ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

นายดนัย จันทร์อรุณ
นายธนกฤต นนท์กระโทก
นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2566
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

โดย นายดนัย จันทร์อรุณ

นายธนกฤต นนท์กระโทก

นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

_____หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

_____ประธานกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ชิตพล มังคลากุล)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิษณุ เลิศจันทรางกูร)

_____กรรมการ

(อาจารย์ ปริญญา คุ้มมา)

_____กรรมการ

(ว่าที่ รต. พศิน มัชฌิมา)

ชื่อ : นายดนัย จันทร์อรุณ
นายธนกฤต นนท์กระโทก
นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์
ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง
ปีการศึกษา : 2566

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC จำนวน 2 เครื่องและเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ปัจจุบันอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศไทยได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมต่างๆนำเครื่องจักรเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้งานมากขึ้น จึงควรทำให้เครื่องจักรเทคโนโลยีรอบตัวเราทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่นการนำแขนกลมาใช้สำหรับป้อนชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรกล

โครงงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ทางผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดสร้างชุดฝึกดังกล่าวขึ้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แขนกลอัตโนมัติยึดกับโต๊ะขนาดกลางมีล้อเคลื่อนย้ายไปมาสะดวก ด้านบนเป็นแขนกลหรือกระบอกสูบลมและมีแผงควบคุมการทำงานอยู่ด้านล่าง แขนกลขับเคลื่อนด้วยระบบนิวแมติกส์ และควบคุมด้วยชุดโปรแกรมPLC การทำงานหลักๆของชุดฝึกแขนกลนี้คือการหยิบจับชิ้นงานจากจุดหนึ่ง นำไปวางอีกจุดหนึ่ง โหมดการทำงานสามารถเลือกได้โดยการควบคุมด้วยมือหรือควบคุมแบบอัตโนมัติ และยังสามารถใช้ฝึกเขียนวงจรควบคุมไฟและกระบอกสูบลมได้อีกด้วย

(ปริญญานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 104 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติ

_____อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

Name : Mr. Danai Janarun
Mr. Thanakit Nonkratok
Ms. Theeranat Kusaram
Project Title : Automatic robotic arm training set, pneumatic system, 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 a pneumatic robotic arm controlled by PLC is intended to build a pneumatic robotic arm controlled by a PLC and to find out the suitability of the robotic arm.

Currently, various industries in Thailand have developed rapidly. It can be seen that in various industries, more technology machines are used. Therefore, technology machines around us should be able to work automatically. For example, a robotic arm is used to feed the workpiece. And remove the workpiece from the machine.

This research project presents an experimental set of automatic robotic arms controlled by PLC. The researcher has designed and built such a training set. For teaching and learning within King Mongkut's University of Technology North Bangkok, The training set is shaped like a square table. The robotic arm is at the top, and the operation panel is at the bottom. The robotic arm is driven by a pneumatic system. And controlled by a programmable PLC The main function of this robotic arm training set is to pick up the first workpiece. Take it to another place. The operating mode can be selected by manual control or automatic control. It can also be used to practice writing circuits to control lights and air cylinders.

(Total of 104 pages)

Keywords : automatic robotic arm training kit

_____ Project Advisor

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกในกลุ่มทั้งสามคน ที่ส่งกำลังกายและกำลังใจในการทำงาน เพื่อมุ่งหวังให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์แบบ และเกิดประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด ซึ่งคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาไม่มากก็น้อย ทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งคอยชี้แนะให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ มาโดยตลอด อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างมาก

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่า การทำงานในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ จะมีส่วนที่ทำให้ผู้สนใจในเรื่องชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ได้ศึกษาและค้นคว้าเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ อนึ่งจุดบกพร่องของการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับข้อเสนอแนะและหลักการปฏิบัติเพื่อนำไปปฏิบัติการทำงานต่อไป

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่มอบความห่วงใยและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา และที่ขาดไม่ได้เลยขอบคุณน้องๆทุกคนไม่ว่าจะเป็น นายเจษฎา พานทองคำ(น้องปลื้ม) นายชัชวาล เพธิโส(น้องปอปอ) นายภานุทัตต์ แก้วพิชัย(น้องพี) นายรวิภาส ผิวเกลี้ยง(น้องทีม) นายเริงฤทธิ์ แท่นงาม(น้องเฟิร์ส) ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดมา

นายดนัย จันทร์อรุณ
นายธนกฤต นนท์กระโทก
นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 คำจำกัดความ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต	5
2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	5
2.3 ระบบแขนกลเบื้องต้น	11
2.4 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatics System)	17
2.5 Programable Logic Controller (PLC)	33
2.6 Sensor ตรวจจับวัตถุ	43
2.7 อุปกรณ์หยิบจับในระบบนิวแมติกส์	46
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย	52
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	53
3.3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	54
3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล	61
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC 63

4.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC 65

บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย 69

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 70

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย 71

บรรณานุกรม 72

ภาคผนวก ก 74

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย 75

ภาคผนวก ข 79

หนังสือเชิญผู้เชียวชาญ 80

แบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 89

ภาคผนวก ค 98

หนังสือเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ 99

ประวัติผู้วิจัย 104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต	5
2-2	อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน	23
2-3	วาล์วควบคุมทิศทาง	25
2-4	วาล์วควบคุมการไหล	26
2-5	สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์	28
2-6	การเปรียบเทียบระบบรีเลย์กับระบบ PLC	34
2-7	ตัวอย่างของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตแบบสภาวะตรรกะ	39
2-8	อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสฐานสอง	41
2-9	อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก	41
2-10	เกณฑ์การเลือกใช้กริปเปอร์	49
3-1	รายการวัสดุและอุปกรณ์	56
4-1	การทดสอบการทำงาน 3 ส่วน	65
4-2	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการออกแบบชุดฝึก	65
4-3	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการทำงานของชุดฝึก	66
4-4	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก	67
4-5	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านใบงานการประลอง	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ส่วนประกอบของระบบควบคุมและการใช้งาน	6
2-2	กราฟสัญญาณอนาล็อกสู่ดิจิตอล	9
2-3	ผังแสดงความสำคัญของ Hard–Wire และ Programmable	10
2-4	การหยิบหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยแขนกล	13
2-5	การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้แขนกล	14
2-6	การคัดแยกขนาดไข่ไก่โดยใช้แขนกล	14
2-7	แขนกลในด้านการแพทย์	15
2-8	แขนกลในด้านการทหาร	15
2-9	หุ่นยนต์ในด้านการบริการ	16
2-10	แขนกลในงานเกษตร	16
2-11	มอเตอร์ไฟฟ้า	17
2-12	เครื่องอัดอากาศ	17
2-13	เครื่องระบายความร้อนลมอัด	18
2-14	ตัวกรองลมหลัก	18
2-15	เครื่องจำกัดความชื้น	19
2-16	วาล์วควบคุมทิศทางลม	19
2-17	วาล์วบังคับความเร็ว	20
2-18	โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	20
2-19	มอเตอร์ลม	21
2-20	สายลม	22
2-21	ข้อต่อลม	22
2-22	อุปกรณ์เก็บเสียง	22
2-23	เทปพันเกลียว	23
2-24	Programmable Logic Controller	33
2-25	แผนที่หน่วยความจำ (Memory Map) อย่างง่าย	38
2-26	Proximity sensor แบบเกลียว	44
2-27	Proximity sensor แบบสี่เหลี่ยมตัวตรวจจับอยู่ด้านบน	44
2-28	Proximity sensor แบบสี่เหลี่ยมตัวตรวจจับอยู่ด้านหน้า	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2-29	โฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์(Photoelectric sensor)	45
2-30	รีดเซ็นเซอร์ (Reed sensor)	45
2-31	อุปกรณ์หยิบจับ กริปเปอร์ (Gripper)	47
2-32	หลักการทำงานของกริปเปอร์	47
2-33	สัญลักษณ์อุปกรณ์หยิบจับขนานปกติเปิดและปกติปิด	48
2-34	กริปเปอร์แบบขนาน (Parallel gripper)	48
2-35	กริปเปอร์เชิงมุม (Angular gripper)	48
2-36	กริปเปอร์ 3 นิ้ว	49
3-1	ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC	55
3-2	แบบ3มิติของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC	56
3-3	ฐานวางชุดฝึก	57
3-4	ประกอบกระบอกสูบเข้ากับฐานวางชุดฝึก	57
3-5	ติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม	58
3-6	ติดตั้ง DB25 SUB ติดตั้ง Solenoid Valve	58
3-7	ติดตั้งเต้ารับและเทอร์มินอลและ Power Supply	58
3-8	การเดินสายไฟและท่อลม	59
3-9	ฐานวางชิ้นงาน	59
3-10	โปรแกรม GX Works2	59
3-11	ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	61
4-1	ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC	63
4-2	คู่มือการใช้งานชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC	63
4-3	ใบเนื้อหาวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต	64
4-4	การทดสอบแผงควบคุม	64
4-5	การทดสอบกระบอกสูบลม	64
4-6	การทดสอบแขนกล	65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งที่มีระบบที่มีการใช้เครื่องจักรให้ทำงานแทนมนุษย์โดยสามารถทำงานได้อย่างหลากหลาย ต่อเนื่อง สามารถทำงานแบบเดิมซ้ำๆกันตลอดเวลา งานที่ต้องการความแม่นยำ หรือจะเป็นงานที่เสี่ยงอันตรายในด้านสารเคมีและด้านพื้นที่เสี่ยง โดยในปัจจุบันแขนกลมีวิวัฒนาการและก้าวหน้าอย่างหลากหลาย โดยได้เข้ามามีบทบาทมากมายในชีวิตของมนุษย์ช่วยดูแลในเรื่องคุณภาพชีวิต การบริการ การแพทย์ การเกษตร การทหาร หรือแม้กระทั้งการประยุกต์แขนกลทางไปใช้ทางด้านศิลปะ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีการนำเอา PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรในการผลิต หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะทำให้ ขบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงและได้งานที่มีคุณภาพ การนำเอา PLC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถลดงานของคนงานได้ ทำให้ช่วยลดการจ่ายในการผลิตได้ เนื่องจากการควบคุมการทำงานเครื่องจักร หรือสายการผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอนโดยมีการทำงานเป็นวัฏจักรหรือวนซ้ำไปมา เหมือนเดิมอย่างแม่นยำมีความต้องการเป็นอย่างมากทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ถ้าจะใช้แรงงานคนจะไม่ค่อยเหมาะสม เพราะคนมีความเมื่อยล้าจึงส่งผลต่อความแม่นยำในแต่ละรอบไม่เท่ากัน หรือความแม่นยำในการทำงานอาจจะลดลงเมื่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น PLC จึงเป็นคำตอบที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการการทำงานของเครื่องจักรเป็นลำดับขั้นตอนที่มีความแม่นยำทุกรอบการผลิตเท่ากัน เนื่องจากไม่มีความเมื่อยล้าในการทำงานเหมือนแรงงานคน จากที่กล่าวมาคุณสมบัติของโปรแกรม PLC มีความสำคัญต่อโรงงานอุตสาหกรรม แต่กลับเห็นได้ว่า การเรียนการสอนของโปรแกรม PLC ยังมีน้อยมากสำหรับวิศวกรสาขาเครื่องกล ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการสร้างชุดฝึกแขนกลโดยใช้ PLC ใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตนั้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้อย่างเข้าใจถ่องแท้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีชุดอุปกรณ์สาธิตการทดลองในการฝึกทักษะการเรียนรู้การต่อวงจร การออกแบบวงจรและการเขียนโปรแกรมควบคุม ผู้วิจัยเห็นความสำคัญ

และดำเนินการจัดทำชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ที่ประกอบไปด้วย ใบประลอง นักศึกษาที่ได้ทดลองใช้เครื่องนี้หรือจบจากวิชานี้แล้วจะได้รับความรู้ มีทักษะในการทำงานที่ถูกต้องและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาโดยแขนกลยึดกับโต๊ะขนาดกลางมีล้อ สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้อย่างสะดวกเหมาะกับการเรียนการสอน

1.3.2 ชุดฝึกแขนกลสามารถใช้ฝึกทักษะการออกแบบโปรแกรมควบคุม ในการจำลองการทำงานของเครื่องต่างๆ ตามคำสั่งในใบประลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต ออกแบบและสร้างขึ้นมาโดยแขนกลยึดกับโต๊ะขนาดกลางมีล้อ สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้อย่างสะดวกเหมาะกับการเรียนการสอน สามารถใช้ในการเรียนการสอนกับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.2 สามารถฝึกเขียนโปรแกรมการใช้งาน PLC ควบคุมการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.4.3 พัฒนาทักษะการออกแบบแขนกลด้วยระบบ PLC

1.5 คำจำกัดความ

1.5.1 แขนกล หมายถึง แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้งานในวงการอุตสาหกรรมการผลิต ได้ถูกนำมาใช้แทนแรงงานมนุษย์ในงานที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง งานที่ต้องทำซ้ำๆกันตลอดเวลา งานที่หนักและยากเกินที่มนุษย์จะทำไหว มนุษย์สามารถทำงานได้ทุกอย่างแต่ข้อจำกัดของมนุษย์ไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน จะเกิดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า จึง

ต้องมีการพักผ่อน หากทำงานในที่อันตรายเกี่ยบกับสารเคมีที่เป็นพิษ ถ้าป้องกันไม่ดีก็จะมีผลต่อสุขภาพได้ เมื่อเป็นข้อจำกัดอย่างนี้ หุ่นยนต์ก็จะเข้ามามีบทบาทในการทำงานดังกล่าว และข้อดีของการที่มีหุนยนต์หรือแขนกลทำงานแทนคนนั้นนอกจากที่กล่าวไว้แล้ว ประสิทธิภาพการทำงานก็จะดีขึ้น มีความแน่นอน แม่นยำ สามารถทำงานผลิตได้โดยไม่ต้องพัก จำนวนชิ้นงานก็จะมากขึ้น

1.5.2 PLC (Programmable logic Control) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจจับหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นได้ตัวอย่างเช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์เอกสาร(Printer) ซึ่งในปัจจุบัน นอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว ตัวเดียวได้แล้ว ก็ยังสามารถเชื่อมต่อกับPLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกันได้ เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าPLC นั้นมีประโยชน์และมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้อย่างหลากหลาย โรงงานอุตสาหกรรมทั้งขนาดเล็กไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC กันมากขึ้น การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่นๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบมากกว่าการใช้งานของระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นที่จะต้อง Hard-Wired หรือการเดินสายไฟฟ้า ฉะนั้นเมื่อจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ก็จะต้อง Hard- Wired ใหม่ ซึ่งจะทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่าย แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC การที่เราจะเปลี่ยนกระบวนการการผลิต หรือเปลี่ยนลำดับการทำงานใหม่แล้วทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น

1.5.3 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ มีความสามารถ และมีประสบการณ์ในด้านการทำงาน หรือมีประสบการณ์การสอนวิชาทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะต้องมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี

1.5.4 ความเหมาะสม หมายถึง ความเหมาะสมของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC ที่วัดจากค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสม

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากระบวนการการผลิตในอุตสาหกรรมคือส่วนสำคัญในอุตสาหกรรม โดยการพัฒนากระบวนการการผลิตมีส่วนสำคัญ คือช่วยเพิ่มปริมาณสินค้า ประหยัดเวลา ลดของเสีย ลดต้นทุนสินค้า ซึ่งทำให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดเศรษฐกิจได้ โดยระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนากระบวนการการผลิตให้สอดคล้องขึ้น

ในการศึกษาค้นคว้าการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยได้ทำการศึกษาหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.3 ระบบแขนกลเบื้องต้น

2.4 ระบบนิวแมติกส์

2.5 Programable Logic Controller (PLC)

2.6 เซ็นเซอร์ (Sensor) ตรวจจับวัตถุ

2.7 อุปกรณ์หยิบจับในระบบนิวแมติกส์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต รหัสวิชา 020123266 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีลักษณะรายวิชาดังนี้

ตารางที่ 2-1 หลักสูตรรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

1. รหัสและชื่อ	020123266 ระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต (Automation and Control Systems for Manufacturing Industry)
2. สภาพรายวิชา	วิชาบังคับ
3. ระดับรายวิชา	ชั้นปีที่ 3
4. วิชาบังคับก่อน	020123265 วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
5. เวลาศึกษา	60ชั่วโมง เรียนตลอด15สัปดาห์ สัปดาห์ละ4ชั่วโมง และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียนเพิ่มเติม
6. หน่วยกิต	2(1-3-3)
7. คำอธิบายรายวิชา	หลักการพื้นฐานของเทคนิคการควบคุม และการประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิต การควบคุมด้วยไฮดรอลิกส์ การควบคุมด้วยนิวแมติกส์ การควบคุมด้วยกลไก การควบคุมด้วยไฟฟ้า การควบคุมแบบป้อนกลับ PLC เซ็นเซอร์แบบอนาล็อก ไบนารี่และดิจิตอลระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น อุตสาหกรรม 4.0 อุตสาหกรรมหุ่นยนต์การประลองต่างๆ ทางด้านระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ระบบควบคุมอัตโนมัติคือการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเอง เมื่อให้สัญญาณอินพุตเริ่มต้นไม่ว่าระบบนั้นจะมีการติดตั้งโปรแกรมสำเร็จในการทำงานทั้งระบบ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานในช่วงการทำงาน โดยเอาต์พุตจะมีคุณสมบัติเป็นไปตามอินพุตด้วยตัวของมันเอง ตัวอย่างลักษณะของการควบคุมอัตโนมัติอย่างง่ายๆ ก็คือเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเครื่องปรับอากาศนั้นเอาต์พุตก็ คือ ระดับอุณหภูมิที่ต้องการซึ่งต้องควบคุมด้วยอุปกรณ์หรือส่วนประกอบภายในระบบนั้นเองแทนที่ผู้ใช้จะคอยเปิดเครื่องปิดเครื่องเพื่อรักษาอุณหภูมิเอง ระบบควบคุมอัตโนมัติก็จะทำการควบคุมให้ระดับอุณหภูมิคงที่และเหมาะสมเอง

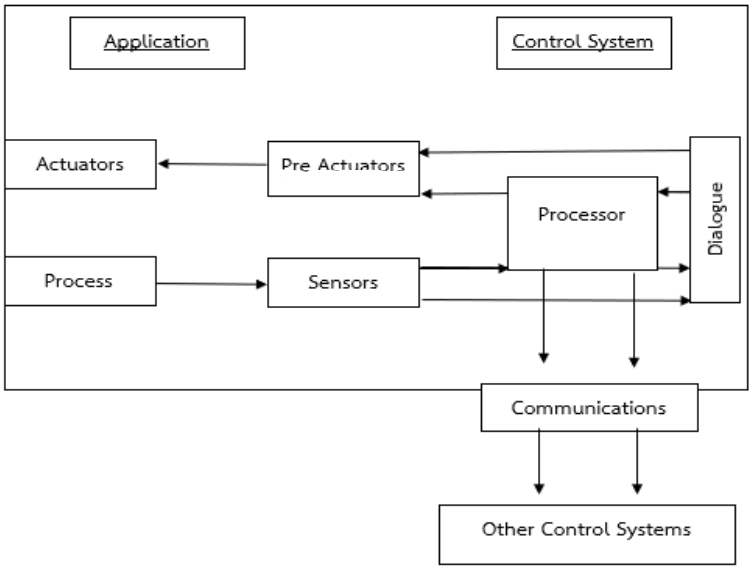
2.2.1 โครงสร้างระบบอัตโนมัติในการใช้งาน

2.2.1.1 การแยกระบบควบคุม และส่วนประยุกต์ใช้งานโดยทั่วไป ระบบอัตโนมัติประกอบด้วย 2ส่วนคือ ส่วนประยุกต์ใช้งาน หรือ Operative Unit และ ระบบควบคุมใช้คู่กับส่วนประยุกต์ใช้งาน

2.2.1.1.1 ส่วนประยุกต์ใช้งาน จะขึ้นอยู่กับงานและวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปประกอบด้วยเครื่องมือโดยจะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิต เช่น โมลด์ พั๊นช์ การกดและการเชื่อม ส่วนที่ใช้กระตุ้นสำหรับขับหรือควบคุม เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับปั๊ม กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สำหรับปิดโมลด์ และกระบอกสูบนิวแมติกส์ เพื่อขับหัวประทับตรา

2.2.1.1.2 ระบบควบคุม จะส่งข้อมูลไปยังหน่วยประยุกต์การใช้งาน และจะส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุมโดยจะมีโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม ซึ่งเป็นพื้นฐานในการอ้างอิงและเป็นจุดสำคัญ ระบบควบคุมที่ใช้สำหรับโต้ตอบ 3 แบบด้วยกัน

- การโต้ตอบโดยใช้เครื่องจักร การควบคุมที่ใช้ ได้แก่ มอเตอร์ กระบอกสูบต่างๆ วาล์วควบคุม การควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของก้านสูบหรือการหมุนของมอเตอร์ ระบบการป้อนสัญญาณโดยใช้เซ็นเซอร์ รายงานในทุกขั้นตอนของตัวเครื่องจักร
- การติดต่อระหว่างบุคคลกับเครื่องจักร ในการควบคุมปรับปรุงและดูแลเครื่องจักรนั้น ผู้ควบคุมจะรับข้อมูลย้อนหลัง
- การติดต่อระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร เครื่องจักรโดยทั่วไปมีวิธีการควบคุมได้หลายระบบ ซึ่งบางครั้งสามารถใช้ร่วมกันในการติดต่อระหว่างตัวควบคุมในระบบได้



ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบของระบบควบคุมและการใช้งาน
(ที่มา ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. ชุดทดลองแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติก. 2543)

2.2.1.2 ส่วนประกอบของระบบควบคุมและการใช้งาน ในระบบการควบคุมหน่วยความจำ รวบรวมข้อมูล จากตัวเซ็นเซอร์และจะส่งเข้าสู่ส่วนขับต่อไป ในตอนต่อไปจะเป็นความรู้เกี่ยวกับส่วนสำคัญที่ออกแบบเพื่อควบคุมระบบอัตโนมัติ นั่นคือหุ่นยนต์ และแขนกลตามลำดับ

2.2.2 ส่วนกระตุ้นและส่วนถูกขับ

2.2.2.1 ส่วนกระตุ้นทางไฟฟ้า คือการให้พลังงานไฟฟ้าแก่เครื่องจักรโดยตรง ได้แก่การปรับ หรือควบคุมความเร็วมอเตอร์ วาล์วควบคุมอัตราการไหล ตัวแผ่ความร้อน โซลินอยด์ แม่เหล็กไฟฟ้า หัวเชื่อมอัลตราโซนิค หัวกัดเลเซอร์ ส่วนตัวขับได้แก่คอนแท็กหลัก และตัวปรับความเร็ว

2.2.2.2 การขับเคลื่อนโดยระบบนิวแมติกส์ โดยใช้ลมอัดถ่ายเข้าสู่เครื่องจักรโดยตรงง่ายต่อการใช้งานและปรับแต่ง โดยมีรูปร่างหลายแบบ กระบอกสูบนิวแมติกส์ทำให้เกิดการส่งถ่ายแรง ทำให้เกิดการจับยึด การทำเครื่องหมาย การประกอบขึ้นรูป โดยวาล์วควบคุมจะเป็นตัวกระตุ้น โดยใช้สัญญาณลมมาควบคุมหรือใช้ไฟฟ้า ถ้าเป็นแบบโซลินอยด์

2.2.2.3 การขับเคลื่อนโดยระบบไฮดรอลิกส์ เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ หรือไฮดรอลิกส์มอเตอร์ เพราะจะต้องใช้ความดันไปควบคุมเครื่องจักรมีหลักการใช้คล้ายกับนิวแมติกส์ แต่จะใช้งานที่ต้องการแรงอย่างมาก หรือต้องการเคลื่อนที่แบบช้าๆ เช่นการป้อนฟีดเครื่องมือตัด

2.2.2.4 เซ็นเซอร์ มีไว้เพื่อเป็นตัวป้อนสัญญาณ เพื่อควบคุมขั้นตอนการเคลื่อนที่ของตัวขับ หรือผลของการกระทำของมัน โดยจะบอกถึงตำแหน่ง ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล สัญลักษณ์ แรงและความเร็ว ตำแหน่งต่างๆ ของเซ็นเซอร์มักจะอยู่ดังนี้

2.2.2.4.1- ตำแหน่งสวิตช์หรือคอนแท็คเตอร์

2.2.2.4.2- ตัวคอนแท็คเตอร์เดี่ยว

2.2.2.4.3- ตัวถอดรหัสการเคลื่อนที่

2.2.3 หน่วยประมวลผล

รูปแบบของหน่วยประมวลผลในอุตสาหกรรม มีความทันสมัยมากขึ้น รวดเร็วกว่าเดิม ในอดีตไม่สามารถทำให้เกิดการอ่อนในการใช้งาน แต่ในปัจจุบันโปรแกรมควบคุมสามารถทำให้อ่อนตัวเข้ากับงานได้กว้างขึ้น และปรับปรุงให้มีความยุ่งยากในการทำงานน้อยลง

2.2.4 วิธีการบรรยายคุณสมบัติของระบบอัตโนมัติ

ในการออกแบบโครงสร้างและการควบคุมของระบบอัตโนมัตินั้นจุดสำคัญขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือและภาษาที่มีมากมายทั้งสัญลักษณ์ต่างๆ หรือกราฟฟิกที่มีอยู่อย่างมาก สำคัญมากที่จะเข้าใจถึงกรรมวิธีในการกำหนดปัญหาที่ชัดเจนและรวบรัด ในตอนนี้อธิบายอย่างชัดเจนถึงสเปกและเครื่องมือที่ใช้ในการใช้โปรแกรมสำหรับระบบอัตโนมัติ

2.2.4.1 การเขียนบรรยายถึงคุณสมบัติของระบบอัตโนมัติ

เราสามารถกำหนดว่าระบบอัตโนมัติแบบใดถึงจะเหมาะสมกับภาษา วัตถุประสงค์ และการเริ่มต้นทำงาน ต่อไปจะเป็นตัวอย่างที่แสดงถึงโอกาสและข้อจำกัดต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของลักษณะที่เราต้องยึดไว้ วิธีการเขียนบรรยายจะยุ่งยากขึ้นถ้ามีขั้นตอนการทำงานที่ทำให้มีรูปร่างยากๆ และจะทำให้ระบบมีคุณสมบัติที่พิเศษขึ้น โดยทำให้ต้องมีการใช้สัญลักษณ์และเครื่องมือที่มีรูปร่างที่จะต้องประกอบเข้ากันได้อย่างดี

2.2.4.2 การใช้สัญลักษณ์ในการบรรยาย ลักษณะในระบบอัตโนมัติ

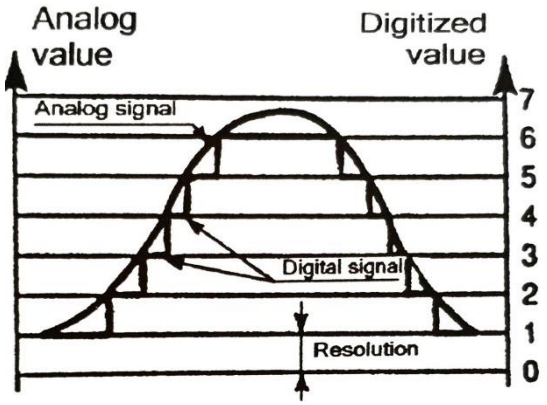
การใช้หลักการอ้างอิงในระบบอัตโนมัตินั้นมีมากมายหลายแบบมันง่ายมากที่จะอธิบายถึงคุณสมบัติต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีของบูลีน โดยมีตัวแปร 0:1 เท่าที่ใช้ตัวเซ็นเซอร์ที่มีใช้นั้นมี 2ขั้นตอนในการทำงานคือ เปิดหรือปิดสัญญาณไฟฟ้า หรือลมนั้นจะทำให้เกิดสภาวะต่างๆกันที่ 0:1 ถ้าการวัดนั้นเป็นแบบอนาล็อก และสัญญาณนั้นมีการแปรผันอยู่เรื่อยๆ เช่น การยึดงานโดยใช้สูบ A ค่าที่ได้ออกมานั้นจะถูกถ่ายทอดออกมาในแต่ละครั้งนั้นจะไม่ถูกต้อง

2.2.4.2.1 การใช้ลอจิกฟังก์ชัน ทฤษฎีของบูลีนสามารถนำมาใช้ในการเสนอและควบคุมตัวแปรอ้างอิงต่างๆได้ตัวอย่างฟังก์ชันง่ายๆได้แก่ AND , OR และ NOP ในระบบอัตโนมัติที่บรรยายไว้ก่อนหน้านั้นสามารถเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็ว คือ c. AND .d=1 หรือ c.d=1 ทฤษฎีของบูลีนนั้นยุ่งยากในการรวมกัน

2.2.4.2.2 การรวมฟังก์ชันและจัดลำดับ ถ้าเรามองดูระบบควบคุมทั่วไปมีส่วนประกอบคือตัวรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์เพื่อใช้ในการอ้างอิงของสัญญาณขาเข้า ตัวส่งสัญญาณเข้าสู่เครื่องจักร และควบคุมโดยมีสัญญาณออกเป็นตัวอ้างอิง เมื่อต้องการรวมค่าตัวแปรที่ตรงกันเพื่อให้ออกที่เอาต์พุตตัวเดียวกัน เราเรียกว่าการรวม (Combinational) สามารถทำได้ง่ายในรูปของ Logic ได้อย่างรวดเร็ว อีกมุมหนึ่งเมื่อสถานะของตัวแปร Out Put จะขึ้นอยู่กับปัญหาที่เรียกว่า Subclinical

2.2.4.2.3 ตัวแปรที่เป็นดิจิตอล ในกรรมวิธีส่วนใหญ่ทั่วไป นิยมใช้ตัวแปรแบบอนาล็อก เช่นความดัน อุณหภูมิ หรือการเคลื่อนที่ซึ่งจะใช้การวัดทางเทคนิคได้2ทาง

- ใช้สัญญาณอนาล็อกเพียงอย่างเดียว
- ใช้การเปลี่ยนจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล



ภาพที่ 2-2 กราฟแสดงสัญญาณอนาล็อกสู่ดิจิตอล

(ที่มา ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. ชุดทดลองแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติก. 2543)

2.2.5 Hard – Wire และโปรแกรมเมเบิล คอนโทรล

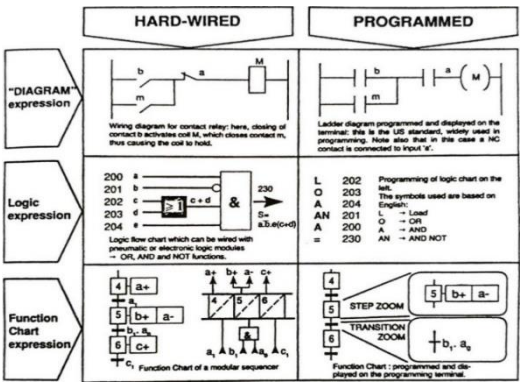
หลังจากเรียนรู้เกี่ยวกับกรรมวิธีสำหรับการอธิบายถึงการควบคุมต่างๆในระบบการทำงานอัตโนมัตินั้น มันสำคัญมากที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมด้วย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น2 กลุ่มคือ Hard-Wired Technology และ Programmable Technology

2.2.5.1 การเปรียบเทียบความสำคัญ เกี่ยวกับ Hard-Wired Technology ระบบควบคุมประกอบที่อยู่ภายใน โดยผลลัพธ์ของการควบคุมนั้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเรื่องชุด Module และทางเดินข้อมูล โดยทั้งหมดจะควบคุมด้วย Hard – Wire กับ Programmable Technology ระบบควบคุมนี้ เครื่องมือจะถูกควบคุมโดยใช้โปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่องานที่ต้องการโดยเฉพาะ ผลลัพธ์ของการควบคุมนี้ขึ้นอยู่กับตัวโปรแกรมด้วย ภาพที่2-3 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญสำหรับ Hard – Wire และ Programmable โดยมี 3 กรรมวิธีที่อธิบายดังนี้

2.2.5.1.1 คอนแท็กไดอะแกรม ใช้สำหรับ Hard – Wire และเชื่อมโยงกับ Ladder ไดอะแกรม

2.2.5.1.2 การแสดงผลทางลอจิกใช้ Function block ไดอะแกรม และทฤษฎีของบูลีน

2.2.5.1.3 Function chart อุปกรณ์ของ Hard – Wire ใช้หน่วยของอุปกรณ์และแสดงผลโดยตรงจากชุดต่อจากตัวโปรแกรม



ภาพที่ 2-3 ผังแสดงความสำคัญของ Hard – Wire และ Programmable

(ที่มา ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. ชุดทดลองแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติก. 2543)

2.2.5.2 ระบบHard – Wire มีเทคโนโลยี 3 ชนิดที่ระบบอัตโนมัติแบบ Hard – Wire

2.2.5.2.1 รีเลย์ แม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบไปด้วยหน้าคอนแท็คที่ยึดติดกับแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ทั่วไป กระแสไฟจะควบคุมได้โดยใช้ลวดที่พันอยู่บนแกนยึดเข้ากับขั้วต่อที่ต่อเข้ากับวงจร และมีตัวเซ็นเซอร์เป็นตัวควบคุม

2.2.5.2.2 นิวแมติกส์ ลอจิกโมดูล อากาศที่ถูกอัดตัวอยู่ จะถูกนำมากระตุ้นเพื่อเลื่อนลิ้นวาล์ว ลอจิก AND, OR, NON และเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือประเภท Function chart

2.2.5.2.3 แผงวงจรพิมพ์ ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่นไดโอด ทรานซิสเตอร์ IC โดยจะยึดติดกับแผงวงจรโดยจะเชื่อมต่อกันโดยใช้สายไฟ

2.2.5.3 Programmable Technology ความต้องการที่จะหาเทคโนโลยีที่ทันสมัย และง่ายต่อการใช้งาน โดยสำหรับการใช้อุปกรณ์โปรแกรมต่างๆโดยจะขึ้นกับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาตรฐานและแบบพิเศษ, Micro และ Minicomputer และ ตัว P.C. โดยความยากหรือความง่ายนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ของ Hard – Wire และ Programmable

2.2.6 ชุดตัวอุปกรณ์ Programmable สู่ระบบอัตโนมัติ

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสามารถสูงๆ ที่มีอยู่ในระบบการทำงานอัตโนมัติการที่จะหาแนวทางเพื่อเลือกอุปกรณ์นั้น จะพูดในตอนต่อไปสำคัญมากที่จะปัญหาที่เกิดขึ้นในตัวอุปกรณ์โปรแกรมระบบควบคุมทั้งแบบใช้โปรแกรมและแบบไม่ใช้โปรแกรม

2.2.6.1 โครงสร้างของ Hardware ความสามารถของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น จะแบ่งจะแบ่งเป็น 4 ส่วน

2.3 ระบบแขนกลเบื้องต้น

หุ่นยนต์หรือแขนกลในอุตสาหกรรมก็คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะพิเศษที่เป็นเครื่องจักรอัตโนมัติ(Automatic Machine) ซึ่งสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานได้หลายรูปแบบและหลายๆ ครั้งรวมทั้งสามารถปฏิบัติงานได้หลายๆ หน้าที่โดยหุ่นยนต์ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้หยิบจับ เคลื่อนย้าย วัตถุ อุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องใช้พิเศษต่างๆ โดยอาศัยการควบคุมโปรแกรมเคลื่อนที่โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่และเป็นระบบการผลิตที่สามารถเดินเครื่องสายการผลิตและควบคุมระบบผลิตได้ตามลำพังในปฏิบัติต่างๆ ในระบบอุตสาหกรรม

ระบบแขนกล (Robot Arm System) คือระบบการทำงานที่มีการใช้เครื่องจักรกลทำงานแทนทรัพยากรมนุษย์ในกรณีนี้มีลักษณะเป็นเหมือนแขนของคน ใช้สำหรับงานที่มีการหยิบจับ และเคลื่อนย้ายวัตถุ จากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง การใช้งานของระบบแขนกลเหมาะสำหรับใช้ในงานที่มีความอันตรายเกินกว่าที่ จะเสี่ยงให้มนุษย์ทำ เช่น งานหยิบจับวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงๆ รวมถึงการนำมาใช้งานที่มีรูปแบบเดิมซ้ำๆเพราะจะสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานของแขนกลให้ทำงานซ้ำแบบเดิมได้จึงไม่เป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรมนุษย์ในการทำงาน และทำให้การทำงานไวขึ้น เนื่องจากไม่มีความเหนื่อยล้าเหมือนทรัพยากรมนุษย์

2.3.1 ลักษณะของระบบแขนกล

เนื่องจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้รับการออกแบบสร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่แทนคน ดังนั้น ลักษณะการออกแบบจึงมักจะเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขน และมือ โดยปกติแล้ว มักออกแบบเป็นแขนเดียว ในบางแบบได้ออกแบบให้แขนเคลื่อนที่อยู่บนทางเลื่อนได้ อาจจำแนกโครงสร้างของหุ่นยนต์ได้ 4 แบบ

2.3.1.1 โครงสร้างคาร์ที่เซียน หรือฉาก

โครงสร้างคาร์ทีเซียน หรือฉาก (Cartesian or rectangular) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่วางไว้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน 3 ส่วน ซึ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการได้โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือโครงสร้างฉาก การเคลื่อนที่ของแกนการทำงานทั้งสามแกนจะตั้งฉากกันให้เห็นถึงหุ่นยนต์ระบบลมในงานเจาะ

2.3.1.2 โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical)

โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical) มีแขนเกาะกับแกนกลาง ซึ่งเป็นหลัก แขนนั้นสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงหมุนรอบแกน และสามารถบิดและหดได้ แขนสามารถยืดและหดได้ตามแนวแกนเสาที่รองรับ แขนสามารถขึ้นลงได้ตามระดับความต้องการ

2.3.1.2 โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical)

โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical) มีแขนเกาะกับแกนกลาง ซึ่งเป็นหลัก แขนนั้นสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงหมุนรอบแกน และสามารถบิดและหดได้ แขนสามารถยืดและหดได้ตามแนวแกนเสาที่รองรับ แขนสามารถขึ้นลงได้ตามระดับความต้องการ

2.3.1.3 โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar)

โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar) มีลำตัวที่บิดได้ มีแขนที่หมุนและยืดหดได้

2.3.1.4 โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic)

โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic) เป็นโครงสร้างที่เลียนแบบโครงสร้างของมนุษย์ ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง ข้อมือและมือโครงสร้างมนุษย์ และลักษณะการเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิกส์และระบบเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรง

2.3.2 อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนแขนกล

ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนแขนกลอยู่ 3 ชนิด คือ มอเตอร์กระแสไฟตรง นิวแมติกส์ และไฮโดรอลิกส์

2.3.2.1 มอเตอร์กระแสไฟตรง คือ อุปกรณ์ขับเคลื่อนหมุนรอบตัวเองได้ ด้วยพลังงานจากกระแสไฟตรง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้สะดวก ง่ายต่อการควบคุม และตำแหน่งแม่นยำ ปัญหาสำคัญคือ มีกำลังจำกัด และมีปัญหาในการนำหุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าไปใช้ในบริเวณที่มีวัตถุไวไฟ เช่น งานพ่นสี เป็นต้น

2.3.2.2 นิวแมติกส์ เป็นระบบที่ขับเคลื่อนทางตรง ทางโค้งหรือหมุนได้ ด้วยแรงอัดของลม เป็นอุปกรณ์ที่ราคาถูก และยุ่งยากน้อยที่สุด ปัญหาที่สำคัญอยู่ที่การควบคุมความเร็วและตำแหน่ง

2.3.2.3 ไฮโดรลิกส์เป็นระบบที่ขับเคลื่อนด้วยแรงอัดของน้ำมัน เป็นอุปกรณ์ที่ราคาแพง ให้กำลังสูง มีอุปกรณ์อยู่หลายแบบ สามารถเลือกใช้เหมาะสมกับงานได้ เช่น การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงหรือแบบหมุน เป็นต้น ระบบการควบคุมมักใช้ไฟฟ้า แต่เนื่องจากใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าน้อย และใช้กำลังไฟฟ้าต่ำมาก จึงสามารถใช้หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮโดรลิกส์กับบริเวณที่วัตถุไวไฟได้

2.3.3 มือแขนกล

มือแขนกลจะยึดติดกับส่วนของแขนกลที่เป็นข้อมือ (Wrist) ซึ่งสามารถหมุนได้อย่างอิสระ 3 แนวแกน คือแกนบิดในระนาบที่ตั้งฉากกับปลายแขน แกนเงยขึ้นลงจะหมุนในระนาบที่ตั้งฉากกับพื้น และแกนส่ายจะหมุนในระนาบที่ขนานกับแกน อย่างไรตามลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่จะทำงานเพียง 2 ทิศทางเท่านั้น เช่น แขนกลที่ใช้ในงานเชื่อม ในลักษณะที่สมมาตร จะให้ความอิสระของข้อมือเพียง 2 แกนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในกรณีงานที่ค่อนข้างยุ่งยาก อาจใช้ถึง 3 แกนข้อสำคัญของข้อมือโดยจะต้องสร้างให้มีความมั่นคง และมีน้ำหนักน้อยที่สุด

2.3.4 ระบบแขนกลในด้านอุตสาหกรรม

ในปัจจุบันแขนกลได้ถูกนำไปใช้งานที่หลากหลายมากขึ้นและไม่ได้จำกัดเฉพาะในวงการอุตสาหกรรมเท่านั้น เช่น ทางการแพทย์ งานบริการ เป็นต้น สำหรับแขนกลในงานอุตสาหกรรมเป็นอุปกรณ์หลักของระบบ Flexible Production System (FPS) ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ ง่ายในการทำโปรแกรมและปรับแต่งเพื่อให้ใช้ได้กับกระบวนการผลิตที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท แขนกลสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเฉพาะอย่างได้ เช่น การพ่นสี การเคลือบผิว การบรรจุ และการประกอบ เป็นต้น

2.3.5 การประยุกต์ใช้งานแขนกล

เนื่องจากแขนกลเพียงอย่างเดียวไม่อาจสามารถใช้งานได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานจึงขึ้นอยู่กับผู้จัดซื้อว่าจะนำแขนกลไปประกอบกันเป็นระบบอย่างไรเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ในที่นี้ สรุปวัตถุประสงค์ที่นิยมนำแขนกลไปใช้งานได้ดังนี้ซึ่งในทางปฏิบัติยังมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานแบบอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้อีกหลายอย่าง

2.3.5.1 การเคลื่อนย้ายวัตถุหรือชิ้นงาน (Pick & Place)

เป็นการนำแขนกลไปใช้งานเพื่อขนย้ายวัตถุหรือชิ้นงานจากที่หนึ่งไปวางอีกที่หนึ่ง ซึ่งการใช้แขนกลนี้จะสามารถเคลื่อนย้ายได้ตามตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและสามารถทำงานความเร็วสูงและคงที่จากรูปข้างล่างแสดงตัวอย่างในการเคลื่อนย้ายหรือหยิบชิ้นงานจากกระบะคัดแยกเอาไปวางที่สายพานลำเลียง การใช้แขนกลจะทำให้ทำงานได้รวดเร็วแม่นยำ

ภาพที่ 2-4 การหยิบหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยแขนกล

(ที่มา www.istockphoto.com)

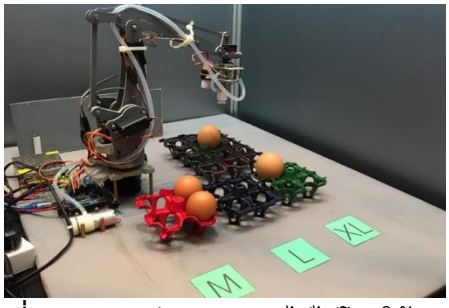
2.3.5.2 การประกอบชิ้นงาน (Assembly)

การประกอบชิ้นงานคือการนำวัตถุหรือชิ้นส่วนไปประกอบกับชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งการประกอบเข้าด้วยอาจเป็นการวางประกบเข้ากัน หรืออาจขันสกรู ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 2-5 การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้แขนกล
(ที่มา www.mreport.co.th)

2.3.5.3 การคัดแยกหรือจัดเรียงชิ้นงาน (sorting)

ชิ้นงานที่ใช้ในการผลิตอาจไม่มีความเป็นระเบียบตัวควบคุมจะสั่งให้แขนกลหยิบชิ้นงานชิ้นนั้นไปวางในตำแหน่งที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2-10 แสดงการทำงานของแขนกลกำลังคัดแยกไข่ไก่ตามขนาด

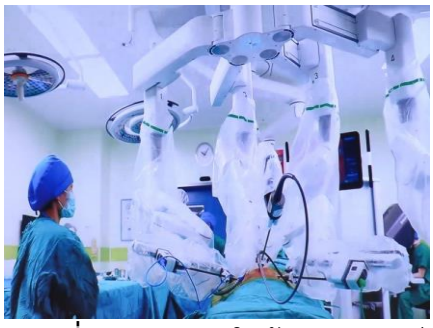


ภาพที่ 2-6 การคัดแยกขนาดไข่ไก่โดยใช้แขนกล
(ที่มา mgronline.com)

2.3.5.4 ระบบแขนกลในด้านการแพทย์

ในงานด้านการแพทย์ เริ่มนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยทำการผ่าตัดคนไข้ เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานในด้านที่มีความละเอียดสูงที่เกินกว่ามนุษย์จะทำได้ เช่น การนำเอาหุ่นยนต์มาใช้งานด้านการผ่าตัดสมอง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องการความละเอียดในการผ่าตัด หุ่นยนต์แขนกลจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการผ่าตัดในด้านการแพทย์ การทำงานของหุ่นยนต์แขนกลในการผ่าตัด จะเป็นลักษณะการทำงานของการควบคุมการผ่าตัดโดยผ่านทางแพทย์ผู้ทำการผ่าตัดอีกที ซึ่งการผ่าตัดโดยมีหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมนั้นจะเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอย่างสูง รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รวมถึงงานเภสัชกรรมที่มีบางโรงพยาบาลนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจ่ายยา การใช้ "แขนกลช่วยผ่าตัด" ถือเป็นวิธีการรักษาที่พัฒนาต่อเนื่องมาจาก "การผ่าตัดด้วยกล้อง"ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่า การสอดเครื่องมือเข้าไปผ่าตัดในร่างกายของผู้ป่วยโดยไม่ต้องเปิดปากแผลกว้าง ทำให้ร่างกายผู้ป่วยบอบช้ำน้อย มีโอกาสฟื้นตัวเร็วกลับบ้านได้เร็วกว่าการผ่าตัดแบบเปิด(Open Surgery) และหุ่นยนต์ช่วยผ่าตัดยังได้รับการพัฒนาไปอีกขั้นด้วย

เทคโนโลยีระบบภาพ 3 มิติที่มีความละเอียดสูงและมีกำลังขยายภาพอย่างน้อย 5เท่า (D High Definition : 3D HD) จากเดิมที่การผ่าตัดโดยใช้กล้องสามารถให้เพียงภาพ 2 มิติเท่านั้นในขณะที่ "แขนกล" ก็ถูกพัฒนาให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นใกล้เคียงกับ "ข้อมือมนุษย์" ที่สามารถพลิกหรือหักงอได้อย่างอิสระตามการควบคุมของศัลยแพทย์ เปรียบเสมือนมือของศัลยแพทย์ที่สามารถสอดเข้าไปทำการผ่าตัดรักษาได้ในบริเวณที่อยู่ลึกหรือที่แคบซึ่งยากต่อการเข้าถึงกว่าการผ่าตัดแบบปกติ



ภาพที่ 2-7 แขนกลในด้านการแพทย์

(ที่มา https://thebangkoktimes.com)

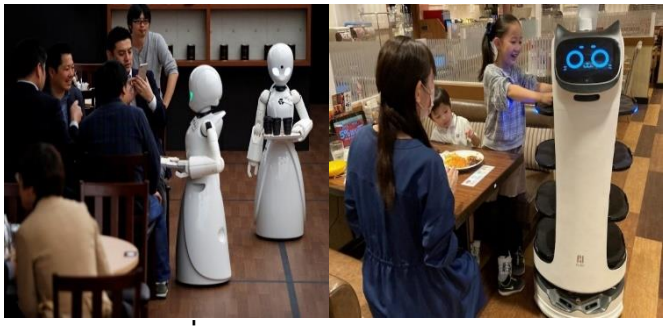
2.3.5.5 ระบบแขนกลในด้านการทหาร

สำหรับการที่จะนำหุ่นยนต์มาใช้ในงานการทหาร หรือการรักษาความสงบเรียบร้อย ในปัจจุบันนี้หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นมาในงานด้านการทหารนั้นมีมากมายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ทั้งในด้านการช่วยเหลือ ด้านการตรวจจับวัตถุระเบิด

ภาพที่ 2-8 แขนกลในด้านการทหาร

(ที่มา www.bangkokbiznews.com)

2.3.5.6 ระบบแขนกลในด้านการบริการ ทุกวันนี้แนวโน้มการใช้งานหุ่นยนต์ในภาคบริการมีโอกาสแซงหน้าหุ่นยนต์ภาคการผลิต มีองค์กรจากหลากหลายธุรกิจนำหุ่นยนต์ไปใช้ในการให้บริการ ซึ่งการนำหุ่นยนต์มาใช้นั้นเป็นการเข้ามาช่วยเหลือมนุษย์จากการทำงานที่หนักและน่าเบื่อ เช่น พนักงานยกกระเป๋าในโรงแรมที่สามารถให้บริการเช็กอิน เช็กเอาต์ และยกกระเป๋าลูกค้าไปส่งที่ห้องพัก งานส่วนนี้หุ่นยนต์สามารถทำงานแทนพนักงานบริการได้หมด และสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องเปลี่ยนกะด้วย ซึ่งถือเป็นการทุ่นแรงงานมนุษย์ ทำให้พนักงานมีเวลาทำงานที่สร้างคุณค่าให้กับองค์กรมากขึ้น อย่างไรก็ตามแม้หุ่นยนต์จะสามารถเข้ามาช่วยให้การทำงานง่ายขึ้นทั้งฝั่งผู้ให้บริการและลูกค้าที่มาใช้บริการ แต่หากมีคำถามที่ซับซ้อนและเป็นคำถามที่ไม่ตายตัวนอกเหนือจากที่สั่งการให้หุ่นยนต์จัดการ



ภาพที่ 2-9 หุ่นยนต์ในด้านการบริการ

(ที่มา www.prachachat.net)

2.3.5.7 ระบบแขนกลในด้านการเกษตร

การนำระบบแขนกลมาใช้ในการเกษตร มีการพัฒนากันในหลากหลายแขนงด้วยวัตถุประสงค์ ลดแรงงานคน ลดค่าใช้จ่าย เพิ่มขีดสามารถในการแข่งขัน เพิ่มผลผลิต โดยการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในการทำงานแทนซึ่งมีความแม่นยำ และทำงานได้ครั้งละมากๆ ไม่มีเวลาหยุดพัก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำเกษตรลดลง เมื่อเทียบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เช่นการเพาะพันธุ์และปลูกพืชต่างๆ

ภาพที่ 2-10 แขนกลในงานเกษตร

(ที่มา www.opsmoac.go.th)

2.4 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatics System)

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

2.4.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์มีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงาน ดังนี้

2.4.1.1 ชุดอุปกรณ์ผลิตลมต้นกำลังนิวแมติกส์ (Power unit) ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้งานในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วย

2.4.1.1.1 อุปกรณ์ขับ(Driving unit)ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ เครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

ภาพที่ 2-11 มอเตอร์ไฟฟ้า

(ที่มา www.ai-corporation.net)

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

ภาพที่ 2-12 เครื่องอัดอากาศ

(ที่มา www.xn--42cg4dyaair4dwb6cvfte4a.net)

2.4.1.1.3 เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat exchanger) เครื่องระบายความร้อนมักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่หล่อเย็นลมอัดให้เย็นตัวลงเนื่องจากลมถูกอัดให้มีความดันสูงทำให้อุณหภูมิสูงตามไปด้วย ถ้านำลมอัดนี้ไปทำงานโดยตรงจะสร้างความเสียหายแก่ซีลต่างๆ ของอุปกรณ์ จึงจำเป็นจะต้องลดอุณหภูมิของลมอัดด้วยเครื่องระบายความร้อนก่อนนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-13 เครื่องระบายความร้อนลมอัด

(ที่มา www.nanasupplier.com)

2.4.1.1.4 ตัวกรองลมหลัก (Main line air filter) จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองน้ำ ฝุ่นละอองสนิม เขม่า ควัน และสารประกอบประเภทเกลือที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนที่จะนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-14 ตัวกรองลมหลัก

(ที่มา www.pneu-hyd.co.th)

2.4.1.1.5 เครื่องกำจัดความชื้น (Separators) ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปะปนอยู่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำลมอัดให้เย็นลงเพื่อจะดูดเอาความชื้นออกจากลมอัด หรืออาจจะใช้สารเคมีในการขับความชื้นออกจากลมอัดก็ได้ ความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-15 เครื่องจำกัดความชื้น

(ที่มา https://upeengineering.yellowpages.co.th)

2.4.1.1.6 ถังเก็บลม (Air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บลมอัดที่ได้จากเครื่องอัดลมและจ่ายลมความดันคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวแมติกส์ป้องกันการลดลงของความดันลมอัดอย่างรวดเร็ว เมื่อลมอัดถูกนำไปใช้ในปริมาณมากภายในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ให้ความดันลมอัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งในกรณีฉุกเฉิน และทำการแยกน้ำจากลมที่ถูกอัดโดยการทำให้ลมอัดเย็นลงด้วยอากาศที่อยู่รอบๆ ถังเก็บลม ถังเก็บลมจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เกจวัดความดัน วาล์วนิรภัย และสวิตช์ความดันเป็นไปตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เหมือนกับภาชนะทนความดันอื่นๆ

2.4.1.2 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานเช่น ควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ ควบคุมแรงในการทำงาน

2.4.1.2.1 วาล์วควบคุมทิศทางทางลม (Air flow control valve) ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติกส์

ภาพที่ 2-16 วาล์วควบคุมทิศทางลม

(ที่มา www.semaxpneumatic.com)

2.4.1.2.2 วาล์วบังคับความเร็ว (Speed control valve) ทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้า โดยการปรับปริมาตรลมอัดให้ได้มากหรือน้อยตามความต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวแมติกส์

ภาพที่ 2-17 วาล์วบังคับความเร็ว

(ที่มา https://flutech.co.th)

2.4.1.2.3 โซลินอยด์วาล์ว หรือ Solenoid Valve เป็นวาล์วที่ทำงานด้วยระบบไฟฟ้าออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติที่ต้องการเปิด/ ปิดการไหลของของเหลวหรือก๊าซโดยอัตโนมัติ

ภาพที่ 2-18 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

(ที่มา https://ptl.ac.th/wp-content/uploads/9.pdf)

2.4.1.3 อุปกรณ์การทำงาน (Actuator or working component)

อุปกรณ์การทำงาน หมายถึงอุปกรณ์ที่เป็นตังเคลื่อนที่เมื่อออกแรงทำงานเช่น กระบอกสูบลม และมอเตอร์ลม

2.4.1.3.1 กระบอกสูบลม (Air cylinder) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล กระบอกสูบแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 2 ลักษณะคือ

- กระบอกสูบลมแบบทำงานทางเดียว (Single Acting Cylinder)

กระบอกสูบลมแบบทำงานทางเดียว ก้านสูบลมเคลื่อนที่ออกได้โดยแรงดันของลมที่เข้าไปดันลูกสูบ

ทางด้านรูป้อนลมโดยต้องเอาชนะแรงต้านของสปริงและความฝืดภายในกระบอกสูบ ก้านสูบเคลื่อนที่เข้าด้วยแรงของสปริงในขณะที่ระบายออกจาก Working Port

- กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder) กระบอกสูบลมประเภทนี้ก้านสูบลมเคลื่อนที่ออกและเข้าโดยใช้ลมดันทั้งสองทิศทาง ฉะนั้นใช้ได้ทั้งการออกแรงทำงานทางเดียและสองทาง เช่นใช้ในการยกสิ่งของ การเปิด-ปิดประตู การป้อนเจาะ การเลื่อนชิ้นงานเป็นต้น

2.4.1.3.2 มอเตอร์ลม (Air motor) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล ซึ่งเคลื่อนที่ในแนวหมุน เช่น มอเตอร์ลมแบบลูกสูบ มอเตอร์ลมแบบใบพัด มอเตอร์ลมแบบเฟือง

ภาพที่ 2-19 มอเตอร์ลม

(ที่มา www.mechanika.co.th)

2.4.1.4 อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (Piping system)

ระบบท่อทางในระบบนิวแมติกส์ จะมีส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดระบบท่ออุปกรณ์ในระบบท่อทางใช้เป็นท่อทางไหลของลมในระบบ เช่น ท่อส่งลมหลัก สายลม และข้อต่อชนิดต่างๆ

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

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

ภาพที่ 2-20 สายลม

(ที่มา https://thaipick.com)

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

ภาพที่ 2-21 ข้อต่อลม

(ที่มา http://www.jmtpneumatic.com)

2.4.1.4.4 อุปกรณ์เก็บเสียง (Air silencer) ทำหน้าที่กรองเสียงหรือเก็บเสียงลมอัดที่ออกจากรูระบายลมทิ้งไม่ให้มีเสียงดัง

ภาพที่ 2-22 อุปกรณ์เก็บเสียง

(ที่มา https://www.pneu-hyd.co.th)

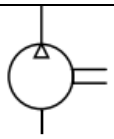
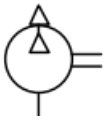
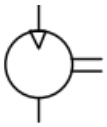
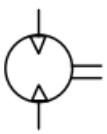
2.4.1.4.5 เทปพันเกลียว (Thread Seal Tape) มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ทำจากพลาสติกชนิด Polytetrafluoroethylene เพื่อใช้ซีลที่เกลียวท่อและข้อต่อท่อ เพื่อกันรั่วของงานระบบท่อ โดยเอาเทปพันเกลียวพันไปรอบๆ ของเกลียวตัวผู้ก่อนที่จะขันเข้าไปในเกลียวตัวเมีย

ภาพที่ 2-23 เทปพันเกลียว
(ที่มา www.kacha.co.th)

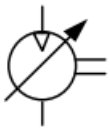
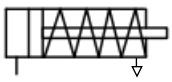
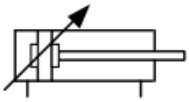
2.4.2 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์

สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นแทนสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพื่อสะดวกในการเขียนแบบ อ่านแบบ การออกแบบวงจร และการนำไปใช้งาน ตลอดจนการตรวจเช็ควงจร จะทำได้สะดวก เพราะในระบบนิวแมติกส์ถ้าจะเขียนวงจรต่างๆ ให้อยู่ในรูปของอุปกรณ์งานจริงจะทำให้เสียเวลายุ่งยากจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์งานจริง เอกสารฉบับนี้จะใช้สัญลักษณ์ของ DIN24300 และ ISO 1219 ดังนี้

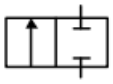
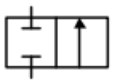
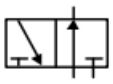
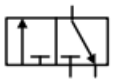
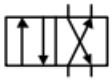
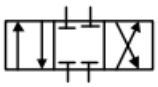
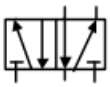
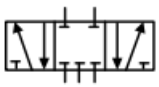
ตารางที่ 2-2 อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องอัดอากาศ
	เครื่องทำสุญญากาศ
	มอเตอร์ลมแบบหมุนต่อเนื่อง ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วไม่ได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วไม่ได้

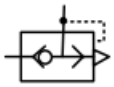
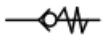
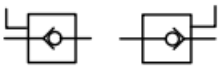
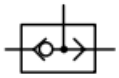
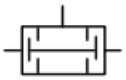
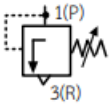
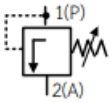
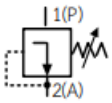
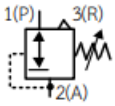
ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม แบบหมุนสลับ
	กระบอกสูบทำงานทางเดียว เคลื่อนที่กลับด้วยสปริง
	กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบเดี่ยว
	กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบสองด้าน
	กระบอกสูบทำงานสองทาง มีกันกระแทกปรับได้สองทาง

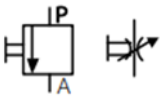
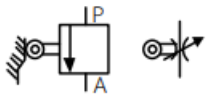
ตารางที่ 2-3 วาล์วควบคุมทิศทาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 2 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 2 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 3 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 3 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 4 ทาง 2 ตำแหน่ง
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง ปกติปิด
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลาง ระบายลม
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 5 ทาง 2 ตำแหน่ง
	วาล์วบังคับทิศทางแบบ 5 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิด

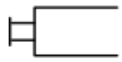
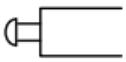
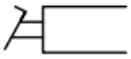
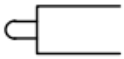
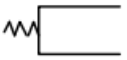
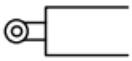
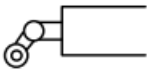
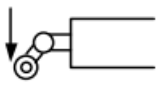
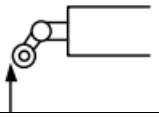
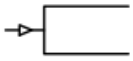
ตารางที่ 2-4 วาล์วควบคุมการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วเร่งระบายลม
	วาล์วกันกลับ
	วาล์วกันกลับ
	วาล์วกันกลับ ชนิดไพลอต
	วาล์วกันกลับสองทาง
	วาล์วความดันสองทาง
	วาล์วระบายความดัน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วจัดลำดับขั้นการทำงาน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วลดความดัน ชนิดปรับค่าได้
	วาล์วควบคุมความดัน ชนิดปรับค่าได้

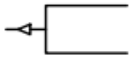
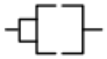
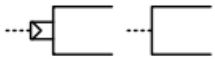
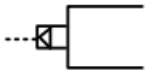
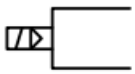
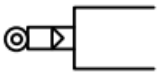
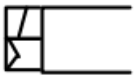
ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

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

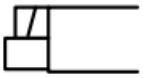
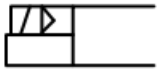
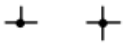
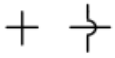
ตารางที่ 2-5 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวแมติกส์

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

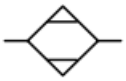
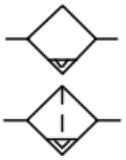
ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

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

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

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

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

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

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	อุปกรณ์ระบายความร้อน

2.4.3 ข้อดีข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

การนำลมอัดมาประยุกต์ใช้งานนั้นมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ และเพื่อการประหยัดแรงงาน โดยระบบนิวแมติกส์มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

2.4.3.1 ข้อดี

2.4.3.1.1 ลมอัดสะอาดมีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน

2.4.3.1.2 มีปริมาณมากไม่จำกัด สามารถปล่อยลมอัดสู่บรรยากาศได้ไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมหรือก่อให้เกิดอันตราย

2.4.3.1.3 การเก็บลมอัดไว้ในถัง ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ และอุปกรณ์ทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา

2.4.3.1.4 ไม่เกิดการระเบิด หรือติดไฟเมื่อเกิดการรั่วซึมทำให้ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย

2.4.3.1.5 อุณหภูมิใช้งาน สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

2.4.3.1.6 อุปกรณ์มีโครงสร้างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ราคาถูก ทนทาน ซ่อมบำรุงและดูแลรักษาง่าย

2.4.3.1.7 สามารถส่งถ่ายไปตามท่อได้ในระยะทางไกลๆ และไม่ต้องมีท่อลมกลับเพราะใช้แล้วปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้เลย

2.4.3.1.8 สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดได้โดยใช้อุปกรณ์ที่ง่ายและราคาถูก

2.4.3.1.9 อุปกรณ์นิวแมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

2.4.3.1.10 ลมอัดมีความเร็วในการทำงานสูง สามารถทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วประมาณ 1-2 เมตรต่อวินาที

2.4.3.2 ข้อเสีย

2.4.3.2.1 ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง จึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อน

2.4.3.2.2 ลมอัดเมื่อระบายทิ้งจะมีเสียงดัง รบกวนการทำงานจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง

2.4.3.2.3 ความดันของลมอัดจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ

2.4.3.2.4 ลมอัดจะสามารถทำงานได้ที่แรงขนาดหนึ่งเท่านั้น ที่ความดันใช้งานปกติ7บาร์ ขึ้นอยู่กับระยะทางและความเร็วจำกัด แรงอยู่ในช่วง20,000นิวตัน และ 30,000 นิวตัน

2.4.3.2.5 ลมอัดต้องการเนื้อที่มากด้วยกระบอกสูบจะมีขนาดใหญ่ ถ้าต้องการใช้แรงจำนวนมากๆนำไปใช้งาน

2.5 Programable Logic Controller (PLC)

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

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟหรือเรียกว่า Hard Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ที่จะต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยน กระบวนการการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดย การเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้ PLC แล้ว ยังใช้ระบบโซลิค-สเตล ซึ่งน่าเชื่อถือว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนระบบการทำงาน

ภาพที่ 2-24 Programmable Logic Controller
(ที่มา www.electric108.com)

2.5.1 ข้อดีของ Programmable Logic Controller

2.5.1.1 การแก้ไขทำได้ง่าย

2.5.1.2 ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย

2.5.1.3 ติดตั้งง่าย

2.5.1.4 ลดการเดินสายไฟควบคุม

2.5.1.5 เนื้อที่ติดตั้งน้อย

2.5.1.6 มีความน่าเชื่อถือสูงกว่า

2.5.1.7 บำรุงรักษาและซ่อมแซมง่าย

2.5.1.8 มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบระบบรีเลย์กับระบบ PLC

อุปกรณ์ควบคุม / หัวข้อ	รีเลย์	PLC
ฟังก์ชั่น	ใช้ในการควบคุมซับซ้อนได้ ถ้าใช้รีเลย์จำนวนมาก	การควบคุมซับซ้อน
การเปลี่ยนแปลงการควบคุม	เปลี่ยนได้โดยการเดินสายไฟใหม่	เปลี่ยนได้โดยการใช้โปรแกรม
ความเชื่อถือได้	เชื่อถือได้ แต่มีปัญหาเรื่องจุดต่อสายหลวม และอายุการใช้งาน	องค์ประกอบหลักคือ สารกึ่งตัวนำ จึงไม่มีปัญหาเรื่องจุดต่อสายหลวม มีความเชื่อถือสูง
ใช้งานได้อย่าเอนกประสงค์	ใช้ได้แค่งานที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเท่านั้น	ใช้งานได้เอนกประสงค์ด้วยโปรแกรม
การขยายระบบ	ทำได้ยากต้อเพิ่มอุปกรณ์ หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขใหม่	ขยายได้เรื่อยๆจนเต็มขีดความสามารถ
บำรุงรักษาง่าย	ต้องตรวจเช็คบ่อยๆและต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอายุจำกัด	ซ่อมได้โดยการเปลี่ยนส่วนประกอบ
การเข้าใจเทคนิค	มีใช้กันอย่างแพร่หลาย	ยังไม่แพร่หลาย
ขนาด	มีขนาดใหญ่	มีขนาดเล็กและไม่ใหญ่ตามความซับซ้อนของการควบคุม

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุม / หัวข้อ	รีเลย์	PLC
เวลาในการออกแบบ	ใช้เวลาเขียนโปรแกรมจำนวนมาก และต้องใช้เวลาในการประกอบและทดสอบ	ออกแบบได้ง่ายแม้จะเป็นการควบคุมที่ซับซ้อน การประกอบวงจรควบคุมทำได้ง่ายและรวดเร็ว
จุดคุ้ม	รีเลย์น้อยกว่า 10 ตัว	รีเลย์ 10 ตัวขึ้นไป

2.5.2 คอมพิวเตอร์กับ Programmable Logic Controller

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนกับคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อแตกต่างกันดังต่อไปนี้ เช่น

2.5.2.1 PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม ความร้อน การสั่นสะเทือน ระบบไฟฟ้ารบกวน เป็นต้น

2.5.2.2 การใช้โปรแกรม PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนกับคอมพิวเตอร์ PLC จะมีการตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานได้ง่าย

2.5.2.3 PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะต้องทำงานที่โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

2.5.2.4 PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อกและแบบลอจิก (ON-OFF)

2.5.3 ทฤษฎี และหลักการทำงานของ PLC

เนื่องจากปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีความต้องการในด้านต้นทุนต่ำ ความคล่องตัวและความสะดวกในการควบคุมการทำงาน เป็นผลให้มีการพัฒนาระบบโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล โดยหน่วยมาตรฐานอาศัยหลักฮาร์ดแวร์ ซีพียู และหน่วยความจำ สำหรับควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการ โดยแต่เดิมจะใช้การเชื่อมต่อวงจรรีเลย์จากโปรแกรม และประมวลผลคำสั่งทางตรรกะ PLC จะมีฟังก์ชันภายใน เช่น Timers, Counters และ Shift Registers ทำให้สามารถใช้ในการควบคุมที่ซับซ้อนได้แม้ใช้เพียง PLC ขนาดเล็ก

PLC ทำงานโดยการอ่านสัญญาณอินพุตจากกระบวนการ และนำไปประมวลผลตามคำสั่งทางตรรกะที่โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ แล้วเอาต์พุตออกไปขับอุปกรณ์ในกระบวนการ หรือเครื่องจักร

ถ้าใช้ PLC ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมได้โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขวงจร หรือเดินสายใหม่ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขเฉพาะที่โปรแกรมควบคุมหรือสั่งทางที่ป้อนไว้

2.5.4 หลักการทำงานและฮาร์ดแวร์ของPLC

Programmable Logic Controllers (PLC) มีโครงสร้างภายในคล้ายกับระบบของคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ หน่วยประมวลผล (Processing) หน่วยความจำ (Memory) และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) สถานะของอุปกรณ์ภายนอกที่รับเข้ามาทางหน่วยอินพุตจะถูกนำไปเก็บในหน่วยความจำ หน่วยประมวลผลจะทำงานตามคำสั่ง หรือโปรแกรม ที่ผู้ใช้ป้อนไว้แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ส่งออกไปควบคุมเครื่องจักรทางหน่วยเอาต์พุต

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

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

หน่วยประมวลผลของ PLC อาจประกอบขึ้นจากวงจรตรรกะหรือโปรเซอร์ ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ ON/OFF เหมือนตรรกะแล้วยังสามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก ไมโครโปรเซสเซอร์อาจมีขนาด 4 บิต 8 บิต 16 บิต จะทำงานได้เร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เพราะจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแต่ละคำสั่งมีขนาดใหญ่กว่า

การทำงานของซีพียู จะต้องป้อนสัญญาณนาฬิกา (Clock) จากอุปกรณ์ตัวอื่นคือQuartz 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 ผลดังกล่าวจะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำก่อน เมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว จึงนำผลการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายของเอาต์พุตที่ยังอยู่ในหน่วยความจำออกไปที่หน่วยเอาต์พุต ช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมดที่กล่าวมา

เรียกว่าช่วงสแกน (Scan time) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้ และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิตPLC มักจะกำหนด ช่วงเวลาสแกนตามเวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติกับโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาที ต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมตจอภาพ และ เครื่องพิมพ์ จะทำให้ช่วงเวลาการสแกนนานขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและ ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอก และควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตว่ามีมากน้อยเพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะแท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาทีได้ ถ้าใช้ PLC ดังกล่าวการควบคุมจะเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

2.5.4.2 หน่วยความจำ (Memory) หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆที่ PLC ใช้ในการประมวลผล อุปกรณ์ที่นิยมนำมาใช้ทำเป็นหน่วยความจำเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ คือRAM (Random Access Memory หรือ real / write memory) และ Programmable read-only memory หรือ EPROM และ EEPROM

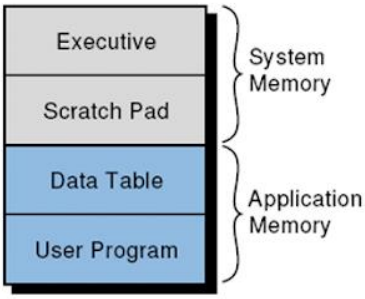
PLC แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.5.4.2.1 หน่วยความจำระบบ (System memory) เป็นส่วนที่ใช้กับโปรแกรมบริหารระบบ (โปรแกรม มอนิเตอร์) และข้อมูลของระบบ นิยมใช้ ROM PROM หรือ EPROM เพราะโปรแกรมระบบของ PLC ไม่ต้องแก้ไขใหม่

2.5.4.2.2 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 เพื่อรักษาโปรแกรมให้คงอยู่เมื่อปิดเครื่องเพื่อทำการเคลื่อนย้าย PLC หลังจากการพัฒนาโปรแกรม และทดสอบจนเสร็จสมบูรณ์แล้วอาจเก็บโปรแกรมใน PROM หรือ EPROM แทนเพราะปัจจุบันเครื่อง PLC สามารถนำโปรแกรมที่อยู่ใน RAM มาเก็บใน EPROM ได้ในตัวมันเอง

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลของ PLC (Date memory) เช่น ข้อมูลของหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และสภาวะฟังก์ชั่นภายใน คือ Timer, Counter และ Marker relay เนื่องจากข้อมูลที่กล่าวมามีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมบ่อยครั้งจึงใช้แรกเป็นตัวเก็บ และอาจใช้ Battery back-up ในการรักษาข้อมูล บางส่วนที่ต้องการเก็บไว้ในการทำงานครั้งต่อไป เนื่องจากความต้องการทราบสถานะของอินพูด และเอาต์พุตเมื่อปิดเครื่อง เพื่อให้การทำงานเมื่อเปิดเครื่องครั้งต่อไปสามารถทำงานต่อจากเดิมได้ ขนาดของหน่วยความจำ ใน PLC ขนาดเล็กมักมีหน่วยความจำ จำกัดขยายเพิ่มเติมไม่ได้ และมีความสามารถเก็บคำสั่ง 300 ถึง 1000 ลำดับคำสั่ง ซึ่งประมาณการร้อยละ 90 ของระบบควบคุมแบบไบนารี สามารถใช้คำสั่งต่ำกว่า 1000 ลำดับคำสั่ง ดังนั้นเนื้อที่ ที่เพื่อจึงเพียงพอสำหรับผู้ใช้ PLC ขนาดใหญ่ จะมีโมดูลของหน่วยความจำ เช่น ขนาด 1 กิโลไบต์ 2 กิโลไบต์ หรือ 4 กิโลไบต์ สามารถเพิ่มเข้าไปในระบบได้โดยง่าย



ภาพที่ 2-25 แผนที่หน่วยความจำ (Memory Map) อย่างง่าย

(ที่มา www.philadelphia.edu.jo/academics/mbaniyounis)

การจัดหน่วยความจำของPLC ทั้งหน่วยความจำระบบและหน่วยความจำผู้ใช้ แบ่งเป็น4ส่วน ดังภาพที่ 2-32

- Executive Memory Area เป็นส่วนที่เก็บโปรแกรมแบบถาวรและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ PLC โปรแกรมที่เก็บในส่วนนี้ เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมต่างๆในระบบ เช่น การสั่งให้ดำเนินการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียน การสื่อสารกับระบบต่างๆ และกิจกรรมภายในระบบอื่นๆ

- Scratch Pad Area หรือ System Work Area เป็นพื้นที่ในการจัดเก็บชั่วคราว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ถูกใช้โดย CPU เพื่อเก็บกลุ่มของข้อมูลที่มีขนาดเล็กๆ ระหว่างดำเนินการคำนวณและควบคุม เนื่องจาก CPU มีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลบางประเภทอย่างรวดเร็วในพื้นที่ส่วนนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้เวลามากในการรับข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก

- Data Table Area เป็นพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล (Data) ทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมควบคุม เช่น ค่าเวลาสำหรับไทม์เมอร์ ค่าตัวนับของเคาท์เตอร์ และค่าคงที่อื่นๆของตัวแปรที่ต้องใช้ในโปรแกรมควบคุมหรือ CPU และ Data Table Area นี้ก็ยังคง

สถานะข้อมูลสำหรับอินพุตระบบ (ครั้งหนึ่งที่อ่าน)และเอาต์พุตระบบ (ซึ่งครั้งหนึ่งที่ถูกเซ็ตให้ ON /OFF)

- User Program Area เป็นพื้นที่ที่เก็บคำสั่งโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้บรรจุเข้าไป และพื้นที่หน่วยความจำส่วนนี้ยังบรรจุโปรแกรมควบคุมอีกด้วย

2.5.4.3 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอก โดยรับสภาวะและ ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น ON/OFF ของสวิตช์ตำแหน่งเครื่องจักรระดับของของเหลว อุณหภูมิ ความดัน ระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้า ส่งต่อให้ PLC ต่อจากนั้นซีพียูจะใช้ค่าหรือ สภาวะจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุต เป็นข้อมูลในการประมวลผลตามโปรแกรมผู้ใช้ และส่งผลที่ได้ไปที่หน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก 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

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

ตารางที่ 2-7 ตัวอย่างของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตแบบสภาวะตรรกะ

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 และเปลี่ยนเป็นสภาวะทางโลจิกส่งไปยังซีพียู

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

- หน่วยอินพุตแบบหน้าสัมผัส (Contact input) ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ อินพุต ที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าในตัว เช่น สวิตช์ไฟฟ้า และหน้าสัมผัสรีเลย์

- หน่วยเอาต์พุตแบบ AC ทำหน้าที่รับสภาวะควบคุมจากซีพียู แล้วเปลี่ยน แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อควบคุมการทำงานของของอุปกรณ์เอาต์พุต

- หน่วยเอาต์พุตแบบ DC ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

- หน่วยเอาต์พุตแบบหน้าสัมผัส (Contact output) ทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ในการควบคุมอุปกรณ์ที่มีแรงดันไฟฟ้าของตนเอง

- หน่วยเอาต์พุตแบบ TTL ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ TTL หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

- หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ (Isolated input/output) ทำหน้าที่คล้ายกับหน่วยแบบหน้าสัมผัส แต่แยกวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดออกจากกัน

2.5.4.3.2 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข ไมโครโพรเซสเซอร์ทำให้ PLC สามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและเคลื่อนย้าย ข้อมูลที่เป็นตัวเลข หน่วยอินพุตเอาต์พุตแบบตัวเลขทำให้PLC สามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์ 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 2-8 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสฐานสอง

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

หน่วยยืน แบบนอก จากหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอกปรับระดับให้เหมาะสม และใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก ดิจิตอล (Analog to Digital Converter) เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นค่าดิจิตอลส่งให้ซีพียู หน่วยเอาต์พุตแบบอนาล็อก ทำหน้าที่รับข้อมูลจากซีพียู เปลี่ยนเป็นระบบสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลอนาล็อก (Analog to Digital Converter) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ (Register input) ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD และรหัส GRAY จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น ส่งให้ซีพียู หน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register output) ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสองเช่น รหัส BCD และรหัส GRAY จากซีพียู ส่งไปให้อุปกรณ์เอาต์พุต เช่น ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน และจอภาพ

ตารางที่ 2-9 อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก

อุปกรณ์อินพุตแบบอนาล็อก	อุปกรณ์เอาต์พุตแบบอนาล็อก
เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องวัดความดัน สเตนเกจ เครื่องวัดความชื้น เครื่องวัดอัตราการไหล เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า	วาล์วควบคุม เครื่องบันทึกสัญญาณ ระบบเซอร์โว มิเตอร์แบบต่างๆ

2.5.5 ประวัติความเป็นมาของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

2.5.5.1 ความหมายของโปรแกรมเมบิล อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่างๆ โดยที่ภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่เราสามารถต่อไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ ประวัติและความเป็นมาของPC เริ่มได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปีพ.ศ.2511 โดย Hydromantic Division ของบริษัท General Motors Corporation เพื่อใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าที่ใช้รีเลย์ ซึ่งติดตั้งดัดแปลงและแก้ไขลำบาก มาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์ และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกันกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไขการควบคุมแทน

การเดินสายเชื่อมต่อวงจร ไฟฟ้าแบบเก่าเพื่อเพิ่มความสะดวกระยะแรก PC ถูกใช้แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมเครื่องจักรที่ มีการควบคุมแบบ ON OFF เท่านั้นเนื่องจาก PC มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่ารีเลย์ ทำให้มีผู้นำ PC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นซึ่งสุธียร ได้กล่าวไว้ ดังต่อไปนี้

2.5.5.1.1 การพัฒนา PC ในช่วงปี พ.ศ.2515 ถึง พ.ศ.2517 ผู้นำไมโครโรเซสเซอร์(Microprocessor) มาใช้ใน PC ทำให้ PC เริ่มมีความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมและใช้งานสะดวกขึ้น PC สามารถทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนย้ายข้อมูลและติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ได้จอภาพหรือ CRT (Cathode Ray Tube) ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรม PC โดยใช้สัญลักษณ์ที่มีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์ที่คุ้นเคยแทนการเขียนโปรแกรมแบบเก่าที่ใช้ภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ซึ่งยุ่งยากและทำความเข้าใจลำบากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ PC ทำให้ PC มีความสามารถและขอบเขตการใช้งานกว้างขึ้น นอกจากชุดควบคุมเครื่องจักรที่มี การควบคุมแบบ ON/OFF แล้ว PC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุมที่มีค่าเป็น ตัวเลข หรือสัญญาณอนาล็อก (Analog signal) ทำให้การตรวจสอบเครื่องจักรดีประมาณปีพ.ศ.2518 ถึง พ.ศ.2522 มีผู้นำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) มาใช้กับ IC ทำให้ IC มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น มีหน่วยความจำ (Memory) เพิ่มขึ้น อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต (Remote Input Output) การควบคุมแบบอนาล็อก(Analog Control) การควบคุมตำแหน่ง (Position Control) พร้อมทั้งระบบการติดต่อระหว่าง PC กับผู้ใช้ก็ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น หน่วยความจำที่มีขนาดเล็กลงต้องการพลังงานน้อย ทำให้ PC มีหน่วยความจำเพิ่มขึ้นสามารถเก็บโปรแกรมได้มากขึ้น มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นระบบควบคุมขนาดใหญ่ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในการเดินสายระหว่างอินพุต เอาต์พุตและ PC จะสูงมากโดยเฉพาะเมื่อเครื่องจักรอยู่ไกลจากPC มาก อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต จะลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย เนื่องจากสายที่ใช้ติดต่อระหว่างPC กับหน่วยรีโมตจะมีเพียง 2 สายที่ใช้วิธี มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) เพื่อติดต่อกับอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก (Analog Input/Output) ทำให้ OPC สามารถควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมได้ ทั้งแบบON/OFF และแบบอนาล็อกเช่นกระบวนการผลิตแบบในอุตสาหกรรมเคมี(Chemical Batch Process) ประเภทต่างๆการควบคุมตำแหน่งทำให้ PC ควบคุมการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ได้ เช่นการควบคุมเครื่องกลึงเครื่องไส โดยการรับและนับจำนวนสัญญาณพัสส์ (Pulse) ทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องจักรและส่งสัญญาณควบคุมมอเตอร์แบบสเตป (Stepping Motor) อุปกรณ์ติดต่อระหว่างผู้ใช้และ PC ได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ เช่นจอภาพ และเครื่องพิมพ์ ทำให้การป้อนโปรแกรมและการจัดพิมพ์รายงานต่างๆ ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2322 ระบบสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและความเร็วสูงได้ถูกพัฒนาขึ้น ทำให้ PC สามารถติดต่อกับระบบ

คอมพิวเตอร์ได้ความก้าวหน้าทางด้านซอฟต์แวร์ทำให้PC สามารถโปรแกรมโดยใช้คำสั่งภาษาอังกฤษ ซึ่งมีลักษณะคล้ายภาษาพูดเช่นเดียวกับภาษาระดับสูง(High Level Language) ของคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาดังกล่าว ทำให้PC ขนาดใหญ่ที่มีอินพุตเอาต์พุตจำนวนมาก มีการควบคุมแบบอนาล็อก และการควบคุมตำแหน่งรวมอยู่จนสามารถทำงานทดแทนมินิคอมพิวเตอร์ในงานควบคุมได้เกือบทั้งหมด

2.6 Sensor ตรวจจับวัตถุ

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

เครื่องจักรจะสามารถทำงานใกล้เคียงกับมนุษย์ได้ก็ต่อเมื่อมีการรับรู้ที่แม่นยำ ตัวอย่างเช่น การตรวจนับสินค้าในไลน์การผลิต หากเป็นผู้ปฏิบัติการก็ต้องใช้ สายตาในการพิจารณา สี ขนาดและรูปร่าง ซึ่งก็สามารถทำได้โดยง่าย แต่มีโอกาสที่จะเกิดความเหนื่อยล้าและผิดพลาดจากการทำงานได้ด้วย ในกรณีนี้หากต้องการจะใช้เครื่องจักรทำงานแทนผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นที่จะต้องเพิ่มการรับรู้ (*Sensing*) ให้กับเครื่องจักรอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น ใช้เซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบสี, ใช้กล้องสำหรับตรวจสอบขนาดและรูปร่าง เป็นต้น ดังนั้นเซ็นเซอร์จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับเพิ่มการรับรู้ให้กับเครื่องจักรอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้เครื่องจักรสามารถทำงานที่มีความซับซ้อนได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.6.1 เซ็นเซอร์ในระบบอุตสาหกรรม

2.6.1.1 Proximity sensor หรือบางครั้งก็เรียกกันว่า พร็อกซิมิตี้สวิตช์ (*Proximity switch)* เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับ ขนาด ตำแหน่ง และระดับ เซ็นเซอร์ชนิด นี้สามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดนั้นก็คือ

2.6.1.1.1 Inductive proximity sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการ การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการใช้งานเพื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น ส่วนใหญ่มักนำไปใช้ในการตรวจจับวัตถุโลหะ เช่น เหล็ก เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ทองแดง และทองเหลืองเป็นต้น

2.6.1.1.2 Capacitive proximity sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่อาศัยหลักการ การเปลี่ยนแปลงค่าความจุของตัวเก็บประจุ ที่เกิดจากวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับสนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์

ส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นทั้งโลหะและอโลหะ เช่น ใช้ตรวจสอบระดับของเหลวภายในภาชนะ, กล่องสินค้า เป็นต้น

ภาพที่ 2-26 Proximity sensor แบบเกลียว
(ที่มา https://misumitechnical.com)

ภาพที่ 2-27 Proximity sensor แบบสี่เหลี่ยมตัวตรวจจับอยู่ด้านบน
(ที่มา https://misumitechnical.com)

ภาพที่ 2-28 Proximity sensor แบบสี่เหลี่ยมตัวตรวจจับอยู่ด้านหน้า
(ที่มา https://misumitechnical.com)

2.6.1.2 โฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ โดยไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุโดยตรง ข้อดีของเซ็นเซอร์ชนิดนี้คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด เมื่อเทียบกับ พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ แต่การใช้งานนั้นมีข้อจำกัด เช่นเมื่อติดตั้งในที่ ที่มีฝุ่นละอองหรือมีคราบสกปรก อาจทำให้ระยะการตรวจจับและความแม่นยำลดลงได้ นอกจากนี้การวางตำแหน่งและทิศทาง (Alignment) ของตัวรับ (Receiver) และตัวส่ง (Emitter) เองก็มีผลเช่นกัน หากแบ่งประเภทของโฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ ตามโหมดการทำงานสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 รูปแบบ

2.6.1.2.1 Opposed mode, through beam ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจจับระดับของเหลวภายในภาชนะ

2.6.1.2.2 Retro-reflective ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจนับกล่องสินค้าบนสายพานลำเลียง

2.6.1.2.3 Diffuse mode ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ตรวจนับกล่องสินค้าบนสายพานลำเลียง แต่มีระยะการตรวจจับที่สั้นกว่า แบบ Retro-reflective

ภาพที่ 2-29 โฟโต้อิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor)
(ที่มา https://misumitechnical.com)

2.6.1.3 รีดเซ็นเซอร์ (Reed sensor) เป็นเซ็นเซอร์กระบอกลมประเภททั่วไปที่มีการใช้มานานหลายปีและเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการรับรองและพิสูจน์แล้ว แต่ข้อกังวลหลัก 2 ประการของตัวรีดเซ็นเซอร์คือด้านอายุการใช้งาน และการกระแทกหรือการสั่นสะเทือน โดยทั่วไปแล้วรีดเซ็นเซอร์สามารถใช้งานได้แค่ 10 ล้านครั้ง และโดยทั่วไปแล้ว รีดเซ็นเซอร์จะไม่เหมาะกับงานที่มีการกระแทกหรือการสั่นสะเทือนสูง แต่รีดเซ็นเซอร์ก็เป็นเซ็นเซอร์กระบอกสูบลมนิวแมติกส์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2-30 รีดเซ็นเซอร์ (Reed sensor)
(ที่มา https://www.indiamart.com)

2.6.1.3.1 การทำงานของรีดเซ็นเซอร์ (Reed sensor)

เมื่อเทียบกับตัวเลือกเซ็นเซอร์อื่นๆ Reed sensor มีความคุ้มค่าและสามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรงได้ นอกจากนี้ Reed sensor ยังใช้พลังงานต่ำซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการการใช้พลังงานมาก แต่เนื่องจากลักษณะทางกลของการสลับหน้าสัมผัส Reed sensor จึงมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ หน้าสัมผัสคอนแทค การตัดต่อที่มีจำนวนรอบ และจะต้องมีการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง Reed sensor ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนหรือแรงกระแทกสูง การกระแทกและการสั่นสะเทือนที่สูงอาจทำให้หน้าสัมผัสของสวิตช์กระทบกันทำให้เกิดการส่งสัญญาณที่ไม่ถูกต้องได้ และเมื่อเทียบกับ

เซ็นเซอร์โซลิดสเตส Reed sensor จะเปิดใช้งานได้ค่อนข้างช้า ซึ่งทำให้ไม่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการการตอบสนองที่รวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Reed sensor สำหรับกระบอกลมนิวแมติกส์มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากมีราคาไม่แพง เมื่อเทียบกับเซ็นเซอร์ตัวอื่นๆ

2.6.2 การต่อเซ็นเซอร์ (sensor) เข้ากับโปรแกรมควบคุม

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

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

2.6.2.2.1 Discrete Sensor ใช้กันอย่างกว้างขวางในระบบอัตโนมัติ เช่น ลิมิตสวิตช์โฟโต้เซล

2.6.2.2.2 Digital Sensor จะส่งสัญญาณตัวแปรที่เป็นดิจิตอล เช่น พวกความดัน ตำแหน่ง อุณหภูมิ ในรูปของ 0 และ1 ระดับสัญญาณจะอ่านได้จากแนวขนานเหนือเส้นทั่วไปหรืออนุกรมบนเส้นสัญญาณ

2.6.2.2.3 Analog Sensor จะเปลี่ยนตำแหน่งและอุณหภูมิให้อยู่ในรูปของอนาล็อก

2.7 อุปกรณ์หยิบจับในระบบนิวแมติกส์

อุปกรณ์หยิบจับในระบบนิวแมติกส์จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ทำงานประเภทหนึ่งที่อาศัยความดันลมในการทำงาน ซึ่งหลักการในการทำงานนั้นจะคล้ายกับกระบอกสูบลมแบบทำงานทางเดียวและกระบอกสูบลมแบบทำงานสองทางแต่จะมีโครงสร้างทางแมคคานิกส์ที่ซับซ้อนกว่า

2.7.1 กริปเปอร์ (Gripper)

อุปกรณ์ยึดจับและวางชิ้นงานที่ใช้อากาศอัดเพื่อใช้งานขากรรไกรกริปเปอร์หรือที่เรียกว่านิ้วมือ นิ้วเหล่านี้คล้ายกับนิ้วมือของมนุษย์ช่วยในการจับและปล่อยชิ้นงาน โดยทั่วไปจะมี 2 นิ้ว (ขนานหรือเชิงมุม) หรือ 3 นิ้ว พร้อมกระบอกสูบลมเดี่ยวหรือคู่สำหรับควบคุม ส่วนใหญ่จะใช้ในกระบวนการผลิตอัตโนมัติเพื่อจับชิ้นงาน ชิ้นงานมีตั้งแต่วัตถุขนาดเล็กเช่นแผงวงจรหรือชิป ไปจนถึงวัตถุขนาดใหญ่เช่นบล็อกเครื่องยนต์

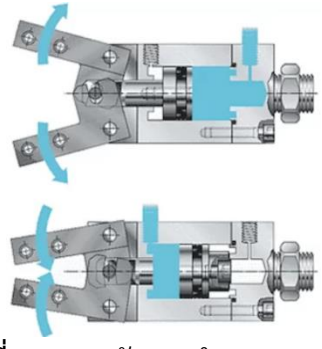
ภาพที่ 2-31 อุปกรณ์หยิบจับ กริปเปอร์ (Gripper)

(ที่มา https://ae01.alicdn.com)

2.7.1.1 หลักการทำงานของกริปเปอร์

อุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานกริปเปอร์เชื่อมต่อกับระบบจ่ายอากาศอัด เมื่ออากาศอัดถูกนำเข้าสู่กระบอกสูบ จะให้พลังงานแก่ก้านลูกสูบ ก้านลูกสูบเชื่อมต่อกับนิ้วมือที่จับ เมื่อความดันอากาศเคลื่อนลูกสูบขึ้นและลงนิ้วจะเปิดหรือปิดในลักษณะขนานหรือเชิงมุม กลไกนี้สามารถใช้ในการดำเนินการหยิบและวางหรือเปลี่ยนการวางแนวของวัตถุ

จากภาพที่ 2-36 แสดงให้เห็นว่าหากต้องการให้นิ้วหรือปากอุปกรณ์หยิบจับเปิดออกเพื่อปล่อยชิ้นงานหรือเตรียมพร้อมที่จะจับชิ้นงาน อากาศอัดเชื่อมต่อกับกระบอกสูบด้านหลัง จะดันลูกสูบไปข้างหน้าซึ่งจะเปิดนิ้วของกริปเปอร์นิวแมติกส์ เมื่ออากาศอัดเชื่อมต่อกับกระบอกสูบด้านหน้า จะดันลูกสูบไปข้างหลังซึ่งจะปิดนิ้วของกริปเปอร์นิวแมติกส์ กริปเปอร์สามารถแบ่งตามการการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจับกลไกการจับและการกำหนดค่า อุปกรณ์หยิบจับชิ้นงานสามารถแบ่งออกได้อีก2ประเภท คือแบบปกติปิด(Normally open type) และแบบปกติเปิด(Normally closed type)



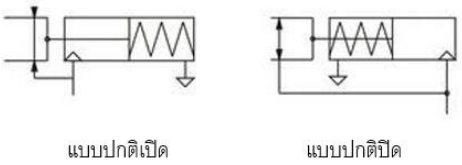
ภาพที่ 2-32 หลักการทำงานของกริปเปอร์

(ที่มา https://flutech.co.th)

อุปกรณ์หยิบจับปกติเปิด นั้นก็หมายความว่าในสภาพปกติตอนที่ยังไม่ได้ป้อนลมอัดเข้าที่จุดต่อลม นิ้วหรืออุปกรณ์หยิบจับจะเปิดออกด้วยแรงของสปริงที่มีอยู่ด้านหลัง แต่เมื่อไรก็ตามที่ต้องการให้หยิบจับชิ้นงานก็ป้อนลมอัดเข้าที่จุดต่อลมนิ้วหรือปากก็จะขยับจับชิ้นงานได้จามต้องการ ส่วนอุปกรณ์หยิบจับปกติปิด หมายความว่าในสภาพปกติตอนที่ยังไม่ได้ป้อนลมอัดเข้าที่จุดต่อลม นิ้วหรือ

ปากจะอยู่ในสภาพเลื่อนตัวเข้าด้วยแรงของสปริงที่มีอยู่ด้านหลัง หากเราต้องการให้นิ้วหรือปากขยับก็เพียงใส่ลมอัดเข้าที่จุดต่อลม เราจะเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ

ภาพที่ 2-33 สัญลักษณ์อุปกรณ์หยิบจับขนานปกติเปิดและปกติปิด



(ที่มา https://flutech.co.th/pneumatic-gripper)

2.7.1.2 กริปเปอร์แบบขนาน (Parallel gripper)

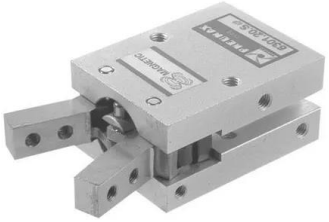
กริปเปอร์แบบขนาน จะขยับนิ้วขนานกันโดยสัมพันธ์กับตัวกริปเปอร์ ประเภทกริปเปอร์แบบขนานเป็นประเภทที่ใช้กันมากที่สุดเนื่องจากกริปเปอร์แบบกำหนดเองนั้นง่ายต่อการออกแบบและติดตั้งตรงไปตรงมาเนื่องจากมีแกนเคลื่อนที่เพียงแกนเดียว นอกจากนี้ยังสามารถจัดการชิ้นงานที่มีรูปร่างและขนาดที่หลากหลายและสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงมิติได้

ภาพที่ 2-34 กริปเปอร์แบบขนาน (Parallel gripper)

(ที่มา https://th.aliexpress.com)

2.7.1.3 กริปเปอร์เชิงมุม (Angular gripper)

กริปเปอร์เชิงมุม สามารถเลื่อนนิ้วในลักษณะรัศมีเปิดและปิดรอบจุดหมุนกลาง พวกเขามักจะใช้ในการใช้งานที่มีพื้นที่ จำกัด เนื่องจากขากรรไกรสามารถเลื่อนขึ้นและออกจากทาง กริปเปอร์เหล่านี้เหมาะสำหรับการถือชิ้นงานขนาดใหญ่ที่มีรูปร่างแปลกๆ



ภาพที่ 2-35 กริปเปอร์เชิงมุม (Angular gripper)

(ที่มา https://th.aliexpress.com)

2.7.1.4 กริปเปอร์ 3 นิ้ว

กริปเปอร์ 3 นิ้ว เหมาะสำหรับจับวัตถุทรงกลมและให้แรงจับมากกว่ากริปเปอร์ 2 นิ้ว มีตำแหน่งติดตั้ง 3 ตำแหน่งสำหรับนิ้วมือ นิ้วเปิดและปิดไปทางแกนกลางของตัวกริปเปอร์ 3 นิ้วให้การรองรับและการจัดกึ่งกลางที่แม่นยำกว่าเมื่อเทียบกับกริปเปอร์ 2 นิ้ว

ภาพที่ 2-36 กริปเปอร์ 3 นิ้ว

(ที่มา https://thai.alibaba.com)

2.7.1.5 กริปเปอร์หยิบจับภายใน

กริปเปอร์ภายในใช้แรงเปิดเพื่อยึดชิ้นส่วนและจับวัตถุผ่านพื้นผิวภายใน ใช้ในการหยิบจับชิ้นงานที่เป็นลักษณะกลวงหรือวงแหวนต่างๆ และอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัดและมีการหยิบจับจากภายใน

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การเลือกใช้กริปเปอร์

แรงจับ	แรงจับที่มีประสิทธิภาพ
น้ำหนักชิ้นงาน	แรงจับต้องสามารถรองรับน้ำหนักของชิ้นงานได้ในระหว่างการทำงาน
ความกดอากาศ	ควรพิจารณาความดันอากาศเนื่องจากมีผลโดยตรงต่อแรงยึดเกาะและมีผลต่อขนาดกริปเปอร์
การกำหนดค่าชิ้นงาน	รูปร่างของชิ้นงานจะช่วยตรวจสอบว่าสามารถใช้กริปเปอร์ 2 หรือ 3 นิ้วได้หรือไม่ กริปเปอร์ 2 นิ้วมักใช้และสามารถใช้ได้กับวัตถุที่หลากหลาย ด้ามจับ 3 นิ้วเหมาะสำหรับวัตถุทรงกลมหรือทรงกระบอก
ประเภทของกริปเปอร์	กริปเปอร์อาจมีด้ามจับภายนอกหรือภายในขึ้นอยู่กับชิ้นงาน
สิ่งแวดล้อม	ควรเลือกกริปเปอร์ตามสภาพแวดล้อมการทำงาน กริปเปอร์ที่ออกแบบมาสำหรับสภาพแวดล้อมที่สะอาดอาจล้มเหลวในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการอ่าน ศึกษาทำความเข้าใจตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้าง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดทดลองในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนการศึกษาสภาพการใช้งานจริง เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ระเบียบวิธีวิจัย ตัวแปรที่ใช้ประกอบในการศึกษาหรือเรื่องอื่นใดแล้วนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

อาคม ลักษณะสกุล (2547 : 67) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรื่องการใช้โปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงช่างไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลการวิจัยพบว่านวัตกรรมการเรียนการสอนที่ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.41/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ยุทธนา นารายนะคามิน (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดฝึกและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อสร้างชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียนผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการควบคุมแขนกลด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.42/80.39 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทคลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ . 01

มนัส ปุยงาม (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 20 คน ซึ่งจัดฝึกอบรม ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัด ปทุมธานีระหว่างวันที่24-25 มีนาคม 2550 โดยในระหว่างการเรียนให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของทุกหัวเรื่อง และทำแบบทดสอบหลังบทเรียนเมื่อจบทุกหัวข้อเนื้อหาวิชาแล้วหลังจาก นั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.66/79.66 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้คือ80/80

พรชัย อุ้มอังวะ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อศึกษาคุณภาพของชุดฝึกและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ82/80.75 ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทคลองที่สร้าง

ขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองในระดับมาก

ศุภชัย ปลายเนตร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการควบคุมแพลนผสมคอนกรีตด้วย PLC หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้า วิทยาลัยการอาชีพธาตุพนม มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการควบคุม แพลนผสมคอนกรีตด้วย PLC การดำเนิน การวิจัยผู้วิจัยได้นำชุดสาธิตที่สร้างขึ้น ไปทคลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้ากำลัง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548จำนวน 20 คน โดยกัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง การเริ่มจากการทำแบบทดสอบความรู้เดิม (Pre-test) ของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจึงทำการสอนด้วยชุดสาธิตพร้อมกับให้ทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความก้าวหน้า เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความรู้หลังเรียน (Post-test)ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมาทำการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยค่า E1/E2 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างการสอนโดยใช้ชุดสาธิตกับการสอน โดยไม่ใช้ชุดสาธิตด้วยสถิติ (T - test) ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/89.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และหลังจากสอนด้วยชุดสาธิตที่สร้างขึ้นผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนโดยไม่ใช้ชุดสาธิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ จะเป็นการสร้างและการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยการนำไปใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตร ใช้กระบวนการสอนที่หลากหลายโดยเฉพาะรายวิชารายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต ผลจากการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่พบว่าการใช้ทดลองที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นใหม่นั้นทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า

ผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติทั่วไป จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาชุดฝึกเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นโดยจัดสร้าง และพัฒนาขึ้นวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการในรูปแบบของชุดการสอนประเภทชุดฝึก เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย 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 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC เป็นการพิจารณาความเหมาะสม โดยผู้เชียวชาญทางการศึกษาและด้านวิศวกรรมมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม จำนวน 4 คน และด้านการเรียนการสอน จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. นางสาวภิมฐ์ณิชาภัคส์ ขุมพิมาย	ตำแหน่ง TPM Engineer
2. นายธนภัทร กล้าหาญ	ตำแหน่ง Design Engineer
3. นายณรงค์ศักดิ์ จันมลตรี	ตำแหน่ง Project Management
4. นายศุภรักษ์ ประวัติสิทธิ์	ตำแหน่ง Safety Engineer
5. อาจารย์ ดร. น่านน้ำ บัวคล้าย	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. อาจารย์ ดร. มหาเทพ สุขแพทย์ อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. อาจารย์ ชิตพล มังคลากุล อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
8. อาจารย์ ปริญญา คุ้มมา วิศวกรประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
9. นายพศุฒร์ พรหมสุวรรณ ผู้ช่วยนักวิจัย
สาขาวิศวกรรมวัสดุและการผลิต
คณะบัณฑิตวิทยาลัยนานาชาติสิรินธรไทย-เยอรมัน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

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

3.2.1 ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

ชุดฝึกแขนกลตัวเครื่องมีลักษณะเป็นโต๊ะสี่เหลี่ยมส่วนบนจะเป็นส่วนของแขนกลหรือกระบอกสูบลมใช้สำหรับฝึกเขียนวงจรการใช้งานของกระบอกสูบหรือฝึกการใช้งานแขนกลจับชิ้นงาน ส่วนด้านล่างจะเป็นส่วนของแผงวงจรควบคุมการทำงาน สามารถใช้ควบคุมการทำงานของแขนกลหรือใช้ฝึกการเขียนวงจรควบคุมไฟ ส่วนด้านข้างของตัวเครื่องจะเป็นส่วนของ PLC ที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังตัวเครื่อง และชุดปรับคุณภาพลม ใช้สำหรับปรับปรุงคุณสมบัติของลมอัดให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่อง

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึก

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมินคุณภาพของชุดฝึก แบ่งออกเป็น2ตอน ตอนที่1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมิน ตอนที่2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึก ในส่วนของแบบประเมินแบ่งประเมินทั้งหมด 4ด้าน (1) ด้านการออกแบบ (2) ด้านการทำงาน (3) ด้านการซ่อมบำรุง (4) ด้านใบงานการประลอง โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

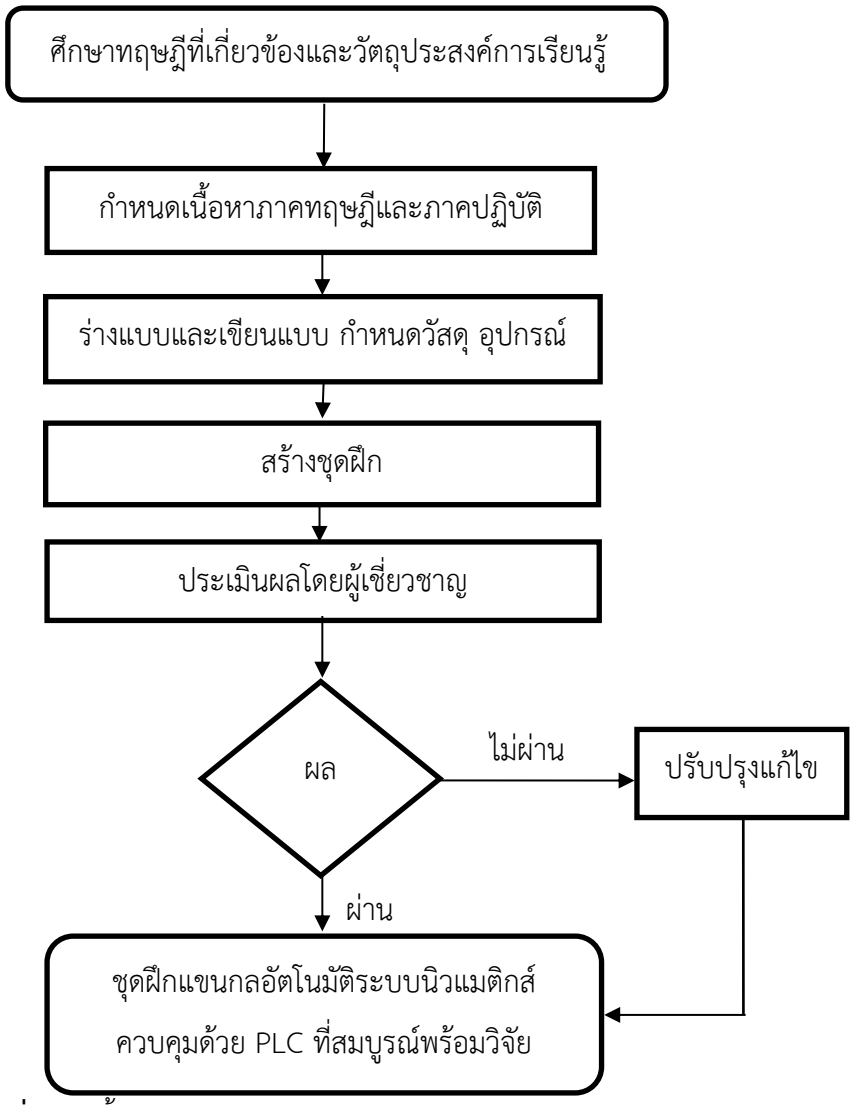
2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ป่านกลาง

1.50 -2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

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



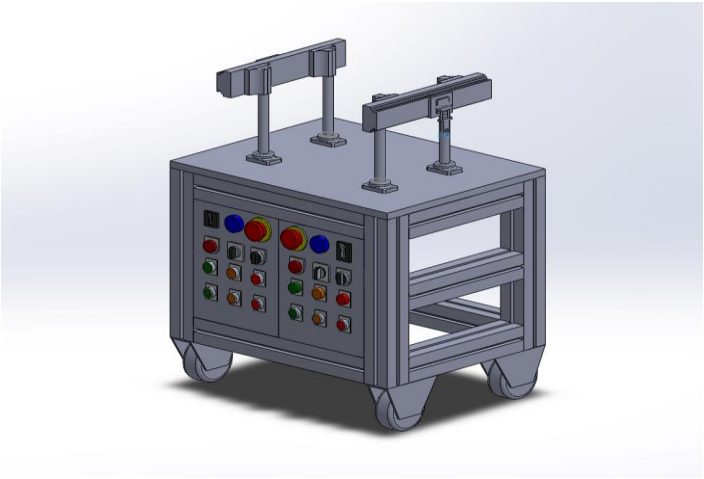
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

จากภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกแขนกล รายละเอียดสามารถอธิบายได้ดังนี้

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 แบบ3มิติของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

ตารางที่ 3-1 รายการวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	DB37 (Female + Cover) - Screw	4 ชุด
2	DB25 D-SUB (Male) – Nut	2 ชุด
3	DB25 D-SUB (Female) – Nut	2 ชุด
4	DB25 (Female + Cover) - Screw	2 ชุด
5	DB25 (Male + Cover) - Screw	2 ชุด
6	สายไฟ DB25	4 เมตร
7	LED Power supply (ดำ 24V 6.25A 150W)	2 ตัว
8	หลอดไฟ LED AC. 220V (สีขาว)	2 หลอด
9	หลอดไฟ LED DC. 24V (สีแดง, สีเหลือง, สีเขียว, สีน้ำเงิน) ขนาด 22มม.	8 หลอด
10	ปุ่มกดติด-ปล่อยดับ (สีแดง, สีเหลือง, สีเขียว) ขนาด22มม.	6 ตัว
11	สวิตช์เลือกโหมด 3 ตำแหน่ง ขนาด 22 มม.	2 ตัว
12	สวิตช์เลือกโหมด 4 ตำแหน่ง ขนาด 22 มม.	2 ตัว
13	NANO เซฟตี้เบรกเกอร์ แบบมีไฟ 10A	2 ตัว
14	Buzzer DC. 24 V.	2 ตัว
15	สวิตช์ฉุกเฉิน แบบหัวเห็ด (Emergency switch)	2 ตัว
17	สายไฟซิลิโคน 22AWG (แดง ดำและน้ำเงิน)	1 ม้วน
18	สายไฟซิลิโคน 16AWG (แดงและขาว)	1 ม้วน

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน
19	รางเก็บสายไฟแบบโปร่ง (กว้าง 30 x สูง 40 มม.) สีเทา	1 เมตร
20	ป้ายเนมเพลทตู้คอนโทรล	16 ชิ้น
21	เทอร์มินอล	2 ชิ้น
22	Solenoid Valve 5/2	2 ตัว
23	Power Supply	2 ตัว
24	กรองอากาศปั๊มลม	2 ตัว
25	เซ็นเซอร์รีด (Reed sensor)	12 ตัว
26	ไฟเบอร์ออปติกซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor)	2 ตัว

3.3.1.3 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

3.3.1.3.1 ฐานวางชุดฝึก

ภาพที่ 3-3 ฐานวางชุดฝึก

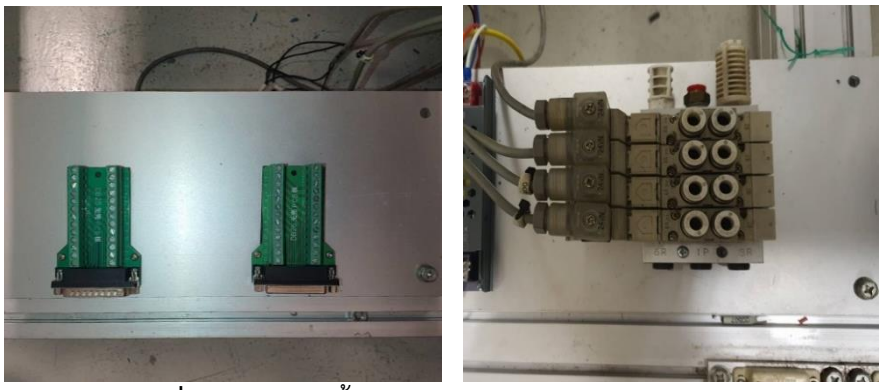
3.3.1.3.2 ประกอบกระบอกสูบลมเข้ากับฐานวางชุดฝึก

ภาพที่ 3-4 ประกอบกระบอกสูบเข้ากับฐานวางชุดฝึก

3.3.1.3.3 ประกอบอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม

ภาพที่ 3-5 ติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงวงจรควบคุม

3.3.1.3.4 ติดตั้ง DB25 SUB และ Solenoid Valve

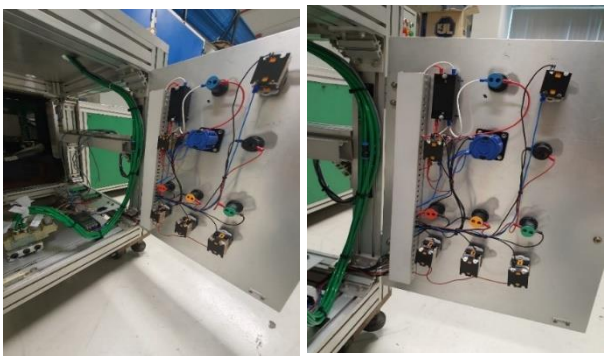


ภาพที่ 3-6 การติดตั้ง DB25 SUB และSolenoid Valve

3.3.1.3.5 ติดตั้งเต้ารับ เทอร์มินอล และPower Supply

ภาพที่ 3-7 ติดตั้งเต้ารับและเทอร์มินอลและPower Supply

3.3.1.3.6 เดินสายไฟฟ้าและท่อลม



ภาพที่ 3-8 การเดินสายไฟและท่อลม

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 Works2

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

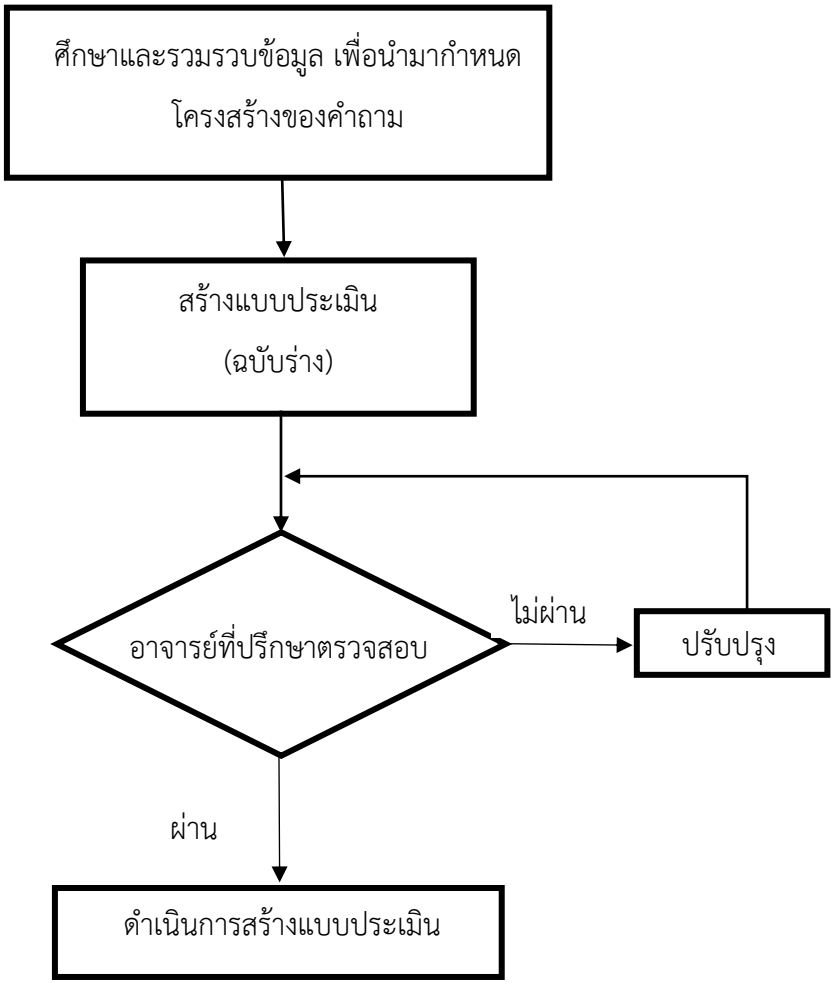
มีเกณฑ์การพิจราณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

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



ภาพที่ 3-11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

3.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

3.4.1 นำแบบประเมินคุณภาพที่สมบูรณ์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมและด้านการศึกษา

3.4.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพของชุดฝึก

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของผลการประเมินโดยการใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

โดยที่ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

ΣX = ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูล

3.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลการประเมินโดยใช้สูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}}$$

โดยที่ S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Σx^2 = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma x)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n = จำนวนข้อมูล

บทที่ 4
ผลการวิจัย

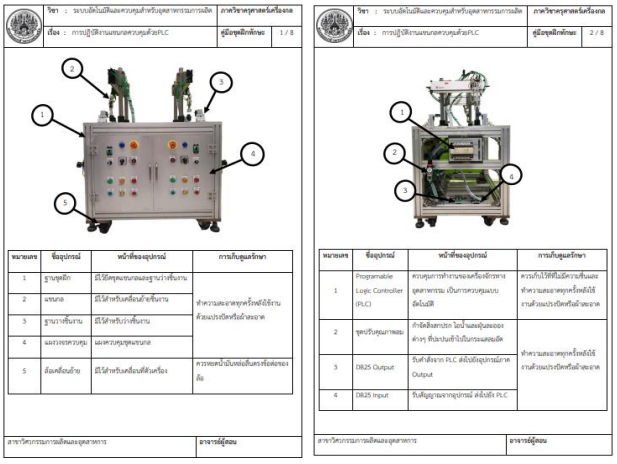
การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC มีผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

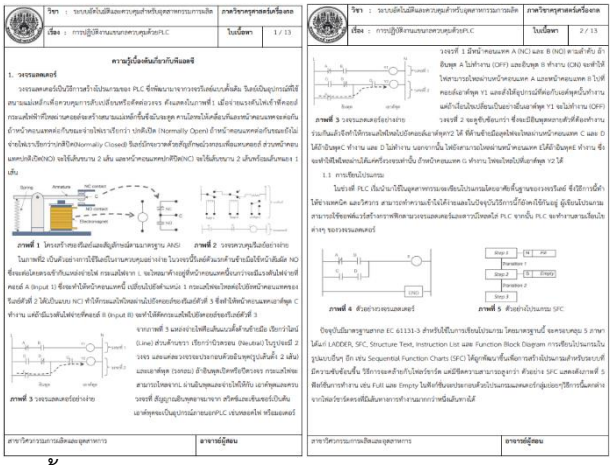
4.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC



ภาพที่ 4-2 คู่มือการใช้งานชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC



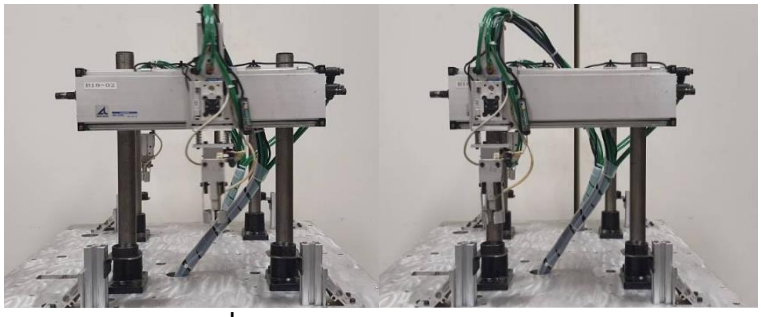
ภาพที่ 4-3 ใบเนื้อหาวิชาระบบอัตโนมัติและควบคุมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต

จากการทดสอบการทำงานของชุดฝึก ได้มีการทดสอบการทำงานต่างๆของเครื่อง

การทดสอบแผงควบคุม ทำการทดสอบด้วยการ สั่งการทำงานของหลอดไฟทุกดวง และสวิตช์ควบคุมต่างๆ สามารถทำงานได้อย่างปกติ ไม่มีปัญหาในขณะทำการทดสอบ สวิตช์และหลอดไฟหน้าแผงควบคุมสามารถใช้งานได้

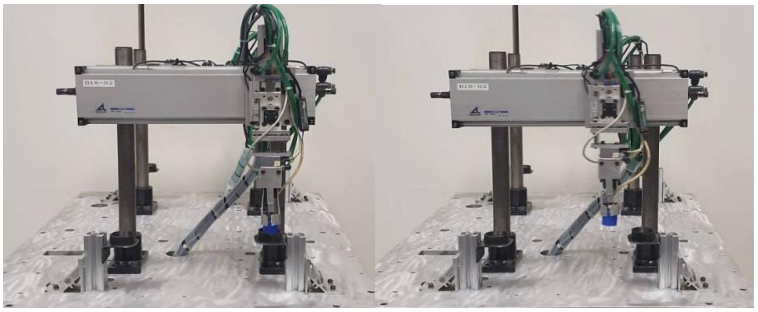
ภาพที่ 4-4 การทดสอบแผงควบคุม

การทดสอบกระบอกสูบลม ทำการทดสอบด้วยการ ควบคุมกระบอกสูบลมให้เลื่อนไปสุดเลื่อนกลับสุด และเลื่อนขึ้นเลื่อนลง กระบอกสูบลมสามารถทำงานได้อย่างปกติไม่มีปัญหาในขณะทำการทดสอบ



ภาพที่ 4-5 การทดสอบกระบอกสูบลม

การทดสอบแขนกล ทำการทดสอบด้วยการ ควบคุมแขนกลให้เลื่อนไปจับชิ้นงานจากจุดที่หนึ่ง นำไปวางจุดที่สอง แขนกลสามารถทำงานได้อย่างปกติไม่มีปัญหาในขณะทำการทดสอบ



ภาพที่ 4-6 การทดสอบแขนกล

ตารางที่ 4-1 การทดสอบการทำงาน 3ส่วน

รายการ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. การทดสอบแผงควบคุม	/	
2. การทดสอบกระบอกสูบลม	/	
3. การทดสอบแขนกล	/	

4.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

ผลการประเมินคุณภาพของการออกแบบและสร้างชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 9ท่าน โดยมีการประเมินคุณภาพของชุดฝึกทั้งหมด 4ด้าน (1) ด้านการออกแบบ (2) ด้านการทำงาน (3) ด้านการบำรุงรักษา (4) ด้านใบงานการประลอง

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการออกแบบชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	4.67	0.50	มากที่สุด
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	4.33	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53		มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.57		มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ด้านการออกแบบในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53 S.D. = 0.57) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่ารายการประเมินที่มีระดับมากที่สุด คือ โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.50) ในระดับรองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 2รายการ คือขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมวัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.53) และในระดับต่ำสุด คือตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.71)

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการทำงานของชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
2. ด้านการทำงาน			
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.67	0.50	มากที่สุด
2.2 มีความปลอดภัยในการทำงาน	4.44	0.73	มาก
2.3 การหยิบจับชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.56	0.73	มากที่สุด
2.4 ความสะดวกในการใช้งาน	4.89	0.33	มากที่สุด
2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้	4.67	0.50	มากที่สุด
2.6 ชุดฝึกเหมาะสมกับการเรียนการสอน	4.67	0.50	มากที่สุด
2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน	4.78	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67		มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.53		มากที่สุด

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ด้านการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่ารายการประเมินที่มีระดับมากที่สุด คือ ความสะดวกในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.89, S.D. = 0.33) ในระดับรองลง คือ เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน ($\overline{X}$ = 4.78, S.D. = 0.48) ในระดับรองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 3รายการ คือ ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ ชุดฝึกเหมาะสมกับการเรียนการสอน ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.50) ในระดับรองลงมา คือ การหยิบจับชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.73) และในระดับต่ำสุด คือ มีความปลอดภัยในการทำงาน ($\overline{X}$ = 4.44, S.D. = 0.73)

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านการบำรุงรักษาของชุดฝึก

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
3. ด้านการบำรุงรักษา			
3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด	4.22	0.44	มาก
3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้	4.33	0.50	มากที่สุด
3.3 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย	4.67	0.50	มากที่สุด
3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา	4.67	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.47		มาก
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.49		มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ด้านการบำรุงรักษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.47 S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่ารายการประเมินที่มีระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 2 รายการ คือ สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.50) ในระดับรองลงมา คือ อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้ ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.50) และในระดับต่ำสุด คือ สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด ($\bar{X}$ = 4.22, S.D. = 0.50)

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านใบงานการประลอง

รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	แปลผล
4. ด้านใบงานการประลอง			
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	4.33	0.50	มาก
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน	4.22	0.67	มาก
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม	4.44	0.53	มาก
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	4.78	0.44	มากที่สุด
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.89	0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53		มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตราฐานรวม	0.49		มากที่สุด

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ด้านใบงานการประลองอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53 S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่ารายการประเมินที่มีระดับมากที่สุด คือ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ($\overline{X}$ = 4.89, S.D. = 0.33) ในระดับรองลงมา คือ มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน ($\overline{X}$ = 4.78, S.D. = 0.44) ในระดับรองลงมา คือ ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.44, S.D. = 0.53) ในระดับรองลงมา คือ มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.50) และในระดับต่ำสุด คือ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน($\overline{X}$ = 4.22, S.D. = 0.67)

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิจัยชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้จัดทำชุดฝึกและคู่มือการใช้ชุดฝึกชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC โดยลักษณะของคู่มือที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ใบงานการประลอง ใบเฉลยใบงานการประลอง คู่มือการใช้ชุดฝึก มีรายละเอียดด้านเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมความรู้เรื่องระบบอัตโนมัติ และนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน นักศึกษาสามารถศึกษาและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนของคู่มือ

5.1.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC ผลการประเมินในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57 S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณาคุณภาพในแต่ละด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือด้านการทำงาน ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 S.D.= 0.53) รองลงมา คือด้านการออกแบบชุดฝึก ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.53 S.D. = 0.57) และด้านใบงานการประลอง ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53 S.D. = 0.49) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านการบำรุงรักษา ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.47 S.D. = 0.49)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลการวิจัยชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC ผู้วิจัยได้จัดทำชุดฝึกและคู่มือการใช้ชุดฝึกชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC โดยลักษณะของคู่มือที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย ใบเนื้อหา ใบงานการประลอง ใบเฉลยใบงานการประลอง คู่มือการใช้ชุดฝึก มีรายละเอียดด้านเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมความรู้เรื่องระบบอัตโนมัติ และนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สนิท ขวัญเมือง (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่องชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ พบว่าผู้วิจัยได้จัดสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน นักศึกษาต้องศึกษาส่วนประกอบและการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดฝึก แล้วนำใบงานทดลองมาออกแบบวงจรในโปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM4ตามเงื่อนไขต่างๆ ของใบงานทดลองเพื่อจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆก่อน เมื่อออกแบบวงจรได้ตามใบงานทดลองแล้วก็ทำการต่อวงจรอินพุตและวงจรเอาท์พุตตามใบงานและดำเนินการเขียนโปรแกรมPLC ควบคุมระบบต่างๆ ตามใบงานทดลอง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวรฤทัย เจี่ยสกุล (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาคู่มือการจัดทำเว็บไซต์ของโรงเรียนในเครือข่ายพระยาสหวิทยาการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากระบี่ พบว่า ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาคู่มือการจัดทำเว็บไซต์ของโรงเรียนในเครือข่ายพระยาสหวิทยาการ โดยลักษณะของคู่มือที่สร้างขึ้นมีขนาด 21*x*30 เซนติเมตร ตัวอักษรขนาด 16 Points สีดำ มีภาพประกอบทุกขั้นตอนในการจัดเว็บไซต์ของโรงเรียน มีองค์ประกอบของคู่มือครบถ้วน ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือ วัตถุประสงค์ แนวทางการใช้คู่มือ คำนำ สารบัญ อ้างอิง ที่มีรายละเอียดด้านเนื้อหาสาระครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับการจัดทำเว็บไซต์ อีกทั้งมีรายละเอียดของคู่มือชัดเจน นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน

5.2.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งหัวข้อการพิจารณาออกเป็น 4 ด้าน คือ (1)ด้านการออกแบบชุดฝึก พบว่าขนาดของตัวเครื่องไม่เล็กและใหญ่จนเกินไป สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้อย่างสะดวก โครงสร้างของเครื่องและวัสดุที่เลือกใช้มีความแข็งแรง ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสมระดับคุณภาพระดับมากที่สุด (2)ด้านการทำงาน พบว่าขั้นตอนการทำงานของเครื่องมีความเข้าใจง่าย มีความปลอดภัยในการทำงาน เครื่องสามารถหยิบจับชิ้นงานได้ดีมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับการเรียนการสอน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (3)ด้านการบำรุงรักษา พบว่าหากเครื่องมีการชำรุดเสียหายสามารถถอดประกอบชิ้นส่วนซ่อมแซมได้ง่าย อุปกรณ์สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก (4)ด้านใบงานการประลอง พบว่าหลักการและทฤษฎีในใบประลองมีความชัดเจน มีการเรียงลำดับจากความยากงาน

สะดวกในการเรียนการสอน สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด โดยสอดคล้องการงานวิจัยของ กิตติ เสือแพร และมีชัย โลหะการ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม SCILAB สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟ ผลวิจัยพบว่า ชุดฝึกทักษะมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนการเขียนโปรแกรม SCILAB มากที่สุด ค่าเฉลี่ย4.67 มีความชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหาในการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ย4.55 นอกจากนี้ในด้านอื่นๆจะเห็นว่าชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมSCILAB ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียนอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.17 สามารถช่วยในการเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.11 ด้านความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.00 ด้านส่งเสริมให้มีพัฒนาการในการเรียนที่ดีขึ้นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.27 ด้านส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดที่ถูกต้องอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.05 และด้านส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย4.11

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

การจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งก่อนที่จะให้ผู้เรียนทำการปฏิบัติใบงานการประลองนั้น ควรมีการสอนทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง และสอนการออกแบบวงจรควบคุมชุดฝึกก่อน เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจหลักการ การทำงาน การออกแบบและการเขียนโปรแกรม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบต่างๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยPLC ครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาใช้ PLC ยี่ห้อต่างๆ ให้มากขึ้นเนื่องจากในสถานประกอบการได้มีการนำ PLC หลายยี่ห้อมาใช้งานและควรทำชุดฝึกเพิ่มให้มากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการเรียน

บรรณานุกรม

กิตติ เสือแพร และ มีชัย โลหะการ. (2560). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม SCILAB สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า.** วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่9 (ฉบับที่2)

กิตติพงษ์ พุ่มโภชนา. (2561). **การศึกษาและพัฒนาแขนกลอุตสาหกรรมแบบจับ-วาง ชนิด 3แกนที่ควบคุม ตำแหน่งการเคลื่อนที่ได้แบบป้อนกลับด้วยสัญญาณอนาล็อก ที่ควบคุมการทำงานด้วย พีแอลซี ที่ใช้ในงานการผลิตแบบอัตโนมัติ เพื่อตอบรับการเข้าสู่ อุตสาหกรรม 4.0.** สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ชมทิพย์ พรพนมชัย และคณะ. (2550). **การควบคุมการปฏิบัติการของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล

ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. (2543). **ชุดทดลองแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติก.** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พรภิรมย์ ฟักอ่อน และ มานะ ทะนะอ้น. (2558). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกแขนกลระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์.** การประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

พันศักดิ์ เนระแก. (2558). **การออกแบบหุ่นยนต์แบบหยิบและวางที่ใช้ระบบการมองเห็นของเครื่องจักร.**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พิสิทธิ์ ฤทธิ์เดชะ. (2545). **ชุดพัฒนาแขนกลระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซี.** ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ไพโรจน์ ทองประศรี และชลัมพล เวสารัชประเสริฐ. (2563). **การประยุกต์แขนกลคาร์ทีเซียนสำหรับร่างภาพ 2 มิติ ควบคุมด้วยพีแอลซี**. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

วรฤทัย เจี่ยสกุล. (2558). **การพัฒนาคู่มือการจัดทำเว็บไซต์ของโรงเรียนในเครือข่ายพระยาสหวิทยาการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากระบี่.** วารสารนาคบุตรปริทรรศน์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สนิท ขวัญเมือง. (2564). **ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์**. สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก

Siam-Automation. (2561). **Programmable Logic Controller (PLC) คืออะไร.** สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2566, จาก http://www.siamautomation.com/article/2/programmable-logic-controller-plc-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3

Writer. (2558). **แขนกลอุตสาหกรรม (Industrial Robot Arms)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2566, จาก https://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=1004&pageid=3&read=true&count=true

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ชื่อปริญญานิพนธ์ : **ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC**
Automatic robotic arm training set, pneumatic system, controlled by PLC

ชื่อนักศึกษา : นายดนัย จันทร์อรุณ
นายธนกฤต นนท์กระโทก
นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์

รหัสประจำตัว : 6302012520061
6302012520071
6302012520088

สาขา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ

คณะ : ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC
สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ชื่อผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ : นายดนัย จันทร์อรุณ
นายธนกฤต นนท์กระโทก
นางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์
นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง

คำชี้แจง

การประเมินคุณภาพของชุดฝึก เรื่องชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC นักศึกษาสาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ฉบับนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมินคุณภาพของชุดฝึก เรื่องชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

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

แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินด้านวิศวกรรมตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: .....

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: .....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	**ระดับคุณภาพ**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม					
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม					
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน					
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม					
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย					
2.2 มีความปลอดภัยในการทำงาน					
2.3 การหยิบจับชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
2.4 ความสะดวกในการใช้งาน					
2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้					
2.6 ชุดฝึกคุณภาพกับการเรียนการสอน					
2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน					
3. ด้านการบำรุงรักษา					
3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด					
3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้					
3.3 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย					
3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา					

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

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

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

( )

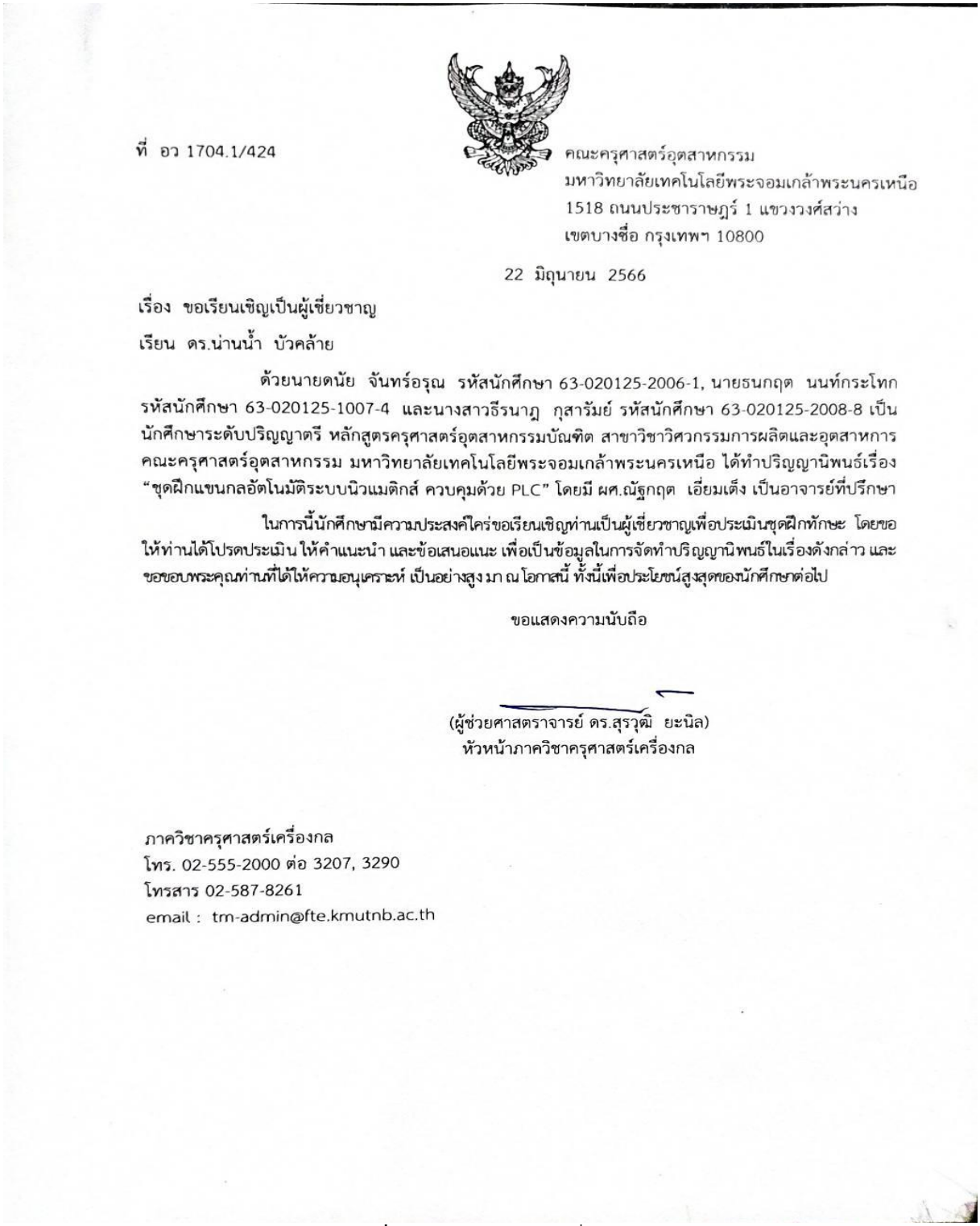
ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วย PLC

1. หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/424

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร.น่านน้ำ บัวคล้าย

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

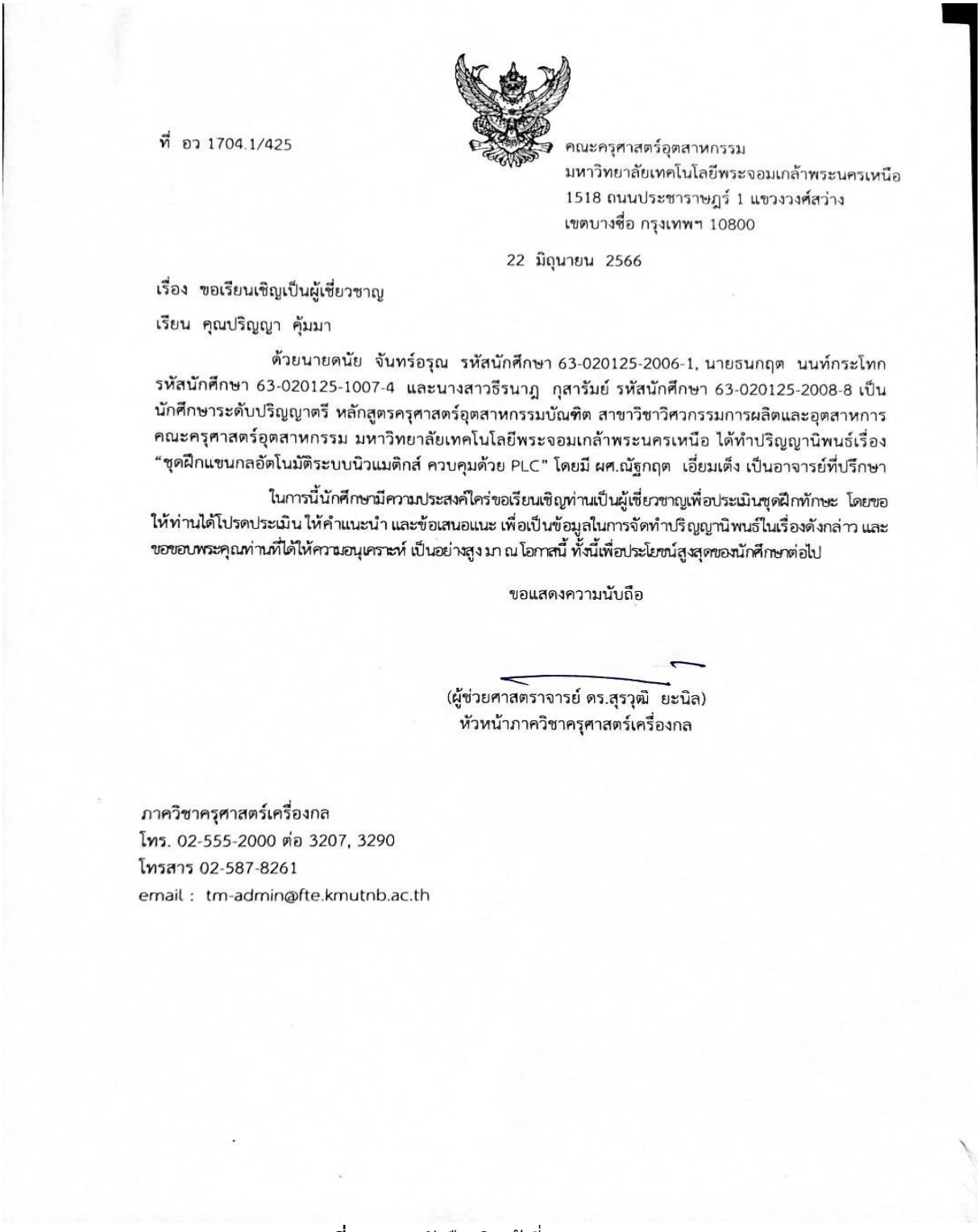
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-1 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/425

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณปริญญา คุ้มมา

ด้วยนายตนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

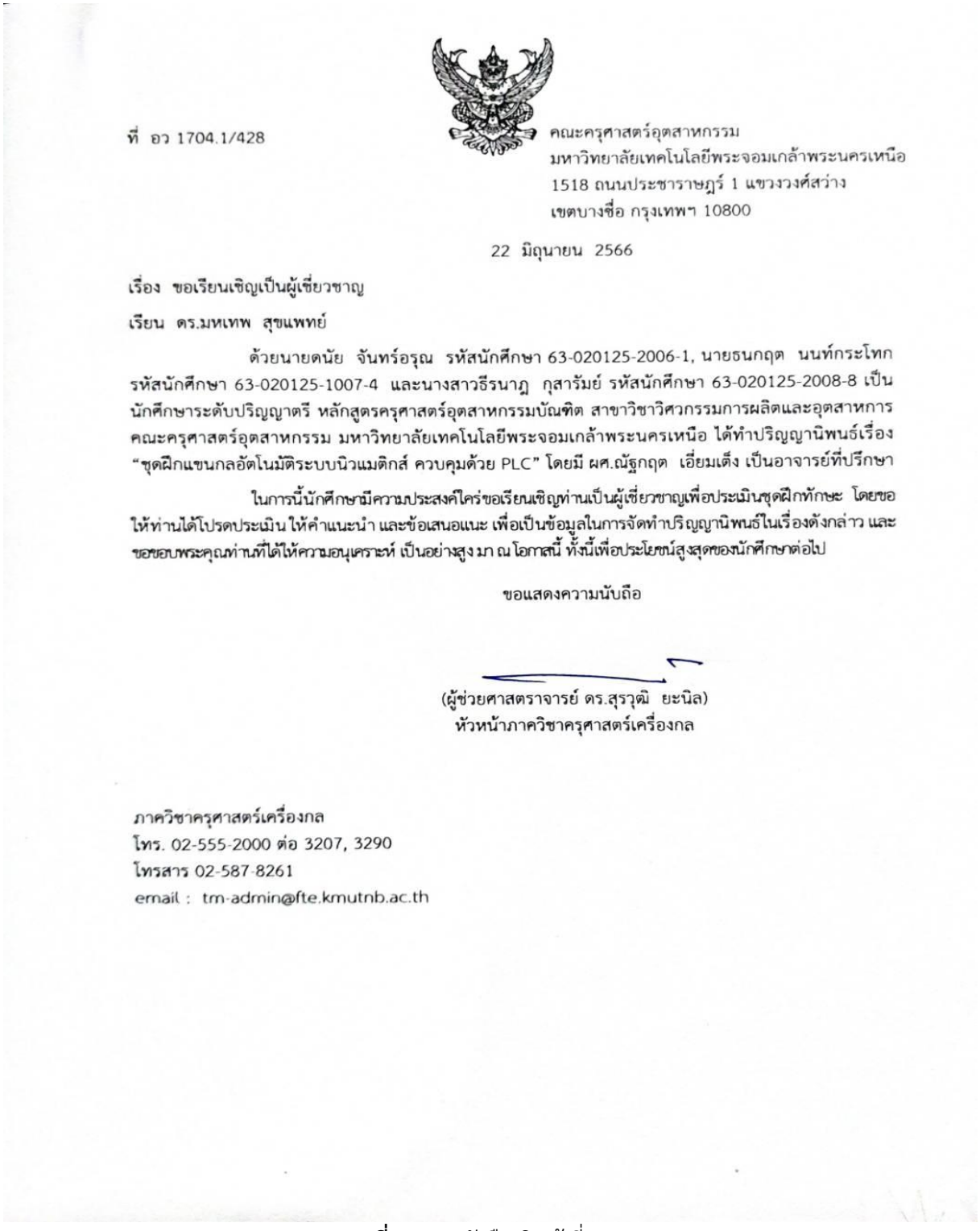
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-2 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/428

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร.มหเทพ สุขแพทย์

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

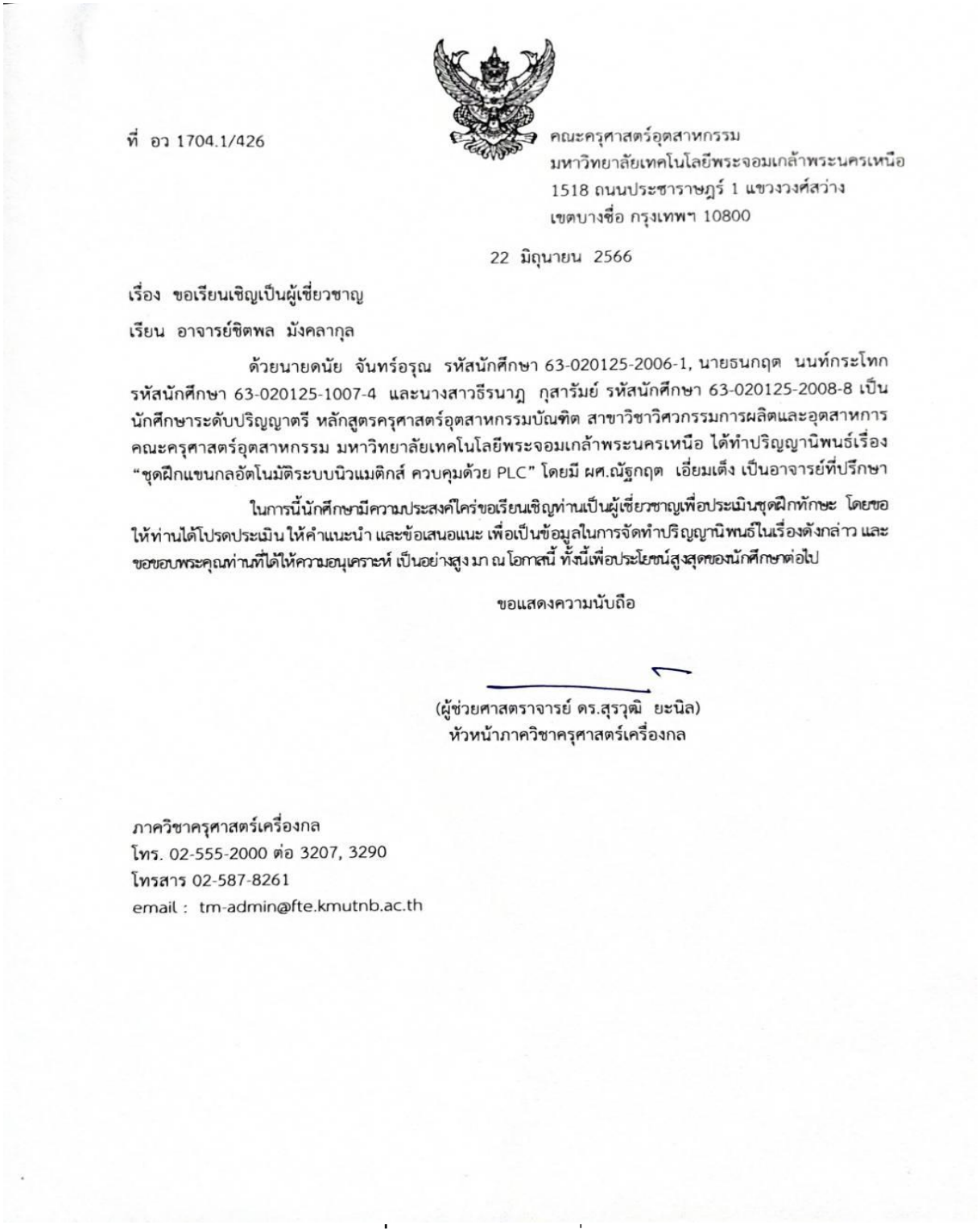
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-3 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/426

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ชิตพล มังคลากุล

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

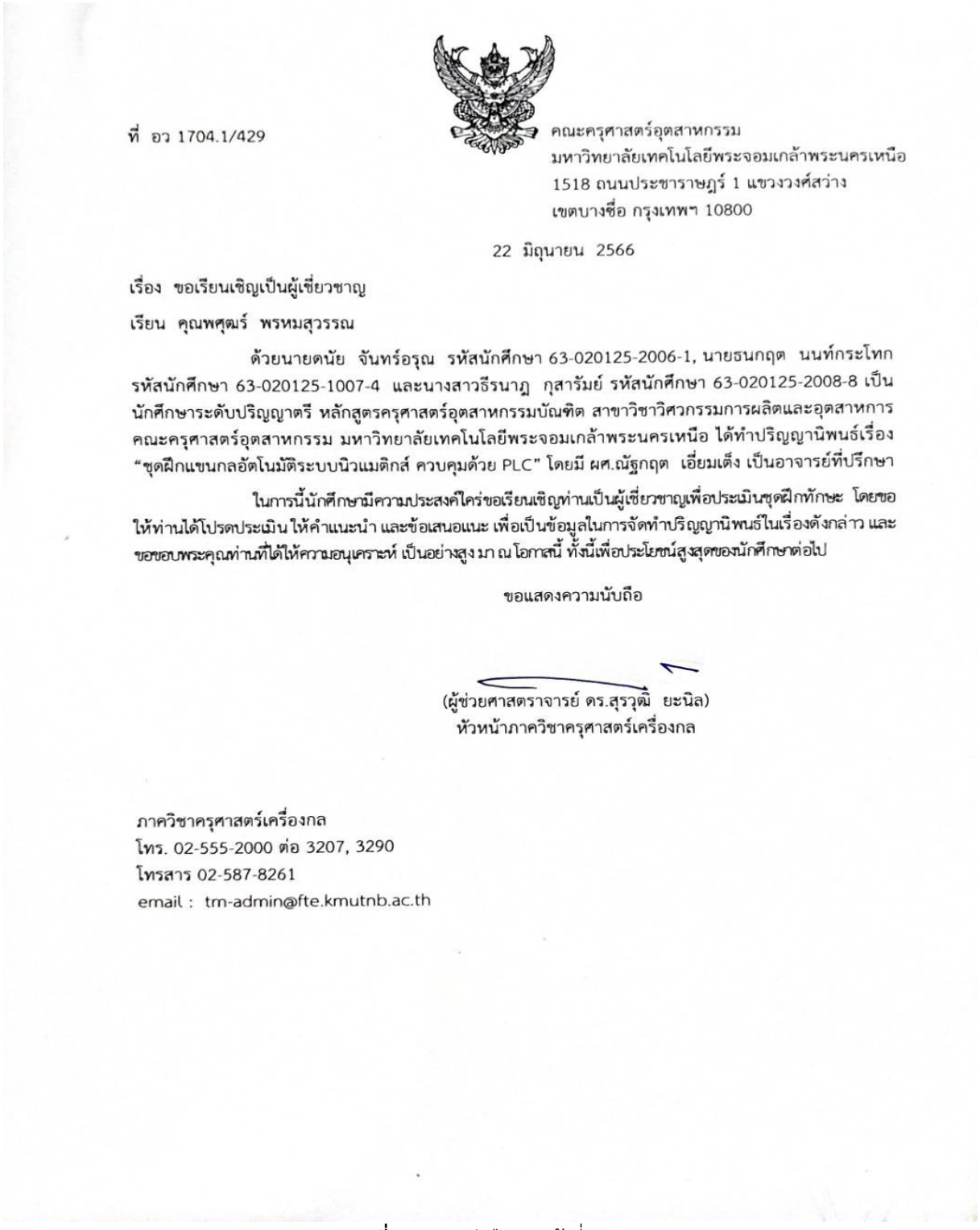
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-4 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/429

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณพศุตม์ พรหมสุวรรณ

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว 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

ภาพที่ ข-5 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 1704.1/430

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณภิมฐ์ณิชาภัคส์ ชุมพิมาย

ด้วยนายตนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

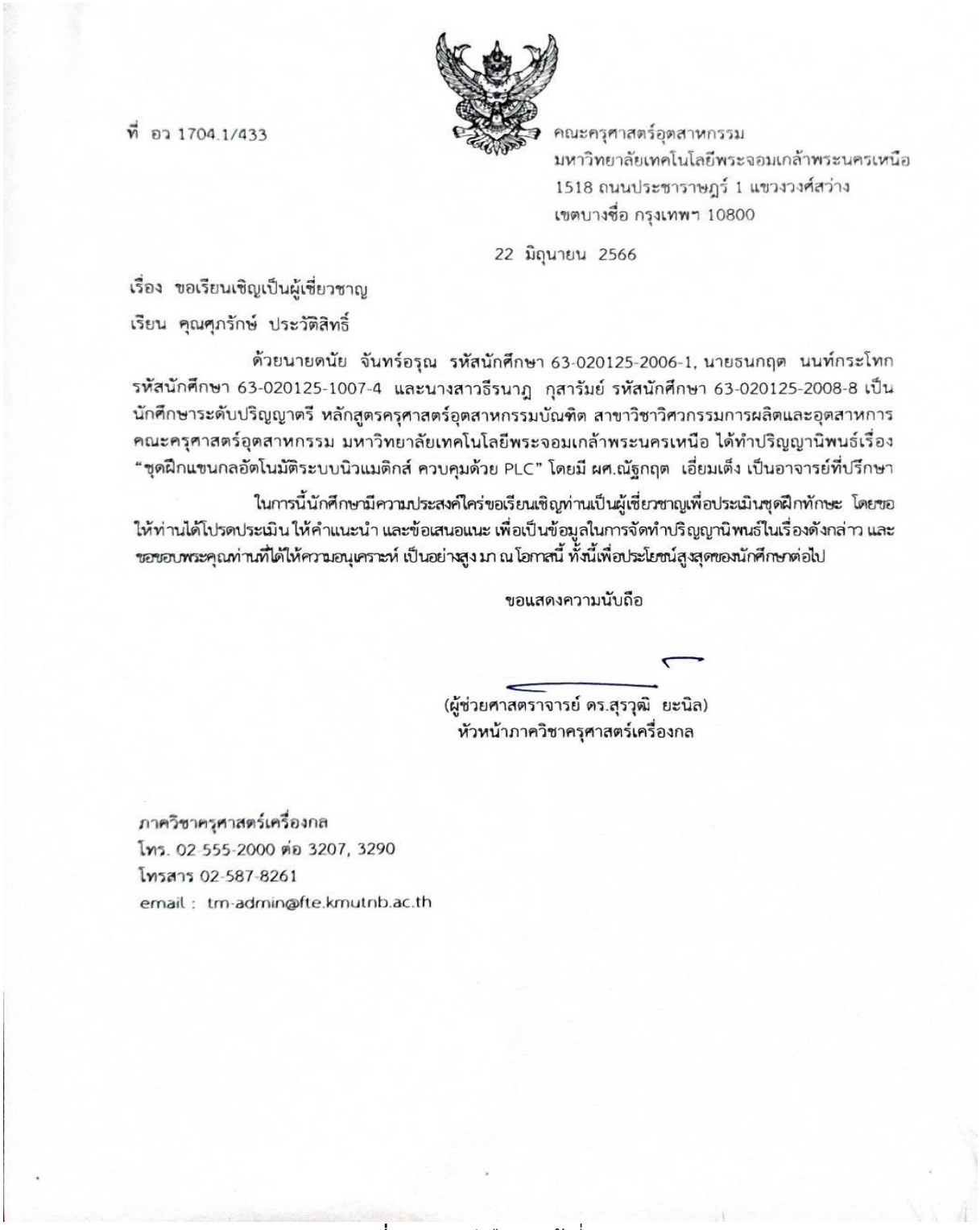
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-6 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/433

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณศุภรักษ์ ประวัติสิทธิ์

ด้วยนายตนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว 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

ภาพที่ ข-7 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 1704.1/432

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณณรงค์ศักดิ์ จันมลตรี

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

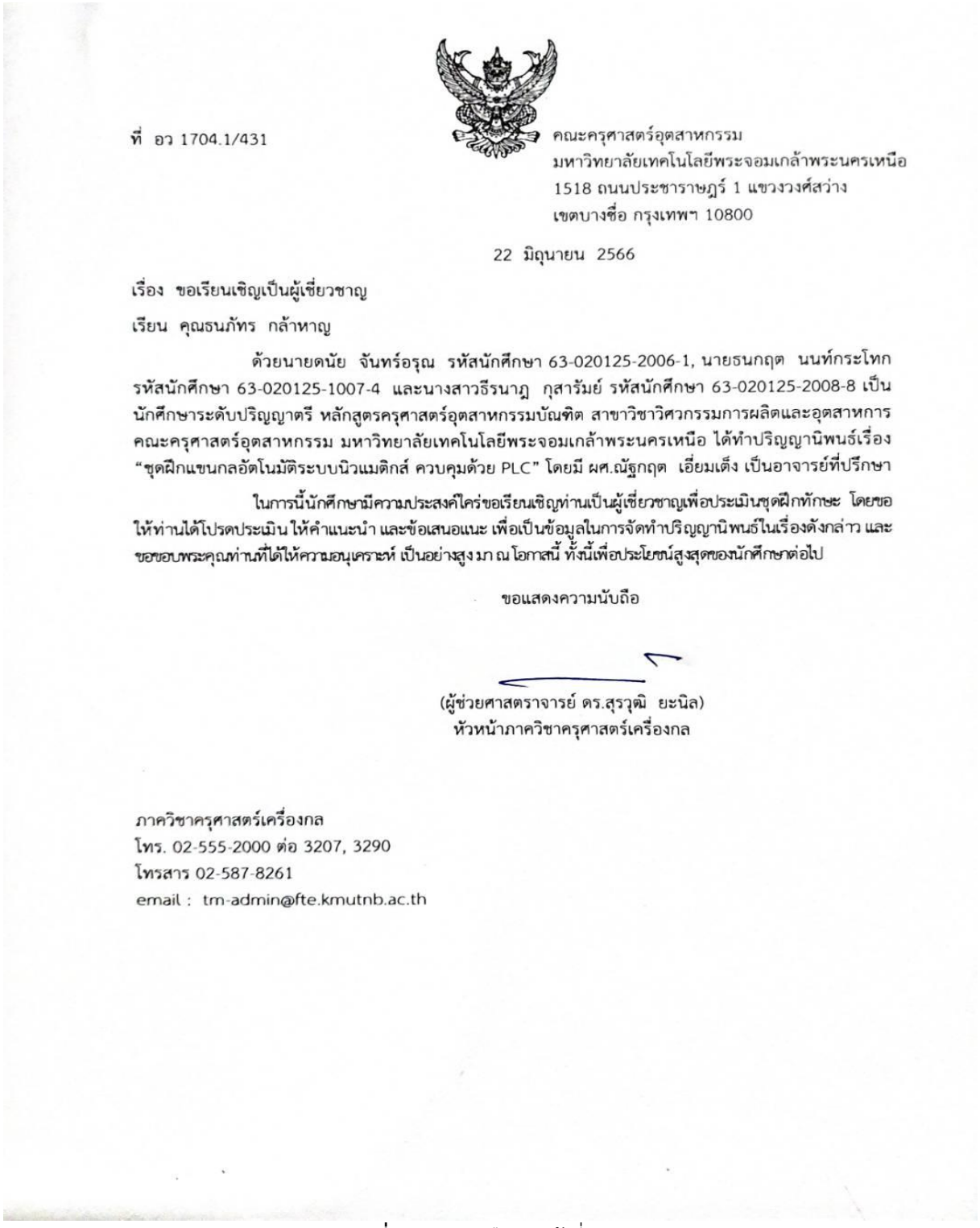
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษาต่อไป

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

ภาพที่ ข-8 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 1704.1/431

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

22 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คุณธนภัทร กล้าหาญ

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินชุดฝึกทักษะ โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าว 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

ภาพที่ ข-9 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: ศุภรักษ์ ประวัติสิทธิ์

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: Safety Engineering

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	✓				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	✓				
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน		✓			
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม		✓			
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

(ศุภรักษ์ ประวัติสิทธิ์)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-10 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: นายณรงค์ศักดิ์ จันมลตรี

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: Project Management

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีคุณภาพ	✓				
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีคุณภาพ		✓			
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน		✓			
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีคุณภาพ		✓			
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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

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

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

(ณรงค์ศักดิ์ จันมลตรี)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-11 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: ภิมุขณิชาภัคส์ ขุมพิมาย

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: TPM Engineer

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	✓				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน		✓			
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน		✓			
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม		✓			
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน		✓			
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรเพิ่มหลักการทำงานของแขนกลทั้ง 1 แขนว่าทำอะไรได้บ้าง ทำงานทำงานอย่างไร

ลงชื่อ .....

(ว่าที่ร้อยตรีภิมุขณิชาภัคส์ ขุมพิมาย)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-12 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: **นายธนภัทร กล้าหาร**

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: **Design Engineer**

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	✓				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	✓				
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน	✓				
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม	✓				
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

(ธนภัทร กล้าหาญ)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-13 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: **นายพศุฒร์ พรหมสุวรรณ**

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: **ผู้ช่วยนักวิจัย ห้องปฏิบัติการจำลองกระบวนการทางโลหะวิทยา**

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม		P			
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม		P			
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	P				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม			P		
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย		P			
2.2 มีความปลอดภัยในการทำงาน		P			
2.3 การหยิบจับชิ้นงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ			P		
2.4 ความสะดวกในการใช้งาน		P			
2.5 พัฒนาไปใช้ในงานอุตสาหกรรมได้	P				
2.6 ชุดฝึกเหมาะสมกับการเรียนการสอน		P			
2.7 เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้แก่ผู้เรียน		P			
3. ด้านการบำรุงรักษา					
3.1 สามารถซ่อมแซมได้ง่าย หากมีการชำรุด		P			
3.2 อุปกรณ์ต่างๆสามารถหาซื้อได้		P			
3.3 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ง่าย		P			
3.4 ชุดฝึกมีความง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา		P			

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน		P			
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน	P				
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม		P			
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน		P			
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี		P			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชุดฝึกแขนกลนี เหมาะสมสำหรับการสอนเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจระบบแขนกลในอุตสาหกรรม และสามารถพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมจริงได้

ลงชื่อ พศุฒร์ พรหมสุวรรณ

(**นายพศุฒร์ พรหมสุวรรณ**)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-14 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: นาย ชิตพล ฟักอาจ

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: ข้าราชการ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม		✓			
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	✓				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน		✓			
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน		✓			
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม	✓				
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

–

ลงชื่อ .....

(ชิตพล ฟักอาจ)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-15 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: อาจารย์ ดร. มหเทพ สุขแพทย์

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน		✓			
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน		✓			
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชันเจน			✓		
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม		✓			
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ใบงานประลองควรมีลำดับความยากง่ายแตกต่างกันชัดเจน เช่น ในบางการทดลองอาจจะไม่มีผังการทำงานของ cylinder มาให้ โดยให้ผู้เรียนทำการออกแบบเอง ควรตรวจสอบคำผิดของใบงาน *พบการเขียนผิด*

ลงชื่อ .....

(อาจารย์ ดร. มหเทพ สุขแพทย์)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-16 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: .....ดร. นำพล บัวคลี่.....

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: .....อาจารย์ มจพ.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน	✓				
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน	✓				
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน	✓				
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม	✓				
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

(ดร. นำพล บัวคลี่)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-17 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ: .....

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน: .....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ					
1.1 ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.2 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
1.3 โครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน		✓			
1.4 ตำแหน่งของการจัดวางอุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องมีความเหมาะสม	✓				
2. ด้านการทำงาน					
2.1 ขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม 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 แบบสอบถามคุณภาพของชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC (ต่อ)

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ด้านใบงานการประลอง					
4.1 มีขอบเขตการประลองที่ระบุขั้นตอนการสาธิตชัดเจน		✓			
4.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประลองชัดเจน		✓			
4.3 ลำดับขั้นตอนในการประลองมีความเหมาะสม		✓			
4.4 มีความสะดวกในการดำเนินการเรียนการสอน	✓				
4.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

( )

ผู้ประเมิน

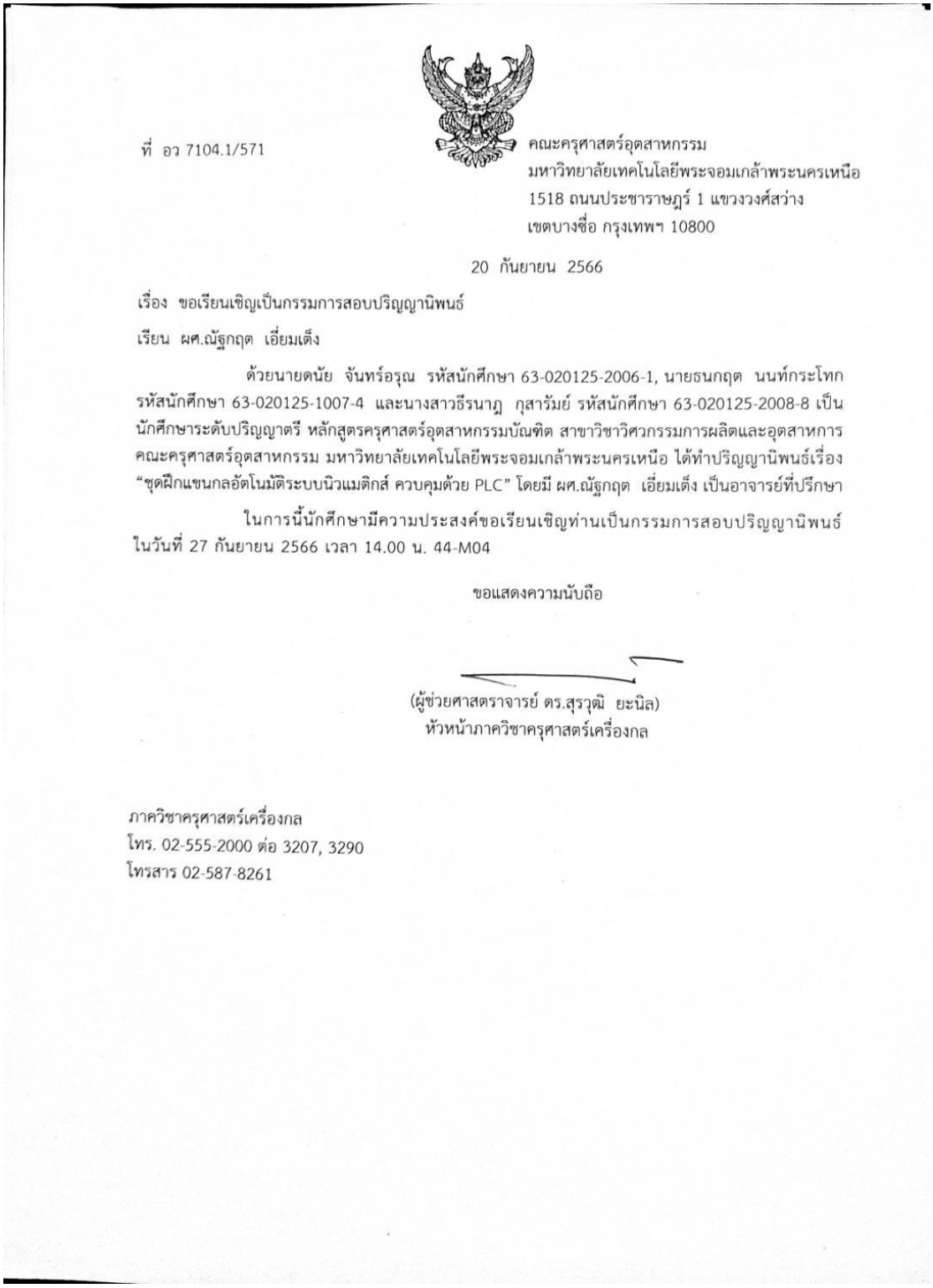
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาพที่ ข-18 แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ค

เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

1. หนังสือเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



ที่ อว 7104.1/571

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

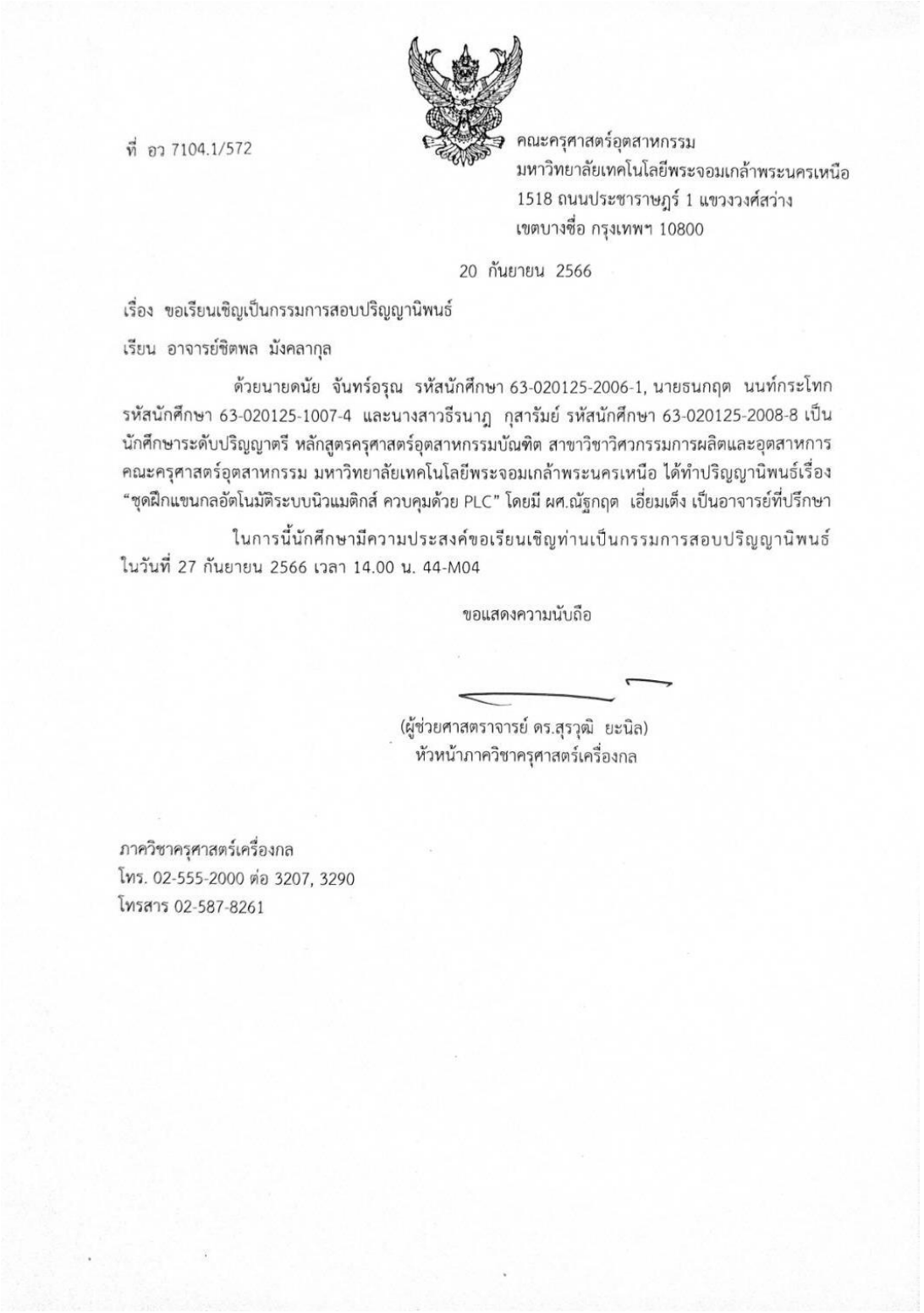
ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 14.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

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

ภาพที่ ค-1 เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



ที่ อว 7104.1/572

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน อาจารย์ชิตพล มังคลากุล

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 14.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

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

ภาพที่ ค-2 เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ที่ อว 7104.1/573

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน คุณปริญญา คุ้มมา

ด้วยนายตนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 14.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

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

ภาพที่ ค-3 เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ที่ อว 7104.1/574

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ดร.วิษณุ เลิศจันทรางกูร

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสารัมย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 14.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

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

ภาพที่ ค-4 เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ที่ อว 7104.1/575

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

20 กันยายน 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

เรียน ว่าที่ ร.ต.พศิน มัชฌิมา

ด้วยนายดนัย จันทร์อรุณ รหัสนักศึกษา 63-020125-2006-1, นายธนกฤต นนท์กระโทก รหัสนักศึกษา 63-020125-1007-4 และนางสาวธีรนาฏ กุสาร์มย์ รหัสนักศึกษา 63-020125-2008-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC" โดยมี ผศ.ณัฐกฤต เอี่ยมแต้ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 27 กันยายน 2566 เวลา 14.00 น. 44-M04

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

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

ภาพที่ ค-5 เอกสารเชิญกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายดนัย จันทร์อรุณ
ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่อยู่ : 173 หมู่ 7 ต.แม่น้ำคู้ อ.ปลวกแดง จ.ระยอง 21140
เบอร์โทรศัพท์ : 095-460196
อีเมล : Danaith20@gmail.com
ประวัติการศึกษา : ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนนิคมสร้างตนเองจังหวัดระยอง 10
ระดับมัธยมต้น : โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม
ระดับมัธยมปลาย : โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม
ระดับ ปวส. : วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค)
ระดับปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายธนกฤต นนท์กระโทก
ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่อยู่ : เฉลิมวรรณ2 58/1 ซอยสบายใจแยก1 ถนนสุทธิสาร แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310
เบอร์โทรศัพท์ : 064-1189890
อีเมล : gxnom@gmail.com
ประวัติการศึกษา : ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนหนองหินวิทยาคาร
ระดับมัธยมต้น : โรงเรียนหนองหินวิทยาคาร
ระดับมัธยมปลาย : โรงเรียนดงมูลวิทยาคม
ระดับ ปวส. : วิทยาลัย หนองกุงศรี
ระดับปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวธีรนาฎ กุสารัมย์

ชื่อปริญญานิพนธ์ : ชุดฝึกแขนกลอัตโนมัติระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วย PLC

สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่อยู่ : 1/3 หมู่12 ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา 24190

เบอร์โทรศัพท์ : 080-0641065

อีเมล : Theeranat555@gmail.com

ประวัติการศึกษา :

ระดับประถมศึกษา	:	โรงเรียนบ้านมาบยางพร
ระดับมัธยมต้น	:	โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา
ระดับมัธยมปลาย	:	โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา
ระดับ ปวส.	:	วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค)
ระดับปริญญาตรี	:	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ