

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบอัตโนมัติ

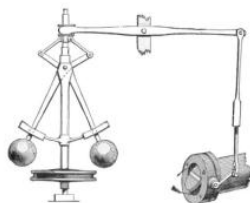
2.1.1 ความเป็นมาและคำจำกัดความ

ปัจจุบันการควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก เนื่องจากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและต่อไปในอนาคต มนุษย์พยายามประดิษฐ์คิดค้นและพัฒนาเครื่องมือที่สามารถทุน่แรงและทำงานแทนมนุษย์มาตลอดแม้ทุกวันนี้ชีวิตประจำวันของมนุษย์จะต้องอยู่กับอุปกรณ์เครื่องทุน่แรงเหล่านี้ ดังนั้นการทำงานในอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจประเภทใดก็ต้องมีอุปกรณ์เครื่องทุน่แรงจนถึงระบบหรือเครื่องมือเครื่องจักรที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ

จากอดีตมนุษย์สามารถคิดค้นเครื่องทุน่แรงมาใช้ทำงานแทนได้แล้วมาเป็นเวลานาน เช่น การขี่ม้าแทนการเดิน การใช้วัวควายมาลากเกวียน และการใช้พลังงานลมมาหมุนกังหันวิดน้ำ

แนวความคิดที่จะมีระบบที่ควบคุมและทำงานได้อย่างอัตโนมัติเป็นเรื่องที่พยายามกันมานานในยุคต้นๆ ช่วง 250-270 ปีก่อนคริสตกาล เริ่มจากการหาวิธีในการควบคุมระดับน้ำในภาชนะกักเก็บโดยการใช้ลูกกลอกที่เรียกว่า นาฬิกา น้ำ โดย Ktesibios ชาวกรีก

การใช้ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมเริ่มขึ้นใน ค.ศ. 1788 James Watt ได้พัฒนาอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของเครื่องจักรไอน้ำเรียกว่า Fly Ball Governor ที่ประกอบด้วยลูกบอล 2 ลูกติดอยู่กับก้านเหวี่ยงโดยสวมอยู่กับเพลาลูกบอลเมื่อเพลาลูกบอลขยับให้หมุนด้วยไอน้ำ แรงหนีศูนย์กลางจะทำให้ลูกบอลถูกเหวี่ยงลอยขึ้น ระยะที่ลูกบอลลอยขึ้นจะแปรผันกับความเร็วรอบของเพลาลูกบอล ทำให้สามารถวัดความเร็วของเครื่องจักรได้ เมื่อทราบความเร็วรอบแล้วก็นำระยะยกนี้ไปปรับลิ้นควบคุมทางเดินของไอน้ำเพื่อปรับให้ไอน้ำไหลเข้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามต้องการ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วเครื่องจักรให้คงที่ได้



ภาพที่ 2-1 Fly Ball Governor

ระบบการควบคุมอัตโนมัติหมายถึง การทำงานของระบบหรือเครื่องจักรที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองอย่างต่อเนื่องเมื่อมีสัญญาณให้เริ่มต้นการทำงาน โดยที่ระบบนั้นจะเป็นการทำงานแบบวนรอบวัฏจักรเดิมตลอด หรือสามารถเปลี่ยนแปลง รูปแบบการทำงาน โดยการใช้วิธีนำสัญญาณมาวิเคราะห์ประมวลผล



ภาพที่ 2-2 เครื่องจักรอัตโนมัติ

2.1.2 องค์ประกอบของการควบคุมระบบอัตโนมัติ

เป็นการนำองค์ประกอบและหน้าที่ในการทำงานหลายๆส่วนมาต่อกันขึ้นเป็นระบบให้เกิดการตอบสนองตามต้องการซึ่งประกอบด้วย

2.1.2.1 สัญญาณอินพุต (Input Signal) ใช้ในการสั่งงานให้ระบบรวมถึงแสดงสถานะการทำงานของระบบ เพื่อให้ส่วนควบคุมวิเคราะห์และประมวลผลสั่งงาน

2.1.2.2 กระบวนการหรือระบบ (Process) เป็นระบบหรือเครื่องจักรที่ต้องการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

2.1.2.3 สัญญาณเอาต์พุต (Output Signal) เป็นสัญญาณที่สั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานตามที่ส่วนควบคุมกำหนด

2.1.2.4 สัญญาณป้อนกลับ (Feedback Signal) บอกถึงสถานะการทำงานของระบบ เพื่อให้ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมวิเคราะห์และประมวลผลสั่งงานอุปกรณ์

2.1.2.5 อุปกรณ์ควบคุม (Controller) ทำหน้าที่ออกคำสั่งตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2.1.3 ประเภทของระบบการควบคุม

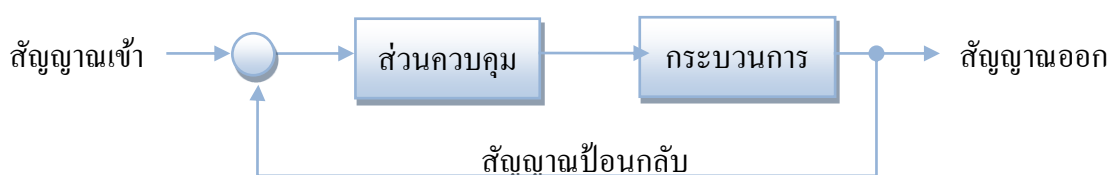
2.1.3.1 ระบบการควบคุมแบบเปิด

คือระบบที่เป็นการสั่งงานไปยังอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการอ่านค่าจากการป้อนกลับ จึงเป็นระบบที่ง่ายและไม่ยุ่งยาก



2.1.3.2 ระบบการควบคุมแบบปิด

ระบบนี้ต่างจากระบบควบคุมแบบเปิดคือมีการนำผลที่ได้จากเอาต์พุตเปรียบเทียบกับเอาต์พุตที่เราต้องการของระบบซึ่งผลความแตกต่างระหว่างเอาต์พุตทั้งสองจะถูกส่งไปที่อุปกรณ์ควบคุม



2.2 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Controller : PC)

2.2.1 ประวัติความเป็นมา

เมื่อปี พ.ศ. 2511 ในฝ่าย Hydromatic ของบริษัทเจเนอรัล มอเตอร์ (General Motors) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่เพื่อใช้ทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิม ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และในปี พ.ศ. 2512 พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) ได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก ส่วนในญี่ปุ่น พีแอลซีได้ถูกพัฒนาขึ้นภายหลังจากที่บริษัท ออม รอน (OMRON Co.,Ltd) ของประเทศญี่ปุ่น ประสบความสำเร็จในการผลิตโซลิด-สเตทรีเลย์ (Solid State Relay) ในปี พ.ศ. 2508 หลังจากนั้น 5 ปี พีแอลซีก็ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดจนเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา

2.2.2 ชื่อเรียกที่แตกต่างกันของพีแอลซี

PLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศดังนี้

2.2.2.1 ในประเทศอังกฤษ เรียกว่า พีซี (Programmable Controller : PC)

2.2.2.2 ในประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย เรียกว่า พีบีเอส (Programmable Binary System : PBS)

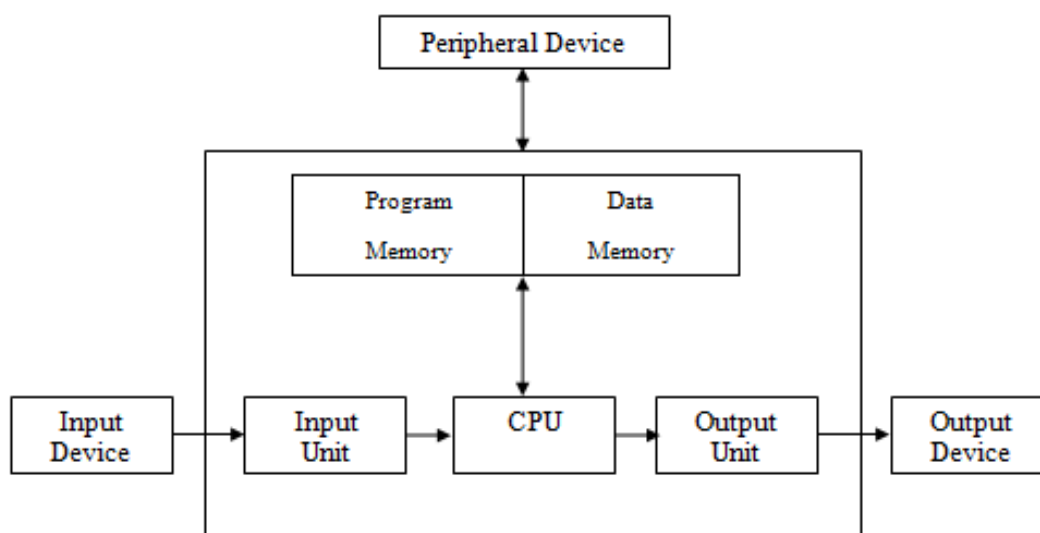
2.2.2.3 ในประเทศสหรัฐอเมริกา เรียกว่า พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC)

2.2.3 ความหมายของพีซี/พีแอลซี

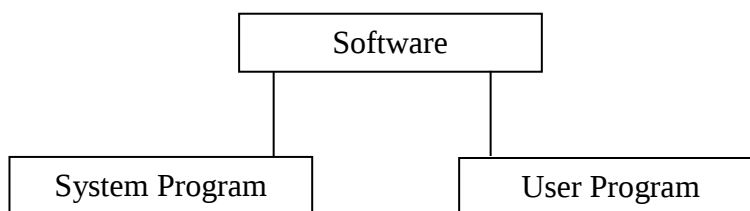
พีซี (Programmable Controller : PC) หรือ พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบกระบวนการต่างๆ โดยที่ภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นมันสมองสั่งการ การควบคุมการทำงานสามารถทำได้โดยวิธีการป้อน เป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีซี/พีแอลซี ในพีซี/พีแอลซี จะมีอุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้ เช่น รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ฯลฯ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้อยู่ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ (Software) ไม่มีตัวตนในรูปของวัตถุ แต่จะอยู่ในรูปแบบของฟังก์ชันการทำงานที่ตรงกับของจริง และเหตุผลที่นิยมนำ พีซี/พีแอลซี มาใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมาจากข้อดีของ พีซี/พีแอลซี เมื่อเทียบกับการใช้รีเลย์แบบเก่า คือขนาดของระบบเล็กกลง ใช้โปรแกรมแทนการเดินสาย เปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุมและขยายระบบได้ง่าย ลดเวลาในการออกแบบและการติดตั้งที่มีเสถียรภาพดีกว่าการควบคุมด้วยรีเลย์ มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหลายแบบและสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้

2.2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีซี/พีแอลซี

พีซี/พีแอลซี มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์แสดงดังภาพที่ 2-3 และ ภาพที่ 2-4



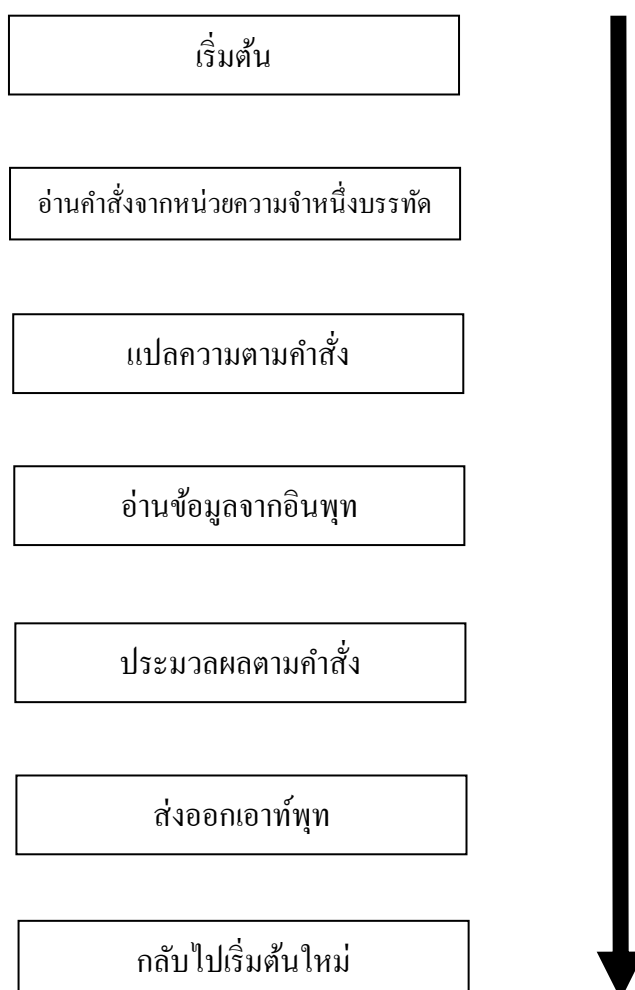
ภาพที่ 2-3 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ส่วนซอฟต์แวร์

2.2.5 โครงสร้างส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของ พีซี/พีแอลซี แบ่ง ออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

2.2.5.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (Central Processing Unit : CPU) คือส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ พีซี/พีแอลซีโดยทั่วไปแล้วจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ชนิด 8 บิต เป็นตัวประมวลผล ปกติหน้าที่ของซีพียู คือรับข้อมูลอินพุตเข้ามาประมวลผลตามคำสั่งแล้วส่งผล ที่ได้ออกไปยังเอาต์พุต จากนั้นก็จะวนกลับไปรับข้อมูลจากอินพุตเข้ามาอีกแล้วทำซ้ำๆ เช่นนี้ไปเรื่อยๆ ซึ่งเรียกว่าการ สแกน (Scan)



2.2.5.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญเพราะใช้เป็นที่เก็บโปรแกรม และข้อมูลซึ่งหน่วยความจำภายใน พีซี/พีแอลซีแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่

- หน่วยความจำของระบบ

ก. โปรแกรมการบริหารระบบ ซึ่งจะไม่อนุญาตให้ผู้ใช้ได้เปลี่ยนแปลง ตัวโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ

ข. ตารางข้อมูลมีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลโดยจะแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน คือ ตารางอินพุต เอาท์พุต รีเลย์ภายในและรีจิสเตอร์ที่โปรแกรมผู้ใช้ เป็นคำสั่งหรือโปรแกรม ที่ผู้ใช้เขียนขึ้น เพื่อควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการให้ทำงานตามต้องการ

- หน่วยความจำของผู้ใช้

หน่วยความจำชนิดต่างๆ ได้แก่

ก. รอม (Read Only Memory : ROM) เป็นหน่วยความจำที่จะไม่อนุญาต ให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ แต่สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ขณะไม่มีกระแสไฟฟ้า

ข. แรม (Random Access Memory : RAM) เป็นหน่วยความจำที่ผู้ใช้ สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้แต่จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองต่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลสูญหาย เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ

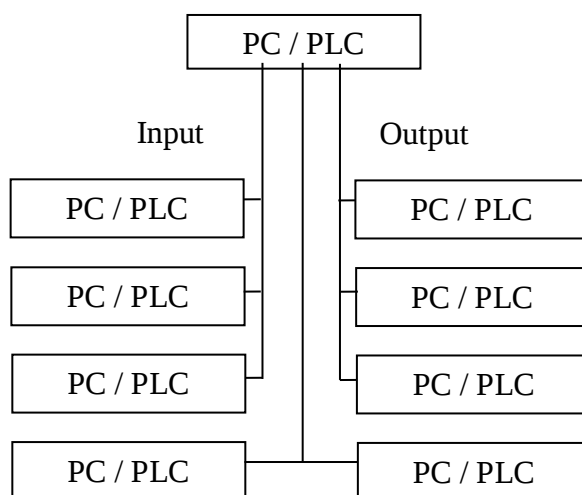
ค. อีพรอม (Erasable Programmable Read Only Memory : EPROM) อีพรอมเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ และข้อมูลจะไม่สูญหายเมื่อไฟดับ

ง. อีอีพรอม (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory : EEPROM) มีลักษณะคล้ายกับ อีพรอมเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ แต่ตอนแก้ไขข้อมูลผู้ใช้สามารถแก้ไขเฉพาะตำแหน่งที่ต้องการได้ และข้อมูลจะไม่สูญหาย เมื่อไฟดับ

2.2.6 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

2.2.6.1 หน่วยอินพุต ทำหน้าที่เชื่อมต่อกันระหว่างซีพียู กับอุปกรณ์ภายนอกโดยรับค่าสถานะหรือปริมาณทางฟิสิกส์ เคมีและกายภาพต่างๆ จากการตรวจวัดที่เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วส่งต่างๆ ไปซีพียู

2.2.6.2 หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากซีพียูส่งออกมาแล้วขยายไปจับอุปกรณ์ ภายนอกเช่น รีเลย์ คอนแทคเตอร์ หลอดไฟ ฯลฯ นอกจากนี้แล้วหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ยังทำหน้าที่ แยกสัญญาณภายในและภายนอกออกจากกันเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ดังที่แสดงในภาพที่ 2-5

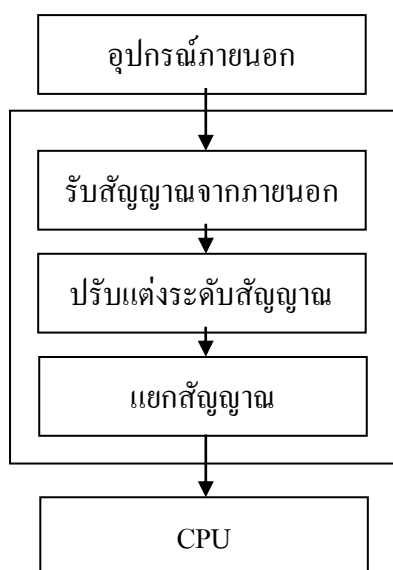


ภาพที่ 2-5 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.6.3 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิก

- หน่วยอินพุตแบบลอจิก

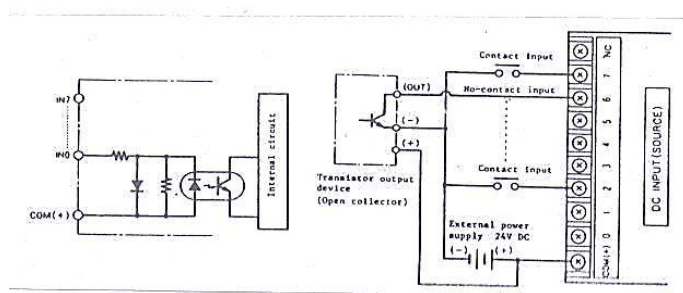
เนื่องจากระดับแรงดันไฟฟ้ามีหลายระดับ การเลือกใช้หน่วยอินพุตแบบสถานะลอจิกจึงต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง อินพุตชนิดนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือแบบไฟฟ้ากระแสตรงและแบบไฟฟ้ากระแสสลับหน้าที่หลักของหน่วยอินพุตชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญแสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิกของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

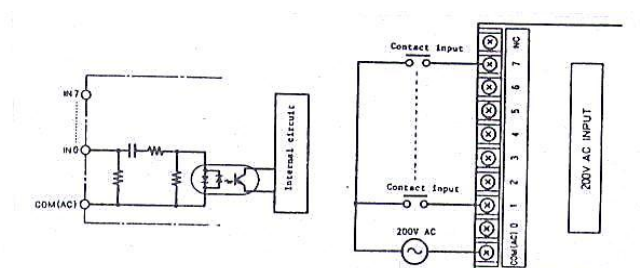
ก. หน่วยอินพุตที่ใช้กับไฟกระแสตรง (DC Input Unit)

หน่วยอินพุตแบบนี้จะใช้กับแรงดันและกระแสค่อนข้างต่ำจึงสามารถใช้ต่อกับหน้าสัมผัสขนาดเล็กแบบต่างๆ รวมไปถึงเซนเซอร์ที่เอาต์พุตเป็นทรานซิสเตอร์แบบเอ็นพีเอ็น หรือพีเอ็นพี ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างภายในและการต่อใช้งานหน่วยอินพุตที่ใช้กับไฟกระแสตรงของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

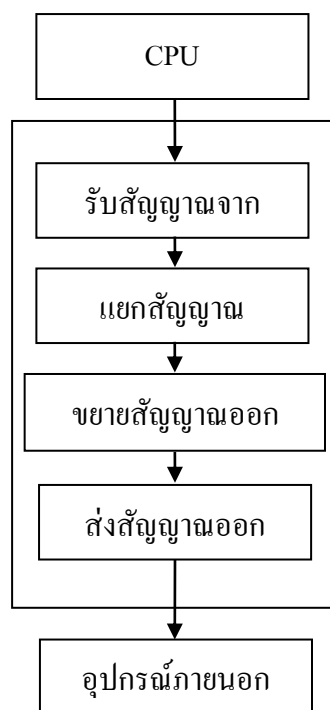
ข. หน่วยอินพุตที่ใช้กับไฟกระแสสลับ (AC Input Unit) แสดงดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 โครงสร้างภายในและการต่อใช้งานหน่วยอินพุตที่ใช้กับไฟกระแสสลับของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

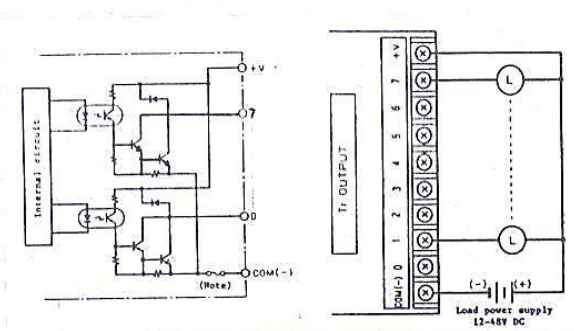
- หน่วยเอาต์พุตแบบลอจิก

หน้าที่หลักของหน่วยเอาต์พุตแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังที่แสดงดังภาพที่ 2-8



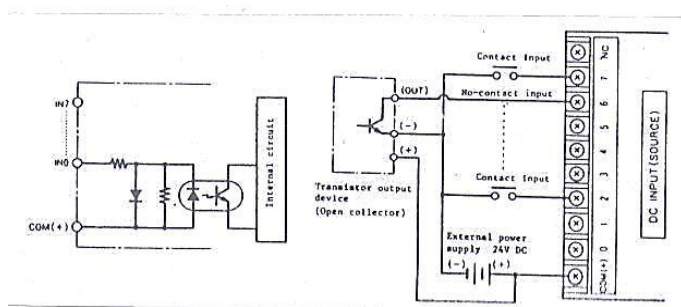
ภาพที่ 2-9 ส่วนประกอบและหน้าที่หลักของอุปกรณ์ภายนอก

ก. หน่วยเอาต์พุตใช้กับไฟกระแสตรง แสดงดังภาพที่ 2-9



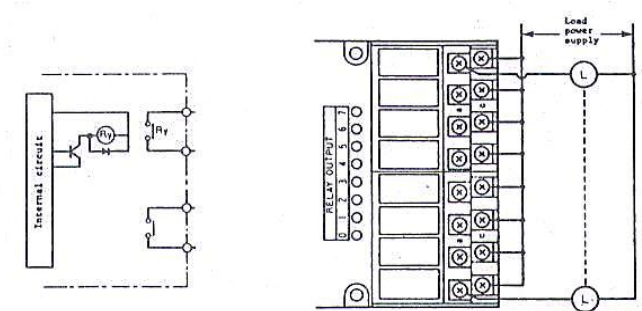
ภาพที่ 2-10 โครงสร้างภายในและการต่อใช้งานหน่วยเอาต์พุตใช้กับไฟกระแสตรง
ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ข. หน่วยเอาต์พุตใช้กับไฟกระแสสลับ แสดงดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-11 โครงสร้างภายในและการต่อใช้งานหน่วยเอาต์พุตใช้กับไฟกระแสสลับ
ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

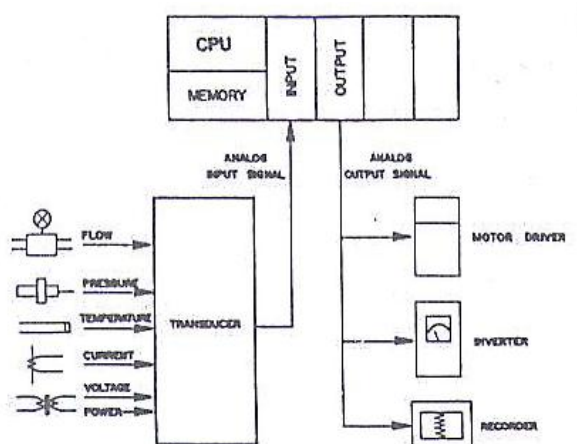
ค. หน่วยเอาต์พุตที่สามารถใช้กับไฟตรงและไฟสลับ แสดงดังภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-12 โครงสร้างภายในและการต่อใช้งานหน่วยเอาต์พุตที่สามารถใช้กับไฟตรงและไฟสลับ
ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.6.4 หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก

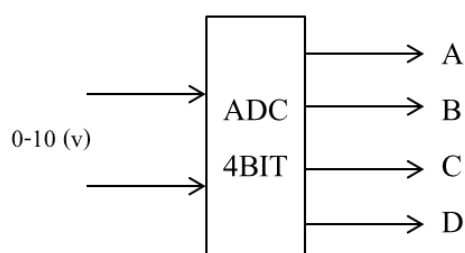
หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอินพุตอุปกรณ์ภายนอกที่ให้สัญญาณแบบอนาล็อกแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อส่งให้ซีพียู หลังจากประมวลผลแล้วจะส่งผลโดยการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลกลับเป็นสัญญาณอนาล็อกออกอุปกรณ์ภายนอก แสดงดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-13 การใช้งานหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก

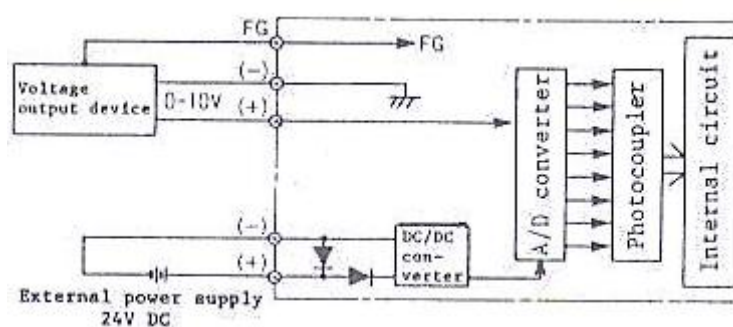
- หน่วยอินพุตแบบอนาล็อก

หน่วยอินพุตแบบอนาล็อกทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอก แล้วใช้วงจรแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล (Analog Digital Converter : ADC) เปลี่ยนสัญญาณส่งให้ซีพียู แสดงดังภาพที่ 2-13 2-14 และ 2-15

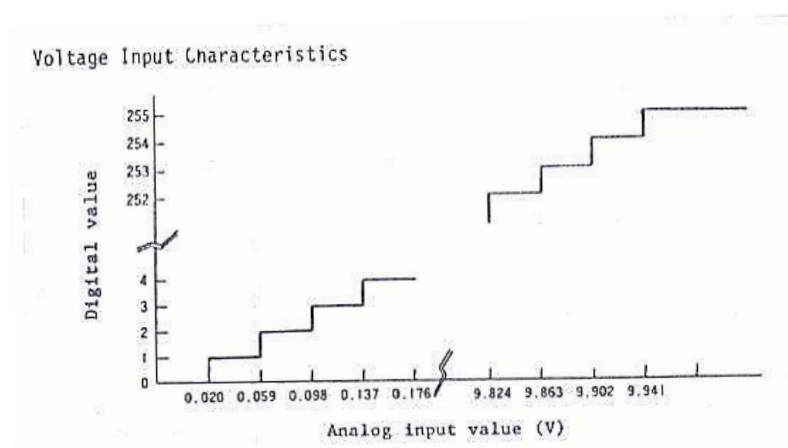


D	C	B	A	เลขฐานสิบ	ค่าอนาล็อก
0	0	0	0	0	0000-0.625
0	0	0	1	1	0.625-1.250
0	0	1	0	2	1.250-1.875
0	1	1	1	3	1.875-2.500
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	15	9.375-10.00

ภาพที่ 2-14 ADC ขนาด 4 บิต



ภาพที่ 2-15 ตัวอย่างและโครงสร้างภายในหน่วยอินพุตแบบอนาล็อกขนาด 8 บิต
ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์

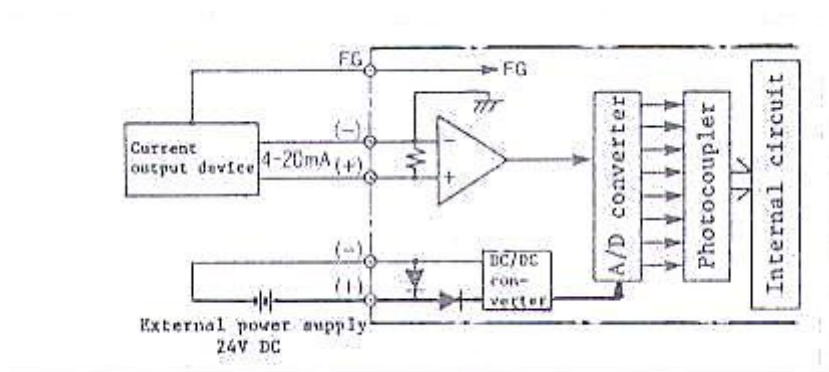


ภาพที่ 2-16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางดิจิทัลและอนาล็อก

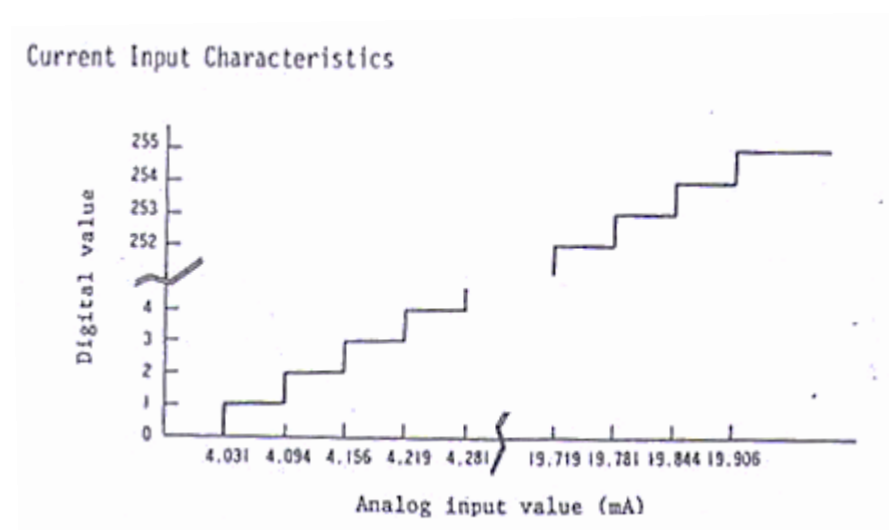
โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{Digital} = \frac{\text{Analog Value}}{10} \times 256 \quad (2-1)$$

Digital	หมายถึง	ค่าลอจิกที่มีเพียง 0,1
Analog	หมายถึง	ค่าที่มีความต่อเนื่อง



ภาพที่ 2-17 โครงสร้างภายในของหน่วยอินพุตแบบอนาล็อกขนาด 8 บิต
ใช้กับกระแส 4-20 มิลลิแอมป์



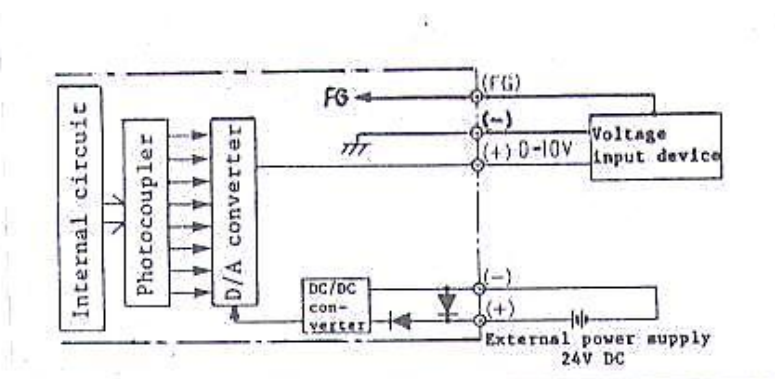
ภาพที่ 2-18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางดิจิทัลและอนาล็อก

โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

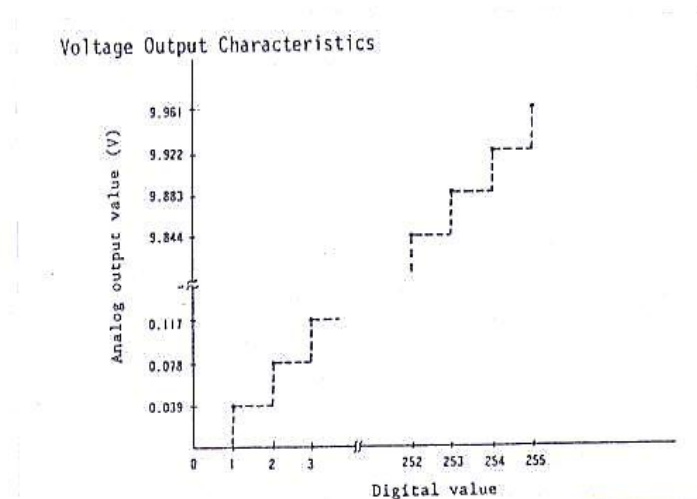
$$\text{Digital} = \frac{\text{Analog Value (mA)} - 4 \text{ (mA)}}{20 \text{ (mA)} - 4 \text{ (mA)}} \times 256 \quad (2-2)$$

Digital	หมายถึง	ค่าลอจิกที่มีเพียง 0,1
Analog	หมายถึง	ค่าที่มีความต่อเนื่อง

- หน่วยเอาต์พุตแบบอนาล็อก



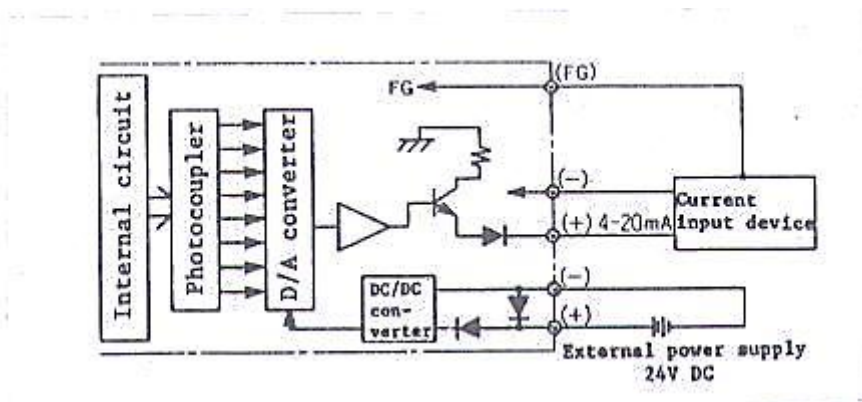
ภาพที่ 2-19 ตัวอย่างและ โครงสร้างภายในของหน่วยเอาต์พุตแบบอนาล็อกขนาด 8 บิต
ใช้กับแรงดัน 10 โวลต์



ภาพที่ 2-20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางดิจิทัลและอนาล็อก
โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

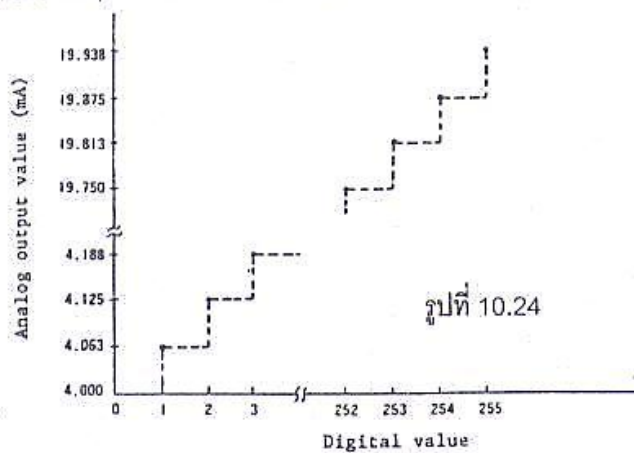
$$\text{Analog} = \frac{\text{Digital Value}}{256} \times 10 \text{ (V)} \quad (2-3)$$

Digital	หมายถึง	ค่าลอจิกที่มีเพียง 0,1
Analog	หมายถึง	ค่าที่มีความต่อเนื่อง



ภาพที่ 2-21 ตัวอย่างและโครงสร้างภายในของหน่วยเอาต์พุตแบบอนาล็อกขนาด 8 บิต
ใช้กับกระแส 4-20 มิลลิแอมป์

Current Output Characteristics



ภาพที่ 2-22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอนาล็อกและดิจิตอล

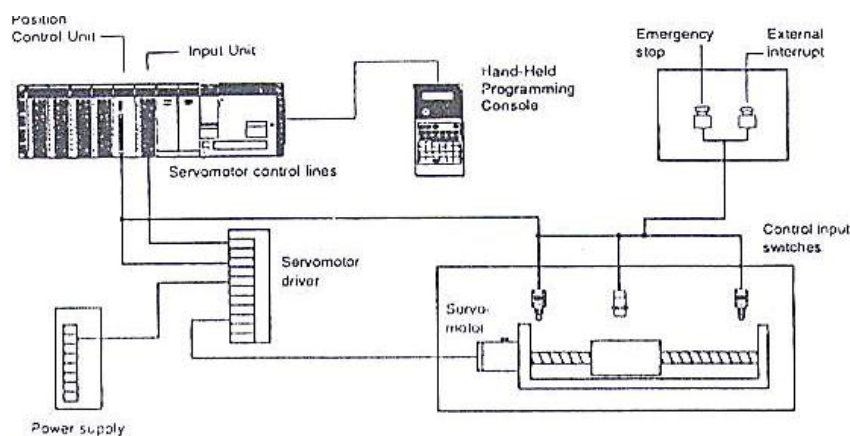
โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{Analog Output (mA)} = \frac{\text{Digital Value} \left(\frac{16\text{mA}}{4\text{mA}} \right) + 4\text{mA}}{256} \times 10 \text{ (V)} \quad (2-4)$$

Digital	หมายถึง	ค่าลอจิกที่มีเพียง 0,1
Analog	หมายถึง	ค่าที่มีความต่อเนื่อง

- หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบพิเศษ

นอกจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบที่กล่าวมาแล้วในงานควบคุมบางอย่าง อาจต้องการใช้หน่วยเชื่อมต่อพิเศษ เพื่อความสะดวกรวดเร็ว หรือเพราะหน่วยอินพุต/เอาต์พุตทั้งสองแบบที่ผ่านมาไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ เช่น หน่วยอินพุตความเร็วสูง (Hi-Speed Counter) หน่วยควบคุมแบบ (Proportional Integral Differential : PID) หน่วยควบคุมตำแหน่ง (Axis Positioning Module)



ภาพที่ 2-23 ตัวอย่างการนำหน่วยควบคุมตำแหน่งมาใช้ในการควบคุมเครื่องจักร

2.2.7 อุปกรณ์ติดต่อภายนอก (Peripheral Device)

เป็นอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมหน้าที่โดยทั่วไปของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ

- 2.2.7.1 ใช้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำของระบบ
- 2.2.7.2 ใช้ในการแก้ไขโปรแกรม
- 2.2.7.3 ใช้สั่งงานและแสดงสถานะของการควบคุม
- 2.2.7.4 ใช้ในการพิมพ์โปรแกรม

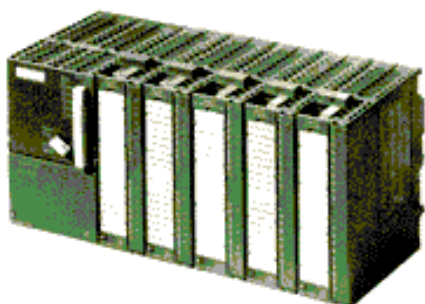


SIMATIC S7-200 ของ SIEMENS

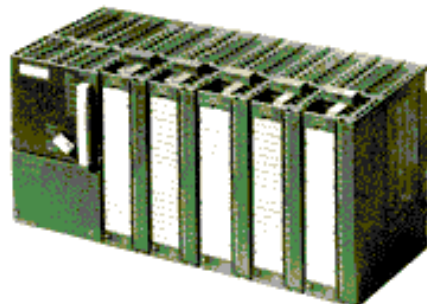


SIMATIC S5-95U ของ SIEMENS

ภาพที่ 2-25 พีแอลซีขนาดเล็ก

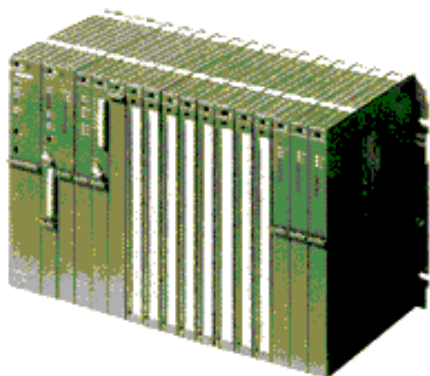


SIMATIC S7-300 ของ SIEMENS

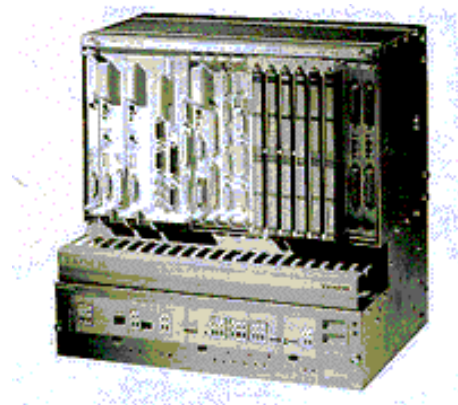


SIMATIC S5-115U ของ SIEMENS

ภาพที่ 2-26 พีแอลซีขนาดกลาง



SIMATIC S7-400 ของ SIEMENS



SIMATIC S5-155U ของ SIEMENS

ภาพที่ 2-27 พีแอลซีขนาดใหญ่

นอกจากนี้เรายังสามารถ ที่จะแบ่ง พีแอลซีตามโครงสร้างออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.2.8.1 แบบ Compact จะเป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุต และหน่วยสำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูล ประกอบรวมกันอยู่ภายใน โครงสร้าง เดียวกัน เช่น ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น

2.2.8.2 แบบ Modular จะเป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่มีลักษณะเป็นโมดูล เชื่อมต่อกันอยู่บน Rack สามารถจะทำการถอดและเสียบโมดูลที่ต้องการใช้งานได้

2.3 พร็อกซิมิตีเซนเซอร์ (Proximity sensor)

2.3.1 ความหมายของพร็อกซิมิตีเซนเซอร์ คือเซนเซอร์กลุ่มที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัส กับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใด รูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และ สัญญาณลม ส่วนการนำ เซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับ ตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง

2.3.2 ประเภทของฟร็อกซิมิตีเซนเซอร์

2.3.2.1 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น หรือเรียกกันทางภาษาเทคนิคว่า อินดักทีฟเซนเซอร์ (Inductive Sensor)

2.3.2.2 เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor) เซนเซอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับแบบเหนี่ยวนำ การเปลี่ยนแปลงของความจุ ซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ เซนเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นโลหะได้

2.3.2.3 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor) นิยมใช้ตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซนเซอร์ค่อนข้างมาก นอกจากมีคุณลักษณะเด่นในเรื่องของระยะการตรวจจับที่ไกลแล้ว เซนเซอร์แบบนี้ ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือสามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างสีได้

2.3.2.3 เซนเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic Sensor) เนื่องจากในงานบางลักษณะไม่สามารถใช้เซนเซอร์ประเภทต่างๆ ที่ได้กล่าวมาขึ้นต้นได้ เช่นการตรวจจับของเหลวในภาชนะบรรจุ ตรวจจับระดับความลึกของแหล่งน้ำ ตรวจจับพื้นผิวถนนสำหรับยานพาหนะบางชนิดเป็นต้น คลื่นเสียงที่นำมาทำเซนเซอร์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงความถี่ 20 กิโลเฮิรตซ์ – 1 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งหูของมนุษย์ไม่สามารถจะได้ยิน

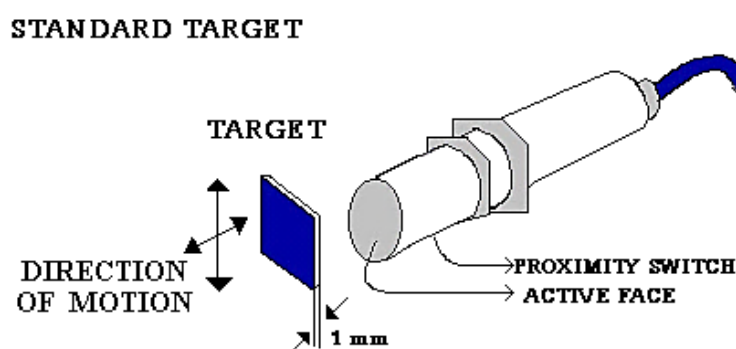
2.3.2.5 แม็กเนติกเซนเซอร์ (Magnetic Sensor)

- รีดสวิตช์ (Reed switch) คือ แม็กเนติกเซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเห็นแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (Ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น

- อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ แม็กเนติกเซนเซอร์ประเภทนี้ จะอาศัยการตัดต่อหรือให้สัญญาณโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในซึ่งเหมือนกับรีดสวิตช์ในส่วนที่อาศัยสนามแม่เหล็กในการทำงาน แต่ต่างกันในเรื่องความไวและอายุการใช้งาน แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์การตัดต่อสัญญาณจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกล ทำให้มีความไวในการทำงานที่สูงกว่ารีดสวิตช์ นอกจากนั้นยังส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานกว่า อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจในเรื่องความแตกต่างของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดก็คือ แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะใช้กับไฟกระพริบและต้องต่อสัญญาณไฟให้ถูกต้องตามที่กำหนด

ส่วนรีดสวิตช์หากไม่มีหลอดไฟแสดงสัญญาณ (Light Emitting Diode : LED) สามารถใช้ได้ทั้งไฟตรงและไฟกระแสสลับ และยังสามารถสลับขั้วการต่อได้

2.3.3 รายละเอียดทางเทคนิคของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 2-28 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ระยะตรวจจับมาตรฐานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำนั้น สามารถหาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (Mild Steel) เป็นวัตถุนำหาวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่น เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ฯลฯ ระยะการตรวจจับก็จะน้อยลง ทั้งนี้เราสามารถหาค่าได้โดยการเอาค่าตัวประกอบ (Factor) คูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐาน ดังตัวอย่าง ค่าตัวประกอบของเหล็กอ่อน เท่ากับ 1 ทองเหลืองเท่ากับ 0.50 ทองแดงเท่ากับ 0.40 ดังนั้นหากระยะตรวจจับมาตรฐานคือเหล็กอ่อนเท่ากับ 10 มิลลิเมตร เมื่อนำไปตรวจจับทองเหลืองก็จะเป็น 5.0 และทองแดงเป็น 4.0 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2-2 ระยะตรวจจับที่แปรผันจากชนิดของวัสดุ

วัสดุ	ค่าแฟกเตอร์โดยประมาณ
เหล็กอ่อน	1.0
สแตนเลส	0.85
ทองเหลือง	0.50
อลูมิเนียม	0.45
ทองแดง	0.40

ในการนำเซนเซอร์ แบบเหนี่ยวนำมาใช้งานนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องทราบ รายละเอียดหรือข้อมูลทางด้านเทคนิค ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์และประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

2.3.3.1 ระยะการตรวจจับ (Sensing Rang) คือระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนที่เข้ามาทาง ด้านหน้าของส่วนตรวจจับ แล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เปิด(On) เป็น ปิด(Off) หรือ ปิด (Off) เป็น เปิด (On)

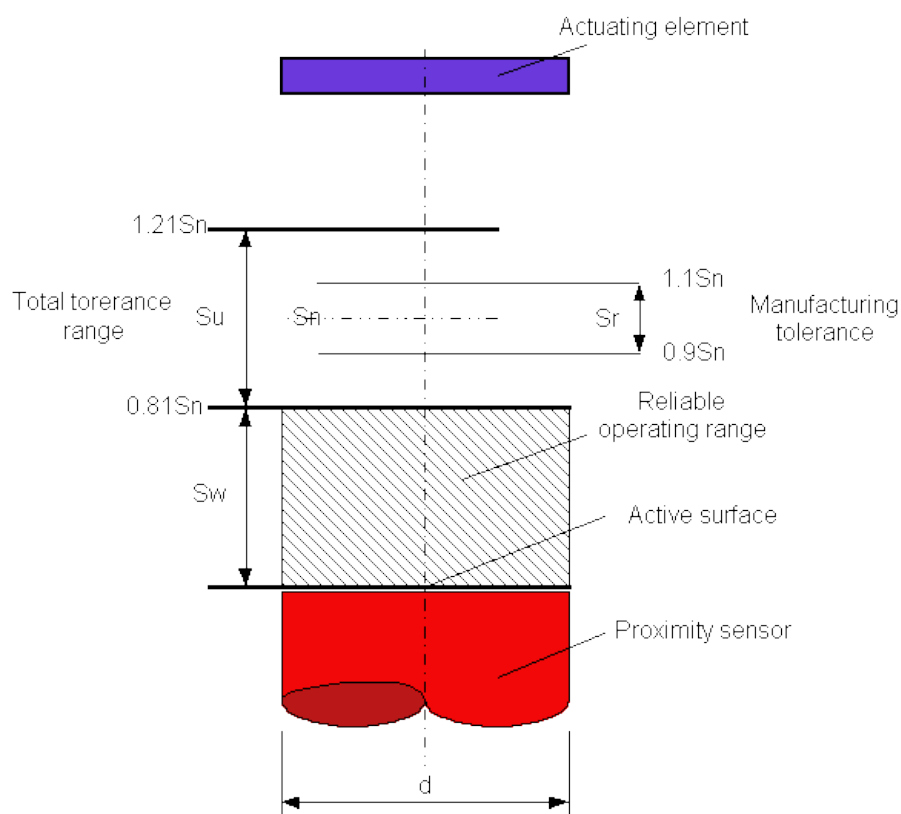
2.3.3.2 ระยะการตรวจจับทั่วไป (Norminal Sensing Rang : S_n) คือ ค่าระยะ ตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัว หรือผลกระทบ จากภายนอก เช่น อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

2.3.3.3 ระยะการตรวจจับจริง (Real sensing Rang : S_r) คือ ระยะการตรวจจับ ซึ่งวัดค่าได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามค่าที่กำหนด อุณหภูมิที่หนด และระยะของการตรวจจับจริง จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90% ถึง 110% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (S_n)

2.3.3.4 ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing Rang : S_u) คือ ระยะการตรวจจับ ซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่หนึ่งตามมาตรฐาน EN 50010 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ และ อุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง ระหว่าง 81% ถึง 121% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (S_n)

2.3.3.5 ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Rang : S_w) คือระยะใดๆก็ตาม ที่เซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

2.3.3.6 ค่าในการชดเชยระยะที่ถูกต้อง ระยะตรวจจับทั่วไป (S_n) ของเซนเซอร์สามารถ ตรวจจับวัตถุได้ตามระยะตรวจจับที่กำหนดได้โดยใช้แผ่นเหล็กอ่อน (Mild Steel) เป็นวัตถุสำหรับ ถูกตรวจจับ การใช้แผ่นโลหะที่มีขนาดเล็กกว่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง เช่นเดียวกัน ถ้าแผ่นโลหะนั้นมีผิวโค้งก็จะมีผลต่อการตรวจจับด้วย และระยะการตรวจจับ จะเปลี่ยนแปลงไปถ้าวัตถุที่ตรวจจับเป็นโลหะประเภทอื่น ซึ่งจะทราบได้ว่าระยะตรวจจับสำหรับ โลหะประเภทนั้นเป็นเท่าไร โดยคุณระยะมาตรฐานด้วยค่าตัวประกอบ (Factor) ที่ระบุไว้ในตาราง คุณสมบัติเฉพาะของแต่ละรุ่น การใช้เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับโลหะลักษณะที่บางๆนั้น อาจทำให้ระยะการตรวจจับน้อยกว่าระยะการตรวจจับของแผ่นโลหะที่หนาปกติได้ ซึ่งในกรณีนี้ ขึ้นอยู่กับว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะบางนั้นไปได้มากน้อยเพียงใด ถ้าความหนาของแผ่นโลหะนั้นน้อยกว่าระยะที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าทะลุผ่านไปจะทำให้แผ่นโลหะ นั้นเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ซึ่งมีผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของแผ่นโลหะนั้นมีค่าต่ำกว่า ค่าปกติ จากผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ระยะการตรวจจับลดลงตามไปด้วย



ภาพที่ 2-29 ระยะตรวจจับต่างๆของเซนเซอร์

2.3.3.7 ค่าความสามารถในการกระทำซ้ำ (Repeatability) สามารถหาค่านี้ออกมาได้ โดยการวัดสองครั้งติดต่อกันภายใต้สภาวะที่กำหนด ซึ่งเซนเซอร์ที่ดีควรมีระยะที่เท่ากัน

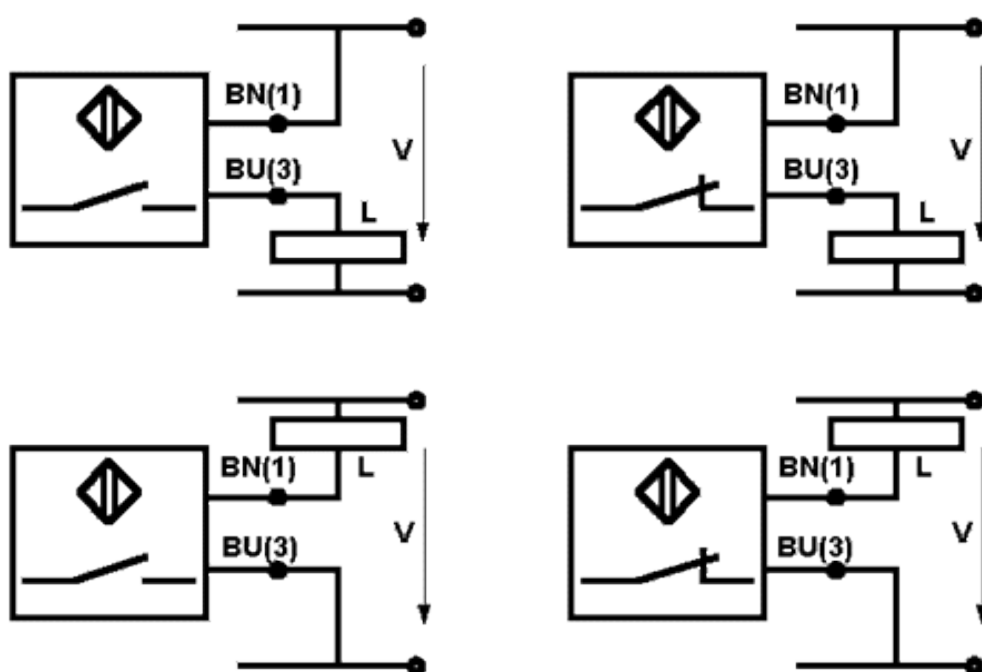
2.3.3.8 ค่าฮิสเตอร์รีซิสของการตัดต่อ (Switching Hysteresis) คือ ระยะความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ทำงาน (On) กับหยุดทำงาน (Off) เมื่อนำแผ่นโลหะที่ใช้ทดสอบเลื่อนเข้ามาใกล้หรือถอยห่างจากบริเวณด้านหน้าส่วนตรวจจับของเซนเซอร์ค่าฮิสเตอร์รีซิสจะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะตรวจจับจริง

2.3.4 การต่อใช้งานพรีอ็อกซิมีตี้เซนเซอร์

ในการนำพรีอ็อกซิมีตี้เซนเซอร์ประเภทต่างๆที่กล่าวมาในข้างต้นไปประยุกต์ใช้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกและพิจารณาในเรื่องลักษณะงานที่นำไปใช้ ซึ่งจะรวมไปถึง ชนิดและระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งความสามารถในการจ่ายกระแสให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาต่อร่วมกับเซนเซอร์ ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวถึงเซนเซอร์ 2 แบบคือ ที่ให้สัญญาณแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (On-Off)

2.3.4.1 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

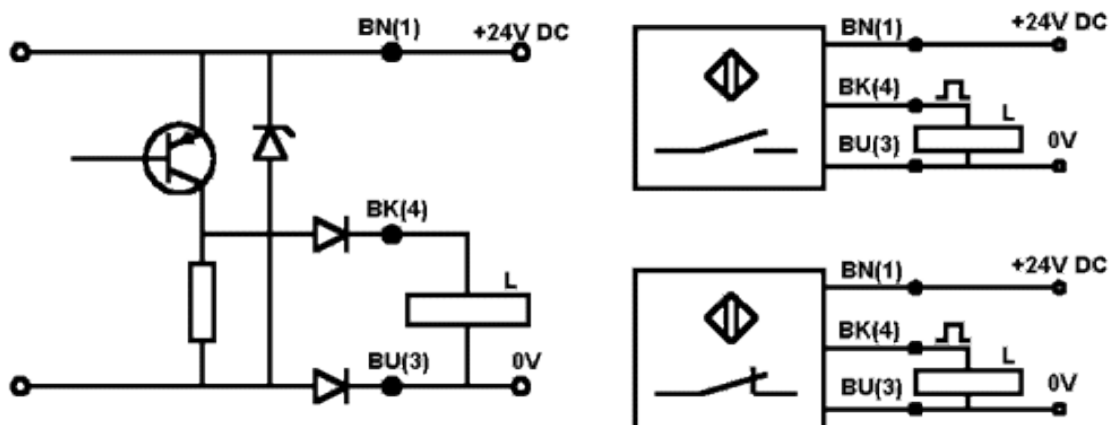
สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะตามสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ คือ เป็นแบบไฟกระแสดตรงและไฟกระแสกลับ นอกจากนี้ในแต่ละกลุ่มยังมีการแบ่งย่อยออกเป็นปกติทำงาน (NC) กับปกติไม่ทำงาน (NO) การต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับเซนเซอร์ประเภทนี้สามารถทำได้โดยการต่ออนุกรมเข้ากับสายเส้นใดเส้นหนึ่ง แสดงดังภาพที่ 2-26



ภาพที่ 2-30 ลักษณะการต่อเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

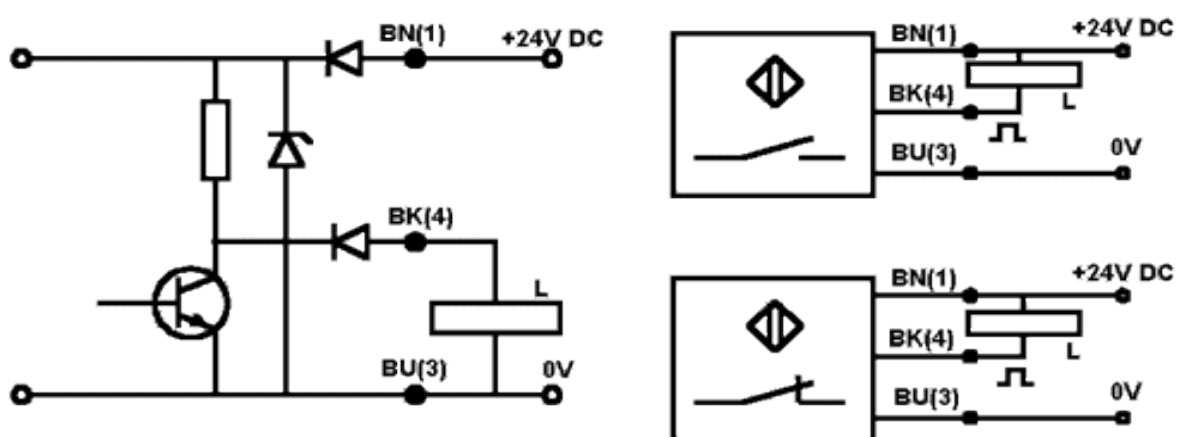
2.3.4.2 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น

เซนเซอร์แบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับไฟกระแสดตรง มีทั้งแบบปกติทำงานและปกติไม่ทำงาน นอกจากนี้สายสัญญาณที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีให้เลือกทั้งที่เป็นไฟบวกหรือไฟลบเซนเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้นโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกันคือ แบบเอ็นพีเอ็นและพีเอ็นพีซึ่งแบ่งตามชนิดของทรานซิสเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่อยู่ภายใน



ภาพที่ 2-31 เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบพีเอ็นพี

จากภาพที่ 2-31 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาต์พุตซึ่งจะมีทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพี ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสั่งให้ทำงานหรือไม่ทำงาน ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) ที่ต่อคร่อมอยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ จะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายให้คงที่ ไดโอดที่สายสัญญาณหมายเลข 3 หรือขั้วลบทำหน้าที่ป้องกันการต่อผั้ว ส่วนไดโอดหมายเลขเล็ก 4 หรือสัญญาณเอาต์พุตจะทำหน้าที่ป้องกันการกระแสไหลย้อนกลับซึ่งเนื่องมาจากการต่อโหลด



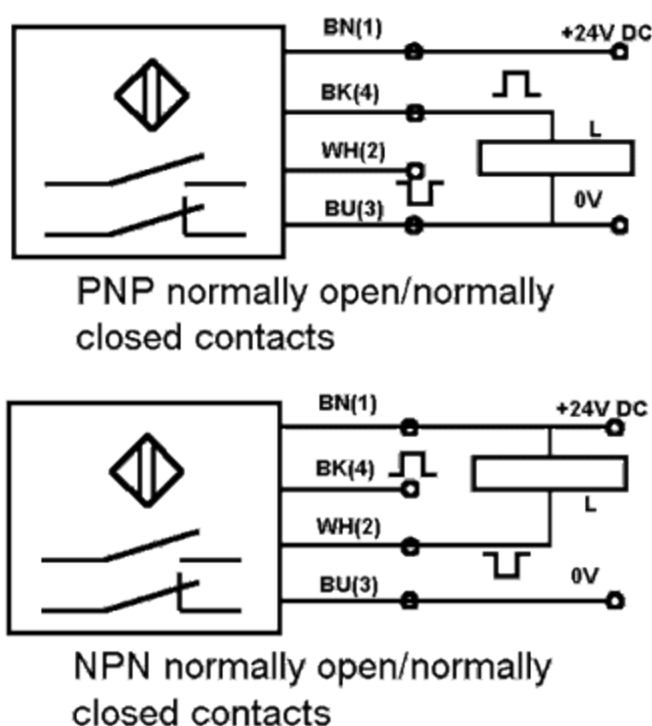
ภาพที่ 2-32 เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบเอ็นพีเอ็น

เมื่อเซนเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้นมี 2 ประเภทคือพีเอ็นพี และเอ็นพีเอ็น แล้ว และในการเลือก ไปใช้งานนั้นหากโหลดเป็นอุปกรณ์จำพวก รีเลย์ หลอดไฟ โซลีนอยด์ ฯลฯ

จะเลือกแบบไหนไปใช้งานก็ได้เนื่องจากมีคุณสมบัติพอกัน แต่หากนำสัญญาณที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์ควบคุม เช่น พีแอลซี ต้องพิจารณาให้ดีเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นมีทิศทางกรไหลของกระแสไฟ โดยทั่วไปจะมีการระบุเอาไว้ว่าจะใช้เซนเซอร์เอาต์พุตประเภทไหน ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่า จะเลือกเซนเซอร์เอาต์พุตแบบไหนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความต้องการของอุปกรณ์ควบคุมเป็นสำคัญ

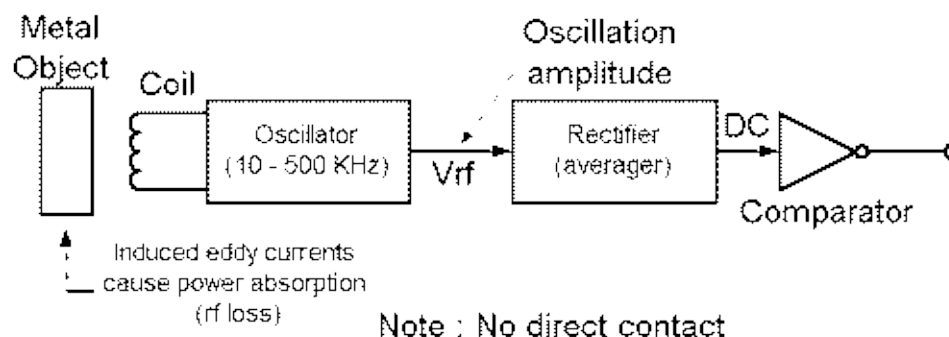
2.3.4.3 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

ในบางครั้งเพื่อความประหยัด หรือลดพื้นที่ในการติดตั้ง หรือความต้องการสัญญาณมากกว่าหนึ่งสัญญาณ ณ.จุดที่ต้องการตรวจจับเพียงจุดเดียว ความต้องการต่างๆเหล่านี้สามารถตอบสนองได้ด้วยเซนเซอร์เพียงตัวเดียวที่มีสายสัญญาณ 4 เส้น นั่นคือ จะมีสายสัญญาณเอาต์พุตปกติทำงาน (NC) และปกติไม่ทำงาน (NO) รวมอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งมีทั้งแบบพีเอ็นพี และเอ็นพีเอ็น แสดงดังภาพ 2-33



ภาพที่ 2-33 ลักษณะการต่อเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

การออกแบบอินดัคทีฟ พรอกซิมิตี้ เซนเซอร์ ของเรานั้นได้ใช้บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ข้างล่างเป็นพื้นฐานในการสร้างเซนเซอร์โดยมีทั้งหมด 3 ภาคคือ (1) ออสซิลเลเตอร์(Oscillator), (2) ค่าเฉลี่ย (Average) และ (3) คอมพาราเตอร์บล็อกไดอะแกรม (Comparator Block Diagram)

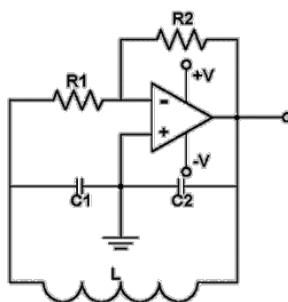


ภาพที่ 2-34 บล็อกไดอะแกรมของพรอกซิมิตี้เซนเซอร์

ภาคออสซิลเลเตอร์ เราเลือกสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์โดยใช้ Colpitts Oscillator ซึ่ง จากภาพที่ 2-34 เป็นผลมาจากการป้อนกลับในทางบวก (Positive Feedback) ของวงจรการขยาย แบบกลับเฟส ผ่านวงจรเรโซแนนท์แบบขนาน (Parallel Resonant) โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (2-5)$$

C_T	หมายถึง	ค่าความจุรวม	[Farad]
C_1	หมายถึง	ค่าความจุของตัวเก็บประจุ (Capacitor) ตัวที่ 1	[Farad]
C_2	หมายถึง	ค่าความจุของตัวเก็บประจุ ตัวที่ 2	[Farad]



ภาพที่ 2-35 วงจร Colpitts Oscillator โดยใช้โอป-แอมป์ (Operation Amplifier : Op-Amp)

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}} \quad (2-6)$$

f_r	หมายถึง	ค่าความถี่ที่เกิดขึ้น	[Hz]
L	หมายถึง	ค่าความนำของตัวนำ	[Henry]
C_T	หมายถึง	ค่าความจุของตัวเก็บประจุ	[Farad]

2.4 นิวแมติกส์

มาจากคำว่า “PNEUMA” ซึ่งเป็นคำมาจากภาษากรีกโบราณ มีความหมายว่าลม หรือลมหายใจทางปรัชญาจะหมายความว่า วิญญาณ และจากคำว่า “PNEUMATICS” นั้นที่แปลงมาจากคำว่า PNEUMA นั้นเองซึ่งหมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ และการเกิดลม

สำหรับในปัจจุบันนี้ความหมายของคำว่า “PNEUMATIC” ที่เรารู้จักกันก็คือการนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านทางขับเคลื่อนหรือควบคุมเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องช่วยต่างๆ ส่วนวิศวกรที่ทำงานทางด้านนี้ได้ให้ความหมายคำว่า “นิวแมติกส์” ไว้ว่า หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและการควบคุมการทำงานด้วยระบบลม ส่วนคำว่า “นิวแมติกส์ไฟฟ้า” หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลมผสมไฟฟ้า

2.4.1 ประวัติความเป็นมาของนิวแมติกส์ (Pneumatics)

อากาศที่อัดตัวจนมีแรงดันสูง (Compressed Air) เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มนุษย์ได้นำมาดัดแปลงใช้งาน โดยนำเอาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงไปของอากาศ เมื่อมีแรงดันเพิ่มขึ้นจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานต่างๆ มากมาย

การนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานนั้น มนุษย์ได้รู้จักทำกันมาเป็นพันๆ ปีแล้ว แต่ลักษณะการนำไปใช้งานก็แตกต่างกันออกไป ในสมัยโบราณเราเร่งให้ไฟติดได้เร็วด้วยลมธรรมชาติ เราก็ต้องสร้างลมขึ้นเองโดยใช้การพัด-โบก เมื่อเจริญขึ้นมามากๆ ก็มีการคิดค้นปั๊มโดยใช้เป็นคันโยก เพื่อลดการทำงานของมนุษย์ การนำเอาแรงลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์มีอีกมากมาย ยกตัวอย่าง เช่น การใช้แรงลมไปขับพาเรือให้เคลื่อนที่ไปหรือ เอาแรงลมมาใช้หมุนกังหัน และ ต่อเอากำลังที่เพลาลูกกังหันไปใช้งานในลักษณะต่างๆ กัน เช่น วิดน้ำ, ลีข้าวและ โม่แป้ง

เป็นต้นทางด้านอาวุธสงคราม ก็ได้มีการดัดแปลงเอาอากาศแรงดันมาใช้ เพื่อทำเป็นอาวุธ เมื่อประมาณ 2000 ปี มาแล้วชาวกรีก ได้นำเอามาดัดแปลงเป็นอาวุธ เรียกว่า ไม้ซาง (Ktesibios)

ถึงแม้ว่าเราจะรู้จักกับ Pneumatics มาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วก็ตาม แต่การวิจัย และค้นคว้ากันอย่างจริงจังๆ เพื่อนำลมอัดมาใช้ในวงการทางด้านอุตสาหกรรมนั้น เพิ่งจะเริ่มทำการค้นคว้ากันอย่างจริงจังเมื่อต้นศตวรรษที่แฉะนี้เอง และตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 จึงสามารถที่จะกล่าวได้อย่างมั่นใจว่าได้นำเอาอากาศมาดัดแปลงใช้กับงานด้านอุตสาหกรรม ได้อย่างแท้จริง

ก่อนที่จะมีการค้นคว้าถึงการนำเอาอากาศแรงดันมาใช้กับงานด้านอุตสาหกรรม ก็ได้มีการนำเอาอากาศแรงดัน ไปดัดแปลงใช้กับงานบางอย่าง เช่น งานในเมือง, งานก่อสร้าง และในรถไฟ (ใช้อากาศแรงดันกับระบบเบรค) งานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของอากาศคือแรงดันที่เราเห็นกันอยู่เสมอคือ ใช้อากาศแรงดันมาเป่าทำความสะอาดในโรงงาน

ในปัจจุบันได้นำระบบนิวแมติกส์มาใช้แทนระบบการควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากการควบคุมด้วยระบบนิวแมติกส์นี้มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบกับระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เช่นการส่งด้วยกำลังงานทำได้ง่าย การเคลื่อนที่ในแนวตรงที่ไม่จำเป็นต้องมีระบบทางกลเข้ามาช่วย การปรับความเร็วง่าย ระบบเบรคไม่ยุ่งยาก มีความปลอดภัยสูงกว่าและบำรุงรักษาง่าย คุณสมบัติที่เหนือกว่าเกือบทุกๆ ด้าน นี้ จึงทำให้การควบคุมระบบนิวแมติกส์ นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรมขณะนี้

2.4.2 ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมระบบนิวแมติกส์เมื่อเปรียบเทียบกับระบบควบคุมระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

2.4.2.1 ข้อดี

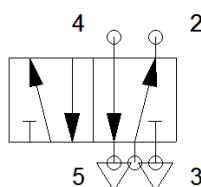
- การเคลื่อนที่ในแนวตรง ในระบบนิวแมติกส์การเคลื่อนที่ในแนวตรงนั้นกระทำได้ง่ายกว่าคือจะใช้อุปกรณ์ทำงานประเภทกระบอกสูบ ซึ่งไม่ต้องใช้ระบบแมคคานิกส์เข้ามาเป็นตัวช่วย
- ระบบเบรคหรือระบบหยุด ในระบบนิวแมติกส์กระทำได้ง่ายกว่ามาก ถ้าเราต้องการให้การทำงานของเครื่องจักรหยุดที่ตำแหน่งใด เราก็จะเลือกกระบอกสูบที่มีระยะชักตามตำแหน่งที่เราต้องการ
- การปรับความเร็ว ในระบบนิวแมติกส์สะดวกกว่ามาก โดยจะใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วต่อเข้ากับระบบ ง่าย สะดวก รวดเร็ว และราคาถูก

- การบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงง่าย ในระบบนิวแมติกส์การบำรุงรักษาไม่ยุ่งยากเหมือนระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะการตรวจหาข้อบกพร่องของเครื่องจักรง่ายกว่าระบบไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องตัดกำลังที่ส่งให้ระบบออกจากวงจร
- มีความปลอดภัยสูง อุปกรณ์ระบบลมไม่เกิดการเสียหายถึงแม้จะใช้งานเกินกำลัง เมื่อเกิดข้อบกพร่องในวงจรก็ไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้เครื่องจักรกลนั้น

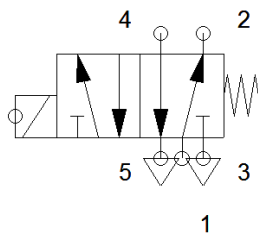
2.4.2.2 ข้อเสีย

- มีเสียงดังเมื่อป้อนลมเข้าไปในระบบการควบคุม อุปกรณ์ทำงานต่างๆ ของระบบจะต้องระบายลมออกทางด้านวาล์วควบคุม แม้ว่าที่วาล์วควบคุมจะมีตัวเก็บเสียง (Silencer) ติดอยู่ก็ตาม ก็ยังทำให้มีเสียงดังขณะที่เครื่องจักรทำงาน
- ความดันของลมเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความดันของลมจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและความดันจะลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง เป็นผลทำให้การควบคุมในระบบเปลี่ยนแปลง
- ลมอัดมีความชื้น เมื่อลมอัดถูกทำให้เย็นตัวลงหลังจากการอัดเข้าไปในถังเก็บ ซึ่งจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำและเมื่อความชื้นเข้าไปในระบบการควบคุมก็จะทำให้ตัวทำงานและวาล์วควบคุมต่างๆ เกิดสนิมและจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์
- เนื่องจากลมสามารถอัดตัวหรือยุบตัวได้ จึงทำให้การเคลื่อนที่ของตัวทำงานในขณะที่มีโหลดมีโอกาสจะเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ

2.4.3 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5 ทาง 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิดเลื่อนลิ้นไปและกลับโดยลมและไฟฟ้า (5/2 DC Valve closed natural position set and reset by solenoids and pressure)



ภาพที่ 2-36 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/2

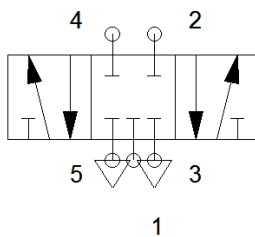


ภาพที่ 2-37 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมโดยใช้โซลินอยด์เปิดทางลม

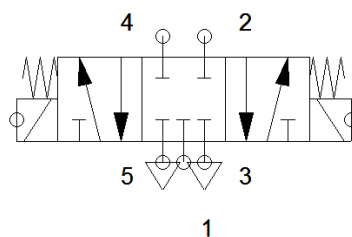


ภาพที่ 2-38 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5 ทาง 2 ตำแหน่ง

2.4.4 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิดเลื่อนขึ้นไปและกลับโดยลมและไฟฟ้า (5/3 DC Valve closed natural position set and reset by solenoids and pressure)



ภาพที่ 2-39 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/3



ภาพที่ 2-40 สัญลักษณ์ของการเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้โซลินอยด์เปิดทางลม
และใช้ลมเลื่อนวาล์ว



ภาพที่ 2-41 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5 ทาง 3 ตำแหน่ง

ตารางที่ 2-3 รูปร่างและรูระบายลมของวาล์ว 5/2 , 5/3

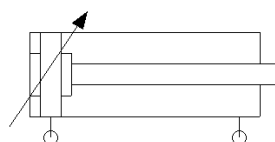
ตัวเลข	ตัวอักษร	ตัวอักษรต่อ	หน้าที่
1	P	Sub	รูระบายลมอัดเข้าวาล์ว
2,4	A,B	Out	รูต่อลมอัดไปใช้งาน
3,5	R,S	Ex	รูระบายลมทิ้ง

2.4.5 กระบอกสูบทำงานสองทาง

กระบอกสูบทำงานสองทางคือ จะเป็นกระบอกสูบทำงานได้สองทิศทางโดยสามารถ
ป้อนลมเข้าให้ก้านสูบได้ทั้งสองทางจึงสามารถควบคุมทิศทางได้สองทิศทาง



ภาพที่ 2-42 กระบอกสูบแบบก้านสูบเคลื่อนที่กระบอกสูบอยู่กับที่



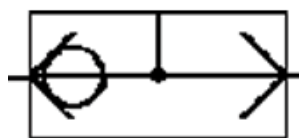
ภาพที่ 2-43 สัญลักษณ์ของกระบอกสูบทำงานสองทาง

2.4.6 ชัตเทิลวาล์ว (Shuttle Valve)

วาล์วชนิดนี้ท่อลมอัดเข้าสองทาง ส่วนรูลมออกไปใช้งานมีรูเดียว เมื่อสัญญาณลมอัดเข้ามาไม่ว่าจะเป็นทางซ้ายหรือทางขวา ข้างใดข้างหนึ่ง ก็จะมีลมออกไปได้ หรือถ้ามีสัญญาณลมทั้งสองข้างก็จะมีสัญญาณออกไปได้เช่นกัน แต่จะเป็นสัญญาณของทางรูลมที่มาก่อน วาล์วชนิดนี้นำไปใช้งานในกรณีที่ สัญญาณลมสองสัญญาณจะต้องผลักดันกระทำต่อรูรับสัญญาณเพียงรูเดียว



ภาพที่ 2-44 ชัตเทิลวาล์ว



ภาพที่ 2-45 สัญลักษณ์ของชัตเทิลวาล์ว

2.5 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 เรื่องการศึกษาสมรรถภาพช่างแมคคาทรอนิกส์ ในความต้องการของสถานประกอบการที่ใช้เครื่องจักรกลระบบอัตโนมัติ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (A study of competencies in mechatronics technicians required by automation industrial)

2.5.1.1 นางสาวสมศรี ชันธิกุล

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.5.1.2 ที่ปรึกษา

อาจารย์ ณรัตน์ สุทธิจิตต์

ศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ศิริพานิช

อาจารย์ ดร.สมยศ เจตน์เจริญรักษ์

2.5.1.3 ปีการศึกษา 2544

2.5.1.4 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับสมรรถภาพ ช่างแมคคาทรอนิกส์ ในความต้องการของสถานประกอบการที่ใช้เครื่องจักรกลระบบอัตโนมัติ โดยกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเลือกเจาะจงโดยผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการอย่างละ 25 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามแบบประเมินค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเที่ยงตรงและสถิติ t-test

2.5.1.5 รายการสมรรถภาพและความรู้ที่ช่างแมคคาทรอนิกส์ควรมี ได้แก่ความรู้และความสามารถที่เกี่ยวข้องกับ

- เซนเซอร์และทรานส์ดิวเซอร์
- ไมโครโปรเซสเซอร์และการควบคุม
- อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- การสื่อสารข้อมูลระบบเครือข่าย
- การใช้โปรแกรม PLC
- ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
- เทคโนโลยีซีเอ็นซี
- เทคโนโลยีแคด-แคม
- การควบคุมอัตโนมัติ
- การควบคุมการเคลื่อนที่
- การวางแผนและควบคุมการผลิต

- ระบบงานอัตโนมัติ
- การออกแบบระบบแมคคาทรอนิกส์
- หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเมชีนวิชั่น
- ระบบอัจฉริยะ

2.5.1.6 ผลการวิจัยพบว่าสถานประกอบการ ที่ใช้เครื่องจักรกล ระบบแบบอัตโนมัติอยู่ มีความต้องการให้ช่างแมคคาทรอนิกส์มีสมรรถภาพในระดับมากมี 11 จาก 15 ด้าน ได้แก่

- เซนเซอร์และทรานส์ดิวเซอร์
- ไมโครโปรเซสเซอร์และการควบคุม
- อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- การสื่อสารข้อมูลระบบเครือข่าย
- การใช้โปรแกรมพีแอลซี
- ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
- เทคโนโลยีซีเอ็นซี
- การควบคุมอัตโนมัติ
- การควบคุมการเคลื่อนที่
- การวางแผนและควบคุมการผลิต
- การออกแบบระบบแมคคาทรอนิกส์

2.5.1.7 ผลการวิจัยพบว่าสถานประกอบการที่ใช้เครื่องจักรกลแบบระบบอัตโนมัติ มีความต้องการให้ช่างแมคคาทรอนิกส์มีสมรรถภาพในระดับปานกลางมี 2 จาก 15 ด้าน ได้แก่

- ระบบอัจฉริยะ
- หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเมชีนวิชั่น

2.5.1.8 ผลการวิจัยพบว่าสถานประกอบการที่ใช้เครื่องจักรกลแบบระบบอัตโนมัติ มีความต้องการให้ช่างแมคคาทรอนิกส์มีสมรรถภาพในระดับน้อยมี 2 จาก 15 ด้าน ได้แก่

- ระบบงานอัตโนมัติ
- เทคโนโลยีแคด-แคม

2.5.2 เรื่องการสร้าง และหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบอัตโนมัติ สำหรับพนักงาน การประปาส่วนภูมิภาค

2.5.2.1 นายโอภาส รักษาบุญ

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.5.2.2 ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์

อาจารย์ นิวัติ สุขศิริสันต์

2.5.2.3 ปีการศึกษา 2542

2.5.2.4 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพ ของชุดฝึกอบรมระบบอัตโนมัติ ด้วยการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดฝึกอบรมเรื่องการควบคุมระบบอัตโนมัติ และหาประสิทธิภาพระบบอัตโนมัติ

2.5.2.5 ที่มา ในปัจจุบันการประปาส่วนภูมิภาคได้เริ่มมีการพัฒนาระบบผลิตอัตโนมัติ และ จ่ายน้ำเป็นระบบอัตโนมัติ ก็พบปัญหาในการปฏิบัติงาน ของพนักงาน และผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการผลิตและจ่ายน้ำ เพราะขาดความรู้ในการใช้ระบบพีแอลซี บางครั้งเป็นเหตุให้ระบบประปาเสียหาย ดังนั้นการประปาส่วนภูมิภาคจึงจัดการอบรมการผลิตและจ่ายน้ำด้วยระบบพีแอลซี ด้วยหัวข้อตัวตรวจจับ รีเลย์ และพีแอลซีเบื้องต้น ใช้เวลาในการอบรม 12 วันมีผู้เข้าอบรมจำนวน 22 คน ใช้ชุดทดลอง 1 ชุด ต่อ 1 คน

2.5.2.6 ผลการวิจัยปรากฏว่าความสามารถของผู้เข้าอบรมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 94.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80

2.5.3 การสร้างชุดการสอนเรื่อง เซนเซอร์ วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

2.5.3.1 นายรัษฎา ศรีภูธร

2.5.3.2 สาขาวิชาไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.5.3.3 ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตวงษ์

อาจารย์ ดร.มานิตย์ สิริพิชัย

2.5.3.4 ปีการศึกษา 2549

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอน เรื่องเซนเซอร์ วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และเปรียบเทียบผลการทดสอบของนักศึกษา ก่อน และหลังเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเซนเซอร์ จากนั้นนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มนักศึกษา ตัวอย่างในระดับ ปวส.1 จำนวน 40 คน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และ หลังเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนเรื่องเซนเซอร์ วิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม หลังจากนั้นได้นำชุดการสอนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินชุดการสอนเพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนในด้านต่างๆ พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน 4.27 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย 0.40 มีค่าอำนาจจำแนก 0.45 ค่าความเชื่อมั่น 0.969

จากนั้นทำการปรับปรุงชุดการสอน และแบบทดสอบให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 40 คน พบว่านักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน 3.62 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

2.5.4 งานวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกอบรมระบบพีแอลซีพื้นฐาน

2.5.4.1 นายณัฐวัฒน์ ตะก้อง

2.5.4.2 สาขาวิชาเครื่องกล

2.5.4.3 ที่ปรึกษา

ดร.สมยศ เจตน์เจริญรักษ์

ดร.วิเชียร เกตุสิงห์

2.5.4.4 ปีการศึกษา 2543

2.5.4.5 การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมพีแอลซีพื้นฐานสำหรับช่างซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรมและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นซึ่งหประกอบด้วย

- บทนำ ประกอบด้วย หลักการทำงาน ส่วนประกอบ ข้อดี อุปกรณ์ภายใน
- การป้อนโปรแกรม การออกแบบโปรแกรม
- คำสั่งพื้นฐานในพีแอลซี
- ตัวอย่างงานและการเขียนโปรแกรม
- ใบงานและการทดลอง

2.5.4.6 จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกอบรมพีแอลซีพื้นฐาน สำหรับช่างซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยทางภาคทฤษฎีมีค่าประสิทธิภาพตัวแรก ที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด ของผู้เข้าอบรม 20 คน ในระหว่าง

การอบรมเฉลี่ยร้อยละ 83.4 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง ที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดหลังการอบรมเฉลี่ยร้อยละ 81 ส่วนภาคปฏิบัติมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการทำใบงานของผู้เข้าอบรมระหว่างการฝึกรอบรมเฉลี่ยร้อยละ 86.7 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง ที่ได้จากคะแนนการทำใบงานของผู้เข้าอบรม หลังการฝึกรอบรมเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 82