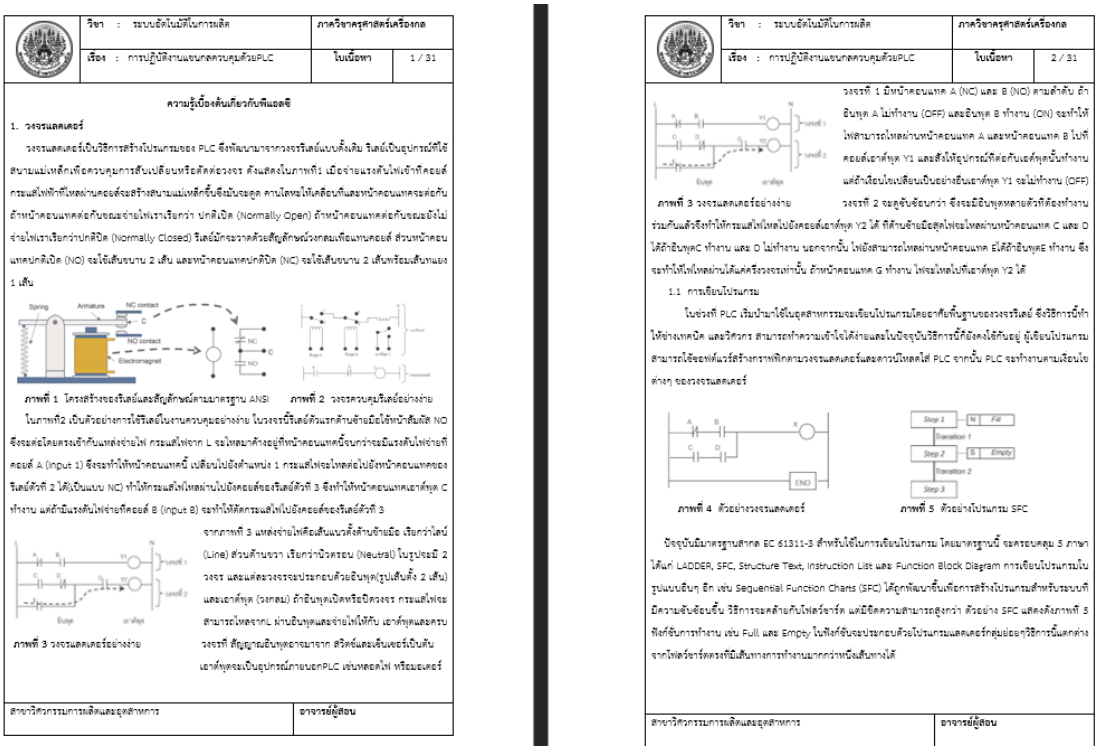
สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ | อาจารย์ผู้สอน

วิชา : ระบบอัตโนมัติในการผลิต | ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
เรื่อง : การปฏิบัติงานเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วยPLC | คู่มือชุดฝึกทักษะ | 2 / 8

หมายเลข	ชื่ออุปกรณ์	หน้าที่ของอุปกรณ์	การเก็บดูแลรักษา
1	ชุดปรับคุณภาพลม	กำจัดสิ่งสกปรก ไอน้ำและอุปสรรคต่างๆ ที่ปะปนเข้าไปในกระแสลมอัด	ทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งานด้วยแปรงปัดหรือผ้าสะอาด
2	DB25 Output	รับคำสั่งจาก PLC ส่งไปยังอุปกรณ์ภาค Output	
3	DB25 Input	รับสัญญาณจากอุปกรณ์ ส่งไปยัง PLC	

สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ | อาจารย์ผู้สอน

ภาพที่ 4-2 คู่มือการใช้งานชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC



วิชา : ระบบอัตโนมัติในการผลิต | ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
เรื่อง : การปฏิบัติงานแขนกลควบคุมด้วยPLC | ใบเนื้อหา | 1 / 31

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซี

1. วงจรแลดเดอร์

วงจรแลดเดอร์เป็นวิธีการสร้างโปรแกรมของ PLC ซึ่งพัฒนามาจากวงจรรีเลย์แบบดั้งเดิม รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สนามแม่เหล็กเพื่อควบคุมการสับเปลี่ยนหรือตัดต่อวงจร ดังแสดงในภาพที่1 เมื่อจ่ายแรงดันไฟเข้าที่คอยล์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านคอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นซึ่งมีระดับ คนไหนไฟเคลื่อนที่และหน้าคอนแทคจะต่อกับ ถ้าหน้าคอนแทคต่อกับขดจ่ายไฟเราเรียกว่า ปกติเปิด (Normally Open) ถ้าหน้าคอนแทคต่อกับขดและยังไม่จ่ายไฟเราเรียกว่าปกติปิด (Normally Closed) รีเลย์มักจะมาพร้อมด้วยสัญลักษณ์วงกลมเทียบแทนคอยล์ ส่วนหน้าคอนแทคปกติเปิด (NO) จะใช้เส้นขนาน 2 เส้น และหน้าคอนแทคปกติปิด (NC) จะใช้เส้นขนาน 2 เส้นพร้อมเส้นทแยง 1 เส้น

ภาพที่ 1 โครงสร้างของรีเลย์และสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ANSI

ภาพที่ 2 วงจรควบคุมรีเลย์อย่างง่าย

ในภาพที่2 เป็นตัวอย่างการใช้รีเลย์ในงานควบคุมอย่างง่าย ในวงจรนี้รีเลย์ตัวแรกด้านซ้ายมือใช้หน้าสัมผัส NO ซึ่งจะต่อโดยตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ กระแสไฟจาก L จะไหลมาค้างอยู่ที่หน้าคอนแทคนี้จนกว่าจะมีแรงดันไฟจ่ายที่คอยล์ A (input 1) ซึ่งจะทำให้หน้าคอนแทคนี้ เปลี่ยนไปยังตำแหน่ง 1 กระแสไฟจะไหลต่อไปยังหน้าคอนแทคของรีเลย์ตัวที่ 2 ได้(เป็นแบบ NC) ทำให้กระแสไฟไหลผ่านไปยังคอยล์ของรีเลย์ตัวที่ 3 ซึ่งทำให้หน้าคอนแทคเอาต์พุต C ทำงาน แต่ถ้ามีแรงดันไฟจ่ายที่คอยล์ B (input B) จะทำให้ตัดกระแสไฟไปยังคอยล์ของรีเลย์ตัวที่ 3

ภาพที่ 3 วงจรแลดเดอร์อย่างง่าย

จากภาพที่ 3 แหล่งจ่ายไฟถือเส้นแนวตั้งด้านซ้ายมือ เรียกว่าไลน์ (Line) ส่วนด้านขวา เรียกว่านิวทรอน (Neutral) ในรูปจะมี 2 วงจร และแต่ละวงจรจะประกอบด้วยอินพุต(รูปเส้นตั้ง 2 เส้น) และเอาต์พุต (วงกลม) ถ้าอินพุตเปิดหรือปิดวงจร กระแสไฟจะสามารถไหลจากL ผ่านอินพุตและจ่ายไฟให้กับ เอาต์พุตและครบวงจรที่ สัญญาณอินพุตอาจมาจาก สวิตช์และเซ็นเซอร์เป็นต้น เอาต์พุตจะเป็นอุปกรณ์ภายนอกPLC เช่นหลอดไฟ หรือมอเตอร์

สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ | อาจารย์ผู้สอน

วิชา : ระบบอัตโนมัติในการผลิต | ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
เรื่อง : การปฏิบัติงานแขนกลควบคุมด้วยPLC | ใบเนื้อหา | 2 / 31

ภาพที่ 3 วงจรแลดเดอร์อย่างง่าย

วงจรที่ 1 มีหน้าคอนแทค A (NC) และ B (NO) ตามลำดับ ถ้าอินพุต A ไม่ทำงาน (OFF) และอินพุต B ทำงาน (ON) จะทำให้ไฟสามารถไหลผ่านหน้าคอนแทค A และหน้าคอนแทค B ไปที่คอยล์เอาต์พุต Y1 และสั่งให้อุปกรณ์ที่ต่อกับเอาต์พุตนั้นทำงาน แต่ถ้าเงื่อนไขเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นเอาต์พุต Y1 จะไม่ทำงาน (OFF)

วงจรที่ 2 จะอยู่ซับซ้อนกว่า ซึ่งจะมีอินพุตหลายตัวที่ต้องทำงานร่วมกันแล้วจึงทำให้กระแสไฟไหลไปยังคอยล์เอาต์พุต Y2 ได้ ที่ด้านซ้ายมือสุดไฟจะไหลผ่านหน้าคอนแทค C และ D ได้ถ้าอินพุตC ทำงาน และ D ไม่ทำงาน นอกจากนั้น ไฟยังสามารถไหลผ่านหน้าคอนแทค E ได้ถ้าอินพุตE ทำงาน ซึ่งจะทำให้ไฟไหลผ่านได้แค่ครึ่งวงจรเท่านั้น ถ้าหน้าคอนแทค G ทำงาน ไฟจะไหลไปที่เอาต์พุต Y2 ได้

1.1 การเขียนโปรแกรม

ในช่วงที่ PLC เริ่มนำมาใช้ในอุตสาหกรรมจะเขียนโปรแกรมโดยอาศัยพื้นฐานของวงจรรีเลย์ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ช่างเทคนิค และวิศวกร สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและในปัจจุบันวิธีการนี้ก็ยังคงใช้กันอยู่ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้ซอฟต์แวร์สร้างกราฟฟิกตามวงจรแลดเดอร์และดาวน์โหลดไป PLC จากนั้น PLC จะทำงานตามเงื่อนไขต่างๆ ของวงจรแลดเดอร์

ภาพที่ 4 ตัวอย่างวงจรแลดเดอร์

ภาพที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรม SFC

ปัจจุบันมีมาตรฐานสากล IEC 61311-3 สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยมาตรฐานนี้ จะครอบคลุม 5 ภาษา ได้แก่ LADDER, SFC, Structure Text, Instruction List และ Function Block Diagram การเขียนโปรแกรมในรูปแบบอื่นๆ อีก เช่น Sequential Function Charts (SFC) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการสร้างโปรแกรมสำหรับระบบที่มีความซับซ้อนขึ้น วิธีการจะคล้ายกับโฟลว์ชาร์ต แต่มีจัดความสามารถสูงกว่า ตัวอย่าง SFC แสดงดังภาพที่ 5 ฟังก์ชันการทำงาน เช่น Full และ Empty ในฟังก์ชันจะประกอบด้วยโปรแกรมแลดเดอร์กลุ่มย่อยๆวิธีการนี้แตกต่างจากโฟลว์ชาร์ตตรงที่มีเส้นทางการทำงานมากกว่าหนึ่งเส้นทางได้

สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ | อาจารย์ผู้สอน

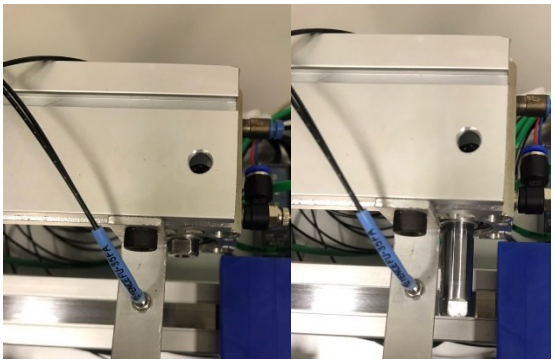
ภาพที่ 4-3 ใบเนื้อหาวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

จาการทดสอบการทำงานของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC

ตารางที่ 4-1 การทดสอบการทำงาน

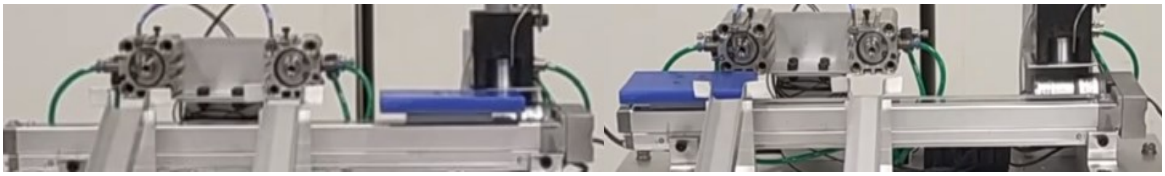
รายการ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1.การทดสอบกระบอกสูบ	✓	
2.การทดสอบรางเลื่อน	✓	

การทดสอบกระบอกสูบลม ทำการทดสอบด้วยการควบคุมกระบอกสูบลมให้เลื่อนออกสุดและกลับสุด กระบอกสูบลมสามารถทำงานได้อย่างปกติไม่มีปัญหาในขณะทำงานทดสอบ



ภาพที่ 4-4 การทดสอบกระบอกสูบลม

การทดสอบมอเตอร์ DC ทำการทดสอบด้วยการ ควบคุมมอเตอร์ DC ให้เลื่อนไปสุดและกลับสุด มอเตอร์ DC สามารถทำงานได้อย่างปกติไม่มีปัญหาในขณะทำการทดสอบ



ภาพที่ 4-5 การทดสอบมอเตอร์ DC

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความเหมาะสมของการออกแบบและสร้างของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 7 ท่าน โดยมีการประเมินความเหมาะสมทั้งหมด 4 ด้านดังนี้

4.1.1 ด้านการออกแบบ

4.1.2 ด้านการทำงาน

4.1.3 ด้านการบำรุงรักษา

4.1.4 ด้านใบงานการประลอง

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการออกแบบชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	4.43	0.79	เหมาะสมมาก
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.50		เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.44		

จากตารางที่ 4-2 ความเหมาะสมด้านการออกแบบชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC จากการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.44) พิจารณาเป็นรายการ พบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทานอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00, S.D. = 0.00) รองลงมาคือ 1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.43, S.D. = 0.79) และ1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.29, S.D. = 0.49)

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการทำงานชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
2. ด้านการทำงาน			
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
2.2 มีความปลอดภัยในการทำงาน	4.29	0.49	เหมาะสมมากท
2.3 การดันชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.14	0.38	เหมาะสมมาก
2.4 ความสะดวกในการใช้งาน	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้	4.43	0.53	เหมาะสมมากท
2.6 ชุดฝึกเหมาะสมกับการเรียนการสอน	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.35		เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม	0.49		

จากตารางที่ 4-3 ความเหมาะสมด้านการทำงานชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC จากการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.49) พิจารณาเป็นรายการพบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.4 ความสะดวกในการใช้งาน อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.53) รองลงมาคือ 2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.53) และ2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.53)

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
3. ด้านการบำรุงรักษา			
3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
3.3 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43		เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.51		

จากตารางที่ 4-4 ความเหมาะสมด้านการบำรังรักษาชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC จากการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.43, S.D. = 0.51) พิจารณาเป็นรายการ พบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.53) และ3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษาอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.53) รองลงมาคือ 3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.29, S.D. = 0.49)

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านใบงานการประลอง

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
4. ด้านใบงานการประลอง			
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	4.14	0.38	เหมาะสมมาก
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	4.29	0.49	เหมาะสมมาก
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.43	0.53	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.34		เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.48		

จากตารางที่ 4-5 ความเหมาะสมด้านใบงานการประลอง ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC จากการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.34, S.D. = 0.48) พิจารณาเป็นรายการ พบว่ารายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.53) รองลงมาคือ 4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.53) และ4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.29, S.D. = 0.49)

4.2 สรุปผลการประลอง

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของชุดฝึก

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
ด้านการออกแบบชุดฝึก	4.50	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการทำงานของชุดฝึก	4.35	0.49	เหมาะสมมาก
ด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก	4.43	0.51	เหมาะสมมาก
ด้านใบงานการประลอง	4.34	0.48	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินชุดฝึก	4.40	0.48	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC พบว่าความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.40, S.D. = 0.48) โดยที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุดของความเหมาะสมคือด้านการออกแบบชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.44) รองลงมาคือด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.43, S.D. = 0.51) และด้านการทำงานของชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 4.35, S.D. = 0.49)

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการงานวิจัย

5.2 อภิปรายผลงานวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการงานวิจัย

5.1.1 การสร้างชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC ได้มีการออกแบบ จัดซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการและทำการสร้างชุดฝึก หลักจากตัวเครื่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้มีการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง โดยมีการทดสอบ กระบอกสูบและมอเตอร์ DC ตามเงื่อนไขของใบประลอง ผลการทดสอบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขของใบประลอง โดยมีคู่มือที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ใบงานการประลอง ใบเฉลยใบงาน คู่มือการใช้ชุดฝึก มีรายละเอียดด้านเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมความรู้เรื่องระบบอัตโนมัติและนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน นักศึกษาสามารถศึกษาและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ

5.1.2 ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความเหมาะสมจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC ได้ค่าเฉลี่ยรวมจากการประเมินความ เหมาะสมชุดฝึก PLC พบว่าความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.40) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.48) โดยที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุดของความเหมาะสมคือ ด้านการออกแบบชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.50) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.44) รองลงมาคือด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.43) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.51) และด้านการทำงานของชุดฝึก อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.35) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.49)

5.2 อภิปรายผลงานวิจัย

5.2.1 ผลการวิจัยชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วยPLC ผู้วิจัยได้จัดทำชุดฝึกและคู่มือการใช้ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วยPLC โดยลักษณะของคู่มือที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ใบงานการประลอง ใบเฉลยใบงานการประลอง คู่มือการใช้ชุดฝึก มีรายละเอียดด้านเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมความรู้เรื่องระบบอัตโนมัติ และนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรยุทธ สุริยนต์ (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดสร้างชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วย คู่มือผู้สอนประกอบการเรียนและการชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บอัตโนมัติ คู่มือการใช้งานโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้ง 7 ท่านทำการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกที่สร้างขึ้น แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล พร้อมปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.2.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งหัวข้อการพิจารณาออกเป็น 4 ด้าน คือ (1)ด้านการออกแบบชุดฝึก พบว่าขนาดของตัวเครื่องไม่เล็กและใหญ่จนเกินไป สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้อย่างสะดวก โครงสร้างของเครื่องและวัสดุที่เลือกใช้มีความแข็งแรง ตำแหน่งการจัดว่างอุปกรณ์มีความเหมาะสม ระดับคุณภาพระดับมากที่สุด (2)ด้านการทำงาน พบว่าขั้นตอนการทำงานของเครื่องมีความเข้าใจง่าย มีความปลอดภัยในการทำงาน เครื่องสามารถหยิบจับชิ้นงานได้ดีมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับการเรียนการสอน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก (3)ด้านการบำรุงรักษา พบว่าหากเครื่องมีการชำรุดเสียหายสามารถถอดประกอบชิ้นส่วนซ่อมแซมได้ง่าย อุปกรณ์สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก (4)ด้านใบงานการประลอง พบว่าหลักการและทฤษฎีในใบประลองมีความชัดเจน มีการเรียงลำดับจากความยากงานสะดวกในการเรียนการสอน สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก โดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่สอดคลองกันและชุดฝึกมีคุณภาพ โดยสอดคล้องการงานวิจัยของ วสันต์ ลีละธนาฤกษ์(2559, 78) ผลจากการประเมินคุณภาพชุดฝึกระบบอัตโนมัติสำหรับการฝึกปฏิบัติเรื่องการคัดแยกวัสดุจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน มีค่าเฉลี่ยรวมของการประเมิน

ความเหมาะสม ชุดฝึกทดลองอยู่ที่ 4.740 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.36 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่สอดคลองกันและชุดฝึกปฏิบัติการมีคุณภาพทั้งด้านการออกแบบชุดฝึกทดลอง และด้านคุณภาพของชุดฝึกทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

การจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งก่อนที่จะให้ผู้เรียนทำการปฏิบัติใบงานการประลองนั้น ควรมีการสอนทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง และสอนการออกแบบวงจรควบคุมชุดฝึกก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจหลักการ การทำงาน การออกแบบและการเขียนโปรแกรม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบต่างๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC ครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาใช้ PLC ยี่ห้อต่างๆ ให้มากขึ้นเนื่องจากในสถานประกอบการได้มีการนำ PLC หลายยี่ห้อมาใช้งานและควรเพิ่มเซ็นเซอร์คัดแยกสีเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการใช้งาน

บรรณานุกรม

ณรงศ์พล ขวดแก้วและภิมฐ์ณิชาภัคส์ ขุมพิมาย **การออกแบบและสร้างชุดฝึก PLC เบื้องต้น** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2565.

ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. **ชุดทดลองแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติก.** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543

ณัฐวิชช์ สุขสง **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ ด้วย PLC** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2560.

มนัส ปุยงาม. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม.** วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเครื่องกล ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

วรยุทธ สุริยนต์ **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2549.

วสันต์ ลีละธนาฤกษ์ **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2549.

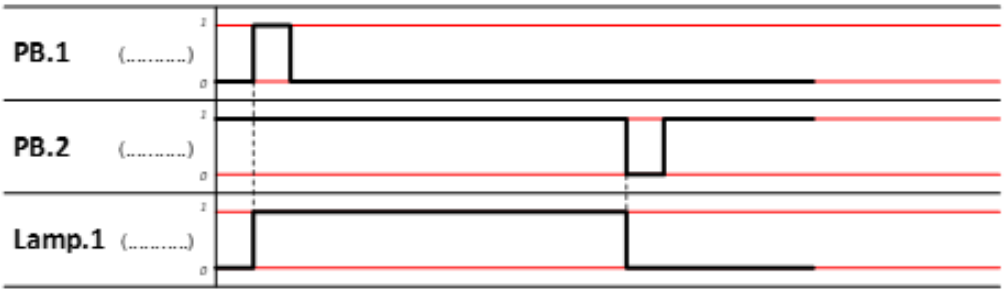
สุเธียร เกียรติสุนทร. **หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PC/PLC**.กรุงเทพมหานคร :บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2554.

อัษฎาวุธ ปยะนนท์ **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝกอบรม เรื่องการใช้งาน PLC SIEMENS S7 – 300** ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

ภาคผนวก ก

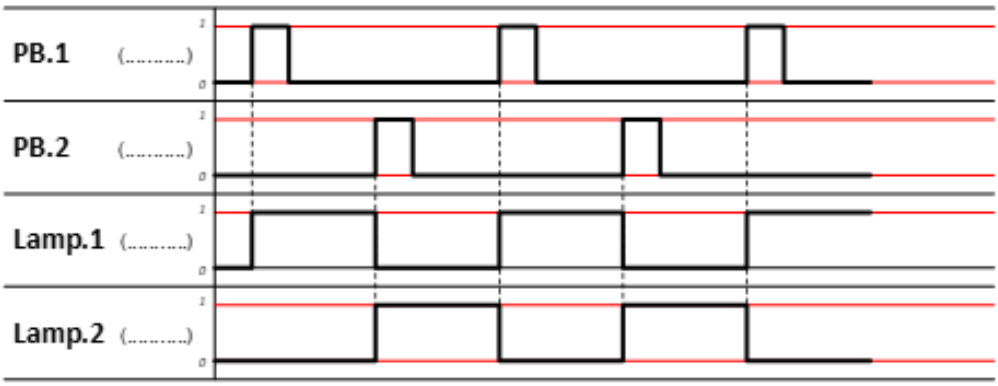
ใบประลอง

ใบประลองที่ Lab 1.1
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry
เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมหลอดไฟ (Lamp)



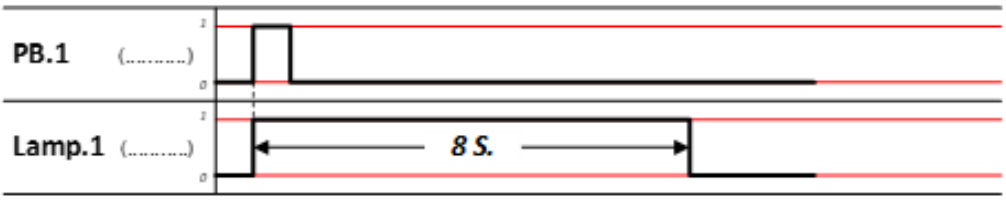
Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 1.2
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry
เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมหลอดไฟ (Lamp)



Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 1.3
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry
เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมหลอดไฟ (Lamp)

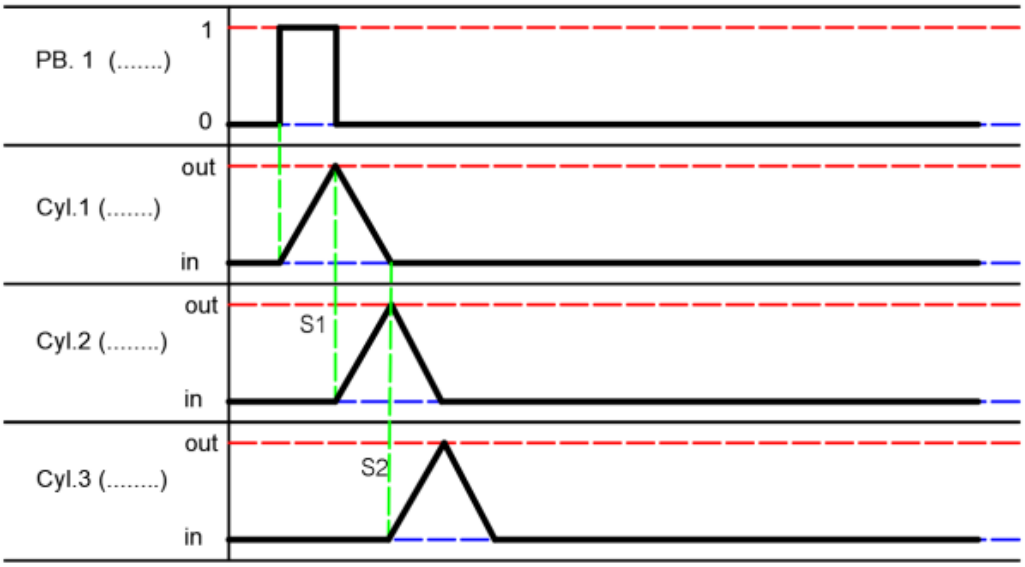


Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 2.1

ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry

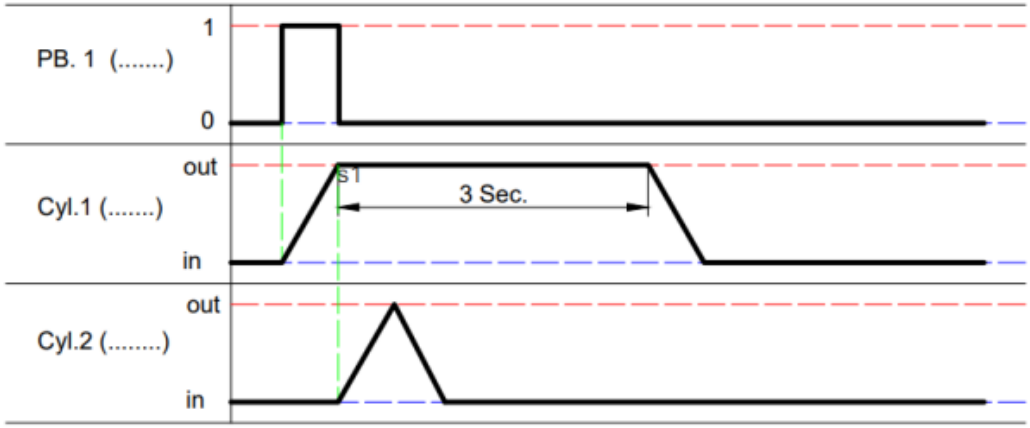
เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมกระบอกสูบลม (Cylinder)



กำหนดให้	S1	แทนด้วย	X6
	S2	แทนด้วย	X7

Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 2.2
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry
เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมกระบอกสูบลม (Cylinder)



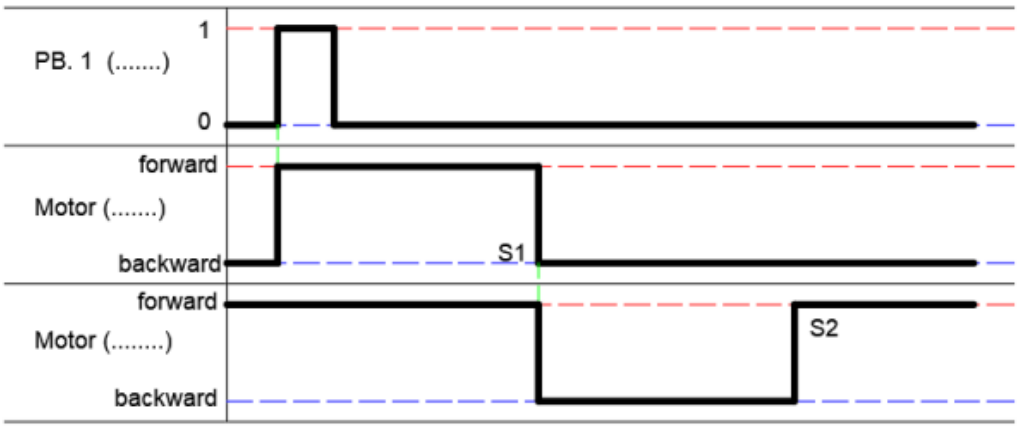
กำหนดให้	S1	แทนด้วย	X6

Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 3.1

ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry

เรื่อง การออกแบบวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมมอเตอร์ดีซี (DC Motor)



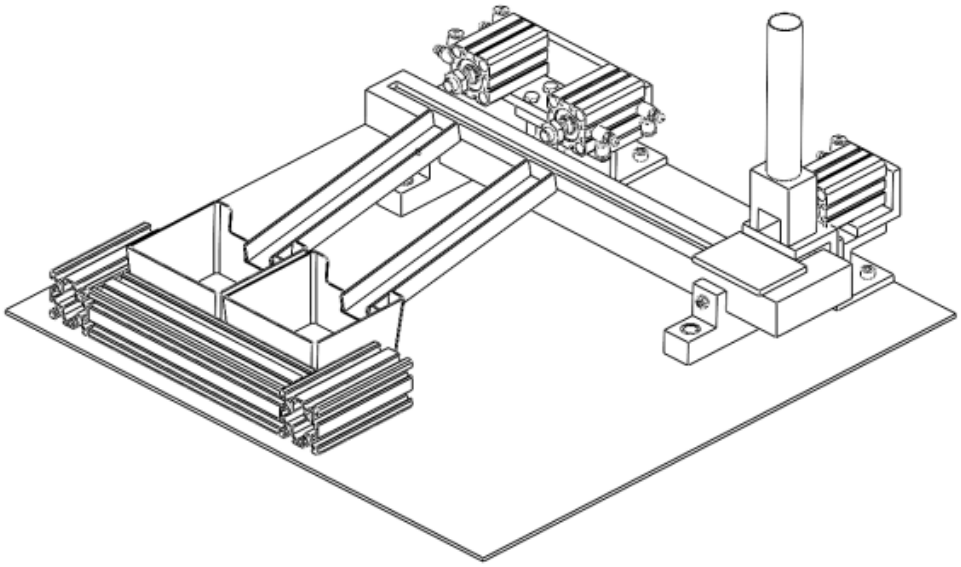
กำหนดให้	S1	แทนด้วย	X1
	S2	แทนด้วย	X2

Ladder Diagram

ใบประลองที่ Lab 4.1	
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry	
เรื่อง การออกแบบวงจรควบคุม SFC (Sequential Function Chart)	

การคัดแยกชิ้นงาน

ก่อนเริ่มการทำงานหลอดไฟสีเหลืองจะกระพริบจนกว่าจะทำการกดปุ่มเพื่อเริ่มการทำงาน เมื่อกดปุ่มแล้วหลอดไฟสีเขียวจะติดค้าง ชิ้นงานจะถูกผลักจากกระบอกสูบ 1 เข้ามาบนรางเลื่อน และเคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อนไปยังตำแหน่งกระบอกสูบที่ 2 จากนั้นกระสอบสูบที่ 2 ผลักชิ้นงานผ่านรางชิ้นงานไปยังกล่องเก็บ จากนั้นรางเลื่อนจะกลับมายังตำแหน่งกระสอบสูบที่ 1 เพื่อมาเอาชิ้นงานและเคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อนไปยังตำแหน่งกระบอกสูบที่ 3 จากนั้นกระสอบสูบที่ 3 ผลักชิ้นงานผ่านรางชิ้นงานไปยังกล่องเก็บ ในกรณีที่พบชิ้นงานที่ไม่สามารถคัดแยกได้รางเลื่อนจะเคลื่อนที่ไปจนสุด หลอดไฟสีแดงกระพริบและBuzzer จะทำงานจนกว่าจะกดปุ่ม Reset



ใบประลองที่ Lab 4.1	
ชื่อวิชา 020123266 : Automation and control systems for manufacturing industry	
เรื่อง การออกแบบวงจรควบคุม SFC (Sequential Function Chart)	

Sequential Function Chart

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึก

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

ชื่อปริญญานิพนธ์ : **ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC**
Experimental material sorting system, controlled by PLC.

ชื่อนักศึกษา **:** นายชัชวาลย์ เพทธิ
นายเจษฎา พานทองคำ

รหัสประจำตัว : 6402012520010
6402012520184

สาขา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ

คณะ : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC
สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

ชื่อผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ : นายชัชวาลย์ เพธิโส
นายเจษฎา พานทองคำ
นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตสาขาวิศวกรรม
การผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง

คำชี้แจง

การประเมินคุณภาพเรื่อง ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC นักศึกษาสาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ฉบับนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมินคุณภาพ เรื่อง ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก
ระดับ 3 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 2 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินด้านวิศวกรรมตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: .....

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: .....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC

รายการ	**ระดับคุณภาพ**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีคุณภาพ					
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีคุณภาพ					
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน					
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานของเครื่องมีความเหมาะสม					
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีคุณภาพ เข้าใจง่าย					
2.2 มีความปลอดภัยในการทำงาน					
2.3 การหยิบจับชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
2.4 ความสะดวกในการใช้งาน					
2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้					
2.6 ชุดฝึกเหมาะสมกับการเรียนการสอน					
2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน					
3. ด้านการบำรุงรักษา					
3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด					
3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้					
3.3 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย					
3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	**ระดับคุณภาพ**				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน					
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน					
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีคุณภาพ					
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน					
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

( )

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาคผนวก ค
หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 7104.1/543

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ชิตพล มังคลากุล

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/544

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณปริญญา คุ้มมา

ด้วยนายชัชวาลย์ เหธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/560

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

14 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณธวัชชัย กันทะถ้ำ

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/545

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณกิตติ ใจเย็น

ด้วยนายชัชวาลย์ เพชิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/546

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณกิตติ นามะคต

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/547

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณยงยุทธ นามะคต

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ที่ อว 7104.1/548

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณภิมธ์ณิชาภัคส์ ขุมพิมาย

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึก โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261
email : tm-admin@fte.kmutnb.ac.th

ภาคผนวก ง
หนังสือเชิญเป็นกรรมการสอบ

ที่ อว 7104.1/566

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 13.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261

ที่ อว 7104.1/567

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน อาจารย์ชิตพล มังคลากุล

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 13.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261

ที่ อว 7104.1/568

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน คุณปริญญา คุ้มมา

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 13.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261

ที่ อว 7104.1/569

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ดร.วิษณุ เลิศจันทรางกูร

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 13.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261

ที่ อว 7104.1/570

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ว่าที่ ร.ต.พศิน มัชฌิมา

ด้วยนายชัชวาลย์ เพธิโส รหัสนักศึกษา 64-020125-2001-0 และนายเจษฎา พานทองคำ รหัสนักศึกษา 64-020125-2018-4 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 13.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. 02-555-2000 ต่อ 3207, 3290
โทรสาร 02-587-8261

ภาคผนวก จ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นาย ชัชวาลย์ เพธิโส

ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC

สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่อยู่ : 90/59 หมู่ 8 หมู่บ้าน ประภัสสรแกรน์วิลล์ 25 ต.บางนาง อ.พานทอง จ.ชลบุรี20160

เบอร์โทรศัพท์ : 0929671170

อีเมล : s6402012520010@email.kmutnb.ac.th

ประวัติการศึกษา :

ระดับประถมศึกษา	:	โรงเรียนอนุบาลบ้านเพียมิตรภาพที่ 138
ระดับมัธยมต้น	:	โรงเรียนวัดศรีประชาราม
ระดับ ปวช.	:	วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก(อี.เทค)
ระดับ ปวส.	:	วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก(อี.เทค)
ระดับปริญญาตรี	:	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นาย เจษฎา พานทองคำ
ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกเครื่องคัดแยกวัสดุ ควบคุมด้วย PLC
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่อยู่ : 66/4 หมู่ 1 ตำบล บ้านครัว อำเภอ บ้านหมอ จังหวัด สระบุรี 18270
เบอร์โทรศัพท์ : 0935800534
อีเมล : s6402012520184@email.kmutnb.ac.th
ประวัติการศึกษา : ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนแสงทวีปวิทยา
ระดับมัธยมต้น : โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล”
ระดับ ปวช. : วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
ระดับ ปวส. : วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
ระดับปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ