



การออกแบบชุดจับยึดกระจกและประกอบชิ้นส่วนบนกระจกและ
การตรวจสอบสาเหตุและวิธีการแก้ไขการเกิดรอยบนกระจก :
กรณีศึกษา บริษัท เอจีซี ออโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด

**A DESIGN OF JIG FOR HANDLING GLASS AND ASSEMBLING
PARTS ON GLASS AND A CHECK OF CAUSES AND SOLUTIONS
FOR THE SCRATCHES ON GLASS:
A CASE STUDY OF AGC AUTOMOTIVE (THAILAND) CO., LTD.**

นางสาวปาริย์ ปานทอง

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2556

การออกแบบชุดจับยึดกระจกและประกอบชิ้นส่วนบนกระจกและ
การตรวจสอบสาเหตุและวิธีการแก้ไขของการเกิดรอยบนกระจก
กรณีศึกษา บริษัท เอจีซี ออโตโมทีฟ(ประเทศไทย) จำกัด

**A DESIGN OF JIG FOR HANDLING GLASS AND ASSEMBLING
PARTS ON GLASS AND A CHECK OF CAUSES AND SOLUTIONS
FOR THE SCRATCHES ON GLASS:
A CASE STUDY OF AGC AUTOMOTIVE (THAILAND) CO., LTD.**

นางสาวปาริย์ ปานทอง

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น
พ.ศ. 2556

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการสอบ

(อาจารย์นภดล ศรีพุทธา)

..... กรรมการสอบ

(อาจารย์พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

..... ประธานสหกิจศึกษาสาขาวิชา

(อาจารย์พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น



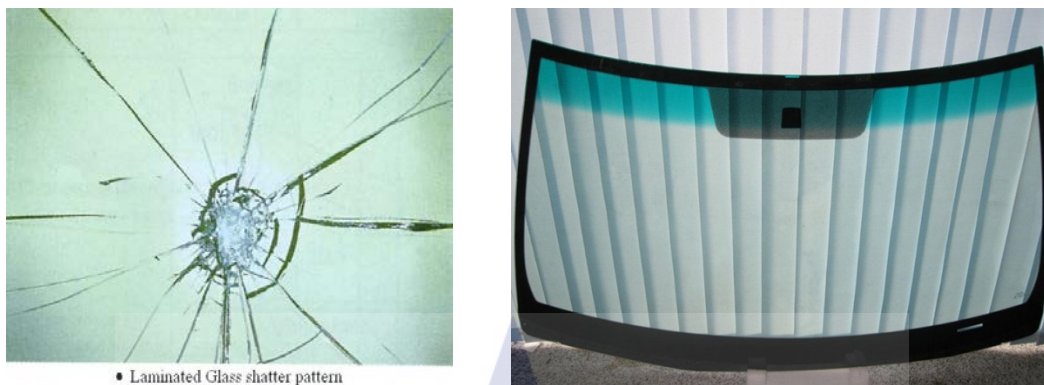
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร

AGC Automotive เป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์โดยนำผลิตภัณฑ์ส่งยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำทั่วโลก โดยจะผลิตทั้งกระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered) และกระจกนิรภัย (Laminated)



รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างรูปกระจกเทมเปอร์

กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered) เป็นกระจกที่ได้ผ่านกระบวนการผลิต ด้วยวิธีการนำเข้าเตาอบที่มีอุณหภูมิ 700-600 องศาเซลเซียส จึงมีความแข็งแรงกว่ากระจกธรรมดา 3-5 เท่า และป้องกันความร้อนสูงทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระจกเทมเปอร์ (Tempered Glass) ผลิตขึ้นสำหรับกระจกประตูข้าง กระจกบังลมหลังทั้งชนิดมีเส้นใยและไม่มีเส้นใย เมื่อกระจกแตกจะแตกเป็นเม็ดขี้ังโพดเล็กๆ ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บให้น้อยสุด ด้วยกระจกนิรภัยชนิด Tempered Safety Glass จึงแข็งแรงปลอดภัยมั่นใจได้



รูปที่ 1.3 แสดงตัวอย่างรูปกระจกลามิเนต

กระจกนิรภัยอีกประเภทหนึ่งคือ Laminated Safety Glass เป็นการใช้เทคโนโลยีการผลิตชั้นสูงที่ใช้กระจก 2 ชั้นประกบกันไว้อย่างแข็งแรงเชื่อมด้วยแผ่นฟิล์มใส Polyvinyl-butyls Film (PVB FILM) กระจกลามิเนต (Laminated) จึงทนทานปลอดภัย สร้างความมั่นใจในการขับขี่ตลอดเส้นทาง

การดำเนินธุรกิจของ เอจิชี ออโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด คือ ผลิตกระจกและประกอบชิ้นส่วนกระจก เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก

1.3 ตัวอย่างยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำ



HONDA

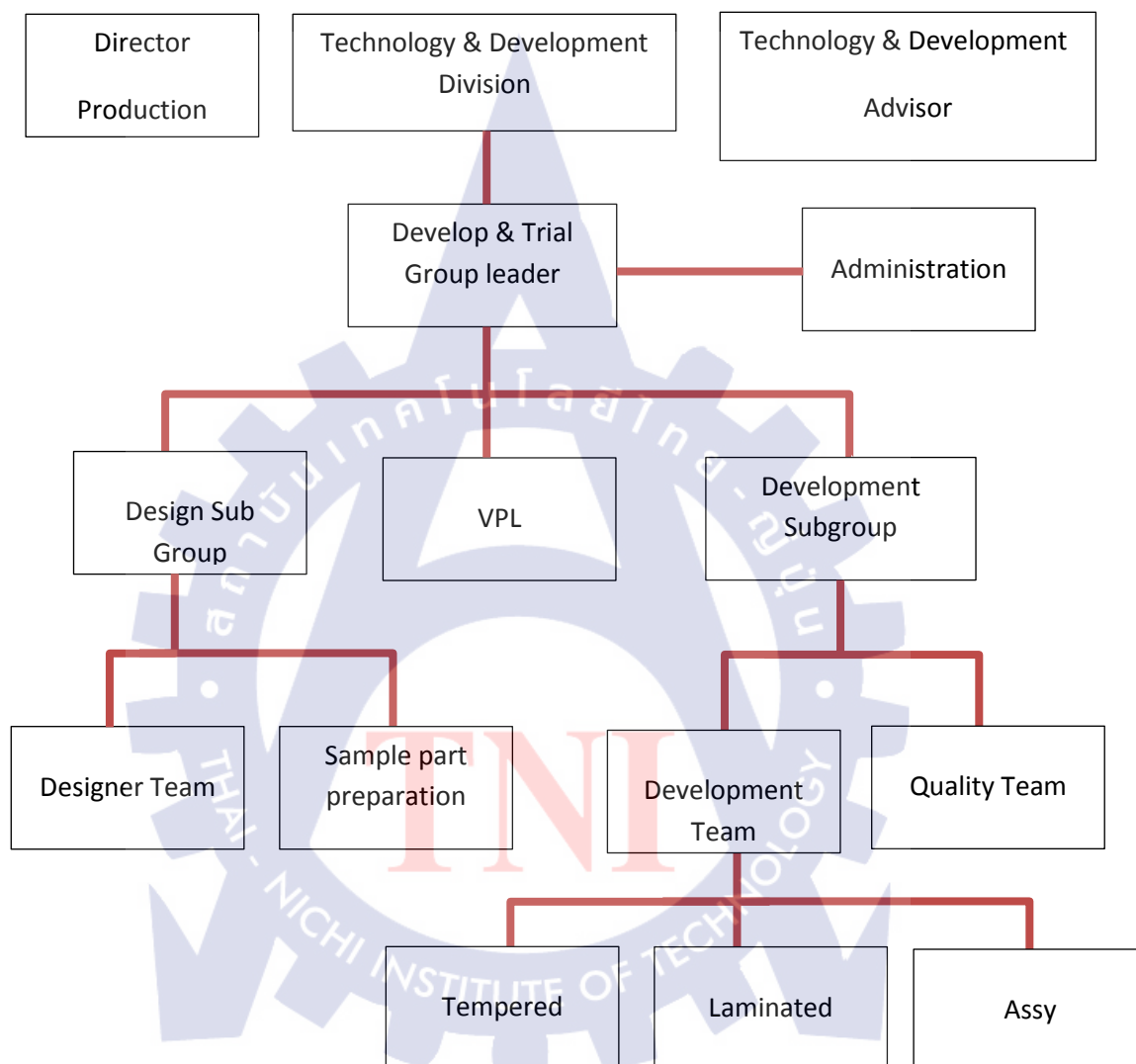
รูปที่ 1.4 แสดงตัวอย่างรูปยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำ



รูปที่ 1.4 แสดงตัวอย่างรูปยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำ(ต่อ)

1.4 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร

ผังองค์กรของหน่วยงาน NEW MODEL แสดงดังตารางที่ 1.1



ตารางที่ 1.1 ผังองค์กรของหน่วยงาน Development & Trial Group

1.5 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย : ทำงานเป็นผู้ช่วยวิศวกรฝ่ายการผลิตแผนก Development & Trial

หน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย ช่วยจัดทำเอกสารเสนอลูกค้า จัดทำ Process Flow รายละเอียดที่ลูกค้าต้องการ ตรวจสอบ side และ Curve ของกระจก รวมไปถึงการตรวจสอบชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบกับกระจก การจัดเตรียมชิ้นส่วนเพื่อนำไปส่งลูกค้า

1.6 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

นางสาวอโนทัย กันยา ตำแหน่ง DM (Department Manager) Production 1

1.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระยะการฝึกงาน : 3 มิถุนายน พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2556

มาทำงาน : 84 วัน รวมเวลาทั้งสิ้น 672 ชั่วโมง

ลา : 4 วัน

1.8 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.8.1 เพื่อออกแบบอุปกรณ์ยึดจับหรือ Assy Jig (โดยไม่รวมการออกแบบวงจร PLC) ให้สามารถประกอบชิ้นส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยและง่ายต่อการใช้งาน

1.8.2 ตรวจสอบรอยของกระจกโมเดล 3V44-FDL\R

1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการ

1.9.1 ได้แบบอุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานหรือ Assy Jig

- 1.9.2 เข้าใจกระบวนการออกแบบ อุปกรณ์ยึดจัดชิ้นงานหรือ Assy Jig ตั้งแต่เริ่มต้นและจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ เพื่อให้ทางสายการผลิตสามารถเข้าใจง่ายและนำไปใช้ในการทำงานได้จริง
- 1.9.3 แก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มคุณภาพในการผลิต









บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนหลัก ๆ ในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานโดยคำนึงถึงการประกอบ ชิ้นส่วนบนกระจก

เพื่อนำไปหาค่าความปลอดภัยที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานและการออกแบบพัฒนา ในส่วนที่สาม ซึ่งความรู้ที่ได้นำมาศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

- 2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly, DFA)
- 2.2 การออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์
- 2.3 แผนผังก้างปลา
- 2.4 การปรับปรุงงาน

2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly, DFA)

Myrup, Kahler, and Lund (1983) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Design for Assembly ว่าหน้าที่หลักของการประกอบเป็นการประกอบวัสดุชิ้นหลักเป็นโครงสร้างกับส่วนฐาน และนำไปใช้ในการผลิตที่มีความซับซ้อน ในการพิจารณาในการผลิตสินค้าผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านต่าง ๆ ที่เข้ามา เช่น ข้อจำกัดด้านเศรษฐกิจ ด้านเวลา ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์ตั้งแต่การออกแบบจนกระทั่งเป็นการออกแบบเพื่อการประกอบ การออกแบบเพื่อการประกอบต้องมีความจำเป็นที่จะต้องโยงถึงปัจจัยของการผลิต การจัดการทางเศรษฐกิจ และฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน อรรถกร เก่งพล (2548) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ วิศวกรรมคอนเคอร์เร้นท์ ว่าการออกแบบเพื่อการประกอบด้วยการพยายามลดจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องใช้ประกอบ เพื่อให้การประกอบเป็นไปด้วยความรวดเร็ว สะดวกและจะทำให้ต้นทุนโดยรวมลดลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

หลักการออกแบบและกฎการออกแบบเพื่อการประกอบ ในวิธีทั่วไปของ DFA มีกฎหลายอย่างที่ผู้ออกแบบสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการประกอบ ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่อยู่ในช่วงการออกแบบ ดังนี้

1. ลดจำนวนชิ้นส่วนของแต่ละชิ้นส่วน
2. ออกแบบให้สามารถใช้ได้เป็นกลุ่มจำเพาะ (Modularise Design)
3. ออกแบบชิ้นส่วนให้สามารถปรับตั้งแนวและตำแหน่งได้ด้วยตนเอง
4. ออกแบบเพื่อให้สามารถเข้าถึงเพื่อหยิบจับง่าย และมองเห็นได้ชัดเจน
5. ออกแบบให้ชิ้นส่วนไม่ถูกประกอบผิด

6. ออกแบบชิ้นส่วนให้มีความสมมาตรของด้านมากที่สุด

7. ออกแบบโดยใช้ยึดแน่นที่มีประสิทธิภาพ

การประเมินความสามารถในการประกอบด้วยตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (Quantitative Measures) โดยใช้ดัชนีการประกอบ ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความยากง่ายในการประกอบชิ้นส่วน วิธีที่นิยมมีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. วิธีของบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ (Boothroyd–Dewhurst Assembly Evaluation Method)

วิธีนี้จะเน้นที่การประมาณราคาต้นทุนให้กับผู้ออกแบบให้มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยพิจารณาจากกิจกรรมการหยิบจับและการยัดใส่ชิ้นส่วน (Handling and Inserting) และกิจกรรมการจับยึด (Fastening) เช่น การประเมินในการผลิตงานหล่อที่จะประมาณต้นทุนจากขนาดที่เหมาะสมของเครื่องจักร จำนวนช่องของแม่พิมพ์ตัวหล่อ เวลาในการหล่อ ปริมาณและราคาวัสดุที่ใช้

2. วิธีของลูคัส (Lucas Assembly Evaluation Method) วิธีนี้เป็นความร่วมมือระหว่างบริษัท Lucas Engineering & System และมหาวิทยาลัยฮัลล์ (University of Hull) ประเทศอังกฤษ ในการประเมินการประกอบจะใช้ดัชนี 3 อย่าง ได้แก่ การวิเคราะห์หน้าที่ การวิเคราะห์การหยิบจับ และการป้อนและการวิเคราะห์การยึด

2.2 การออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์

การออกแบบเครื่องมือเป็นขบวนการของการออกแบบและปรับปรุงเครื่องมือ วิธีการและเทคนิคที่จำเป็นหลาย ๆ อย่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นด้วย การออกแบบเครื่องมือเครื่องจักรในอุตสาหกรรม และเครื่องมือพิเศษอื่น ๆ ทำให้ทุกวันนี้มีการผลิตงานได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูง อีกทั้งยังทำให้สินค้ามีคุณภาพดี และประหยัดขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้เป็นที่แน่ใจว่าสินค้าที่ผลิตออกไปจะได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดี

2.2.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานก็เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตโครงสร้างหลักครดโดยสารและเพิ่มอัตราการผลิต โดยที่คุณภาพยังคงเดิม ดังนั้นในการออกแบบจะต้องคำนึงถึง

2.2.1.1 วิธีการปฏิบัติงานที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพสูง

2.2.1.2 ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยชิ้นงานที่ราคาต่ำเท่าที่จะทำได้

2.2.1.3 ออกแบบให้อุปกรณ์มีคุณภาพสูงเมื่อถูกนำไปผลิตแบบต่อเนื่อง

2.2.1.4 เพิ่มอัตราการผลิตด้วยเครื่องมือที่มีอยู่

2.2.1.5 ออกแบบเครื่องมือให้มีตัวกันโง่ เพื่อป้องกันการใช้งานที่อาจผิดพลาดได้

2.2.1.6 เลือกวัสดุที่ใช้ทำให้มีอายุการใช้งานอย่างพอเหมาะกับการผลิต

2.2.1.7 หาวิธีป้องกันสำหรับการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด

2.2.2 จิกและฟิกซ์เจอร์

จิกและฟิกซ์เจอร์เป็นเครื่องมือสำหรับงานในอุตสาหกรรมซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่เที่ยงตรงเหมือนกันทุก ๆ ชิ้น ความสัมพันธ์และตำแหน่งที่ถูกต้องระหว่างจิกและฟิกซ์เจอร์กับชิ้นงานจะต้องถูกรักษาให้คงเดิมอยู่ตลอดเวลา จิกและฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อทำการยึด รองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุก ๆ ชิ้น เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติ จะได้ตรงตำแหน่งเดิมหรือขนาดตามรายละเอียดที่กำหนดมาทุกประการ

2.2.3 การอ้างอิง

การที่จะทำให้แน่ใจว่าการทำงานของเครื่องมือต่าง ๆ ที่กระทำต่อชิ้นงานจะเกิดความถูกต้องเที่ยงตรงเป็นอย่างดีนั้น ชิ้นงานจะต้องถูกวางไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องอยู่ในจิกหรือฟิกซ์เจอร์ ซึ่งสิ่งนี้ก็คือการอ้างอิง (Referencing) จะต้องมีความถูกต้องเป็นอย่างดี และเมื่อมีความต้องการให้มีความละเอียดถูกต้องของงานที่ถูกกระทำนั้นออกแบบจะต้องมีความแน่ใจว่าชิ้นงานได้ถูกวางไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องที่สุด และมีการรองรับชิ้นงานนั้นอย่างมั่นคงด้วย สำหรับตัวกำหนดตำแหน่ง (Locators) ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดว่าชิ้นงานจะตั้งอยู่ตรงไหนของจิกหรือฟิกซ์เจอร์ จะต้องแน่ใจว่าเมื่อทำขึ้นมาแล้วจะง่ายต่อการใส่ชิ้นงานและถอดชิ้นงานออก อีกทั้งจะต้องใส่ตัวกันโง่ (Tool Foolproof) ไว้ด้วยเสมอหากมีความจำเป็นเพราะอาจเกิดปัญหาระหว่างการดำเนินงานเนื่องจากการใส่ชิ้นงานเข้าหรือถอดชิ้นงานออกอาจต้องใช้เวลาและอาจจะใส่ชิ้นงานเข้าไปผิดข้างก็ได้ บางครั้งต้องออกแบบตัวรองรับที่มั่นคงสำหรับรองรับชิ้นงาน ถ้าตัวกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานถูกออกแบบให้เกี่ยวข้องกันก็สามารถที่จะใช้ตัวรองรับให้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งได้

2.2.4 กฎเบื้องต้นสำหรับการกำหนดตำแหน่ง

การจำกัดการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและการกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานนั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยความชำนาญและการวางแผนที่ดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะต้องมีการวางแผนมาก่อนล่วงหน้าในระหว่างการออกแบบเครื่องมือจะมากะทำหรือติดตั้งที่หลังไม่ได้

2.2.4.1 การกำหนดตำแหน่งและตัวกำหนดตำแหน่ง

เมื่อใดก็ตามถ้าเป็นไปได้ตัวกำหนดตำแหน่งควรจะให้สัมผัสกับงานตรงส่วนที่ได้รับการตกแต่งมาแล้วเสมอ ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นการทำให้ตำแหน่งของชิ้นงานมีความเที่ยงตรงและเป็นการประกันได้ว่าจิกหรือฟิกซ์เจอร์จะสามารถใช้ได้กับชิ้นงานซ้ำ ๆ กันตลอดไป หรือหมายความว่าเมื่อนำชิ้นงานใหม่มาใส่แทนตำแหน่งที่ใส่ชิ้นงานใหม่ก็ยังคงเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากตำแหน่งของชิ้นงานเดิม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากเพราะทำให้การทำงาน

ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ไม่ติดขัด และความละเอียดถูกต้องของการกำหนดตำแหน่งก็เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งเกี่ยวกับความสามารถในการใช้งานซ้ำ ๆ กันไปตลอดของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ตัวกำหนดชิ้นงานแต่ละตัวควรมีระยะห่างจากกันให้มากที่สุดเท่าที่จะห่างกันได้โดยไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดการผิดพลาด ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้มีการใช้ตัวกำหนดตำแหน่งจำนวนน้อยและมีความเที่ยงตรงอย่างแน่นอนในการที่จะสัมผัสผิวหน้าของชิ้นงาน สำหรับเศษโลหะหรือเศษผงต่าง ๆ อาจจะทำให้เกิดปัญหาสำหรับตัวกำหนดตำแหน่งได้ ดังนั้นตัวกำหนดตำแหน่งจึงควรติดตั้งในที่ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงการเกิดเศษโลหะเข้าไปติดอยู่ได้ แต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรทำให้ตัวกำหนดตำแหน่งสูงขึ้นมา

2.2.4.2 การป้องกันการใส่งานผิด

การป้องกันไม่ให้ใส่งานผิดข้างหรือผิดตำแหน่งนี้เป็นสิ่งที่นักออกแบบ จะต้องหาวิธีการเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อใส่ชิ้นงานเข้าไปในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์แล้ว ชิ้นงานก็จะถูกสวม เข้าไปพอดีและอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ดังนั้นนักออกแบบต้องติดตั้งสลักกันไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ ใส่ชิ้นงานผิดข้าง เพราะถ้าใส่ชิ้นงานผิดข้างก็จะติดสลักกันไว้

2.2.4.3 ตัวกำหนดตำแหน่งที่ซ้ำซ้อน

การใช้ตัวกำหนดตำแหน่งที่ซ้ำซ้อนกันควรที่จะต้องหลีกเลี่ยงให้มากที่สุดเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังทำให้ความเที่ยงตรงลดน้อยลง และอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เนื่องจากเกิดความสับสนในการนำชิ้นงานมาประกอบ และตัวกำหนดตำแหน่งจะต้องขนานเพียงตำแหน่งเดียว โดยจำเป็นที่จะต้องทำการปรับผิวหน้าที่จะใช้อ้างอิงด้วยแต่ในส่วนอื่น ๆ ไม่จำเป็นต้องปรับผิวหน้าก็ได้ เพื่อลดค่าใช้จ่าย และควรติดตั้งตัวกำหนดตำแหน่งให้ตายตัว ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อป้องกันการกำหนดตำแหน่งผิดตำแหน่งที่เราใช้อ้างอิง

2.2.5 หลักการของการยึดจับชิ้นงาน

คำว่า ตัวยึดจับชิ้นงานถูกนำมาใช้อธิบายถึงชิ้นส่วนของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ที่ทำหน้าที่ในการยึดจับชิ้นงาน ไม่ว่าจะเป็นแบบแผ่นยึด ตัวจับ และแบบหนีบยึดจับชิ้นงานให้ติดแน่นอยู่กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการอย่างเที่ยงตรง และอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวโดยสามารถต่อต้านแรงที่เกิดจากการกระทำของเครื่องมือ ในกรณีเช่นนี้ตัวยึดจับชิ้นงานจะต้องถูกทำให้มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านทานแรงที่เกิด แต่จะไม่มากพอที่จะทำให้แรงในการยึดจับนั้นไปทำให้ชิ้นงานบวมหรือแตกหัก ตัวยึดจับชิ้นงานจะคล้ายกับตัวกำหนดตำแหน่ง ก็จะต้องทำการใส่ชิ้นงานเข้าหรือถอดชิ้นงานออกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ตัวยึดจับชิ้นงานที่จำเป็นจะต้องใช้เวลาอย่างมากในการทำงานจะทำให้ผลผลิตต่ำและราคาชิ้นงานสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อที่จะนำตัวยึดจับชิ้นงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สุด นักออกแบบจึงต้องรู้เกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของการยึดจับชิ้นงาน

2.2.6 ตำแหน่งของตัวยึดจับชิ้นงาน

ตัวยึดจับชิ้นงานจะต้องสัมผัสกับชิ้นงานตรงจุดที่ชิ้นงานมีความแข็งแรงที่สุดเสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แรงที่เกิดจากการยึดจับไปทำให้ชิ้นงานเกิดการแอ่นโค้งหรือทำให้ชิ้นงานเสียหาย ชิ้นงานจะต้องถูกรองรับไว้ด้วยถ้าตรงจุดที่จะถูกยึดจับนั้นอาจจะถูกแรงของการยึดจับทำให้ชิ้นงานเกิดการแอ่นโค้งขึ้น ดังนั้นถ้าจะทำการยึดจับชิ้นงานบางกรณีจำเป็นต้องมีตัวรองรับชิ้นงานด้วยเพื่อป้องกันแรงที่เกิดจากตัวยึดจับชิ้นงาน นอกจากนี้ตัวยึดจับชิ้นงานต้องไม่ถูกวางไว้ในตำแหน่งที่จะไปขัดขวางการทำงานของเครื่องมือตัดทำให้การทำงานของเครื่องจักรต่อชิ้นงานเป็นอย่ายากลำบาก ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการที่จะต้องกำหนดที่ตั้งของตัวยึดจับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่จะทำงานต่าง ๆ ได้อย่างง่ายและปลอดภัย

2.2.8 วัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

นอกจากการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์แล้วนักออกแบบยังต้องมีความรับผิดชอบต่อการเลือกใช้วัสดุด้วยว่าควรเลือกใช้วัสดุชนิดไหนอย่างไร เพื่อทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้ได้ผลดี ความสามารถในการดัดแปลง ความคงทนในการนำไปใช้งาน และความประหยัดจะต้องถูกนำมาพิจารณาก่อนที่วัสดุจะถูกเลือกเข้ามาใช้งาน อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำหรือเลือกนักออกแบบจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติและคุณลักษณะของวัสดุสำหรับทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์คุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะมีผลกระทบโดยตรงต่อวัสดุนั้น ๆ ในระหว่างการใช้งาน คุณสมบัติเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการใช้งานว่าต้องการคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

คุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ได้แก่ ความแข็งแรง ความเหนียว การต้านทานความสึกหรอ ความสามารถในการตกแต่ง ความเปราะ ความแข็งแรงต่อแรงดึง และความแข็งแรงต่อแรงเฉือน

2.2.8.1 ความแข็งแรง คือความสามารถของวัสดุที่จะต้องต่อต้านการทะลุผ่านหรือต่อต้านการทำให้เป็นรอยปกติแล้ววัสดุที่มีความแข็งแรงมากกว่าย่อมมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าด้วย วิธีการที่ใช้วัดความแข็งแรงของวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางก็คือ การทดสอบแบบร็อกเวลและการทดสอบแบบบริเนล

2.2.8.2 ความเหนียว เป็นความสามารถของวัสดุที่รองรับน้ำหนักหรือแรงกระแทกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของวัสดุนั้นอย่างถาวร ซึ่งความแข็งแรงจะเป็นตัวควบคุมความเหนียวอีกทีหนึ่ง ถ้าวัสดุที่มีความเหนียวมีความแข็งแรงประมาณไม่เกิน 44-48 Rc (Rockwell) หรือ 410-453 BHN (Brinell Hardness Test) แต่ถ้าวัสดุมีความแข็งแรงเกินนี้แล้ววัสดุนั้นก็จะเป็นวัสดุที่มีความเปราะ

2.2.8.3 ความต้านทานความสึกหรอ จะเป็นความสามารถของวัสดุที่จะต่อต้านการขัดถูของวัสดุหรือโลหะอื่น ๆ หรือมีความคงที่เมื่อสัมผัสกับวัสดุที่มีความแข็งเท่ากับปกติแล้ว วัสดุที่มีความแข็งมากก็จะทนการสึกหรอไม่มากเช่นเดียวกัน

2.2.8.4 ความสามารถในการตกแต่งวัสดุ จะมีสิ่งต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณาถึงความสามารถในการตกแต่งซึ่งได้แก่ อัตราเร็วในการตัด อายุการใช้งาน และความเรียบของผิวหน้า

2.2.8.5 ความแข็งแรงต่อแรงดึง ซึ่งเป็นการวัดความต่อต้านแรงดึงของวัสดุ ความแข็งแรงต่อแรงดึงนี้เป็นการทดสอบอย่างแรกที่จะใช้บอกถึงความแข็งแรงของวัสดุว่าเป็นอย่างไรความแข็งแรงต่อแรงดึงนี้จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความแข็งจนถึงความแข็งแรงประมาณ 54 Rc หรือ 544 BHN แต่ถ้าเกินจุดนี้แล้วความเปราะก็จะทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงมีค่าไม่ถูกต้องแน่นอน

2.2.8.6 ความแข็งแรงต่อแรงเฉือน จะเป็นการวัดความต้านทานแรงเฉือนของวัสดุซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปความแข็งแรงต่อแรงเฉือนนี้จะมีค่าประมาณ 60% ของความแข็งแรงต่อแรงดึงปัจจัยที่จะควบคุมคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นโลหะก็คือ ส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ และวิธีการอบชุบ ส่วนคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ใช่โลหะจะควบคุมโดยธรรมชาติของวัสดุหรือกระบวนการระหว่างการผลิต ซึ่งปกติแล้วจะไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้หลังจากผ่านกระบวนการผลิตแล้ว

ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุและความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติ มีความสำคัญมากแต่ก็ยังไม่เพียงพอ นักออกแบบจะต้องรู้ว่าวัสดุอะไรเมื่อนำมาใช้แล้วจะได้ผลตามที่ต้องการวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้คือ โลหะจำพวกเหล็ก โลหะที่ไม่ใช่เหล็กและวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ

1. วัสดุที่เป็นเหล็ก

1) เหล็กเหนียว (Steel)

มีหลายชนิดทั้งที่เป็นเหล็กโครงสร้างทั่วๆ ไปที่ไม่ระบุมาตรฐาน และเหล็กเหนียวมาตรฐาน เหล็กเหนียวมาตรฐานส่วนมากเป็นเหล็กโครงสร้าง เป็นพวกคาร์บอนผสมต่ำ ปริมาณไม่เกิน 0.2 เปอร์เซนต์ เหล็กพวกนี้ซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีรีดร้อน (Hot Rolled) รีดเย็น (Cold Rolled) หรือกรรมวิธีสำเร็จรูปอื่น

2) เหล็กเหนียวผสมคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กเหนียวผสมคาร์บอนนี้เป็นวัสดุอย่างแรกที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์ ด้วยคุณสมบัติในการขึ้นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย ราคาต่ำ หาได้ง่าย และใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เหล็กคาร์บอนนี้จึงเป็นวัสดุที่นิยมกันอย่างกว้างขวางที่สุดในการทำฟิกซ์เจอร์

3) เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่สำคัญในการทาโครงสร้างฟิกส์เจอร์ การใช้เหล็กนี้ควรใช้ในพื้นที่ไม่ค่อยมีการสึกหรอหรือต้องรับแรงเครียด เช่น แผ่นฐาน (Base Plates) หรืออาจเรียกว่า ตัวรองรับงาน (Supports) ปริมาณคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กนี้อยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.05 เปอร์เซนต์ เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำนี้สามารถทำให้แข็งที่ผิวได้เพื่อป้องกันการสึกหรอ

4) เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่ใช้งานเหมือนๆ กันเหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ แต่สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่ได้รับความแข็งแรงมากกว่า เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลางนี้นำมาใช้ทำตัวจับยึดชิ้นงาน (Clamps) สลักเดือย (Studs) แป้นเกลียว (Nuts) และชิ้นส่วนหรือพื้นที่ของเครื่องมือที่ต้องการความเหนียว (Toughness) เหล็กชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.50 เปอร์เซนต์

5) เหล็กเหนียวคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

โดยทั่วไปแล้วเหล็กชนิดนี้ถูกนำมาใช้ในการสร้างฟิกส์เจอร์ก็เฉพาะส่วน ที่ต้องการต้านทานการสึกหรอ ชิ้นส่วนต่าง เช่น ปอกนทางดอกสว่าน (Drill Bushings) ตัวกำหนดตำแหน่ง และตัวรองรับชิ้นงานถูกทาด้วยเหล็กคาร์บอนสูงนี้เหล็กชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2.0 เปอร์เซนต์

6) เหล็กเหนียวผสมธาตุพิเศษ (Special Element Mixes Steel)

ปกติแล้วเหล็กชนิดนี้ไม่ค่อยนำมาทำฟิกส์เจอร์เพราะว่าราคาของเหล็กชนิดนี้ สูงมากแต่อย่างไรก็ตามกล่าวถึงย่อ ๆ เกี่ยวกับปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ในเหล็กชนิดนี้ ซึ่งทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับเหล็กทาเครื่องมือดียิ่งขึ้น

7) เหล็กเครื่องมือ (Tool Steel)

เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูง โดยแท้จริงแล้วอาจเรียกว่าเหล็กคาร์บอนนั่นเอง แต่มีส่วนผสมพิเศษ ซึ่งจัดเป็นเหล็กเหนียวผสมมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงสูงและทนทานต่อการสึกหรอ ชุบแข็งแล้วสามารถอบให้เหนียว (Temper) เพื่อให้มีความเหนียวขณะใช้งาน โดยไม่เสียคุณสมบัติด้านความแข็งแรงเหล็กเครื่องมือเดือนกัน ได้ยากกว่าเหล็กคาร์บอน และเหล็กผสมต่ำ ต้องใช้ความ เร็วตัดผิวงานจึงไม่เรียบ ในงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงต้องนำไปเหนียนกัดครั้งแรกให้เกือบได้ขนาดขั้นสุดท้ายด้วยการเจียรระโน

8) เหล็กหล่อ (Cast Irons)

ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จที่ได้จากงานหล่อ การเลือกใช้พิจารณาได้ดังนี้

1) จำพวกมือหมุน (Hand Kand or Hand Wheel) จำพวกข้อเหวี่ยง (Crank Arms) ฯลฯ ส่วนมากมาจากเหล็กหล่อเหนียว (Malleable Iron)

2) ชิ้นงานหล่อขนาดใหญ่หลายๆ เช่น แท่งขนาน (Parallel) แท่งสี่เหลี่ยม
ฐานของอุปกรณ์จับงาน (Fixture Base) โครงของอุปกรณ์นำเจาะหรือ
จับชิ้นงาน (Jig or Fixture Bodies) ที่ต้องการทนต่อแรงกระแทกซึ่งมี
ความเค้นมากอาจใช้เหล็กหล่อสีเทา

9) เหล็กเหนียวหล่อ (Cast Steel)

ไม่นิยมในการทำชิ้นส่วนของอุปกรณ์นำเจาะหรือจับงานผู้ใช้ต้องเลือกใช้เหล็กให้
ตรงกับลักษณะงานของตน

2.3 แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

หรือเรียกเป็นทางการว่า แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2544:39) กล่าวว่า แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึง
ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น
(Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone
Diagram)" เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักใน
ชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย
ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว
เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังก้างปลา

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา 2. เมื่อต้องการทางการศึกษา ทาความเข้าใจ หรือทา
ความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตน
เท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทาผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น 3.
เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางใน การระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของ
กลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทาเป็นทีม
เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา

5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

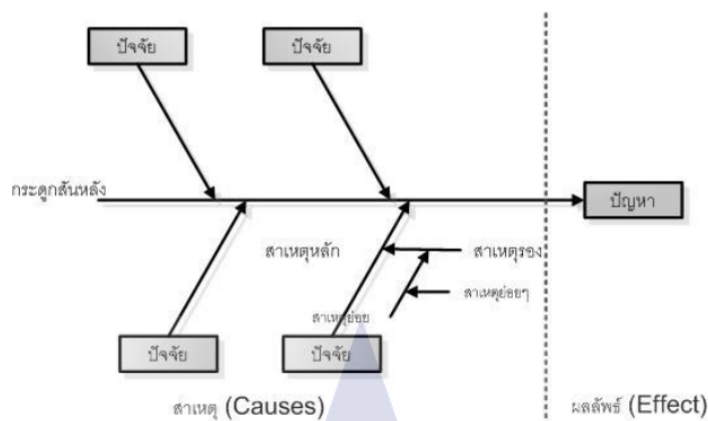
เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M - Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร M - Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก M - Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ M - Method กระบวนการทำงาน E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการ - ทำงาน

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากเราไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place , Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนี้ หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลา มีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่ม ปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรกเลยก็ได้เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ



ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา (fishbone diagram) คือการไล่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นไล่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทามุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ไล่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 - 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะ เป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

ข้อดี

1. ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนภูมิ ก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม
2. ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

ข้อเสีย

1. ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิแกงปลาเป็นตัวกำหนดซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนภูมิแกงปลา
2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนภูมิแกงปลาในการระดมความคิด

2.4 การปรับปรุงงาน

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2535 : 4) กล่าวว่า การปรับปรุงงาน ได้แก่ การใช้สามัญสำนึกที่จัดเป็นระบบแล้วเพื่อค้นหาวิธีทำงานที่ดีกว่าและง่ายกว่า และเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียเปล่า ทุกประเภท เป็นต้นว่า แรงงาน เวลา เงิน วัสดุสิ่งของและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ การดำเนินงานหรือปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

1. การกำจัดหรือลดการต้องใช้วัสดุอย่างฟุ่มเฟือย โดยเปล่าประโยชน์ หรือมีของเสียในกระบวนการผลิตมาก
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน โดยการหาวิธีทำงานที่ดีกว่า และขจัดขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นออก
3. ช่วยในการปรับปรุงการวางแผนผังโรงงานให้ดีขึ้น
4. ช่วยในการปรับปรุงสภาพการทำงานในโรงงาน
5. ช่วยในการหาวิธีขนย้ายสิ่งของที่เหมาะสม
6. ช่วยให้การใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ได้เต็มที่
7. ช่วยลดความเหนื่อยล้าของพนักงาน

การศึกษางานจึงเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งของการเพิ่มผลผลิต ช่วยให้ฝ่ายจัดการสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ดีขึ้น ทำให้ลดสิ่งที่สิ้นเปลือง ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตให้สูงขึ้น

2.4.1 การลดความสูญเปล่า (Waste)

2.13.1 ความหมายของความสูญเปล่า

โกศล ดีศีลธรรม (2546 : 26) กล่าวว่า ความสูญเปล่าเป็นสิ่งที่ไม่ได้ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non-Value Added) ที่แฝงเข้ามากับเนื้องานในรูปแบบต่าง ๆ

นิพนธ์ บัวแก้ว (2547 : 52) กล่าวว่า ความสูญเปล่า คือ การกระทำที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการ ในกิจกรรมการดำเนินโครงการไม่ว่าจะเป็นภาคการผลิตหรือบริการจะเกิด

ความสูญเปล่า (Waste) หรือเรียกว่า มูดา (MUDA) ดังนั้นจึงควรจัดการความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความสูญเปล่า คือ การกระทำใดๆในกระบวนการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดงาน และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

โดยทั่วไปพบว่าการทำงาน 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นงานที่มีคุณค่า 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลืออีก 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นงานที่ไม่มีคุณค่า สำหรับการพิจารณา คือ คุณค่าตัดสินที่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงาน สามารถแบ่งกิจกรรมออกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

1. กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added Activity: VA) 5 เปอร์เซ็นต์
2. กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non Value Added Activity: NVA) 95 เปอร์เซ็นต์
 - ก. ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ 60 เปอร์เซ็นต์
 - ข. ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องทำ 35 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทราบถึงองค์ประกอบต่างๆ ของงานที่ทำการผลิตแล้วควรดำเนินการดังต่อไปนี้ หางานที่เป็นกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non Value Added Activity : NVA) ให้พบว่าอยู่ที่ใดในโรงงาน เมื่อพบกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า ให้พิจารณาว่าควรทำจริงๆ หรือไม่ และเป็นกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า ชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2 หากเป็นกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า ชนิดที่ 2 ควรเลิกทำงานนั้นเลย หากเป็นกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า ชนิดที่ 1 ควรพิจารณาว่าหาอย่างไรให้ประหยัดที่สุด และน้อยที่สุดแต่ผลงานยังคงที่เท่าเดิม

2.4.2 สาเหตุของความสูญเปล่า

โกศล ดีศีลธรรม (2546 : 26) กล่าวว่า โดยทั่วไปองค์กรที่มีการผลิตสมัยใหม่มีเป้าหมายในการแก้ปัญหาทางการผลิตที่ไม่จำเป็น เช่น ปัญหาการสูญเสียแรงงาน วัสดุ และเวลาของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในที่ทำงาน ในทางอุตสาหกรรม ต้นตอความสูญเปล่า เกิดจากสาเหตุ 7 อย่าง สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป เกิดจากการผลิตสินค้ามากเกินไปความต้องการจริง เนื่องจากต้องการใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเต็มกำลัง แต่ด้วยเหตุผลใดก็ตามการดำเนินการดังกล่าวย่อมก่อให้เกิดปัญหาความสูญเปล่าตามมา ดังนี้

- ก. ความต้องการพื้นที่เพื่อจัดเก็บมากขึ้น (More Storage Area) และเกิดมีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ เช่น การเช่าโกดังเพื่อเก็บวัสดุและสินค้า
- ข. เกิดการขนย้ายวัสดุที่ซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น

ค. ใช้ทรัพยากรในการบริหารจัดการมากขึ้น เช่น พนักงานในการควบคุมงาน งานเอกสาร เป็นต้น

ง. ความเสื่อมสภาพของสินค้า

2. ความสูญเสียจากการรอคอย โดยเกิดความสูญเสียเปล่าในรูปของ การรอคอยวัสดุ การรอซ่อมเครื่อง การรอชิ้นงานในกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเสียเปล่า ดังนี้

ก. ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตและส่งผลกระทบต่อปัญหาการส่งมอบที่ล่าช้า

ข. ทำให้เกิดต้นทุนการผลิต เช่น ค่าแรงงาน และสูญเสียโอกาสในการผลิต

3. ความสูญเสียจากการขนส่ง ที่อาจเกิดจากการวางแผนโรงงานไม่เหมาะสม ขาดการจัดระเบียบในการจัดเก็บชิ้นงาน การผลิตที่มากเกินไปและขาดการดำเนินกิจกรรม 5ส ซึ่งการขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม แต่จะก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่า ดังนี้

ก. เกิดอุบัติเหตุและความเสียหายระหว่างการขนย้าย

ข. สูญเสียแรงงานและเวลาการขนส่ง ที่ก่อให้เกิดต้นทุนสูงขึ้น

4. ความสูญเสียจากกระบวนการที่ไร้ประสิทธิภาพ โดยแสดงในรูปของการทำงานที่ไม่ได้สร้างผลกำไรให้กับสินค้าหรือบริการซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นมักมีสาเหตุดังต่อไปนี้

ก. ใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสม (Improper Tools)

ข. มาตรฐานการทำงานไม่เพียงพอ (Insufficient Standards) ทำให้พนักงานทำงานอย่างไม่เป็นระบบและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

ค. ใช้วัสดุผิดประเภท (Incorrect Materials)

ง. ตรวจสอบมากเกินไปจนความจำเป็น (Excessive Checking)

จ. การจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม

5. ความสูญเสียจากการจัดเก็บสินค้าคงคลัง เกิดจากแนวคิดที่ต้องการมีของให้พร้อมใช้งาน ซึ่งเป็นต้นตอแห่งความสูญเสียเปล่า เช่น เสียพื้นที่การจัดเก็บมากขึ้น เกิดค่าใช้จ่ายการจัดเก็บและดอกเบี้ย ความเสื่อมสภาพและล้าสมัยของวัสดุ

6. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว มีสาเหตุมาจากการจัดลำดับการทำงานไม่ถูกต้อง ทำทางการเคลื่อนไหวไม่เหมาะสม การจัดวางผังไม่เหมาะสม ขาดความชัดเจน ซึ่งก่อให้เกิดความเมื่อยล้าเนื่องจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น

7. ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย เกิดจากวิธีการผลิตที่ไม่เหมาะสม การออกแบบ การผลิตไม่ถูกต้อง วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ ความเสียหายระหว่างการขนย้าย ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าในรูปของการขาดความน่าเชื่อถือจากลูกค้า

2.13.3 แนวคิดการลดความสูญเสียเปล่า

โกศล ดีศีลธรรม (2546 : 30) กล่าวว่า จากภาพรวมของความสูญเปล่าทั้ง 7 นี้ได้ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการดำเนินการซึ่งสามารถลดความสูญเสียได้โดยใช้แนวทางการลดความสูญเปล่าดังนี้

1. การลดความสูญเปล่าจากการผลิตที่เกินความจำเป็น

- ก. ลดเวลาสำหรับการตั้งเครื่อง (Reduce Setup Time)
- ข. ทาการผลิตเฉพาะที่จำเป็น (Make Only What Is Needed Now)
- ค. ปรับเวลาของกระบวนการให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต (Synchronize Time And Amount Processes)

2. การลดความสูญเปล่าจากการรอคอย

- ก. ปรับการไหลของงาน (Synchronize Workflow) ให้สอดคล้องกับกระบวนการเพื่อลดปัญหาในการรอคอย
- ข. จัดปริมาณแรงงานและเครื่องจักร เพื่อให้เกิดการสมดุลในสายการผลิต (Line Balancing)
- ค. จัดทาระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อลดกปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสาเหตุของการรอคอย

3. การลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง

- ก. ปรับปรุงการวางผังโรงงาน
- ข. คิดหาแนวทางปรับปรุงสำหรับการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณการขนถ่ายให้น้อยลง เช่น การจัดหาอุปกรณ์ในการขนย้ายที่มีความยืดหยุ่น
- ค. จัดทำกิจกรรม 5ส

4. การลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไร้ประสิทธิผล

- ก. ศึกษาและวิเคราะห์ ขั้นตอนของกิจกรรมหรือกระบวนการทั้งหมด โดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)
- ข. หาแนวทางจัดความสูญเปล่าด้วยการนำหลักการวิศวกรรมอุตสาหกรรมเพื่อปรับลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก
- ค. ลดความซับซ้อนของชิ้นส่วน

5. การลดความสูญเปล่าจากการเก็บสินค้าคงคลัง

- ก. ปรับการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการ เพื่อลดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ

ข. ลดช่วงเวลานำ (Lead Time) ในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการจัดซื้อคราวละ
 มากๆ โดยการสร้างความสัมพันธ์กับคู่ค้า และการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน

ค. จัดทำแผนการจัดซื้อให้สอดคล้องกับกำหนดการผลิต

ง. สร้างระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time)

6. การลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว

ก. ปรับปรุงการเคลื่อนไหวโดยนำสิ่งอำนวยความสะดวกมาใช้

ข. ปรับลำดับขั้นตอนการทำงานให้เป็นมาตรฐาน

ค. จัดวางผังกระบวนการให้เหมาะสม เพื่อลดการเดิน

7. การลดความสูญเปล่าจากการผลิตของเสีย

ก. พัฒนารูปแบบการทำงาน เพื่อไม่ให้เกิดของเสียซ้ำ

ข. สร้างระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) กับทุกกระบวนการที่
 เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อของเสียให้กับกระบวนการถัดไป

ค. ลดความซับซ้อนของกระบวนการ โดยการพัฒนาเทคนิคในขั้น การออกแบบ
 (Design Stage)

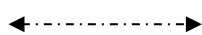
ผลลัพธ์จากการจำแนกความสูญเปล่าทำให้สะดวกในการดำเนินโครงการปรับปรุงใน
 ประเด็นหลักของความสูญเปล่า แต่ละองค์กรสามารถดำเนินการขจัดความสูญเปล่าเพื่อ
 เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการดำเนินโครงการได้



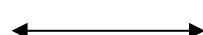
บทที่ 3 แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ตารางแสดงแผนงานปฏิบัติงาน

Schedule	June				July				August				September			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
1 ศึกษาการ ออกแบบ Jig Assy																
2.คุณสมบัติเชิงกล ของวัสดุที่ใช้ใน การวิเคราะห์																
3.ตรวจสอบ Spec Part ของ 2CT-R																
4. ออกแบบ Jig Assy 2CT-R																
5. แก๊ซ Jig Assy 2CT-R																
6. เก็บข้อมูล 3V44-FD																
7.สรุปผลวิธีแก๊ซ 3V44-FD																
8. ปรับปรุงแก๊ซ 3V44-FD																
9.สรุปผลงานและ เตรียม Present																
10.ศึกษามบทบาท หน้าที่การทำงาน ของวิศวกรการ ผลิต																



ACTION



PLAN

3.2 รายละเอียดโครงการงาน

การออกแบบชุดจับยึดสำหรับการประกอบชิ้นส่วนบนกระจก

การประกอบชิ้นส่วนเข้ากับกระจก มีสองวิธีขึ้นอยู่กับค่า Tolerance และ Volume ที่ระบุอยู่ใน Drawing ที่ทางบริษัทใช้ร่วมกับลูกค้า ซึ่งถ้าค่า Tolerance น้อย ก็จะใช้ Plate ในการประกอบ โดยลักษณะของ Plate จะถูกออกแบบให้สะดวกต่อการใช้งานและสามารถวางได้ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามที่ Drawing กำหนด



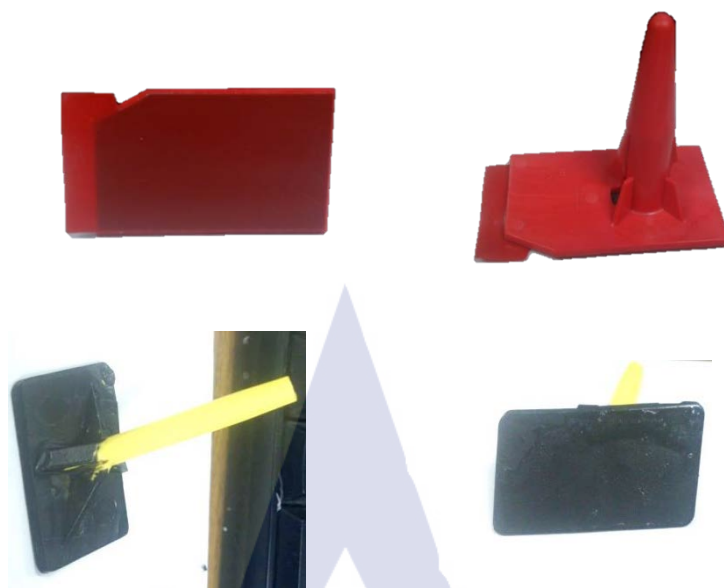
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่าง Plate

และถ้า Tolerance มาก ก็จะใช้ Jig ในการประกอบ ซึ่งจะศึกษาขั้นตอนการผลิตจากบริษัท AGC Automotive ซึ่งจะสามารถประกอบชิ้นส่วนไปมากขึ้น มีความถูกต้องแม่นยำ และให้เวลาในการประกอบไม่นาน ในการออกแบบจะคำนึงถึง การป้องกันการใส่งานผิด การกำหนดตำแหน่งและตัวกำหนดตำแหน่ง ความปลอดภัยของพนักงาน Clip ที่ใช้ในการประกอบจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยขึ้นอยู่กับ Drawing ของลูกค้าที่กำหนดมา

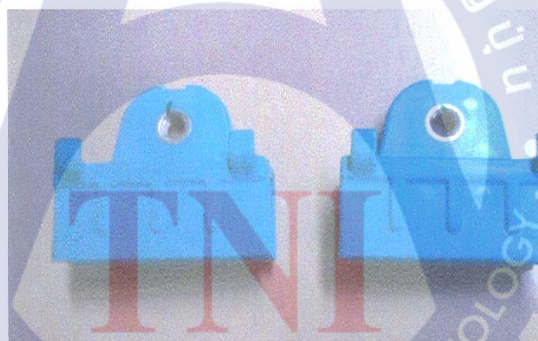
ตัวอย่าง Clip ที่ใช้ประกอบ



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่าง Clip



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่าง Clip (ต่อ)



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่าง Holder

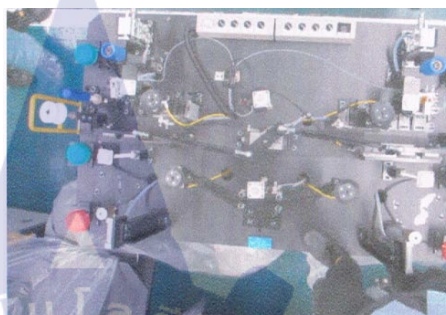
การตรวจสอบสาเหตุการเกิดรอยของกระจกโมเดล 3V44-FDL\R

เนื่องจากทางลูกค้าต้องการตรวจสอบการเกิดรอยและวิธีแก้ไขของกระจกโมเดล 3V44-FDL\R ซึ่งเป็นกระจกที่นำไปเคลือบสารกันน้ำเกาะก่อนที่จะนำมาประกอบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในกระบวนการผลิต และ เพื่อลดความสูญเสียเปล่าร่วมถึงการปรับปรุงแก้ไขเพื่อกระบวนการที่มีคุณภาพมากขึ้น

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษาการออกแบบ **Jig Assy** ที่ใช้ในที่ประกอบชิ้นส่วนจะมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งชิ้นส่วน และประเภทของกระบอก

ตัวอย่าง Jig Assy ตามประเภทของกระบอก



รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระบอกหลัง



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระบอกข้าง



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระบอกหน้า

โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังแสดงรูปที่ 3.7-3.26



รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่าง Glass centering



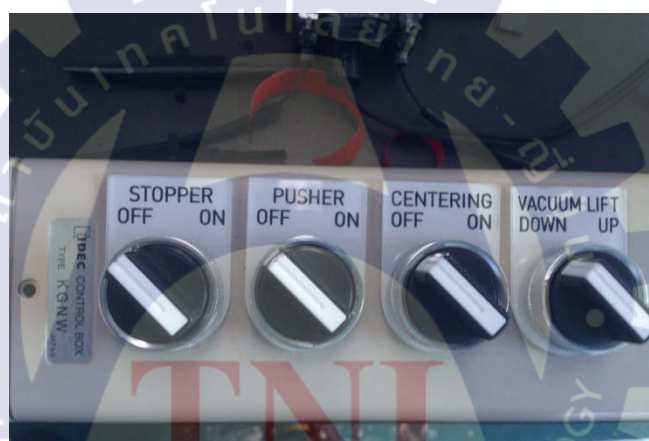
รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่าง Emergency switch



รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่าง Push bottom switch



รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่าง Selector switch Selector switch



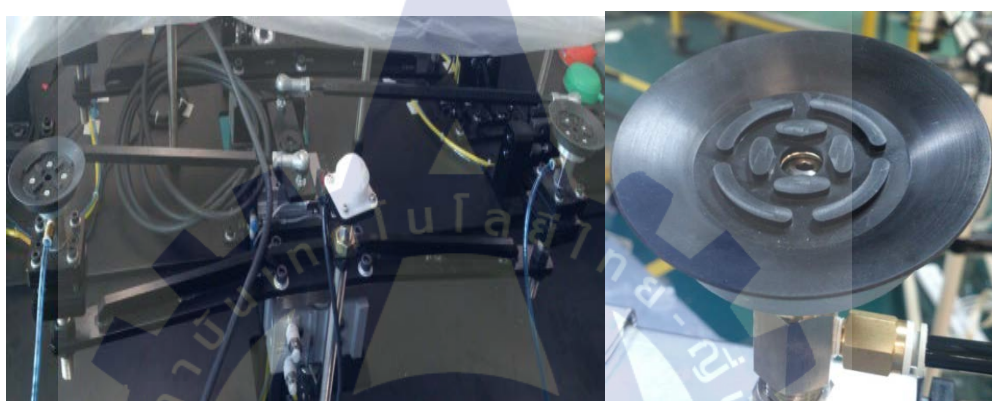
รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่าง FS-V31(P)_33(P)_31M



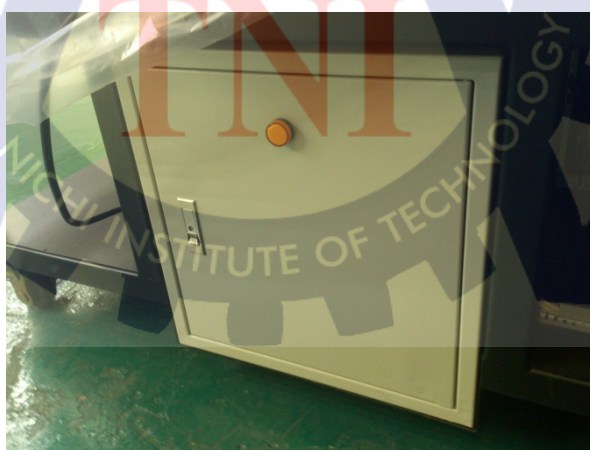
รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่าง Base amp



รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่าง Glass vacuum DBB type(1)



รูปที่ 3.14 แสดงตัวอย่าง Glass vacuum DBB type(2)



รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่าง Control box



รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่าง Solenoid set



รูปที่ 3.17 แสดงตัวอย่าง VBAT05



รูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่าง IR2020-02bg



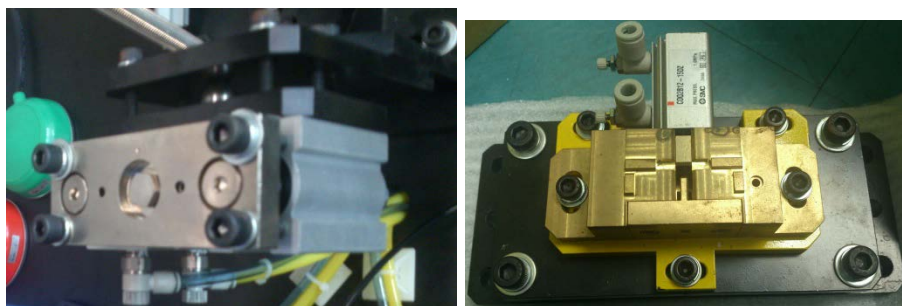
รูปที่ 3.19 แสดงตัวอย่าง Ac20a-02g-v-2



รูปที่ 3.20 แสดงตัวอย่าง Regulator base



รูปที่ 3.21 แสดงตัวอย่าง Pre centering



รูปที่ 3.22 แสดงตัวอย่าง Clip support LH, Clip support RH



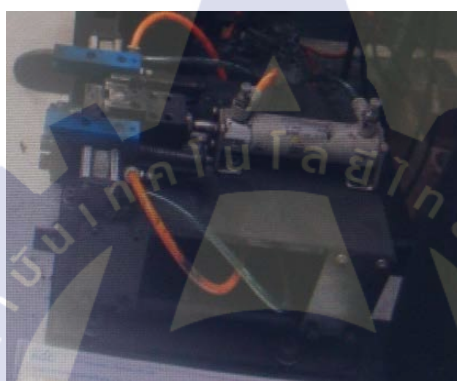
รูปที่ 3.23 แสดงตัวอย่าง Glass Support



รูปที่ 3.24 แสดงตัวอย่าง Glass stopper LH, Glass stopper RH



รูปที่ 3.25 แสดงตัวอย่าง Glass pusher LH, Glass pusher RH



รูปที่ 3.26 แสดงตัวอย่าง ชุดยิง Holder สำหรับกระจกข้าง

3.3.2 ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้ในการวิเคราะห์

ก) วัสดุที่นำมาทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในส่วนที่เป็นโลหะ คือ ส่วนในการประกอบชิ้นงานทำจาก SS400



รูปที่ 3.27 แสดงตัวอย่างเหล็ก SS400

เหล็กแผ่นรีดร้อนชั้นคุณภาพ SS400 คือ เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1479-2541 และมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS G 3101-2004 โดยมีคุณสมบัติทางกล ดังนี้

Density (kg/m³) 7860

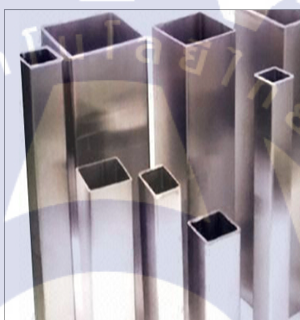
Young's Modulus (GPa) 190-210

Tensile Strength (MPa) 400 – 510 MPa

Yield Strength (MPa) 205-245 MPa

Poisson's ratio 0.26

ข) วัสดุที่นำมาทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในส่วนที่เป็นสแตนเลส คือ ส่วนในการประกอบชิ้นงานทำจาก



รูปที่ 3.28 แสดงตัวอย่างสแตนเลส SUS 304

เกรด SUS 304 คือ มาตรฐาน 18/8 เป็น สแตนเลส แบบที่มีการใช้แพร่หลายมากที่สุด ในหลายๆ ผลิตภัณฑ์ในหลายๆ อุตสาหกรรมทั้งภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง ภาคการเกษตร วัสดุนี้มีคุณสมบัติยอดเยี่ยมในการถูกขึ้นรูป เชื่อม โดยไม่เสียหาย SUS 304 ยังทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ในหลายๆสภาพแวดล้อม

SUS304 Mechanical Properties

Density (kg/m³) 8000

Young's Modulus (GPa) 190

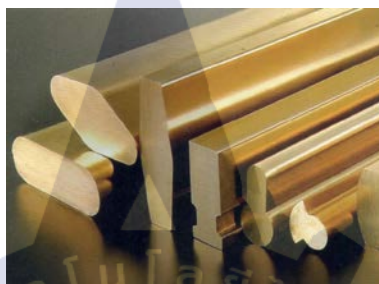
Tensile Strength (Mpa) 520

Yield Strength (Mpa) 240

Poisson's ratio 0.27-0.30

Brinell hardness (HB) 88

ค) วัสดุที่นำมาทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในส่วนของClip support คือ ส่วนในการประกอบชิ้นงานทำจาก ทองเหลือง



รูปที่ 3.29 แสดงตัวอย่าง ทองเหลือง

คุณสมบัติของ ทองเหลือง

นำความร้อนได้ดี และเก็บความร้อนได้ดี เมื่อ เกิดการสั่นจนทำให้เกิดความร้อน

ทนต่อการสึกกร่อน

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำสุดค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำสุด

จุดหลอมเหลวค่อนข้างต่ำ

ง) วัสดุที่นำมาทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในส่วนของ บุษ ไกด์ คือ ส่วนในการประกอบชิ้นงานทำจาก MC Nylon



รูปที่ 3.30 แสดงตัวอย่าง MC Nylon

คุณสมบัติของ Cast Nylon / MC Nylon

- อุณหภูมิใช้งานจะอยู่ที่ -40 / 105 องศาเซลเซียส
- ค่าความแข็ง 73 Shore A
- ทนทานต่อแรงกระแทก และแรงเฉือนได้ดี
- มีสารหล่อลื่นในตัว ทำให้เพิ่มความลื่น และทนทานต่อการสึกหรอได้ดี
- มีความเหนียวมาก และยืดหยุ่นตัวได้ดี
- มีน้ำหนักเบา ทำให้ความต้องการพลังงานในการขับเคลื่อนน้อยลง

ลักษณะการใช้งาน

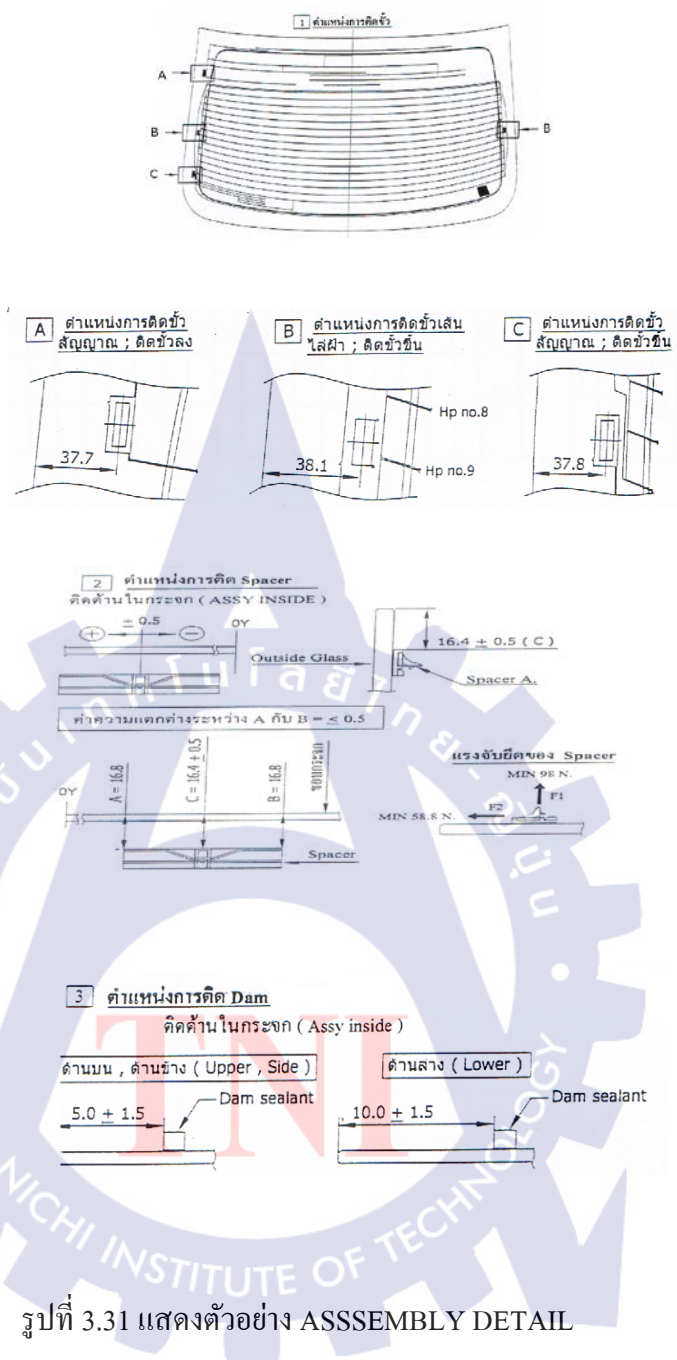
ลูกล้อ เฟือง สตาร์วีล บูช ไกด์ เกียร์ เสือเกียร์ แผ่นรองกันสีก แผ่นรองเลื่อน แผ่นรองตัด ลูกกลิ้ง ใบพัด วาล์ว ซีล รอก ชุดบังคับเบรค ชิ้นส่วนสายพานลำเลียง, และสามารถทดแทนอะไหล่อื่นๆได้

3.3.3 ตรวจสอบ Spec Part ของ 2CT-R

ดู Spec ของ 2CT-R โดยเริ่มจากศึกษา ASSEMBLY DETAIL จะเห็นว่าชิ้นส่วนที่นำมาประกอบมี ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนจะประกอบลงบนกระจกกังรูป ที่

ASSEMBLY DETAIL (รายละเอียดชิ้นส่วนย่อย)		
Part Name (ชื่อชิ้นส่วน)	Quantity (จำนวน)	Position (ตำแหน่ง)
1. Terminal	4	±1.5
2. Spacer	2	±0.5
3. Dam	1	±1.5

ตารางที่ 3.2 แสดง ASSEMBLY DETAIL



3.3.4 ออกแบบ jig (ในกรณีค่า Tolerance ≤ 0.5 Volume มาก)

โดยการออกแบบจะคำนึงถึงหลักการออกแบบและกฎการออกแบบเพื่อการประกอบ ในวิธีทั่วไปของ DFA มีกฎหลาย อย่างที่ผู้ออกแบบสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการประกอบ ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่ อยู่ในช่วงการออกแบบ ดังนี้

- 2.1. ลดจำนวนชิ้นส่วนของแต่ละชิ้นส่วน
- 2.2. ออกแบบให้สามารถใช้ได้เป็นกลุ่มจำเพาะ (Modularise Design)
- 2.3. ออกแบบชิ้นส่วนให้สามารถปรับตั้งแนวและตำแหน่งได้ด้วยตนเอง
- 2.4. ออกแบบเพื่อให้สามารถเข้าถึงเพื่อหยิบจับง่าย และมองเห็นได้ชัดเจน
- 2.5. ออกแบบให้ชิ้นส่วนไม่ถูกระงับ
- 2.6. ออกแบบชิ้นส่วนให้มีความสมมาตรของด้านมากที่สุด
- 2.7. ออกแบบโดยการใช้ยึดแน่นที่มีประสิทธิภาพ

พบว่าเราสามารถใช้หลักการการออกแบบเพื่อการประกอบมาใช้ในการพิจารณาได้ ยกเว้นหลักการข้อแรกในเรื่องการลดจำนวนชิ้นส่วนในข้อนี้เราไม่สามารถนำมาพิจารณาได้ เนื่องจากการลดจำนวนชิ้นส่วนลงจะส่งผลต่อความแข็งแรงของตัวโครงสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน โดยไม่นำชิ้นส่วนย่อยมาพิจารณา ชิ้นส่วนหลักทำจะนำมาประกอบเป็น Jig Assy

เงื่อนไขในการวิเคราะห์

โดยการวิเคราะห์ในโครงการนี้เป็นการวิเคราะห์เพียงวัสดุ และแรงที่มากกระทำโดยไม่นำปัจจัยด้านอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อหาค่าความปลอดภัยของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่เกิดความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานในการเลือกวิเคราะห์จะเลือกสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์โดยเลือกเฉพาะในส่วนที่จำเป็น และต้องการและสำคัญที่สุดที่ต้องสอดคล้องกับค่าต่าง ๆ ที่ได้ใส่ลงไป ทั้งนี้หากวิเคราะห์เกินความจำเป็น หรือไม่สอดคล้องกันแล้วจะทำให้โปรแกรมทำงานหนักและทำการประมวลผลหลายรอบจนกระทั่งเกิดความผิดพลาดหรืออาจเกิดการ error ได้

ส่วนขนาดแรงที่มากกระทำ เนื่องจากโดยทั่วไปนั้นแรงที่มากกระทำต่อวัตถุมีหลายรูปแบบ ดังนั้นต้องคำนึงว่าแรงที่นำมาคำนวณเป็นแรงประเภทใด ซึ่งในที่นี้เป็นแรงกดเนื่องจากน้ำหนักชิ้นงานจึงเลือกแบบ Pressure

เนื่องจากที่โรงงานได้เคยออกแบบ 2CT-R มาแล้วในปี 2011 เราจึงทดสอบว่าสามารถนำมาใช้ร่วมกันได้หรือไม่ โดยการ สร้างกระบอก 2CT-R 2013 ขึ้นมา โดยใช้ Program แล้วลองนำไปเทียบกับ Jig Assy พบว่า ขนาดกระบอก ของ 2CT-R ปี 2013 ใหญ่กว่า 2CT-R ปี 2011 ทางเราจึงได้แก้ไขขนาดของ Jig Assy 2CT-R ปี 2011 เพื่อให้สามารถใช้ประกอบ 2CT-R ปี 2013 ได้

หลังจากออกแบบ Jig Assy เสร็จ มีขั้นตอนย่อยต่อดังนี้

- 3.3.4.1 เรียกทีม Production มาดูJigที่ออกแบบเสร็จแล้วว่าการอะไรเพิ่มเติมหรือมีจุดใดบกพร่องที่ต้องแก้ไขจากที่ได้ประชุมกันสรุปไว้ว่าสิ่งที่ต้องปรับปรุง
- 3.3.4.2 ส่งแบบไปให้ บริษัท Maker เป็นผู้ผลิต
- 3.3.4.3 เมื่อได้ Jig มาแล้วทางฝ่ายออกแบบ จะเป็นคนปรับตั้ง Jig เพื่อให้ชิ้นส่วนติดลงยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยค่าTolerance ต้องไม่เกินที่ลูกค้ากำหนด
- 3.3.4.4 นำไปทดสอบที่สายการผลิต โดยมีทีมงานหลายฝ่ายมาช่วยกันหาจุดบกพร่องหรือจุดเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุ และการประกอบที่ผิดพลาดไปจากเดิม
- 3.3.4.5 เมื่อทำการแก้ไขแล้วก็จะนำไปทดสอบอีกรอบเพื่อเป็นการยืนยันว่า Jigสามารถใช้งานได้อย่างไม่มีข้อบกพร่องและปลอดภัยต่อพนักงาน
- 3.3.4.6 ทำการประกอบจริงและส่งขายให้ลูกค้าต่อไป

ขั้นตอนการตรวจสอบรอยของกระจกโมเดล 3V44-FDL\R

1. ศึกษากระบวนการในการประกอบที่อาจเป็นสาเหตุทำให้กระจกเกิดรอยขีดข่วน และรอยสกปรกได้แก่ รอยบัว Shelf รอยค้ำ Spacer Pallet โดยใช้กระจก 3V44-FDL 40 แผ่น และ 3V44-FDL 40 แผ่น
2. สังเกตดูวิธีการจับกระจก ลักษณะของการวางกระจก ถูมือที่ใช้ การประกอบ การวางกระจกบน pallet รวมถึงการวางกระจกที่ C/F เพื่อทำการตรวจเช็ค

2.1 ขั้นตอนการนำกระจกออกจากห่อกระดาษการเช็ดทำความสะอาด



รูปที่ 3.32 แสดงตัวอย่างการนำกระจกออกจากห่อกระดาษ

2.2 นำกระจกใส่ Shelf



รูปที่ 3.33 แสดงตัวอย่างการนำกระจกใส่ Shelf

2.3 ประกอบชิ้นส่วนลงบนกระจกโดยใช้ Assy Jig



รูปที่ 3.34 แสดงตัวอย่างการประกอบชิ้นส่วนลงบนกระจกโดยใช้ Assy Jig

2.4 นำกระจกบรรจุลง Pallet



รูปที่ 3.35 แสดงตัวอย่าง Pallet

2.5 การนำกระจกไปตรวจสอบบน C/F



รูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างการนำกระจกไปตรวจสอบบน C/F

- 3 จดบันทึกปัจจัยเสี่ยงในแต่ละกระบวนการที่อาจเป็นสาเหตุทำให้กระจกเกิดรอย
ดังตารางที่ 3.3-3.4

ตารางที่ 3.3 แสดง การเกิดรอยของ 3V44-FDR

3V44-FDR					
แผ่นที่	รอยบัว	Shelf	รอยค้ำ	Spacer	Pallet
1	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X
16	X	O	X	X	X
17	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X
20	X	X	X	O	X
21	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X
27	X	X	O	X	X
28	X	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X
31	X	X	X	X	X
32	X	X	X	X	X
33	X	O	X	X	X
34	X	X	X	X	X
35	X	X	X	X	X
36	X	X	X	X	X
37	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X
39	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X

O = มีรอย Scratch

X = ไม่มีรอย Scratch

ตารางที่ 3.4 แสดงการเกิดรอยของ 3V44-FDL

3V44-FDL					
แผ่นที่	รอยบัว	Shelf	รอยส้	Spacer	Pallet
1	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X
27	X	X	O	X	X
28	X	O	X	X	X
29	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X
31	X	X	X	O	X
32	X	X	X	X	X
33	X	O	X	X	X
34	X	X	X	X	X
35	X	X	X	X	X
36	X	X	X	X	X
37	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X
39	X	X	X	X	X
40	X	X	X	X	X

O = มีรอย Scratch

X = ไม่มีรอย Scratch

จากการเก็บข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

- จากตารางการเก็บข้อมูล พบว่า 3V44-FDR มีพบบ่อย บริเวณที่กระจกสัมผัสกับ Shelf 2 จุด , รอยค้ำ 1 จุด , Spacer 1 จุด และ 3V44-FDL มีพบบ่อย บริเวณที่กระจกสัมผัส Shelf 2 จุด, รอยค้ำ 1 จุด, Spacer 1 จุด
- ขั้นตอนที่น่ากระจกใส่ Shelf พบว่า Shelf ชำรุดแต่คนงานก็ยังคงใช้งานอยู่
- พื้นที่การทำงานค่อนข้างมีเสียงดังเพราะอยู่ใกล้เตา
- คนงานบางคนเป็นคนใหม่ยังไม่มีทักษะการทำงาน
- ถูมือที่คนงานใช้เปื้อนยูรีเทนทำให้กระจกเปื้อนไปด้วย
- Spacer ที่อยู่ บน C/F, Pallet, รอยบัว จากการสังเกต ไม่พบบ่อยที่กระจก



บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ

จากผลการดำเนินงานในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมทางวิศวกรรมในด้านต่าง ๆ ในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนบนกระจก 2CT-R และการตรวจสอบสาเหตุการเกิดรอยของกระจก โมเดล 3V44-FDL\R เพื่อลดความสูญเสียเปล่าร่วมถึงการปรับปรุงแก้ไขเพื่อกระบวนการที่มีคุณภาพมากขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาเรื่องดังกล่าว ซึ่งผลในการดำเนินงานมี ดังนี้

4.1 การออกแบบและแก้ไข ของ Jig Assy 2CT-R

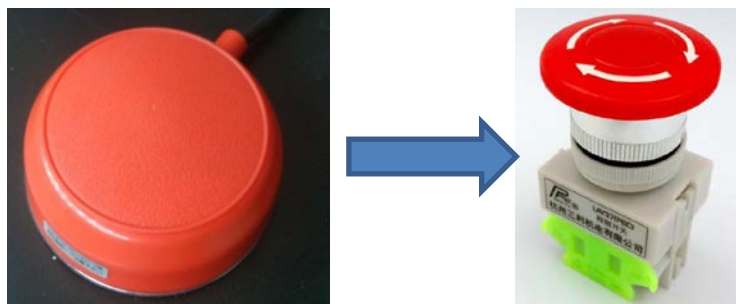
4.1 ปัญหาและวิธีการแก้ไขของ 3V44-FDL\R

4.1 การออกแบบและแก้ไข ของ Jig Assy 2CT-R

จากการที่ได้ทำการศึกษาทบทวนพื้นฐานเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบ อุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานเพื่อใช้ในการประกอบชิ้นส่วน พบว่า อุปกรณ์ยึดจับแต่ละ โมเดลแยกออกเป็น บังลมหน้า กระจกหลัง และกระจกข้าง จะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่คล้ายกันอาจจะมีขนาดที่แตกต่างกันบ้าง ขึ้นอยู่กับการออกแบบเพื่อให้เข้ากับความโค้งและขนาดของกระจกในแต่ละแบบ

จากการที่เรียกทีม Production มาดูJigที่ออกแบบเสร็จแล้วว่าการอะไรเพิ่มเติมหรือมีจุดไหนที่ต้องแก้ไขจากที่ได้ประชุมกันสรุปได้ว่าสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขคือ

- 4.1.1 การปรับเปลี่ยน ปุ่ม Emergency โดยปุ่มเดิมจะมีลักษณะการใช้งานคือ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินพนักงานสามารถกดปุ่มได้ เพื่อหยุดงาน และสามารถกดปุ่มสตาร์ทได้เลยซึ่งได้แก้ไขเป็นปุ่ม Emergency แบบใหม่ที่มีเมื่อกดแล้วต้องดึงขึ้นก่อนที่จะกดปุ่มสตาร์ทได้



รูปที่ 4.1 แสดงปุ่ม Emergency แบบเก่าและใหม่

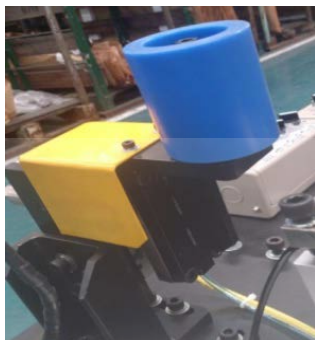
- 4.1.2 Glass pusher LH, Glass pusher RH ซึ่งเป็นบริเวณที่ทำให้กระจกแตกค่อนข้างมากเพราะเมื่อพนักงานใส่กระจกลงบน Jig ทำให้กระจกไปจี้กับตัวStopper ซึ่งถ้าพนักงานไม่มีความระมัดระวัง ก็จะทำให้กระจกแตกได้ ทางฝ่ายออกแบบจึงออกแบบให้stopper ณ ตำแหน่งนี้มีขนาดยาวขึ้นเพื่อป้องกันการรั้งของกระจก



รูปที่ 4.2 แสดง Glass pusher LH/ RH บริเวณที่ทำให้กระจกแตก

- 4.1.3 Stopper เป็นตัวที่ดันให้กระจกอยู่ตรงตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ ซึ่งทำมาจาก มีความแข็งแรงไม่มากพอที่จะรับแรงกระแทกของกระจกเป็นจำนวนมากๆ ได้ เมื่อพนักงานใช้เครื่องมืออุปกรณ์ยึดจัดไปเรื่อยๆ จึงทำให้ Stopper เกิดการสึกหรอ และทำให้ตำแหน่งของการประกอบผิดพลาดได้ ทางทีมออกแบบจึงได้ใส่ Bearing ใน Stopper เพิ่มที่จะทำให้ Stopper สามารถ

หมุนได้รอบๆ ทำให้ลดการสึกหรองลงได้ และทำให้ตำแหน่งที่ต้องการประกอบมีค่ามาถูกต้องมากขึ้น

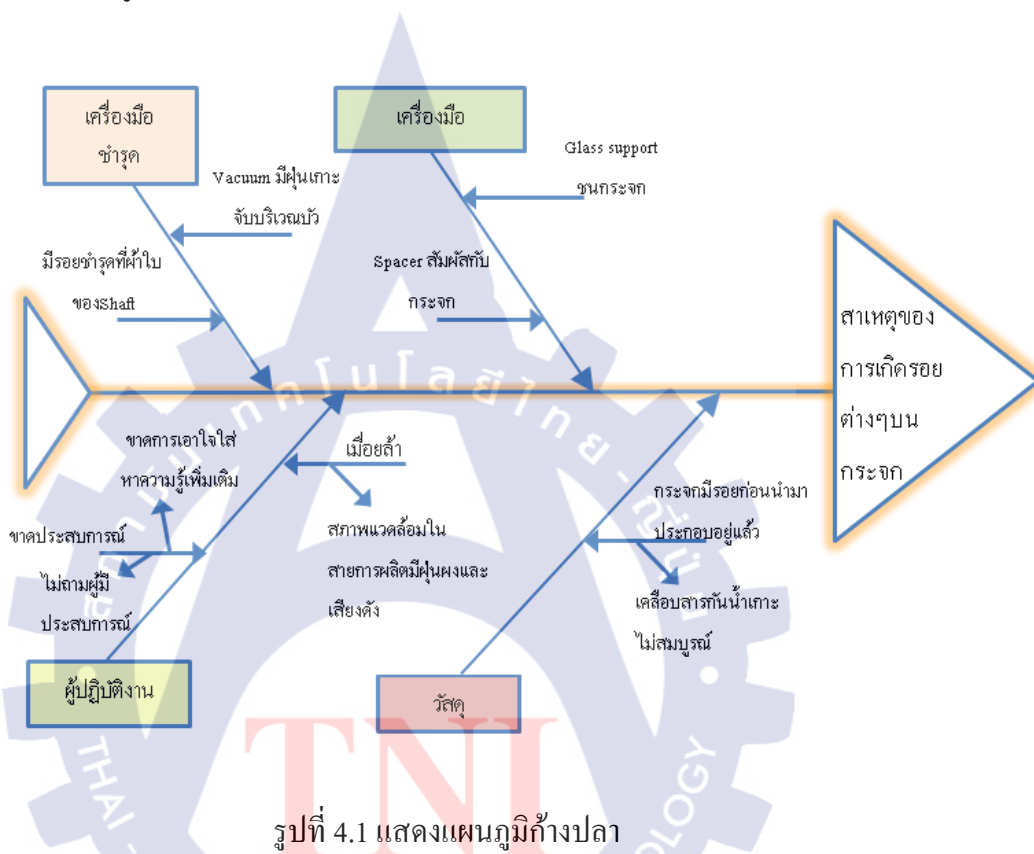


รูปที่ 4.3 แสดง Stopper ที่เพิ่ม Bearing

- 4.1.4 การแกว่งเตือนเมื่อเครื่องมีความผิดปกติระหว่างการประกอบ เช่น ใส่ชิ้นส่วนไม่ครบ ใส่ชิ้นส่วนไม่ตรงตามแบบ โดยปกติแล้วจะมีการเตือนของเครื่องเป็นแบบมีเสียง แต่เสียงที่เตือนเบาบางจนบางครั้งทำให้พนักงานไม่ได้ยิน จึงเกิดความเสียหายขึ้นได้ แก้ไขโดยการปรับวงจรจากที่มีเสียงเตือนเปลี่ยนเป็นให้เครื่องหยุดทำงานถ้าไม่เกิดเหตุการณ์ใส่ชิ้นส่วนไม่ครบ ใส่ชิ้นส่วนไม่ตรงตามแบบ

4.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขของ 3V44-FDL\R

4.2.1 จากการศึกษาสาเหตุของการเกิดรอยที่กระจกพบว่า มีหลายปัจจัยด้วยกัน ซึ่งสามารถ
 มั่นว่าเขียนเป็นแผนภูมิแก๊งปลาได้ดังนี้



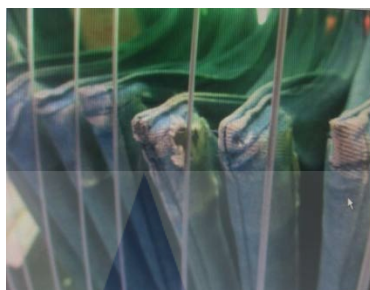
4.2.2 วิธีการแก้ไขที่สามารถควบคุมได้

4.2.2.1 พื้นที่การทำงานที่มีเสียงดัง สามารถใช้ Ears Plug เพื่อความปลอดภัยได้



รูปที่ 4.4 แสดง รูปของ Ears Plug

4.2.2.2 Shelf ที่ชำรุด สามารถเปลี่ยนเป็นแบบขางแทนผ้าใบ หรือ สำรองผ้าใบไว้เปลี่ยน หากผ้าใบฉีกขาด



รูปที่ 4.5 แสดง รูป Shelf ที่ชำรุด Shelf ที่ชำรุด

4.2.2.3 มือผ้าที่คนงานใช้(Line Water)ให้เปลี่ยนทุกครั้งเมื่อประกอบชิ้นงานครบ 30 ชิ้น



รูปที่ 4.6 แสดงรูปถุงมือผ้าที่คนงานใช้(Line Water)

4.2.2.4 รอยค้ำแก้ไขโดยการนำถุงมือที่คนงานใช้ซึ่งเป็นถุงมือผ้าไร้น (Line Water) นำมาตัดแล้วคลุม บริเวณรอยค้ำไว้



รูปที่ 4.7 แสดงรูปรอยค้ำคลุมด้วยถุงมือผ้าไร้น (Line Water)

4.2.2.5 เมื่อเกิดรอย Scratch บางๆบนกระจก ให้ใช้ IPA เช็ดทำความสะอาดได้ โดยไม่มีผลต่อการเคลือบ



รูปที่ 4.8 แสดงรูป IPA ที่ใช้เช็ดทำความสะอาด

4.2.2.6 ถ้ามีรอย Scratch ค่อนข้างลึกให้ใช้ น้ำยา Carglo ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำมันและยาขัดอ่อนๆทำให้ความสามารถละลายพวกความสกปรกออกได้ ขัด



รูปที่ 4.9 แสดงรูป น้ำยา Carglo

4.2.2.7 แต่ถ้าเป็นรอยที่ลึกมากๆ ไม่สามารถกำจัดรอยไปได้ ก็จะเป็นกระจกเสียและทิ้งไป



รูปที่ 4.10 แสดงรูปกระจกเป็นรอยลึกมากๆ



บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยและผลของงานวิจัยเรื่อง การออกแบบชุดจับยึดสำหรับการประกอบชิ้นส่วนกระบอก ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน วิเคราะห์ความปลอดภัยเชิงวิศวกรรมในการนำมาใช้ ซึ่งมีผลออกมาสามารถสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 5.1 สรุปผลด้านการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน
- 5.2 สรุปผลด้านการวิเคราะห์ความปลอดภัย
- 5.3 สรุปผลด้านการหาสาเหตุและวิธีแก้ไขการเกิดรอยของกระบอก
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลด้านการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

ลักษณะอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป โครงสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะต่างกันเล็กน้อยด้านความกว้างและความยาว เนื่องจาก โครงสร้างย่อยที่ทำการประกอบบนอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแต่ละแบบนั้นมีความยาวของโครงสร้างย่อยที่ต่างกัน

5.2 สรุปผลด้านการวิเคราะห์ความปลอดภัย

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานถูกออกแบบโดยคำนึงถึงหลักความปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นวัสดุที่ใช้ในการทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ปุ่มEmergency ปุ่ม start ที่มีการออกแบบให้เหมาะสมในแต่ละโมเดล เช่น กระบอกหน้าและหลัง เป็นกระบอกที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากจึงต้องใช้พนักงานอย่างน้อย 2 คนในการประกอบและยกกระบอก จึงได้ออกแบบ ปุ่มEmergency ปุ่ม start ให้มีอย่างละ 2 ปุ่ม เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการประกอบชิ้นส่วนกระบอก

5.3 สรุปผลด้านการหาสาเหตุและวิธีแก้ไขการเกิดรอยของกระบอก

จากการสังเกตการณ์ประกอบชิ้นส่วนบนกระบอกโมเดล 3V44-FDL\R ซึ่งเป็นกระบอกที่นำไปเคลือบสารกันน้ำเกาะ ก่อนที่จะนำมาประกอบ พบว่าการเกิดรอย Scratch บนกระบอก สามารถเกิดได้จาก พนักงานที่ขาดความเชี่ยวชาญ เมื่อล้าจากการทำงาน อุปกรณ์ที่มีการชำรุดเสียหายและไม่ยอมเปลี่ยน หรือจะเป็นรอยที่เกิดจากชิ้นส่วนอุปกรณ์เป็นวัสดุที่ความแข็ง ทำให้กระบอกเกิดรอยได้ง่าย ซึ่งรอยที่เกิดบนกระบอกทุกรอย Scratch สามารถกำจัดออกได้ทุกรอย โดยใช้ IPA ทำ

ความสะอาด ส่วนรอยที่ค่อนข้างจะใช้ Carglo ขัดออก หรือถ้ามีรอยที่ลึกมากๆเช่นรอยเล็บก็จะคัดออก

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการสังเกตพนักงานที่ใช้ Assy Jig ขาดความรอบคอบ และใช้ไม่ถูกวิธี ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ และอาจทำให้ประกอบผิดพลาด สร้างความเสียหายให้กับโรงงาน ในการปฏิบัติงานจึงต้องมีคู่มือปฏิบัติงานควบคู่ไปด้วย



เอกสารอ้างอิง

วชิระ มีทอง,2550. การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 17 กรุงเทพฯ

มณฑลีส ศาสนนันท์ และ จิรานุช บุคคิสิน ,กันยายน 2551. การประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบเพื่อการประกอบ (DFA) ในการปรับปรุงกล่องชุดของขั้วเครื่องสำอาง. E-Journal Silpakorn University ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เลขหน้า: 14-35

พิชิต สุขเจริญพงษ์,2544. สืบค้นเมื่อ 2556, แผนภูมิถังปลา[Online], Available : http://e-learning.crma.ac.th/claroline2556/claroline/backends/download.php?url=L2Zpc2hib25lZGlhZ3JhbS5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=CS6906_001

นางสาวธนัชพร ไชกระโทก และ นายกิตติพงษ์ แฝงกระโทก, สืบค้นเมื่อ 2556, การปรับปรุงงาน,การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต [Online], Available : <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/handle/123456789/256>





ภาคผนวก ก
ปัจจัยในการเลือกใช้ฟลักซ์เจอร์



ภาคผนวก ข
รูปแบบของ PLC



ภาคผนวก ค
รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในแต่ละวัน



ชื่อโครงการ	การออกแบบชุดจับยึดกระจกสำหรับการประกอบชิ้นส่วนบนกระจกและ การตรวจสอบสาเหตุและวิธีการแก้ไขการเกิดรอยบนกระจก :
ผู้เขียน	นางสาวปาริย์ ปานทอง
คณะวิชา	วิศวกรรมศาสตร์สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พิศุทธิ์ พงษ์ชัยฤกษ์
พนักงานที่ปรึกษา	นางสาวอโณทัย กันยา
ชื่อบริษัท	เอจีซี ออโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด
ประเภทธุรกิจ/สินค้า	ผลิตกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์

บทสรุป

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบอุปกรณ์ซึ่งใช้ในการจับยึดกระจกและประกอบชิ้นส่วนลงบนกระจกไปพร้อมๆกัน โดยใช้หลักการออกแบบและกฎการออกแบบที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ประโยชน์ของอุปกรณ์ชิ้นนี้เพิ่มเพิ่มผลผลิตให้กับทางโรงงาน ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ได้ถูกออกแบบเป็น 3 รูปแบบตามการใช้งานกับกระจกซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกัน 3 แบบ อุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่นี้สามารถนำไปใช้กับกระจกรูปร่างต่างๆได้ โดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนเพียงบางชนิดเท่านั้นโดยไม่ต้องซื้อหรือสร้างใหม่ ทำให้ประหยัดค่าสิ่งผลิตและพนักงานไม่ต้องเสียเวลาการเรียนรู้การใช้งาน นอกเหนือจากที่กล่าวมา โครงการนี้ยังได้ทำการตรวจสอบสาเหตุและวิธีการแก้ไขการเกิดรอยบนกระจกตลอดทั้งกระบวนการของการประกอบชิ้นส่วน ซึ่งมีความสำคัญมากเพราะกระจกที่เป็นรอยเพียงเล็กน้อยจะต้องถูกนำไปทิ้งโดยไม่สามารถซ่อมแซมได้

Project's name	A DESIGN OF JIG FOR HANDLING GLASS AND ASSEMBLING PARTS ON GLASS AND A CHECK OF CAUSES AND SOLUTIONS FOR THE SCRATCHES ON GLASS: A CASE STUDY OF AGC AUTOMOTIVE (THAILAND) CO., LTD.
Writer	Miss. PAJAREE PARNTONG
Faculty	Faculty of Engineering, Production Engineering Program
Faculty Advisor	Asst Prof Dr. PISUT PONGCHAIRERKS
Job Supervisor	Miss. ANOTHAI KANYA
Company's name	AGC Automotive (Thailand) Co., Ltd.
Business Type/Product	Manufacturer glass for automobiles.

Summary

This project is to design a device that is able to handle glass and assemble parts in to a glass simultaneously by using principles and rules of design popularly used. This device can increase the production rate for the factory. This project provides 3 design of the device for 3 different shapes of glasses. This device can adapt to use for different shapes of glasses only by changing several part; thus, it can save the cost of producing devices and decrease the learning time of works when the new model of cars arrives. Moreover, this project finds the causes of solutions of scratching on glasses throughout the process. This is important because a glass with a small scratch may be disposed and cannot be reworked

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ
ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย ดังนี้
ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.พิสุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในการ
ทำโครงการ

ขอขอบคุณ ทางบริษัท เอจีซี ออโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด คุณอโนทัย กันยา และ
คณะวิศวกรที่สนับสนุนข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับการออกแบบอุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานตลอดจนให้
ความดูแลในช่วงปฏิบัติงาน

ปจารีย์ ปานทอง



สารบัญ

หน้า

บทสรุปภาษาไทย	ก
Summary	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ช
รายการแผนภูมิ	ฎ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร	2
1.3 ตัวอย่างยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำ	3
1.4 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร	5
1.5 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย	6
1.6 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	6
1.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	6
1.8 วัตถุประสงค์ของโครงการ	6
1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับการทำโครงการ	6

2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly, DFA)	8
2.2 การออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์	9
2.3 แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)	15

2.4 การปรับปรุงงาน	18
3 แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 แผนงานปฏิบัติงาน	23
3.2 รายละเอียดโครงการ	24
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	26
4 ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ	
4.1 การออกแบบและแก้ไข ของ Jig Assy 2CT-R	45
4.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขของ 3V44-FDLR	48
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลด้านการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	51
5.2 สรุปผลด้านการวิเคราะห์ความปลอดภัย	51
5.3 สรุปผลด้านการหาสาเหตุและวิธีแก้ไขการเกิดรอยของกระจก	51
5.4 ข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	71
ภาคผนวก ค	102
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	120

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ฟังก์ชันของหน่วยงาน Development & Trial Group	5
3.1 ตารางแสดงแผนงานปฏิบัติงาน	23
3.2 ตาราง ASSEMBLY DETAIL	36
3.3 ตาราง การเกิดรอยของ 3V44-FDR	42
3.4 ตาราง การเกิดรอยของ 3V44-FDL	43
ก.1 สัญลักษณ์และรูปของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติก	65
ก.2 แสดงการทำงานของวาล์ว	67
ก.3 แสดงควบคุมโดยตรง	69
ก.4 แสดงสัญญาณควบคุมโดยทางอ้อม	69
ก.5 แสดงการเคลื่อนลิ้นโดยใช้ไฟฟ้าหรือขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า	69
ก.6 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนลิ้นโดยวิธีผสม	70
ข.1 ข้อดี ข้อเสีย ของ PLC แบบ Block Type	73
ข.2 ข้อดีข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูล	75
ข.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ PLC	76
ข.4 คุณสมบัติภาคอินพุต (DC)	87
ข.5 คุณสมบัติภาคอินพุต (AC)	89
ข.6 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์	93
ข.7 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN	95
ข.8 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP	97
ข.9 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตแบบโซลิตสเตรทรีเลย์ (SSR)	98

รายการรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แผนที่ที่ตั้งบริษัท เอจีซี ออโตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด	1
1.2 แสดงตัวอย่างรูปกระจกเทมเปอร์	3
1.3 แสดงตัวอย่างรูปกระจกลามิเนต	3
1.4 แสดงตัวอย่างรูปยี่ห้อรถยนต์ชั้นนำ	4
1.5 ฟังก์ชันกรของหน่วยงาน Development & Trial Group	5
3.1 แสดงตัวอย่าง Plate	24
3.2 แสดงตัวอย่าง Clip	24
3.3 แสดงตัวอย่าง Holder	25
3.4 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระจกหลัง	26
3.5 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระจกข้าง	26
3.6 แสดงตัวอย่าง Jig Assy ของกระจกหน้า	26
3.7 แสดงตัวอย่าง Glass centering	27
3.8 แสดงตัวอย่าง Emergency switch	27
3.9 แสดงตัวอย่าง Push bottom switch	27
3.10 แสดงตัวอย่าง Selector switch Selector switch	28
3.11 แสดงตัวอย่าง FS-V31 (P) _33 (P) _31M	28
3.12 แสดงตัวอย่าง Base amp	28
3.13 แสดงตัวอย่าง Glass vacuum DBB type (1)	29
3.14 แสดงตัวอย่าง Glass vacuum DBB type (2)	29
3.15 แสดงตัวอย่าง Control box	29
3.16 แสดงตัวอย่าง Solenoid set	30
3.17 แสดงตัวอย่าง VBAT05	30
3.18 แสดงตัวอย่าง IR2020-02bg	30
3.19 แสดงตัวอย่าง Ac20a-02g-v-2	31

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 แสดงตัวอย่าง Regulator base	31
3.21 แสดงตัวอย่าง Pre centering	31
3.22 แสดงตัวอย่าง Clip support LH, Clip support RH	32
3.23 แสดงตัวอย่าง Glass Support	32
3.24 แสดงตัวอย่าง Glass stopper LH, Glass stopper RH	32
3.25 แสดงตัวอย่าง Glass pusher LH, Glass pusher RH	33
3.26 แสดงตัวอย่าง ชุดยิง Holder สำหรับกระจกข้าง	33
3.27 แสดงตัวอย่างเหล็ก SS400	33
3.28 แสดงตัวอย่างสแตนเลส SUS 304	34
3.29 แสดงตัวอย่าง ทองเหลือง	35
3.30 แสดงตัวอย่าง MC Nylon	35
3.31 แสดงตัวอย่าง ASSEMBLY DETAIL	37
3.32 แสดงตัวอย่างการนำกระจกออกจากห่อกระดาษ	40
3.33 แสดงตัวอย่างการนำกระจกใส่ Shelf	40
3.34 แสดงตัวอย่างการประกอบชิ้นส่วนลงบนกระจกโดยใช้ Assy Jig	40
3.35 แสดงตัวอย่าง Pallet	41
3.36 แสดงตัวอย่างการนำกระจกไปตรวจสอบบน C/F	41
4.1 แสดงปุ่ม Emergency แบบเก่าและใหม่	46
4.2 แสดง Glass pusher LH/ RH บริเวณที่ทำให้กระจกแตก	46
4.3 แสดง Stopper ที่เพิ่ม Bearing	47
4.4 แสดง รูปของ Ears Plug	48
4.5 แสดง รูป Shelf ที่ชำรุด Shelf ที่ชำรุด	49
4.6 แสดงรูปถุงมือผ้าที่คนงานใช้ (Line Water)	49
4.7 แสดงรูปรอยค้ำคลุมด้วยถุงมือผ้าไร้นิ้ว (Line Water)	49

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงรูป IPA ที่ใช้เช็คทำความสะอาด	50
4.9 แสดงรูป น้ำยา Carglo	50
4.10 แสดงรูปกระจกเป็นรอยลึกมากมาย	50
ก.1 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น (Plate Fixture)	54
ก.2 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก (Angle-Plate Fixture)	55
ก.3 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็กซ์ (Duplex Fixture)	56
ก.4 แสดงระบบตัวเลขของออลูมิเนียม	60
ก.5 แสดงการป้องกันการใส่งานผิด	63
ข.1 แสดงชนิดของ PLC แบบ Block Type	71
ข.2 โครงสร้างภายนอก ของ PLC	72
ข.3 แสดงหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต(Expansion I/O Units)	73
ข.4 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล	74
ข.5 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อ	74
ข.6 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อ	75
ข.7 Sequential Flow Chart Language	77
ข.8 แสดงตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer)	78
ข.9 แสดงวิธีการต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC	79
ข.10 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ (CX-Programmer)	80
ข.11 ระบบการติดต่อสื่อสารของ PLC ในโรงงานอุตสาหกรรม (PLC Network)	81
ข.12 ไคอะแกรมภายใน PLC	82
ข.13 แสดงอุปกรณ์อินพุตต่างๆ	85
ข.14 วงจรอินพุตแบบ DC	86
ข.15 การต่อวงจรอินพุตแบบ DC Source/Sink	87
ข.16 วงจรอินพุตแบบ AC	88

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.17 การต่อวงจรอินพุตแบบ AC	89
ข.18 สัญญาณแบบต่างๆ ที่ส่งให้อินพุตอินพุต	90
ข.19 ไดอะแกรมการส่งข้อมูลอินพุตให้ PLC	91
ข.20 วงจรอินพุตอินพุตของ PLC	91
ข.21 กลุ่มอุปกรณ์ที่ต่อกับภาคเอาต์พุต PLC	92
ข.22 วงจรเอาต์พุตแบบรีเลย์	93
ข.23 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN	94
ข.24 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN	94
ข.25 กราฟกระแส (IC) ขั้วโหลด	95
ข.26 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP	96
ข.27 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP	96
ข.28 วงจรภายในเอาต์พุตโซลิดสเตตรีเลย์	97
ข.29 การต่อใช้งานเอาต์พุต SSR	98
ข.30 ส่งสัญญาณแบบกระแส/แรงดันของอินพุตเอาต์พุต	99
ข.31 ตำแหน่งขั้วอินพุตเอาต์พุต	99
ข.32 ไดอะแกรมภาคแหล่งจ่ายไฟ PLC	100
ข.33 PLC รุ่น CPM1	101
ข.34 PLC รุ่น CQM1	101

แผนภูมิที่	รายการแผนภูมิ	หน้า
4.1 แสดงแผนภูมิกังปลา		48



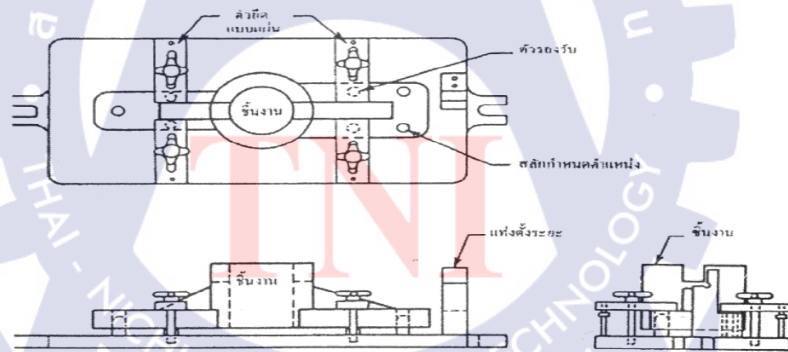
ปัจจัยในการเลือกใช้ฟิกซ์เจอร์

ก.1 ชนิดของฟิกซ์เจอร์

สำหรับชื่อที่ใช้เรียกฟิกเจอร์แต่ละชนิดนั้นหลักใหญ่แล้ว พิจารณาจากฟิกเจอร์เหล่านั้นถูกสร้างมาอย่างไร ตามพื้นฐานทั่วไปแล้วฟิกซ์เจอร์ถูกสร้างขึ้นมาตามแนวทางอย่างเดียวกันคือเป็นตัวสำหรับกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน ให้อยู่ตามตำแหน่งที่เราต้องการ ส่วนความแตกต่างกันที่สำคัญก็คือมวลของโครงสร้าง เพราะเนื่องจากว่าฟิกซ์เจอร์ต้องรับแรงในการตัดเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นฟิกซ์เจอร์ที่ถูกสร้างให้มีความแข็งแรงมากกว่าจิก และต่อไปนี้เป็นฟิกซ์เจอร์ชนิดต่าง ๆ

ก.1.1 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น

เป็นฟิกซ์เจอร์แบบธรรมดาที่สุด พื้นฐานแล้วฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้ถูกสร้างมาจากแผ่นเรียบๆ ซึ่งมีตัวจับยึด (Clamps) ชนิดต่างๆ กันติดอยู่ และยังมีตัวกำหนดตำแหน่ง (Locators) อยู่ด้วยซึ่งทำหน้าที่ในการจับยึด และกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานความที่เป็นฟิกซ์เจอร์แบบธรรมดาและง่าย เช่นนี้ทำให้ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นเป็นฟิกซ์เจอร์ที่มีประโยชน์สำหรับการทำงานของเครื่องจักรทั่วไปเป็นอย่างมาก และฟิกซ์เจอร์ที่นิยมใช้มากที่สุดชนิดหนึ่ง

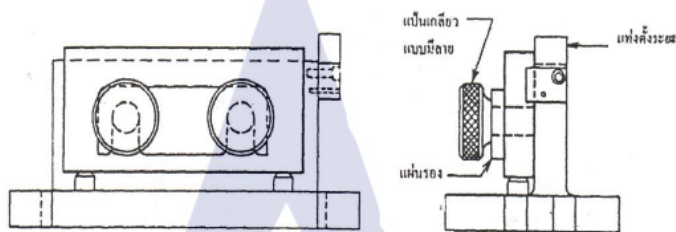


รูปที่ ก.1 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น (Plate Fixture)

ที่มา : วชิระ มีทอง (2545: 23)

ก.1.2 ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก

เป็นฟิกซ์เจอร์แบบหนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบหนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น การทำงานของฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้ก็คือ ชิ้นงานถูกกระทำในทิศทางตั้งฉากกับตัวกำหนดตำแหน่งของฟิกซ์เจอร์ปกติ แล้วฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉากถูกทำให้เป็นมุม 90 องศา แต่ก็มีบางครั้งจำเป็นต้องใช้มุม อย่างอื่นที่ไม่ใช่ 90 องศา ซึ่งในกรณีนี้ต้องเปลี่ยนมาใช้ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม



รูปที่ ก.2 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก (Angle-Plate Fixture)

ที่มา : วชิระ มีทอง (2545: 23)

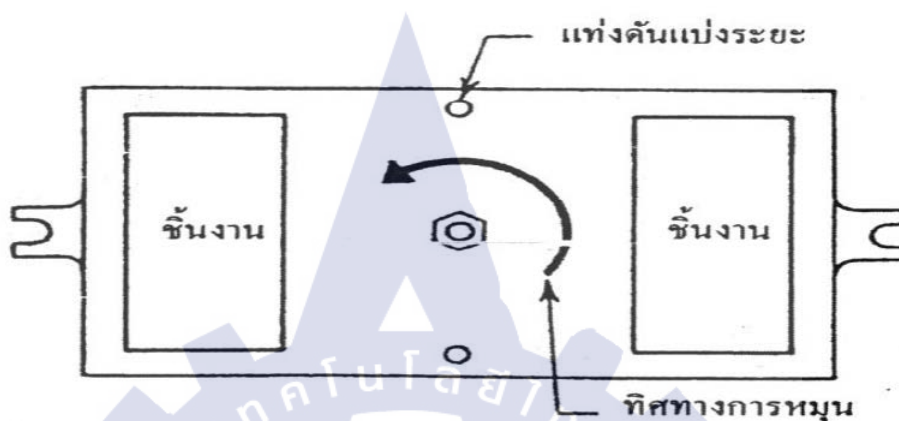
ก.1.3 ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ใช้สำหรับการทำงานกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก สำหรับฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้มีปากกาสำหรับจับยึดชิ้นงาน (Vise Jaw) ที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นจึงสามารถที่จะเปลี่ยนปากกาสำหรับจับยึดชิ้นงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ฟิกซ์เจอร์แบบปากกานี้เป็น ฟิกซ์เจอร์ที่มีราคาถูกที่สุด ในบรรดาฟิกซ์เจอร์ทั้งหลายที่ถูกทำขึ้นมาใช้งานของมันถูกจากค้อยู่เฉพาะ ที่ขนาดของปากกา จับชิ้นงานที่แปรเปลี่ยนไป ๆ ได้ขนาดไหน

ก.1.4 ฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่ง

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการการผลิตที่ต้องการ ความรวดเร็วและมีปริมาณมาก ๆ ในขณะการทำงานของเครื่องจักรต้องทำงานเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไปตลอด สำหรับหลักฟิกซ์เจอร์แบบที่หนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่ง แบบที่ธรรมดาที่สุดโดยจะมีความทำงานเพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น ฟิกซ์เจอร์แบบนี้อนุญาตในการทำงานในขั้นตอนการถอดชิ้นงานออก และการใส่ชิ้นงานเข้าไปถูกกระทำ ในขณะการทำงานของเครื่องจักรกำลังเดินเครื่องอยู่ในตำแหน่ง การ

ทำงานได้สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว เราก็หมุนฟิกซ์เจอร์ให้ตำแหน่งที่สองซึ่งมีชิ้นงานอยู่แล้วไป ถูกกระทำแทนที่ตำแหน่งที่หนึ่งเดิม ในขณะที่เดียวกันเราก็เอาชิ้นงานที่ทำเสร็จแล้วออกจากตำแหน่ง ที่หนึ่งพร้อมกันทั้งใส่ชิ้นงานเข้าไปใหม่ ซึ่งระหว่างนี้เครื่องจักรก็กำลังกระทำกับชิ้นงานใน ตำแหน่งที่สองเช่นเดียวกัน



รูปที่ ก.3 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็กซ์ (Duplex Fixture)

ที่มา : วชิระ มีทอง (2545 : 23)

ก.2 ประเภทของฟิกซ์เจอร์

โดยปกติแล้วฟิกซ์เจอร์ถูกแบ่งตามชนิดของเครื่องจักรที่ฟิกซ์เจอร์นั้นๆ ถูกนำไปใช้งาน และยังสามารถที่เรียกชนิดเฉพาะเจาะจงไปตามการใช้งานย่อยๆ ไปอีกก็ได้ดังตัวอย่างอาทิเช่น ถ้าฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบมาให้ใช้กับเครื่องกัด มันถูกเรียกว่าฟิกซ์เจอร์เครื่องกัด และถ้าชี้เฉพาะว่าใช้กับเครื่องกัดแบบคล่อม มันก็ถูกเรียกว่าฟิกซ์เจอร์แบบคล่อม และกรณีที่ใช้กับเครื่องกลึงซึ่ง ถูกออกแบบมาสำหรับงานกลึงต่าง ๆ มันก็ถูกเรียกว่าฟิกซ์เจอร์เครื่องกลึง เป็นต้น

ก.3 วัสดุที่ใช้ทำฟิกซ์เจอร์

ความสามารถในการดัดแปลง ความสามารถในการนำไปใช้งาน และความประหยัดจะต้องถูกนำมาพิจารณาก่อนที่วัสดุถูกเลือกเข้ามาใช้งาน อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำหรือเลือกสิ่งต่าง ๆ

เหล่านี้นั้นขึ้นไปได้ นักออกแบบฟลักซ์เจอร์ต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติและคุณลักษณะต่าง ๆ ของวัสดุทั่วไปสำหรับการสร้างฟลักซ์เจอร์เสียก่อน คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำฟลักซ์เจอร์มีผลกระทบโดยตรงต่อวัสดุนั้น ๆ ในระหว่างการใช้งาน คุณสมบัติเหล่านี้ก็มีผลดีและผลเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการใช้งานว่าต้องการคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

คุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบฟลักซ์เจอร์ ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Toughness) การต้านทานความสึกหรอ (Wear Resistance) ความสามารถในการ ตกแต่ง (Machinability) ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) และความแข็งแรง ต่อแรงเฉือน (Shear Strength)

ก.3.1 วัสดุที่เป็นเหล็ก

ก.3.1.1 เหล็กเหนียว (Steel)

มีหลายชนิดทั้งที่เป็นเหล็กโครงสร้างทั่วๆ ไปที่ไม่ระบุมาตรฐาน และเหล็กเหนียว มาตรฐาน เหล็กเหนียวมาตรฐานส่วนมากเป็นเหล็กโครงสร้าง เป็นพวกคาร์บอนผสมต่ำปริมาณไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ เหล็กพวกนี้ซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีรีดร้อน (Hot Rolled) รีดเย็น (Cold Rolled) หรือ กรรมวิธีสำเร็จรูปอื่น

ก.3.1.2 เหล็กเหนียวผสมคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กเหนียวผสมคาร์บอนนี้เป็นวัสดุอย่างแรกที่ใช้ทำฟลักซ์เจอร์ ด้วยคุณสมบัติในการขึ้นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย ราคาต่ำ หาได้ง่าย และใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เหล็กคาร์บอนนี้จึงเป็นวัสดุที่นิยมกันอย่างกว้างขวางที่สุดในการทำฟลักซ์เจอร์

ก.3.1.3 เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่สำคัญในการทำโครงสร้างฟลักซ์เจอร์ การใช้เหล็กนี้ควรใช้ในพื้นที่ ไม่ค่อยมีการสึกหรอหรือต้องรับแรงเครียด เช่น แผ่นฐาน (Base Plates) หรืออาจเรียกว่า ตัวรองรับงาน (Supports) ปริมาณคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กนี้อยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 0.05 เปอร์เซ็นต์ เหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำนี้สามารถทำให้แข็งที่ผิวได้เพื่อป้องกันการสึกหรอ

ก.3.1.4 เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel)

เป็นเหล็กที่ใช้งานเหมือนกันเหล็กเหนียวคาร์บอนต่ำ แต่สามารถใช้ได้ ในพื้นที่ที่ได้รับ ความแข็งแรงมากกว่า เหล็กเหนียวคาร์บอนปานกลางนี้มาใช้ทำตัวจับยึดชิ้นงาน (Clamps) สลัก

เดือย (Studs) เป็นเกลียว (Nuts) และชิ้นส่วนหรือพื้นที่ของเครื่องมือที่ต้องการความเหนียว (Toughness) เหล็กชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.50 เปอร์เซ็นต์

ก.3.1.5 เหล็กเหนียวคาร์บอนสูง (High Carbon Steel)

โดยทั่วไปแล้วเหล็กชนิดนี้ถูกนำมาใช้ในการสร้างฟลักซ์เจอร์ก็เฉพาะส่วน ที่ต้องการต้านทานการสึกหรอ ชิ้นส่วนต่าง เช่น ปอกนาทางดอกสว่าน (Drill Bushings) ตัวกำหนดตำแหน่ง และตัวรองรับชิ้นงานถูกทำด้วยเหล็กคาร์บอนสูงนี้เหล็กชนิดนี้มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2.0 เปอร์เซ็นต์

ก.3.1.6 เหล็กเหนียวผสมธาตุพิเศษ (Special Element Mixes Steel)

ปกติแล้วเหล็กชนิดนี้ไม่ค่อยนำมาทำฟลักซ์เจอร์เพราะว่าราคาของเหล็กชนิดนี้ สูงมากแต่อย่างไรก็ตามกล่าวถึงย่อ ๆ เกี่ยวกับปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ในเหล็กชนิดนี้ ซึ่งทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับเหล็กทำเครื่องมือยิ่งขึ้น

ก.3.1.7 เหล็กเครื่องมือ (Tool Steel)

เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูง โดยแท้จริงแล้วอาจเรียกว่าเหล็กคาร์บอนนั่นเอง แต่มีส่วนผสมพิเศษ ซึ่งจัดเป็นเหล็กเหนียวผสมมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงสูงและทนทานต่อการสึกหรอ ชุบแข็งแล้วสามารถอบให้เหนียว (Temper) เพื่อให้มีความเหนียวขณะใช้งาน โดยไม่เสียคุณสมบัติด้านความแข็งแรงเหล็กเครื่องมือเหมือนกันได้ยากกว่าเหล็กคาร์บอน และเหล็กผสมต่ำ ต้องใช้ความ เร็วตัดผิวงานจึงไม่เรียบ ในงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงต้องนำไปเหนียนกัดครั้งแรกให้เกือบได้ขนาดชิ้นสุดท้ายด้วยการเจียรระโน

ก.3.1.8 เหล็กหล่อ (Cast Irons)

ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จที่ได้จากงานหล่อ การเลือกใช้พิจารณาได้ดังนี้

ก.3.1.8.1 จาพวกมือหมุน (Hand Kand or Hand Wheel) จาพวกข้อเหวี่ยง (Crank Arms) ฯลฯ ส่วนมากทำจากเหล็กหล่อเหนียว (Malleable Iron)

ก.3.1.8.2 ชิ้นงานหล่อขนาดใหญ่หลายๆ เช่น แท่งขนาน (Parallel) แท่งสี่เหลี่ยมฐานของอุปกรณ์จับงาน (Fixture Base) โครงของอุปกรณ์นำเจาะหรือจับชิ้นงาน (Jig or Fixture Bodies) ที่ต้องการทนต่อแรงกระแทกซึ่งมีความเค้นมากอาจใช้เหล็กหล่อสีเทา

ก.3.1.9 เหล็กเหนียวหล่อ (Cast Steel)

ไม่นิยมในการทำชิ้นส่วนของอุปกรณ์เจาะหรือจับงานผู้ใช้ต้องเลือกใช้เหล็กให้ตรงกับลักษณะงานของตน

ก.3.2 วัสดุใช้ทำฟลักซ์เจอร์ที่ไม่ใช่เหล็ก

ก.3.2.1 อลูมิเนียม (Aluminium) เป็นวัสดุที่ไม่ใช่เหล็กที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุด เหตุผลที่สำคัญก็คือความสามารถในการตกแต่งความสามารถในการดัดแปลงได้ง่าย และน้ำหนักเบา อลูมิเนียมสามารถทำออกมาได้หลายแบบฟอร์มซึ่งทำให้การใช้ประโยชน์

ได้เพิ่มมากขึ้น แบบฟอร์มอย่างแรกที่ถูกใช้สำหรับการทำฟลักซ์เจอร์ คือ อลูมิเนียมแผ่น และ อลูมิเนียมรีด สำหรับอลูมิเนียมแผ่นถูกผลิตออกมามีขนาดกว้างต่างกันและความละเอียดเที่ยงตรงเท่ากับ 0.13 มิลลิเมตร ต่อความยาว 2,500 มิลลิเมตร สำหรับอลูมิเนียมรีดมีความละเอียดเที่ยงตรงมากกว่าคือ ประมาณ ± 0.05 มิลลิเมตร ของแต่ละขนาดที่ทำออกมา ข้อดีอื่นๆ ของอลูมิเนียมคือไม่ต้องผ่านกระบวนการอบชุบ หรือวิธีการที่เพิ่มความแข็งแรงหรือความมั่นคงปกติแล้ว อลูมิเนียมถูกส่งให้ผลิตตามเงื่อนไขที่ต้องการทำให้เป็นการประหยัดเวลาและเงินได้มาก นอกจากนี้อลูมิเนียมยังสามารถที่เชื่อมหรือต่อได้อย่างรวดเร็วอลูมิเนียมจะถูกกำหนดหรือแจกแจงรายละเอียดโดย Aluminum Association (AA) เป็นระบบตัวเลขซึ่งคล้ายกันกับระบบของ SAE และ AISI ที่ใช้สำหรับเหล็ก สำหรับอลูมิเนียมและโลหะผสมของอลูมิเนียม ระบบของ AA จะใช้ระบบตัวเลข ดังแสดงในรูปที่ ก.3 ตัวเลขอันดับแรกจะบอกชนิดของส่วนผสมหลัก เช่น 1 คืออลูมิเนียมบริสุทธิ์ 2 คือ ทองแดง 3 คือ มังกานีส เป็นต้น สำหรับตัวเลขอันดับที่สอง สำหรับอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะบอกเกี่ยวกับสิ่งสกปรกซึ่งจะถูกควบคุมเป็นพิเศษ และอีกความหมายหนึ่งก็คือบอกตัวเลขของ การปรับปรุง (Modification) ส่วนตัวเลขสองอันดับสุดท้าย ถ้าเป็นของอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะบอกจำนวนเปอร์เซ็นต์ของความบริสุทธิ์ส่วนร้อยละในหนึ่งเปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นของโลหะผสมตัวเลขสองอันดับสุดท้าย จะแสดงตัวเลขลำดับที่ของโลหะผสมว่าเป็นธาตุอะไร

ระบบตัวเลขพื้นฐานของอลูมิเนียม

- 1 XXX อลูมิเนียม 99 % ขึ้นไป
- 2 XXX ทองแดง
- 3 XXX มังกานีส

- 4 XXX ซิลิกอน
 5 XXX แมกนีเซียม ธาตุผสมหลัก
 6 XXX แมกนีเซียม – ซิลิกอน
 7 XXX สังกะสี
 8 XXX ธาตุอื่น ๆ
 9 XXX ไม่ใช้งาน

รูปที่ ก.4 แสดงระบบตัวเลขของอลูมิเนียม
 ที่มา : วชิระ มีทอง (2545 : 165)

ก.3.2.2 แมกนีเซียม (Magnesium)

เป็นโลหะที่ไม่ใช่เหล็กอีกอย่างหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาทำฟลักซ์เจอร์โลหะชนิดนี้มีน้ำหนักเบาตัดแปลงได้ง่ายและมีอัตราส่วนระหว่างความแข็งแรงและน้ำหนักสูง แมกนีเซียมสามารถที่ถูกตกแต่งได้รวดเร็วกว่าอลูมิเนียมหรือเหล็กมาก แมกนีเซียมนี้สามารถ ที่เชื่อมต่อประสานได้ง่าย อุปสรรคอย่างหนึ่งของการใช้แมกนีเซียมก็คือการติดไฟได้ง่ายของแมกนีเซียม อย่างไรก็ตามถ้าเศษของแมกนีเซียมมีความหยาบ และใช้ของเหลวที่ดีหล่อลื่นระหว่างการตัดความสามารถในการติดไฟก็ลดลงไป

ก.3.2.3 โลหะผสมบิสมัท (Bismuth)

เป็นโลหะชนิดแรกที่ถูกใช้ในการทำฟลักซ์เจอร์ที่อยู่ในรูปแบบของธาตุที่มี จุดหลอมละลายต่ำ โลหะผสมบิสมัทถูกใช้สำหรับทำปากกาจับงานแบบพิเศษ เช่น แบบรัง หรือ หัวจับปากกา ธาตุอื่นที่ถูกนำมาใช้ในด้านการค้าเช่นเดียวกับบิสมัท ได้แก่ ดีบุก ตะกั่ว อันติโมนี อินเดียม และแคดเมียม ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้มีความแข็งแรงและสามารถนำมาหล่อเป็นแบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรง

ก.3.2.4 โลหะซินเตอร์ (Sintering Metals)

หมายถึงพวกโลหะทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide) หรือเรียกว่า เหล็กคาร์ไบด์ โดยทั่วไปใช้ทำปลอกเจาะสำหรับงานพิเศษที่ต้องการทำการเจาะนาน ๆ ส่วนมากแบ่งโลหะซินเตอร์ออกเป็น 2 ประเภท

ก.3.2.4.1 ประเภททังสเตนคาร์ไบด์ ประกอบด้วยโคบอลต์ 6 เปอร์เซ็นต์ และทังสเตนคาร์ไบด์ 94 เปอร์เซ็นต์ มีความแข็ง 92 HRC

ก.3.2.4.2 ประเภทตกแต่งด้วยเครื่องมือกลได้ ประกอบด้วยส่วนผสมของ ดิคาเนียมคาร์ไบด์ เช่น พวก Ferro-Tic (ชื่อทางการ) ใช้ยึดติดกับเหล็กเหนียว สามารถตกแต่งด้วยเครื่องมือกัดธรรมดา แล้วชุบแข็งและอบคืนสภาพ (Hardenene and Tempered) ทำให้แข็งได้ถึง 70 HRC และนำไปอบอ่อน (Annealed) เพื่อเงื่อนไขตัดตกแต่งใหม่แล้วนำไปชุบแข็งได้อีก

ก.3 หลักการของการสร้างฟิกส์เจอร์พื้นฐาน

ก.3.1 โครงสร้างลำตัวของฟิกส์เจอร์

ส่วนของลำตัวที่นำไปใช้งาน ต้องถูกทำขึ้นมาให้มีความแข็งแรงมั่นคงเพื่อที่ถูกต้องโดยสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ตัวกำหนดตำแหน่ง ตัวรองรับ ตัวจับยึดชิ้นงาน และชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ที่ต้องการอ้างอิง กำหนดตำแหน่ง และยึดจับชิ้นงาน ขณะที่กำลังอยู่ในระหว่างการทำงาน สำหรับขนาดรูปร่าง วัสดุและกระบวนการที่ใช้ในการทำ ส่วนของลำตัว เบื้องต้นนี้ถูกพิจารณาโดยดูจากขนาดของชิ้นงาน และวิธีการที่กระทำต่อชิ้นงาน ที่ถูกกระทำโดยทั่ว ๆ ไปแล้วขนาดและรูปร่างของ

ส่วนที่เป็นลำตัวถูกนำมาพิจารณา โดยดูจากขนาดของชิ้นงานและวิธีการกระทำต่อชิ้นงาน ส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกระบวนการที่ใช้ในการทำส่วนของลำตัวนั้น ขึ้นอยู่กับความประหยัดความแข็งแรงมั่นคง ความเที่ยงตรง และอายุการใช้งาน ปกติแล้วส่วนลำตัวถูกทำขึ้นจาก 3 วิธีด้วยกัน จากงานหล่อ (Cast) งานเชื่อมประสาน (Welded) และงานสร้างประกอบ (Built-Up) ส่วนวัสดุที่ใช้ในการทำส่วนของลำตัวได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ อลูมิเนียม แมกนีเซียม ยางอีพ็อกซี และไม้ เป็นต้น

ก.3.1.1 ลำตัวงานหล่อ

เป็นส่วนที่เป็นลำตัวที่เป็นงานหล่อโดยถูกทำมาจากเหล็กหล่ออลูมิเนียมหล่อ หรือพวกเรซินหล่อ เป็นต้น ข้อดีของการใช้ส่วนที่เป็นลำตัวแบบงานหล่อนี้ก็คือ ตัวของฟิกส์เจอร์ มีความมั่นคงดีประหยัดเวลาในการตกแต่ง และเนื้อวัสดุกระจายได้อย่างดี นอกจากนี้ลำตัวงานหล่อยังมีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการรองรับชิ้นงาน และรับแรงสั่นสะเทือนได้เป็นอย่างดี

ก.3.1.2 ลำตัวงานเชื่อม

เป็นส่วนของลำตัวที่ใช้การเชื่อมประกอบ ซึ่งส่วนมากทำจากอลูมิเนียม หรือแมกนีเซียม สำหรับข้อดีในการใช้ส่วนของลำตัวแบบนี้ก็คือมีความแข็งแรงสูง สามารถออกแบบ ได้อย่างคล่องตัว และปรับปรุงได้หลายแบบ เวลาที่ใช้ในการผลิตหรือทำส่วนลำตัวไม่เสียเวลามาก

ก.3.1.3 ลำตัวงานสร้างประกอบ

เป็นส่วนของลำดับแบบที่ต้องใช้การสร้างประกอบขึ้นมา โดยยึดให้ติดกันระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยน็อตและสกรูส่วนของลำดับแบบนี้เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด และสามารถใช้ได้กับวัสดุแทบทุกชนิด เช่น เหล็กเหนียว อลูมิเนียม แมกนีเซียมและไม้ เป็นต้น

ก.4 การกำหนดตำแหน่งและการรองรับชิ้นงาน

ก.4.1 ตัวกำหนดตำแหน่ง

เมื่อใดก็ตามถ้าเป็นไปได้ตัวกำหนดตำแหน่ง ควรจะให้สัมผัสกับงานตรงส่วนที่ได้รับ การตกแต่งมาแล้วเสมอไป ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นการทำให้ตำแหน่งของชิ้นงานที่อยู่ในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ มีความเที่ยงตรง และเป็นการประกันได้ว่าจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นี้สามารถใช้ได้กับชิ้นงานได้ซ้ำ ๆ กันตลอดไป หรือหมายความว่าเมื่อนำชิ้นงานใหม่มาใส่แทนชิ้นงานเก่า แล้วตำแหน่งของชิ้นงาน ที่ใส่ไปใหม่ก็จะยังคงเหมือนเดิม ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากชิ้นงานเก่าซึ่ง เป็นประโยชน์อย่างมากเพราะทำให้การทำงานจะต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ไม่ติดขัดและความละเอียดถูกต้องของการกำหนดตำแหน่งก็เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของคุณสมบัติ เกี่ยวกับความสามารถในการใช้งานซ้ำๆ กันไปตลอด (Repeatability) ของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ตัวกำหนดชิ้นงานแต่ละตัว ควรจะมีระยะห่างกันให้มากที่สุดเท่าที่จะห่างได้ โดยไม่ทำให้ชิ้นงานผิดพลาดไป ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้มีการใช้ตัวกำหนด

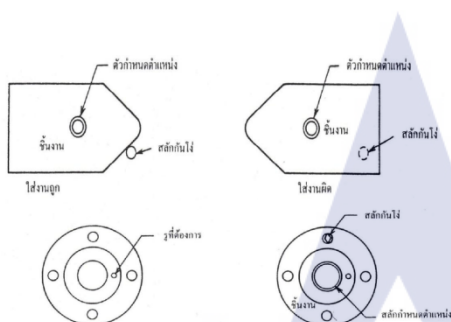
ตำแหน่งจำนวนน้อย และมีความเที่ยงตรงอย่างแน่นนอนในการที่จะสัมผัสผิวหน้าของชิ้นงาน สำหรับเศษโลหะหรือเศษผงอื่นๆ ก็อาจทำให้เกิดปัญหาสำหรับตัวกำหนดตำแหน่งได้ ดังนั้นตัวกำหนดตำแหน่ง จึงควรติดตั้งไว้ในที่ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงการที่เศษโลหะจะเข้าไปติดอยู่ได้ แต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรจะทำให้ตัวกำหนดตำแหน่งนูนขึ้นมา

ก.4.2 การป้องกันการใส่งานผิด

การป้องกันการใส่งานผิดข้างหรือผิดตำแหน่งนี้เป็นสิ่งที่นักออกแบบเครื่องมือจะต้องหาวิธีการเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อใส่ชิ้นงานเข้าไปในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์แล้ว ชิ้นงานก็จะผิดพลาด และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องในรูปที่ 2.9 ชิ้นงานจะต้องถูกกระทำตรงส่วนที่เป็นมุมเอียง ดังนั้นนักออกแบบเครื่องมือก็ติดตั้ง Foolproofing Pin (สลักกันโง่) ให้อยู่ตรงตำแหน่ง ดังในรูปทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ใส่ชิ้นงานผิดข้าง เพราะถ้าใส่ผิดข้างแล้วชิ้นงานก็จะใส่ไม่เข้า เพราะติดสลักกันโง่จะทำให้ใส่ไม่ผิดพลาด สำหรับรูปที่ 2.9 แสดงชิ้นงานที่มีรู

จะต้องถูกเจาะซึ่งจะต้องเจาะให้อยู่ในแนวเดียวกันกับรูที่เจาะไว้รอบนอกของชิ้นงานแล้ว
ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เจาะรูในตำแหน่งที่ผิดไป จึงต้องติดตั้งสลักกำหนดตำแหน่งและ
สลักกันโง่ให้อยู่ในตำแหน่ง ดังรูปที่แสดงไว้

ก.5 ส่วนประกอบของระบบนิวแมติก



รูปที่ ก.5 แสดงการป้องกันการใส่งานผิด

ที่มา : วชิระ มีทอง (2545 : 32)

ฐิฑาริย์ ถมยา (2545 : 7-31) กล่าวว่า การทำงานของระบบนิวแมติกจะต้อง
ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้ระบบมีความสะดวกและปลอดภัย มีการทำงานที่
ถูกต้องแม่นยำ และรักษาสุขภาพของคนงานที่ควบคุมดูแลเครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วย

ก.5.1 ต้นกากลาง คือมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์

ก.5.1.2 เครื่องอัดอากาศ (Compressor) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็น
พลังงานลมอัดที่มีความดันสูงขึ้นและมีปริมาณตามความต้องการ

ก.5.1.3. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat Exchanger) เนื่องจากอากาศถูกอัดให้
มีความดันสูง ทำให้อุณหภูมิสูงตามไปด้วย จึงต้องระบายความร้อนก่อนนำไปใช้งาน

ก.5.1 4. เครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด (Main Air Filter) เนื่องจากอากาศมีความชื้น
และก ฝุ่นละอองปะปนมาด้วย จึงต้องกรองลมให้สะอาดก่อนนำไปใช้งาน

ก.5.1.5 ถังเก็บลมอัด เป็นอุปกรณ์กักเก็บลมอัดที่ผลิตออกมาได้ แบะจ่ายลม
ออกไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ

ก.5.1.6 เครื่องทำอากาศแห้ง (Air Dryer) บางครั้งอาจจะมีน้ำชื้นปะปนมาบ้าง
จึงต้องก มีระบบที่ทำให้ลมอัดมีอุณหภูมิลดลง หรือใช้สารเคมีช่วยกำจัดความชื้นออกจาก
ลมอัด

ก.5.1.7 อุปกรณ์กรองลม (Air Filter) ทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด เนื่องจากอากาศที่ส่งมาในท่ออาจจะมีสิ่งสกปรกต่างๆ เจือปน เช่น สารประกอบประเภท เกลือ เหม่า ควัน เป็นต้น

ก.5.1.8 ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด (Service Unit) ติดตั้งใกล้กับ อุปกรณ์ทำงานหรือเครื่องจักรกล เพื่อกรองความชื้น ปรับความดันของลมอัด และผสมน้ำหล่อลื่นก่อนใช้งานประกอบด้วย

ก.5.1.8.1 อุปกรณ์กรองลม ทำหน้าที่กรองลมให้สะอาดและดักความชื้น

ก.5.1.8.2 อุปกรณ์ควบคุมความดันลมอัด (Pressure Regulating Valve) ทำหน้าที่รักษาความดันใช้งานให้อยู่คงที่ ถึงแม้ความดันต้นทางจะเปลี่ยนแปลง แต่จะต้องสูงกว่าความดันทางด้านใช้งานเล็กน้อย

ก.5.1.8.3 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil Lubricator) ทำหน้าที่หล่อลื่นระบบอุปกรณ์ทำงานของวงจรที่มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา จึงต้องมีน้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัดเพื่อช่วยลดการเสียดสี

ก.5.1.9 อุปกรณ์ควบคุมทิศทางการลมอัด ได้แก่ วาล์วชนิดต่างๆ ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทาง การเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทางการทำงานของระบบนิวแมติก ประกอบด้วย

ก.5.1.9.1 วาล์วควบคุมทิศทาง ทำหน้าที่ควบคุมให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้าหรือเคลื่อนที่ออก

ก.5.1.9.2 วาล์วปรับความเร็ว ทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้มีปริมาณมากหรือน้อยตามความต้องการทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ช้าหรือเร็ว ได้แก่ วาล์วปรับอัตราการไหลหรือวาล์วคายไอเสียเร็ว

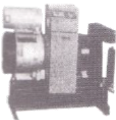
ก.5.1.10 อุปกรณ์ทำงาน (Working Element) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดเป็นพลังงานกล ได้แก่ กระบอกสูบและมอเตอร์ลม

ก.5.1.11 อุปกรณ์เก็บเสียงหรือตัวเก็บเสียง (Air Silencer) ทำหน้าที่กรองเสียงหรือเก็บเสียงลมอัดที่ออกจากกระบอกสูบไม่ให้มีเสียงดัง

ก.6 สัญลักษณ์ในระบบนิวแมติก

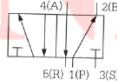
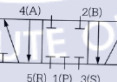
ในการศึกษาระบบนิวแมติกจะต้องรู้จักสัญลักษณ์ต่างๆ ของอุปกรณ์เช่นเดียวกันกับในระบบไฟฟ้าที่มีสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเขียนวงจร การอ่าน การออกแบบวงจร และการนำไปใช้งาน ตลอดจนตรวจสอบเช็ควงจร สัญลักษณ์ในระบบนิวแมติกนี้เป็นระบบ DIN 24300 ระบบใหม่ DIN ISO 1219 ตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 สัญลักษณ์และรูปของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติก

ต้นกำเนิด (Energy Conversion)		
	สัญลักษณ์	ความหมาย
		เครื่องอัดอากาศ (Compressor)
		ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)

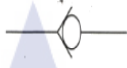
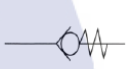
ที่มา : ฐิตารีย์ ถมยา (2545 : 11)

ตารางที่ ก.1 สัญลักษณ์และรูปของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติก (ต่อ)

อุปกรณ์ควบคุมพลังงาน (Energy Control And Regulation)		
	สัญลักษณ์	ความหมาย
		วาล์ว 5/2 ทาง (5/2-Way Valve)
		วาล์ว 5/3 ทาง ตำแหน่งกลางปิด (5/3-Way Valve Mid-Position Closed)

ที่มา : ฐิตารีย์ ถมยา (2545 : 15)

ตารางที่ ก.1 สัญลักษณ์และรูปของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติก (ต่อ)

วาล์วไหลทางเดียว (Non-Return Valves)		
	สัญลักษณ์	ความหมาย
		วาล์วกันกลับหรือเช็ควาล์วไม่มีสปริง (Check Valve Without Spring)
		วาล์วกันกลับหรือเช็ควาล์วมีสปริงภายใน (Check Valve With Spring)

ที่มา : ฐิติารีย์ ถมยา (2545 : 16) ที่มา : ฐิติารีย์ ถมยา (2545 : 16)

ก.7 ระบบนิวแมติกประกอบด้วย

ก.7.1 ชุดต้นกำลัง ทำหน้าที่อัดอากาศความดันปกติให้มีความดันสูงขึ้น ได้แก่ เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์

ก.7.1.2 อุปกรณ์ทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ได้แก่ กระบอกลูกสูบและมอเตอร์ลม เป็นต้น

ก.7.1.3 อุปกรณ์ควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานให้ทำงานตามต้องการ ได้แก่ วาล์ว เช่น ควบคุมให้เริ่มหรือหยุด

ก.8 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมทิศทาง เรียกย่อ ๆ ว่า D.C.V. ทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้ไหลผ่านวาล์วไปในทิศทางที่ต้องการเพื่อให้กระบอกลูกสูบทำงานหรือหยุดทำงาน หรือหยุดค้างตำแหน่งการทำงานได้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในที่นี่ใช้ระบบ DIN 24300 และ ISO 1219

วาล์วควบคุมทิศทางทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกดังนี้

ก.8.1 เปิดหรือปิดให้กระบอกลูกสูบทำงาน

ก.8.2 ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกหรือเคลื่อนที่กลับหรือค้างตำแหน่ง

ก.8.2.1 สัญลักษณ์แสดงการทำงานของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
	แสดงตำแหน่งของวาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง
	แสดงจำนวนตำแหน่งของวาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง 0 เป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง 1 หรือ 2 เป็นตำแหน่งทำงาน 1 ตำแหน่ง
	แสดงจำนวนตำแหน่งที่วาล์วทำงานได้ 3 ตำแหน่ง 0 เป็นตำแหน่งกลางปกติ 1, 2 หรือ a, b เป็นตำแหน่งทำงาน
	แสดงจำนวนตำแหน่งที่วาล์วทำงานได้ 4 ตำแหน่ง 0 เป็นตำแหน่งกลางปกติ 1, 2, 3 เป็นตำแหน่งทำงาน
	เส้นตรงแสดงท่อการไหลของลม

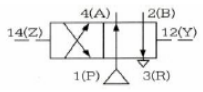
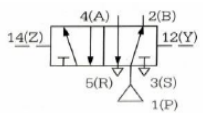
ตารางที่ ก.2 แสดงการทำงานของวาล์ว

ที่มา : ฐิฑริย์ ฅมยา (2545 : 104)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หัวลูกศรแสดงทิศทางการไหลของลม
	ตัว T แสดงท่อถูกปิด
	จุด แสดงท่อลมต่อถึงกัน
	จุด แสดงท่อลมทั้งสองแยกกัน
	ลมระบายทิ้งไม่มีท่อต่อออก
	ลมระบายทิ้งมีท่อต่อออก (ผ่านตัวเก็บเสียง)
	ตำแหน่งปกติของวาล์วบังคับทิศทาง หมายถึง ตำแหน่งที่ลำงอยู่ก่อนที่จะถูกทำให้เลื่อนไป สังเกตจากเส้นตรงภายนอกกรอบ
	แสดงท่อลมเข้าวาล์วและท่อลมออกไปใช้งาน
	แหล่งจ่ายลม (แบบเก่า)

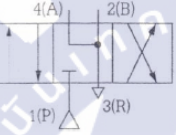
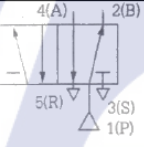
ตารางที่ ก.2แสดงการทำงานของวาล์ว (ต่อ)

ที่มา : ฐิฑริย์ ฅมยา (2545 : 105)

สัญลักษณ์รู (Port) อุปกรณ์	
	P หรือ 1 หรือ Sup หรือ รูลมเข้า A, B, C หรือ 2, 4, 6 หรือ Out คือ รูลมออกไม่ได้งาน
	R, S, T หรือ 3, 5, 7 หรือ Ex คือ รูระบายลมทั้ง Z, Y, X หรือ 14, 12, 10 หรือ Signal In คือ รูลมเข้าไปควบคุมการทำงานภายในวาล์ว

ตารางที่ ก.2แสดงการทำงานของวาล์ว (ต่อ)

ที่มา : ฐิฑฑาริฑิฑ ฅมยา (2545 : 105)

สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	
	วาล์ว 4/3 ทาง ตำแหน่งกลางลอย ท่อ 4(A) 2(B) ระบายลมออกวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง
	วาล์ว 5/2 ทาง ท่อลมทั้ง 1 ท่อ ท่อลมเข้า 1 ท่อและรูปปิด 1 รู วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5 ทาง 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ ก.2แสดงการทำงานของวาล์ว (ต่อ)

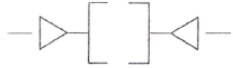
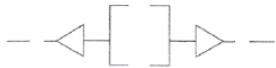
ที่มา : ฐิฑฑาริฑิฑ ฅมยา (2545 : 106-107)

ก.8.2.2 การบังคับวาล์วควบคุมทิศทางให้ทำงาน

การบังคับวาล์วควบคุมทิศทางให้เคลื่อนลิ้นหรือทำงานมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยใช้สัญลักษณ์เขียนไว้ด้านข้างของวาล์ว

ก.8.2.2.1 เคลื่อนลิ้นโดยใช้ลม

ตารางที่ ก.3 แสดงควบคุมโดยทางตรง

	ใช้สัญญาณลมเข้า
	ใช้สัญญาณลมระบายออก
	ใช้สัญญาณลมที่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ ก.4 แสดงสัญญาณควบคุมโดยทางอ้อม

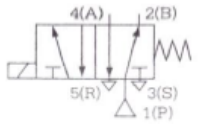
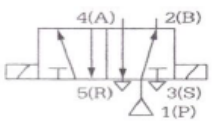
	สัญญาณลมเข้าไปเคลื่อนลิ้นเล็ก [(วาล์วแบบไพลอต) (Pilot Valve)] ที่อยู่ภายใน ทำให้ลิ้นวาล์วใหญ่เลื่อน
	สัญญาณระบายทิ้งของลิ้นเล็ก [(วาล์วแบบไพลอต) (Pilot Valve)] ที่อยู่ภายใน ทำให้ลิ้นวาล์วใหญ่เลื่อน

ตารางที่ ก.5 แสดงการเคลื่อนลิ้นโดยใช้ไฟฟ้าหรือขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

	ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ขด
	ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ขด ทำงานทิศทางเดียวกัน
	ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ขด ทำงานทิศทางตรงกันข้ามกัน

ก.8.2.2.2 เลื่อนลิ้นโดยวิธีผสม

ตารางที่ ก.6 แสดงตัวอย่างการเลื่อนลิ้นโดยวิธีผสม

	วาล์ว 5/2 เลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเลื่อนลิ้นกลับด้วยสปริง
	วาล์ว 5/2 เลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเลื่อนลิ้นกลับด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า



ข. PLC (Programmable Logic Controller)

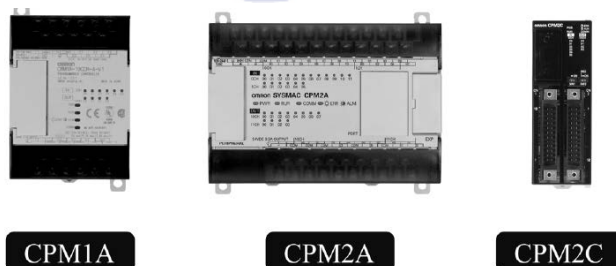
หรือปัจจุบันใช้คำว่า **PC (Programmable Controller)** ในที่นี้จะใช้คำว่า PLC แทน PC เพื่อป้องกันความสับสนระหว่างคำว่า PC (Personal Computer) PLC เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือ ระบบต่างๆ แทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบเก่า ซึ่งวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อเสียคือ การเดินสาย และการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก และเมื่อใช้งานไปนานๆ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ดังนั้นปัจจุบัน PLC จึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่า สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้โดยตรง หลังจากนั้นเพียงแต่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่ สามารถทำได้โดยเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้นนอกจากนี้ PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader), เครื่องพิมพ์ (Printer) เป็นต้นในปัจจุบัน นอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้ว ยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบเก่า ดังนั้น ปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น เราสามารถจำแนกประเภทของ PLC ตามลักษณะภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ข.1 ชนิดของ PLC

เราสามารถจำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ข.1.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

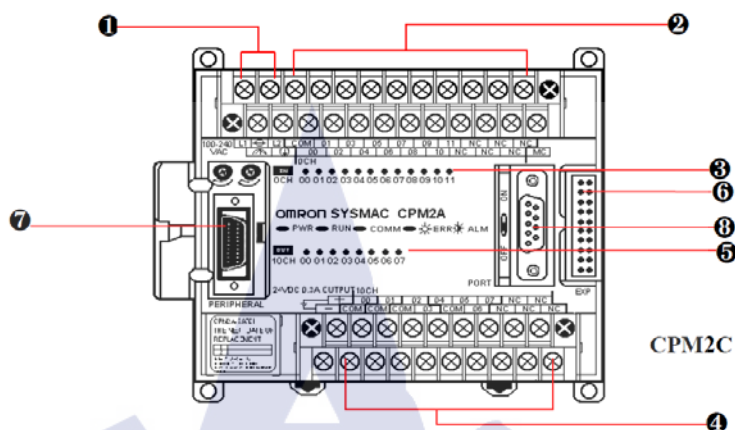
PLC ประเภทนี้ จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็น ตัวประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ให้เห็นดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 แสดงชนิดของ PLC แบบ Block Type

ข.1.1.2 ส่วนประกอบของ PLC แบบ Block Type

ในที่นี้จะยกตัวอย่าง PLCแบบ Block Type ของ OMRON รุ่น CPM2A

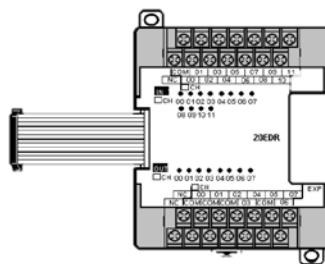


รูปที่ ข.2 โครงสร้างภายนอก ของ PLC

จากรูปที่ ข.2 สามารถอธิบายความหมายของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- 1 คือ ขั้วต่อแหล่งไฟ (Power Supply Input Terminal)
- 2 คือ ขั้วต่ออินพุต (Input Terminal)
- 3 คือ หลอด LED แสดงสถานะการทำงานของอินพุต (Input Indicator)
- 4 คือ ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal)
- 5 คือ หลอด LED แสดงสถานะการทำงานของเอาต์พุต (Output Indicator)
- 6 คือ พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector)
- 7 คือ พอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Peripheral Port)
- 8 คือ พอร์ตอนุกรม RS-232C (Serial RS-232 Port)

ในกรณีที่ท่านต้องการเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต สามารถใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Units) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้โดยการต่อเข้ากับ พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) สามารถแสดงโครงสร้างของหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต ให้เห็นดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 แสดงหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต(Expansion I/O Units)

• ข้อดี ข้อเสีย ของ PLC แบบ Block Type

สามารถยกตัวอย่างข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Block Type ดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่าย จึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ 2. สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้ 3. มีฟังก์ชันพิเศษ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ และฟังก์ชันอื่นๆ	1. การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล 2. เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง ต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง 3. มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล

ตารางที่ ข.1 ข้อดี ข้อเสีย ของ PLC แบบ Block Type

เนื้อหาในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึง PLC อีกชนิดหนึ่งซึ่งแยกส่วนประกอบต่างๆออกจากกัน เรียกว่า PLC ชนิด โมดูล (Modular Type PLCs)

ข.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็น โมดูล (Modules) เช่น ภาควินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวนาขนาด 8 /16 จุด หรือ เป็นเอาต์พุตอย่างเดียวนาขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วยในส่วนของตัวเองและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น C200Hα จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่นรุ่น C200HE-CPU11E จะมีความแตกต่างกับ

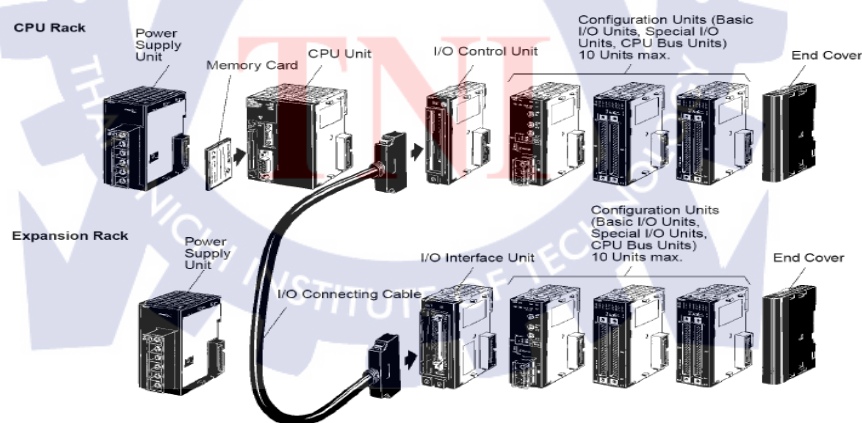
PLC รุ่น C200HX-CPU65 (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล C200HX เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูล ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งาน จะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่นรุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ สามารถยกตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูล ให้เห็นดังรูปที่ 1.4



รูปที่ ข.4 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล

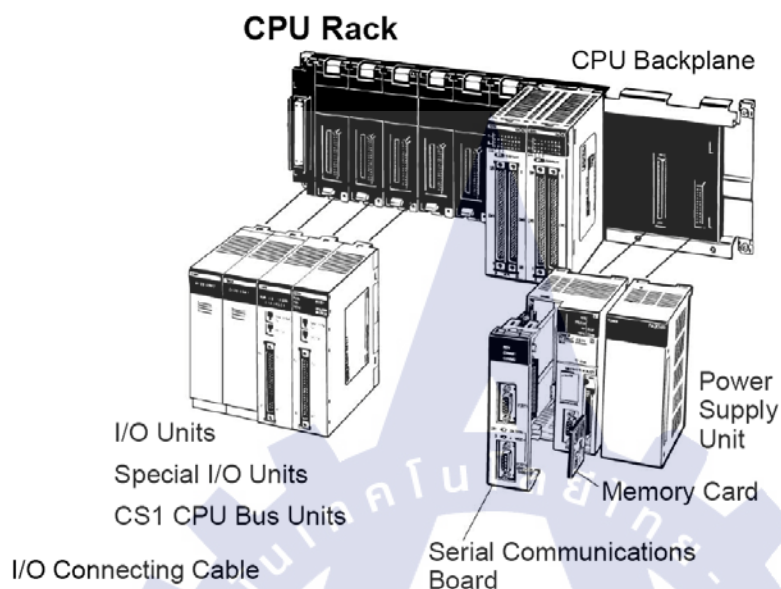
ยกตัวอย่าง PLC รุ่น CJ1M/H/G จะใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 1.5



รูปที่ ข.5 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อ

ยกตัวอย่าง PLC รุ่น C200H α และ CS1 จะใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูล

เข้าด้วยกัน เพื่อให้ทำงานร่วมกันได้สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อ

ตารางที่ ข.2 ข้อดีข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูล

ข้อดี	ข้อเสีย
1.เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไปบน Back plane	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type
2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type	
3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำการต่อได้	
4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type	

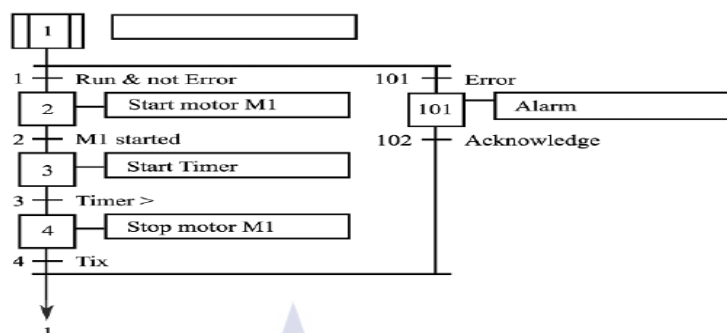
จะเห็นว่า PLC แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน PLC รุ่นที่ใหญ่ขึ้น จะมีคุณสมบัติและฟังก์ชันพิเศษอื่นๆ มากกว่า PLC รุ่นเล็กซึ่งสามารถเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ PLC

คุณสมบัติ	รุ่น			
	CPM1A	CPM2A	CQM1H	CS1
จำนวนอินพุต/เอาต์พุต(Max.)	100 จุด	120 จุด	512 จุด	5,120 จุด
ความจุโปรแกรม(Max.)	2 KWords	4 KWords	15 KWords	250 KSteps
ความเร็วในการประมวลผล	0.72 μ S	0.64 μ S	0.375 μ S	0.04 μ S
ไทเมอร์/เคาน์เตอร์	128	256	512	4,096/4,096
หน่วยความจำในส่วนของ DM	1,024 Words	2,048 Words	6,144 Words	32,768 Words
ระบบสื่อสาร	●CompoBus/S ●Host Link ●NT Link ●1:1 Link	●CompoBus/S ●Host Link ●NT Link ●1:1 Link	●Controller Link ●CompoBus/D ●AS-I ●Protocol Macro ●รวมทั้งระบบสื่อสารที่มีใน PLC รุ่นต่ำกว่า	●Ethernet ●Sysmac Link ●Profibus-DP ●Modbus ●รวมทั้งระบบสื่อสารที่มีในรุ่นต่ำกว่า

ข.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC

PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่างๆออกเป็น 5 แบบคือ Sequential Flow Chart Language



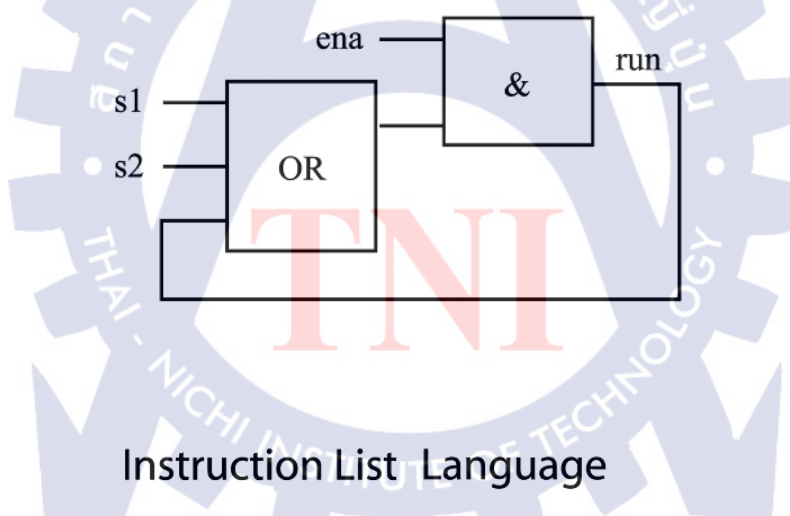
Structure Text Language

```

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

```

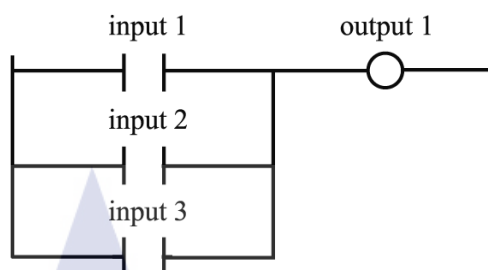
Function Block Diagram Language



Instruction List Language

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

Ladder Diagram



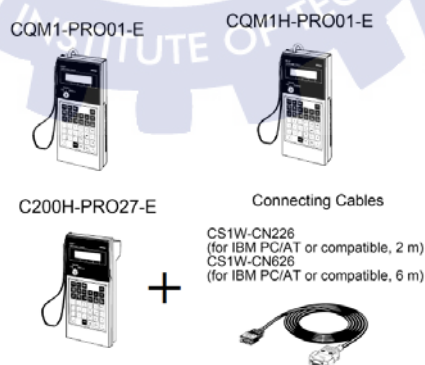
รูปที่ ข.7 Sequential Flow Chart Language(ต่อ)

หลังจากที่ได้เรียนรู้ภาษาที่ใช้ในการเขียน โปรแกรมให้กับ PLC แล้ว ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดดังนี้

ข.4 อุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม

การสั่งให้ PLC ทำงาน จะต้องป้อนโปรแกรมให้กับ PLC ก่อน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer) แต่ละยี่ห้อจะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น OMRON จะเรียกว่า Programming Console เป็นต้น สามารถยกตัวอย่างให้เห็นดังรูปที่ ข.8

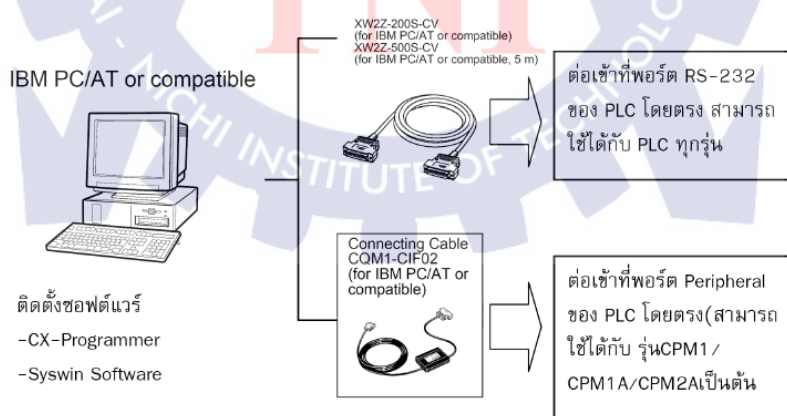


รูปที่ ข.8 แสดงตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer)

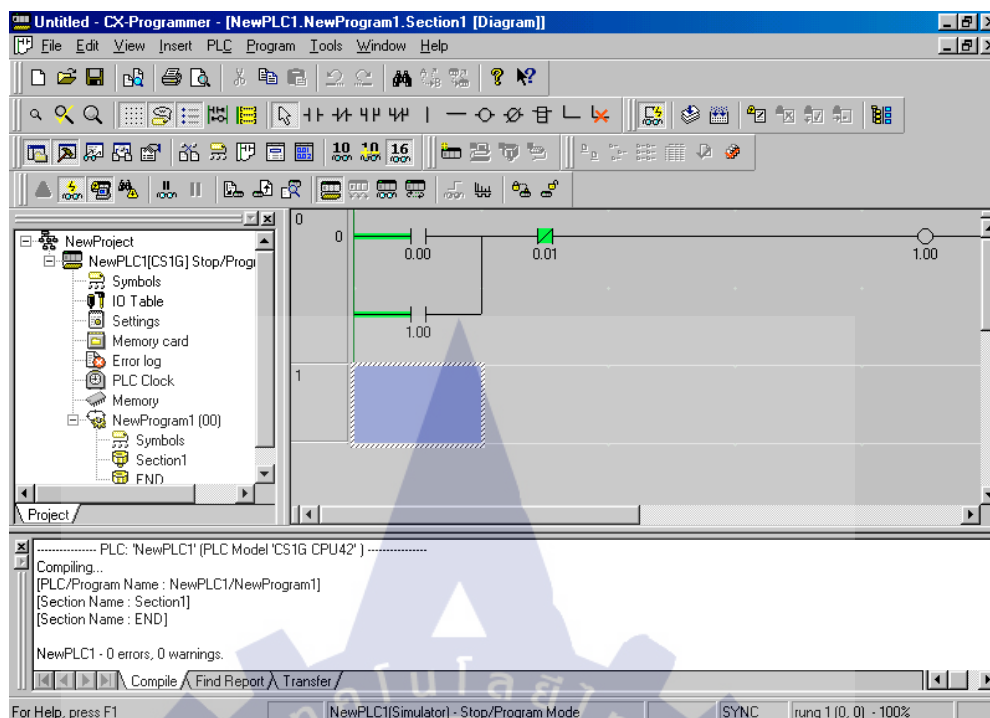
การเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้ Hand Held Programmer ป้อนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Statement List เช่นคำสั่ง LD, AND, OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐาน สามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่ในตัว Hand Held Programmer นั้น แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชันอื่นๆที่มีอยู่ใน PLC สามารถเรียกใช้งานได้โดยการกดปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษการใช้ Hand Held Programmer มีข้อดีตรงที่มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย สามารถพกพาได้สะดวก เนื่องจากมีขนาดเล็ก แต่ก็มีข้อเสียคือในการใช้งานผู้ใช้ต้องศึกษาวิธีการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ว่ามีวิธีการกดอย่างไร ถึงจะสั่งงาน PLC ได้ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC อีกชนิดหนึ่งคือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

คอมพิวเตอร์ สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ยี่ห้อนั้น เช่น PLC ของ OMRON จะใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป สามารถยกตัวอย่างได้เช่น

- Sysmac Support Software ใช้กับระบบปฏิบัติการ DOS
- Syswin Support Software และ CX-Programmer ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ Window 95 ขึ้นไป หรือ Window NT ซึ่งซอฟต์แวร์ต่างๆเหล่านี้ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับ PLC รุ่นใหม่ที่ผลิตขึ้นมา อย่างเช่น CX-Programmer มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อรองรับกับ PLC รุ่นใหม่ๆและฟังก์ชันใหม่ๆของ PLC วิธีการต่อคอมพิวเตอร์กับ PLC สามารถแสดงให้เห็นดังนี้



รูปที่ ข.9 แสดงวิธีการต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC



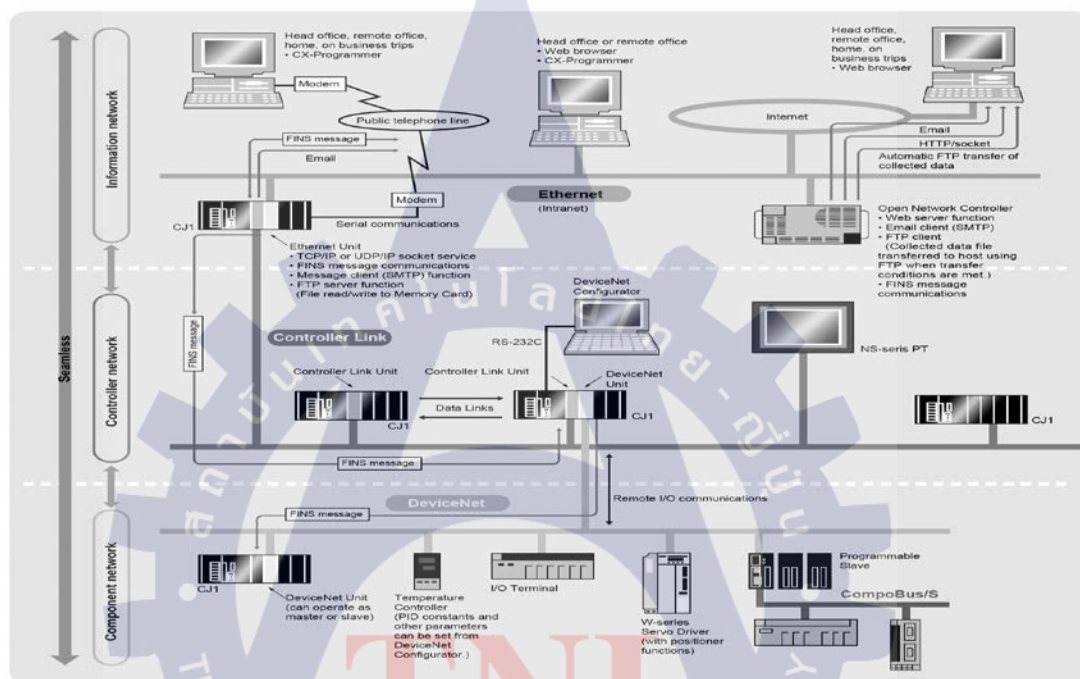
รูปที่ ข.10 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ (CX-Programmer)

ข้อดีของการใช้เครื่อง PC ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC คือ ใช้งานง่าย เช่นในกรณีใช้ CX-Programmer ร่วมกับระบบปฏิบัติการ Window จากรูปที่ ข.10 ท่านจะเห็นว่าการเขียนโปรแกรมเป็นภาษา Ladder Diagram จะเป็นการนำสัญลักษณ์ต่างๆ เข้ามาใช้แทนการเขียนคำสั่ง ทำให้เข้าใจง่าย เพียงแต่คลิก เลือกสัญลักษณ์ต่างๆ จากส่วนของ Toolbar นอกจากนั้นยังมี Toolbar อื่นๆ ให้เลือกใช้งานซึ่งง่ายกว่าการใช้ Hand Held Programmer ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การใช้ Hand Held Programmer และการใช้เครื่อง PC ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้ ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงระบบการติดต่อสื่อสารของ PLC

ข.5 ระบบสื่อสาร (Communications)

ระบบสื่อสารของ PLC คือการนำ PLC ไปต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้อุปกรณ์อื่นควบคุมการทำงานของ PLC หรือ ให้ PLC ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น หรือ เป็นระบบที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC ก็ได้ ซึ่งปัจจุบัน PLC สามารถนำไปต่อร่วมกับอุปกรณ์ของยี่ห้อเดียวกัน หรือ อุปกรณ์ภายนอกต่างยี่ห้อกัน เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ให้ใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น สำหรับระบบสื่อสารของแต่ละยี่ห้อ มีชื่อเรียกไม่เหมือนกัน

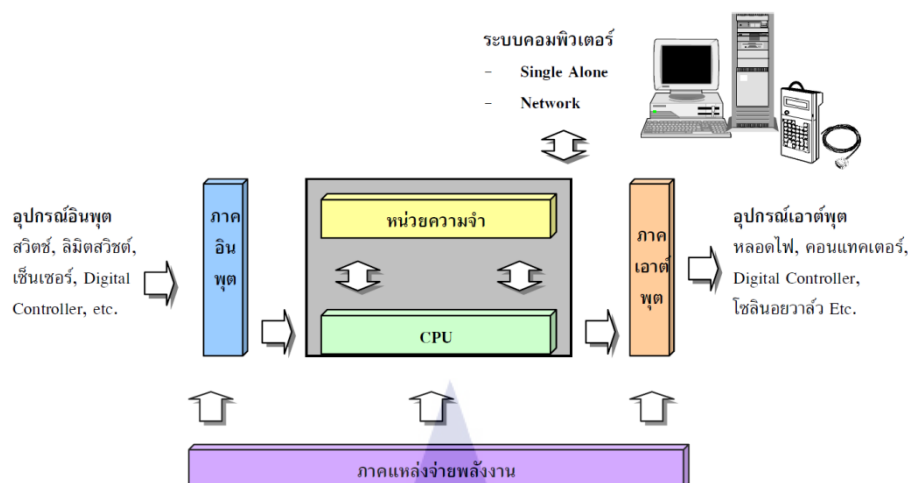
นอกจากนี้ PLC แต่ละรุ่นยังมีระบบการติดต่อสื่อสาร บางรูปแบบแตกต่างกันด้วย เช่น PLC รุ่นเล็ก จะมีความสามารถในการติดต่อสื่อสารได้น้อยกว่า PLC รุ่นใหญ่ เช่น PLC รุ่น CPM1A สามารถใช้ระบบสื่อสารได้เฉพาะ Compobus/S, Host link, 1:1 link, NT link ส่วนรุ่นที่สูงขึ้นมาเช่น C200H α หรือ CS1 นอกจากจะใช้ระบบที่เป็นระบบการติดต่อสื่อสารพื้นฐานที่มีใน PLC รุ่นเล็กแล้ว ยังสามารถติดต่อสื่อสารในลักษณะของ Ethernet ได้อีกด้วย สามารถแสดงรูปแบบการติดต่อสื่อสารของ PLC ได้ดังรูปที่ ข.11



รูปที่ ข.11 ระบบการติดต่อสื่อสารของ PLC ในโรงงานอุตสาหกรรม (PLC Network)

ข.6 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างภายในของ PLC แต่ละส่วนจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุมที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังรูปที่ ข.12



รูปที่ ข.12 ไลอะแกรมภายใน PLC

ไลอะแกรมดังรูปที่ ข.12 PLC จะมีส่วนประกอบสำคัญด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วนดังนี้

1. ซีพียู (CPU; Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ภาคอินพุต (Input Unit)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ยูนิตทั้ง 5 ส่วนเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็น PLC ชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้แต่ละยูนิตจะมีหน้าที่และคุณสมบัติดังนี้

ข.7 ซีพียู (CPU; Central Process Unit)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่างๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลก็จะถูกส่งออกไปส่วนต่างๆ ตามที่ระบุไว้ด้วยคำสั่งนั่นเอง ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียู และขนาดของโปรแกรมด้วย

ปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 8 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64 บิต หรือ 120 บิต มาทำงาน โดยที่ซีพียูแต่ละขนาดก็จะมีความสามารถจำกัดไม่เท่ากัน จึงทำให้ PLC

ในแต่ละรุ่นมีความสามารถต่างกัันนั่นเอง หรือแม้กระทั่งว่าภายใน PLC บางรุ่นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ถึง 2 ตัวช่วยกันทำงาน เวลาการประมวลผลก็จะเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เพียงตัวเดียวโดยปกติแล้วการเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการประยุกต์ใช้งานจึงทำให้ผู้ใช้ (User) ไม่รู้ว่าผู้ผลิตใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นหรือเบอร์อะไรในการสร้างเครื่อง PLC ดังนั้นเวลาพิจารณาเลือกใช้ PLC ซึ่งไม่มีการระบุเบอร์หรือรุ่นของไมโครโปรเซสเซอร์ผู้ใช้สามารถเลือกคุณสมบัติอื่นเช่นจำนวนอินพุต/เอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง, ขนาดความจุโปรแกรมและข้อมูลเป็นต้น

ข.8 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ของ PLC กรณีที่สั่ง RUN PLC ก็จะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานอยู่ใน PLC มีด้วยกัน 2 แบบคือ

- หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)
- หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

• หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้ จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยง จะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่าจะมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

• หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่ ROM แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- 1) PROM (Programmable ROM)
- 2) EPROM (Erasable Programmable ROM)
- 3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM)

PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิฟได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ ชิฟก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงมีได้การพัฒนาเป็นรุ่น EPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิฟได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิฟไปฉายแสงอุลตราไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิฟด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

- RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC
- ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

ข.9 ภาคอนินพุต (Input Unit)

ภาคอนินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC

อุปกรณ์ (Device Input) ต่างๆ ที่นำมาต่อกับภาคอนินพุตได้นั้น จัดออกเป็นกลุ่มๆ ดังนี้ PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิฟได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ ชิฟก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงมีได้การพัฒนาเป็นรุ่น EPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิฟได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิฟไปฉายแสงอุลตราไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิฟด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

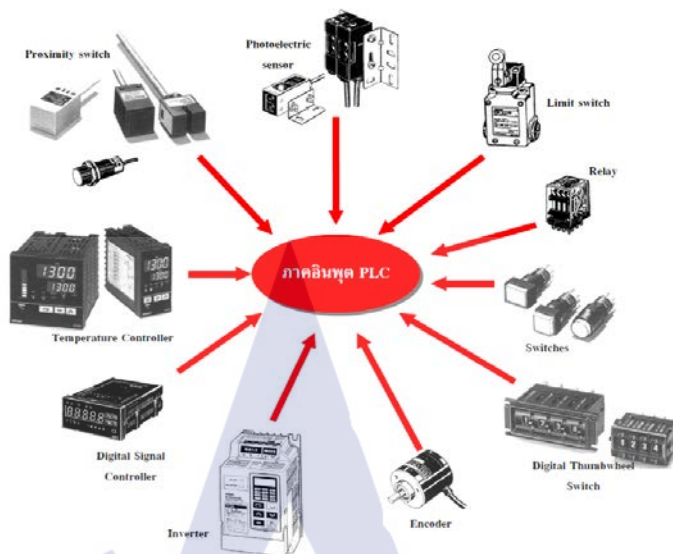
การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

- RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC
- ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

ข.10 ภาคอนินพุต (Input Unit)

ภาคอนินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC

อุปกรณ์ (Device Input) ต่างๆ ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตได้นั้น จัดออกเป็นกลุ่มๆ ดังนี้



รูปที่ ข.13 แสดงอุปกรณ์อินพุตต่างๆ

อุปกรณ์ที่สามารถนำมาต่อกับภาคอินพุต PLC ได้จัดออกเป็นกลุ่มๆ ดังรูปที่ 1.12 โดยกลุ่มอุปกรณ์แต่ละกลุ่มจะมีวิธีต่อวงจรเข้าภาคอินพุต PLC แตกต่างกันไป เวลาใช้งานอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของอุปกรณ์แต่ละชนิดก่อน เพื่อความเข้าใจขั้นตอนการทำงาน และสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC อุปกรณ์บางกลุ่มจะมีสัญญาณทั้งอินพุต/เอาต์พุต เช่น Inverter, Digital Signal, Controller, ตัวควบคุมอุณหภูมิ, เซนเซอร์รุ่นพิเศษ เป็นต้น จำเป็นต้องต่อใช้งานให้ถูกต้อง ซึ่งสามารถแนะนำได้ในขั้นต้นคือ ต่อวงจรภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์นั้นๆ เข้ากับภาคอินพุต PLC

ภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์จะมีเอาต์พุตให้เลือกใช้งานหลายแบบ ซึ่งภาคอินพุต PLC มีวงจรภาคอินพุตอยู่หลายแบบเช่นกัน เพื่อรองรับอุปกรณ์อินพุตในแต่ละแบบให้เหมาะสม

วงจรภาคอินพุต (Input Circuit PLC)

วงจรภาคอินพุตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

ข.10.1 ดิจิตอลอินพุต(Digital Input)

ข.10.2 อนาล็อกอินพุต(Analog Input)

ข.10.1 ดิจิตอลอินพุต (Digital Input Type)

ดิจิตอลอินพุตหมายถึงอินพุตที่รับรู้สัญญาณได้เพียงแค่ “ON” หรือ “OFF” เท่านั้น

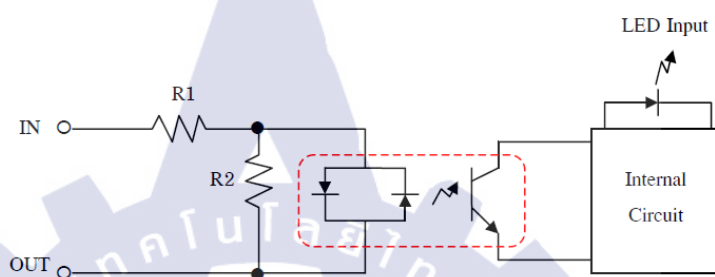
ตามโครงสร้างจะมีดิจิตอลอินพุต 2 แบบคือ

ข.10.1.1 วงจรอินพุตไฟตรง (DC Input)

ข.10.1.2 วงจรอินพุตไฟสลับ (AC Input)

ข.10.1.1 วงจรอินพุตไฟตรง (DC Input) จะใช้อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า

กระแสตรง ตัวอย่างวงจรอินพุตไฟตรง แสดงดังรูปที่ 1.13



รูปที่ ข.14 วงจรอินพุตแบบ DC

หมายเหตุ IN 000.00-000.02 R1 = 2k.

อินพุตเบอร์อื่นๆ R1 = 4.7 k Ω

R2 = 510 Ω

R2 = 820 k Ω

จากรูปที่ ข.14 ภาคนินพุตจะใช้วงจรลดทอนแรงดัน แล้วขับออปโตทรานซิสเตอร์ จากออปโตทรานซิสเตอร์ก็จะไปขับภาคนินพุตของ IC เพื่อส่งสัญญาณไปให้ CPU อีกทีหนึ่ง ซึ่งการใช้ อุปกรณ์

ประเภทออปโต (Opto) ทำให้ระบบ PLC สามารถแยกสัญญาณกราวด์ (Ground) ของภาคนินพุตออกจากวงจรภายในได้ สำหรับวงจรภาคนินพุตดังรูปที่ 1.13 สามารถสรุปคุณสมบัติได้ดังตารางที่

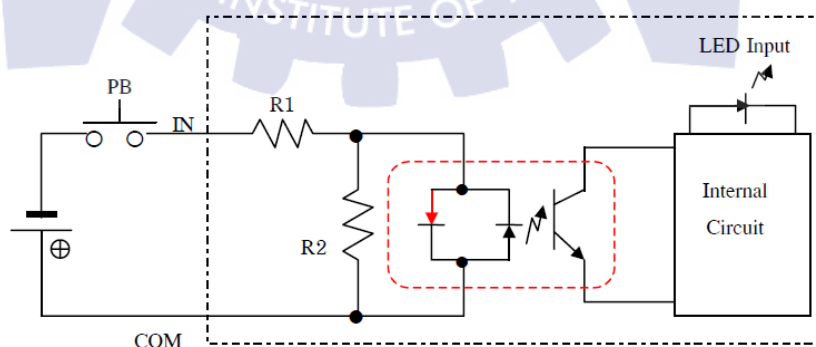
ข.4

ตารางที่ ข.4คุณสมบัติภาคอินพุต (DC)

แรงดันอินพุต	24 VDC+10%/+15% (26.4V-18V)
อินพุตอิมพีแดนซ์	2 k Ω (IN000.00-000.02), 47 k Ω (อินพุตเบอร์อื่น)
กระแสอินพุต	12 mA (IN000.00-000.02), 47 k Ω (อินพุตเบอร์อื่น)
แรงดันอินพุตขณะทำงาน	“ON” 14.4 VDC min. “OFF” 5.0 VDC max.
เวลาตอบสนองอินพุต	“ON Delay”: 8 mS max. “OFF Delay”: 8 mS max. สามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 1,2,4,8,16,32,64,128 mS โดยใช้โหมด PC Setup

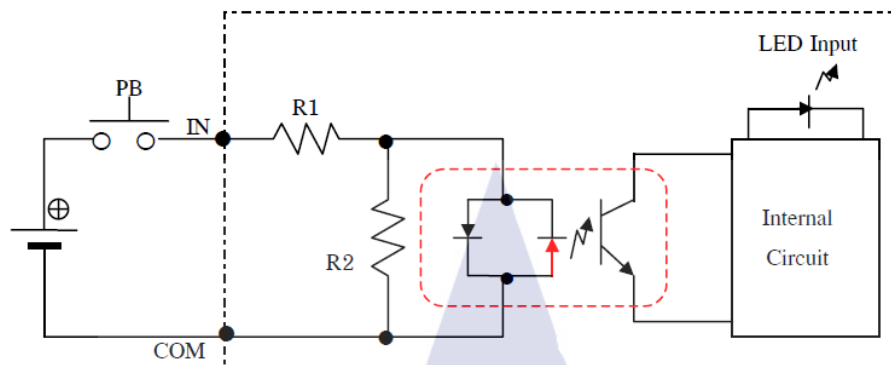
สำหรับวงจรภาคอินพุตดังรูปที่ ข.14 จะพบว่าภาคอินพุตของออปโตทรานซิสเตอร์มีไดโอด (Diode) ต่อสลับขั้วกันอยู่ เพื่อเวลาใช้งานสามารถเลือกต่อวงจรได้ 2 แบบ ดังรูปที่ ข.15

ก. การต่ออินพุตแบบ Source



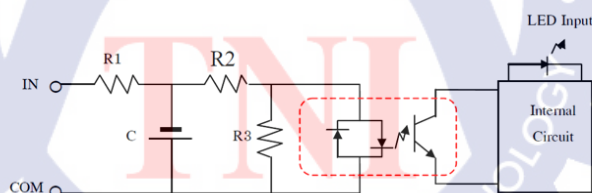
รูปที่ ข.15 การต่อวงจรอินพุตแบบ DC Source/Sink

ข. การต่ออินพุตแบบ Sink



รูปที่ ข.15 การต่อวงจรอินพุตแบบ DC Source/Sink(ต่อ)

ข.10.1.2 วงจรอินพุตไฟสลับ (AC Input) ใช้ไฟสลับผ่านแรงดันทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องแรงดันตกคร่อมในสายมากเกินไปดังเช่น วงจรอินพุตไฟตรงโดยที่ผ่านแรงดันอินพุตตั้งแต่ 100-220 VAC สำหรับ PLC บางรุ่นก็จะแบ่งอินพุตแบบนี้ออกเป็น 2 ย่านคือ 100-120 และ 200-240 VAC ลักษณะวงจรอินพุตแสดงดังรูปที่ ข.16



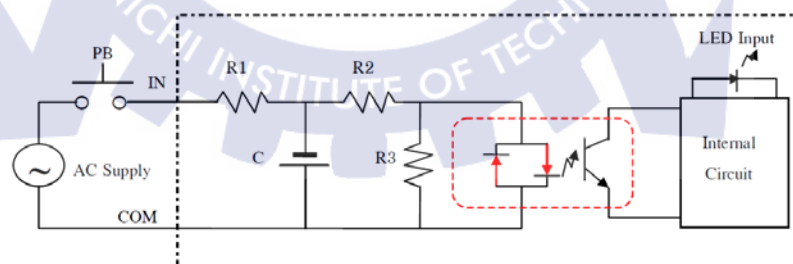
รูปที่ ข.16 วงจรอินพุตแบบ AC

คุณสมบัติของวงจรอินพุตไฟสลับทั้งแรงดันอินพุตระบบไฟ 110V หรือ 220V ดังแสดงตารางที่ 1.3

ตารางที่ ข.5 คุณสมบัติภาคอินพุต (AC)

	คุณสมบัติ	
	100-120 VAC+10%/+15% 50/60Hz	200-240 VAC+10%/+15% 50/60Hz
แรงดันอินพุต		
อินพุตอิมพีแดนซ์	2 k Ω (50Hz), 17 k Ω (60 Hz)	38 k Ω (50Hz), 32 k Ω (60 Hz)
กระแสอินพุต	5 mA (at 100 VAC)	6 mA (at 200 VAC)
แรงดันอินพุตขณะทำงาน	“ON” 60 VAC min. “OFF” 20 VAC max.	“ON” 150 VAC min. “OFF” 40 VAC max.
เวลาตอบสนองอินพุต	“ON Delay”: 35 mS max. “OFF Delay”: 55 mS max.	

ลักษณะการต่อวงจรใช้งานสำหรับภาคอินพุตแบบ AC จะมีลักษณะการต่อดังรูปที่ ข.17

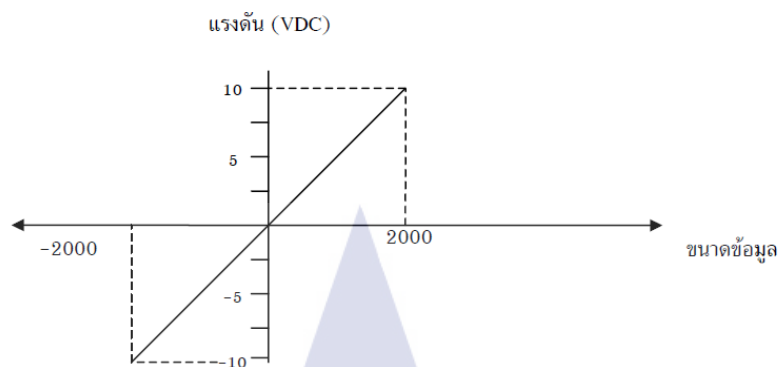


รูปที่ ข.17 การต่อวงจรอินพุตแบบ AC

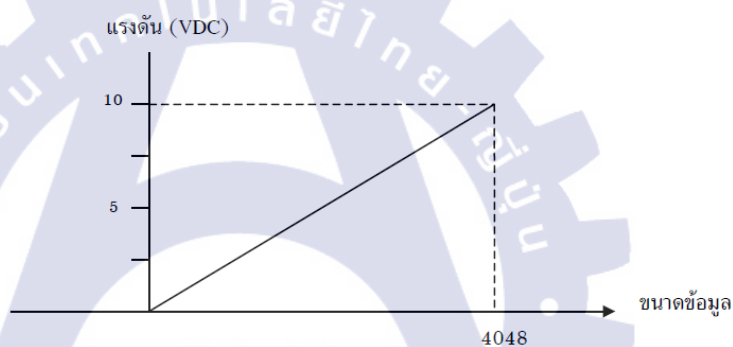
ข.10.2 อนาลอกอินพุต (Analog Input Type)

อนาลอกอินพุตจัดเป็นอินพุตที่สามารถรับสัญญาณที่บอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลง

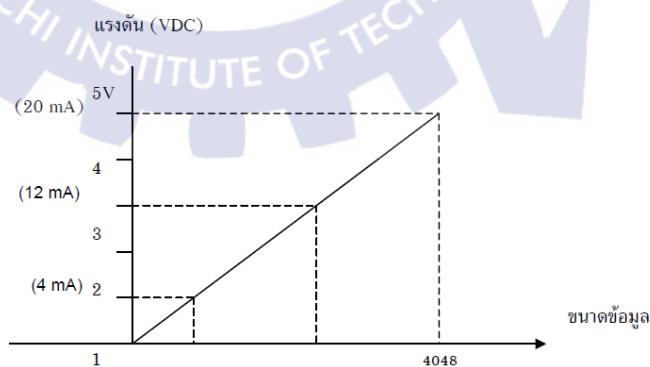
ค่าได้เช่น 0-10 VDC, ± 10 VDC 1-5 V (4-20 mA) ดังรูปที่ ข.18



ก. สัญญาณขนาด ± 10 VDC



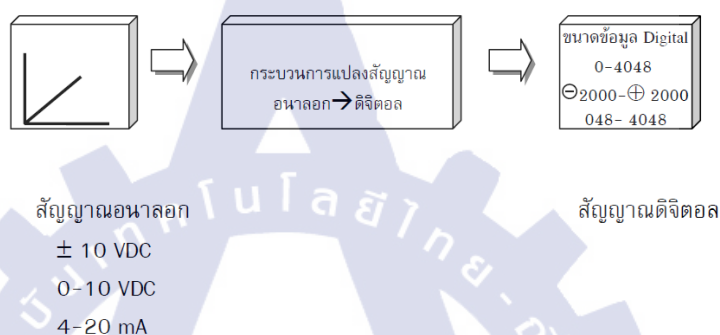
ข. สัญญาณขนาด 0-10 VDC



ค. สัญญาณขนาด 1-5 V (4-20 mA)

รูปที่ ข.18 สัญญาณแบบต่างๆ ที่ส่งให้อินพุต

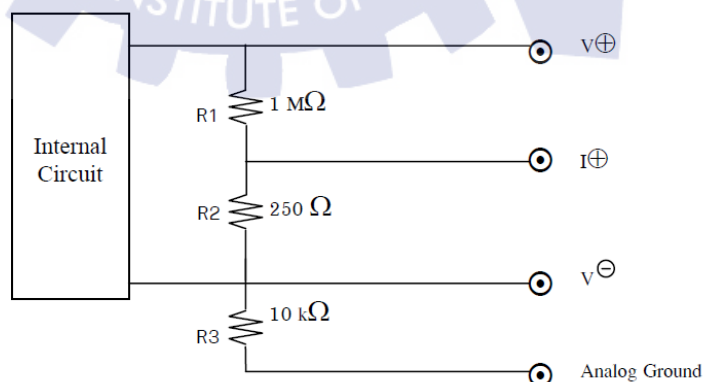
สัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 แบบ จัดเป็นขนาดสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้ในอุตสาหกรรม ดังนั้นอุปกรณ์ที่มีภาคเอาต์พุตเป็นแบบอนาล็อกเช่น อนาล็อกเซนเซอร์, ภาคอนาล็อกเอาต์พุตของ Digital Signal Controller, Temperature Controller เป็นต้น ก็จะมีขนาดของสัญญาณตามมาตรฐานเช่นกัน ซึ่งตัวอุปกรณ์อาจจะมีเอาต์พุตแบบใดแบบหนึ่ง หรือทั้ง 3 แบบ เลยก็ได้ ดังนั้นภาคอนาล็อกอินพุตของ PLC ก็ต้องสามารถเลือกตรวจสอบได้ทั้ง 3 แบบเช่นกันหลักการทำงานของอนาล็อกอินพุตของ PLC นำค่าที่วัดได้แปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล จัดเป็นขนาดของข้อมูลแทนลักษณะดังไคอะแกรมรูปที่ ข.19



รูปที่ ข.19 ไคอะแกรมการส่งข้อมูลอนาล็อกให้ PLC

อุปกรณ์ที่วัดค่าออกมาเป็นปริมาณอนาล็อกส่วนมากเป็นการวัดระยะทาง, วัดความเร็ว, วัดอุณหภูมิ, วัดปริมาณแสง, วัดความดัน เป็นต้น แล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าออกมา ดังนั้นเวลาที่อุปกรณ์เหล่านี้วัดค่าออกมาเป็นอนาล็อกค่าใดๆ ผู้ใช้จำเป็นต้องทำตารางเปรียบเทียบค่าด้วย เพื่อที่จะกำหนดขนาดข้อมูลให้กับ PLC ให้ควบคุมตามที่ต้องการ วงจรภาคอินพุตแบบ

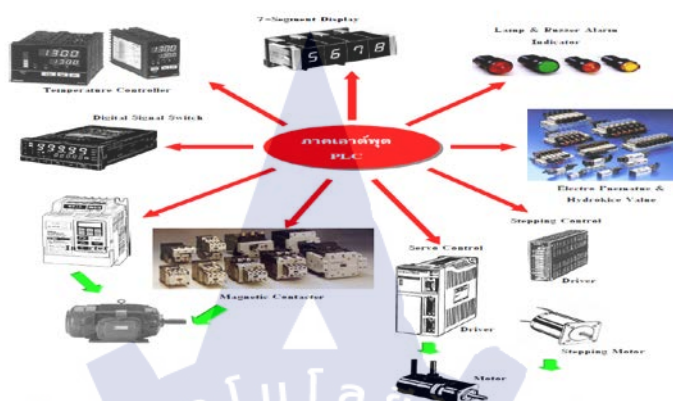
อนาล็อกของ PLC จะมีลักษณะวงจรตามรูปที่ ข.20



รูปที่ ข.20 วงจรอนาล็อกอินพุตของ PLC

ข.11 ภาควิชาเอาต์พุต (Output Unit)

ภาควิชาเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ชนิดของโหลดที่สามารถนำมาต่อกับภาควิชาเอาต์พุตสามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้



รูปที่ ข.21 กลุ่มอุปกรณ์ที่ต่อกับภาควิชาเอาต์พุต PLC

จากรูปที่ ข.21 กลุ่มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อกับภาควิชาเอาต์พุต PLC นั้น ในแต่ละกลุ่มก็จะควบคุมลักษณะของงานแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ การต่อวงจรเข้าภาควิชาเอาต์พุต PLC จะมีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมกำกับอยู่เช่นกัน จึงทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมมาก เพียงแต่ดูรายละเอียดการต่อให้เข้าใจก็เพียงพอแล้ว

ชนิดของเอาต์พุตของ PLC จะมีให้เลือกใช้อยู่ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับภาควิชาอินพุตคือ

ข.11.1 ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)

ข.11.2 อนาล็อกเอาต์พุต (Analog Output)

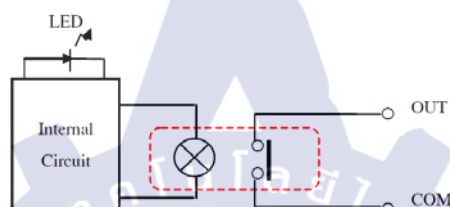
ข.11.1 ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)

อุปกรณ์ที่สามารถสั่งการทำงานได้เพียง “ON” หรือ “OFF” จัดว่าเป็นการควบคุมแบบดิจิตอลเอาต์พุต โดยมีชนิดของเอาต์พุตให้เลือกใช้ 3 แบบคือ

- 1) เอาต์พุตชนิด “Relay Contact Output”
- 2) เอาต์พุตชนิด “Transistor Output”
- 3) เอาต์พุตชนิด “Solid State Relay”

1) เอาต์พุตชนิดรีเลย์ “Relay Contact Output”

เอาต์พุตชนิดรีเลย์สามารถนำเอาต์พุตไปขับโหลด AC หรือ DC ก็ได้ ลักษณะวงจรดังรูปที่ ข.22



รูปที่ ข.22 วงจรเอาต์พุตแบบรีเลย์

การเปลี่ยนหน้าสัมผัสของรีเลย์ จะอาศัยหลักการทำงานของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเวลาที่นำหน้าสัมผัสรีเลย์ไปใช้งานจึงเปรียบได้เสมือนสวิตช์ควบคุมแบบ NO หรือ NC จึงสามารถที่จะใช้หน้าสัมผัสไปควบคุมโหลดได้ทั้งชนิด AC หรือ DC ซึ่งข้อพิจารณาในการเลือกใช้ต้องพิจารณาความสามารถทนกระแสแรงดันได้สูงสุดเท่าไร ปกติแล้วภาคเอาต์พุตของ PLC ที่เลือกเป็นชนิดรีเลย์เอาต์พุตทนกระแสได้ต่ำ (2A) จึงไม่เหมาะที่จะนำไปขับโหลด AC หรือ DC ที่มีกระแสสูงกว่า 2A คุณสมบัติต่างๆ ของภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์ แสดงไว้ในตารางที่ ข.6 ตารางที่ ข.6 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์

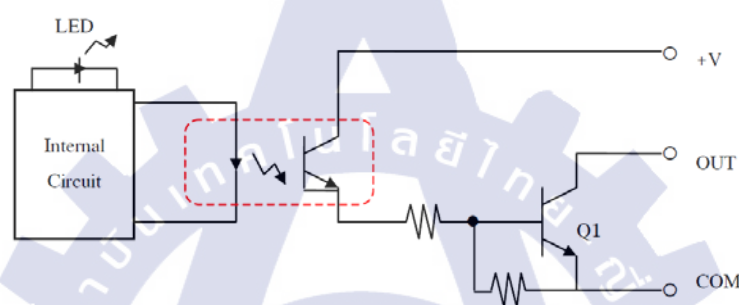
รายละเอียด			คุณสมบัติ
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. switching capacity)			2 A/250 VAC ($\cos\phi = 1$) 2 A/24 VDC
อัตราทนการทำงานต่ำสุด (Min. switching capacity)			10 mA/5 VDC
อายุการใช้งาน (Relay Service Life)	ระบบไฟฟ้า	Resistance Load	300,000 ครั้ง
		Inductive Load	100,000 ครั้ง
	ระบบกลไก (Mechanical)		10 ล้านครั้ง
เวลาตอบสนอง	OFF Delay		15 mS (max)
	ON Delay		15 mS (max)

อายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับโหลดที่ใช้เอาต์พุตชนิดรีเลย์ไปควบคุม จากตารางโหลดที่เป็นขดลวด (Inductive Load) จะทำให้อายุการใช้งานรีเลย์สั้นกว่าหลอดจำพวกหลอดไฟถึง 3 เท่า ส่วนในเรื่องเวลาตอบสนองตามคุณสมบัติภาคเอาต์พุตแบบรีเลย์ จะตอบสนองคำสั่งช้าที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับภาคเอาต์พุตแบบอื่นๆ

2) เอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ (Transistor Output)

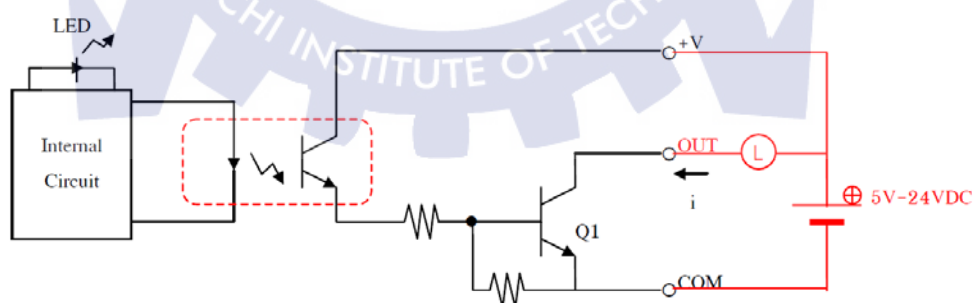
เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ มีให้เลือกใช้อยู่ 2 ประเภทคือ

- เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN
- เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP



รูปที่ ข.23 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN

จากวงจรภายในจะใช้อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ผลิตสัญญาณขับทรานซิสเตอร์ Q1 Q1 จะทำหน้าที่ขับโหลดอีกที วงจรลักษณะนี้ทำให้วงจรภายในแยกสัญญาณกราวนด์ออกจากวงจรภาคเอาต์พุตได้ ส่วนลักษณะการต่อวงจรใช้งานนั้นสามารถต่อใช้งานขับโหลดได้เฉพาะ DC เท่านั้น ดังรูปที่ ข.23



รูปที่ ข.24 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN

การต่อขับโหลดดังรูปที่ ข.24 เป็นการต่อแบบซิงค์ (Sink type) คือดึงกระแสเข้าสู่ภาค

เอาต์พุต ดังนั้นทรานซิสเตอร์ต้องทนกระแสเชิงค้ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้ทรานซิสเตอร์พัง ที่ขาอิมิตเตอร์ Q1 เขียนว่า COM เนื่องจากว่าเวลานำภาคเอาต์พุตแบบนี้ไปใช้งานจริงจะมีวงจรลักษณะนี้ต่ออยู่ หลายชุดเช่น 8, 16, 32 ชุดเป็นต้น วงจรใช้งานจริงก็จะต่อขาอิมิตเตอร์ร่วมกัน แล้วดึงออกมาเป็น ขาที่เขียนว่า “COM” นั่นเอง และที่ขั้ว +V ก็ต่อรวมเช่นกัน

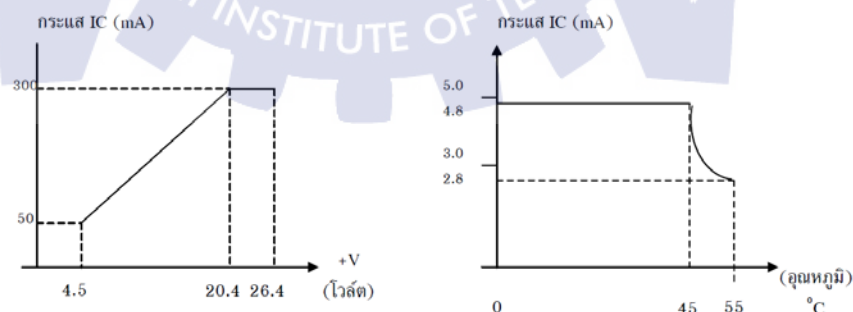
คุณสมบัติส่วนต่างๆ ของภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN นี้สามารถดูรายละเอียดได้ดังตารางที่ ข.7

ตารางที่ ข.7 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN

รายละเอียด		คุณสมบัติ
แหล่งจ่ายไฟ +V		5-24 VDC (40mA min) $\pm 10\%$ (2.5 mA X จำนวนบิตที่ “ON”)
อัตราการทำงานสูงสุด (Max. switching capacity)		50 mA ที่แรงดัน 4.5 V - 300 mA ที่แรงดัน 26.4 V
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)		0.1 mA (สูงสุด)
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)		0.8 VDC (สูงสุด)
เวลาตอบสนอง	OFF Delay	0.1 mS (สูงสุด)
	ON Delay	0.4 mS (สูงสุด)

อัตราการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity)

จัดเป็นตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงเวลานำไปใช้งาน เพราะว่าภาคเอาต์พุต PLC เวลาที่ผลิตออกมาใช้งาน จะมีวงจรทรานซิสเตอร์มากกว่า 1 ชุดเสมอเช่น 8, 16 ชุด ทำให้ต้องพิจารณากระแสที่สามารถจะขับโหลดได้พร้อมกันทุกชุดของเอาต์พุตด้วย ดังรูปที่ ข.25



รูปที่ ข.25 กราฟกระแส (IC) ขับโหลด

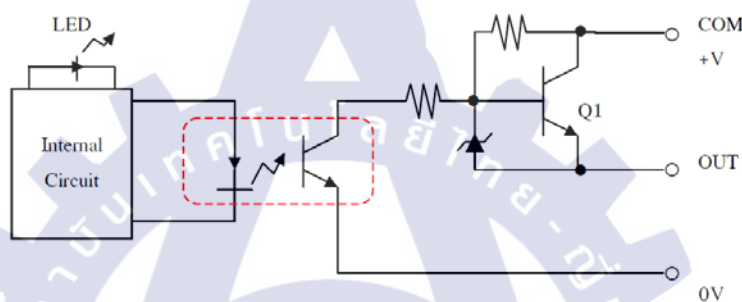
ก. กระแสขับโหลดต่อเอาต์พุต 1 ชุด ข. กระแสขับโหลดที่เอาต์พุต 16 ชุด

จากกราฟจะพบว่าถ้าขับโหลดทีละชุดไม่พร้อมกัน สามารถที่จะขับโหลดได้ถึง 300 mA ที่แรงดัน 24 VDC ได้ แต่เมื่อขับโหลดพร้อมกันทั้งหมด 16 ชุด ก็จะทำให้จ่ายกระแส (IC) ได้เพียง 4.8 mA ต่อ 1 โหลด ดังนั้นเวลาใช้ภาคเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ ถึงแม้ว่าสามารถตอบสนองโหลดได้เร็วกว่ารีเลย์ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องกระแสส่วนใหญ่จะใช้ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์ขับโหลด

วงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ เช่น 7-Seg Display, Digital Controller, Servo Driver เป็นต้น

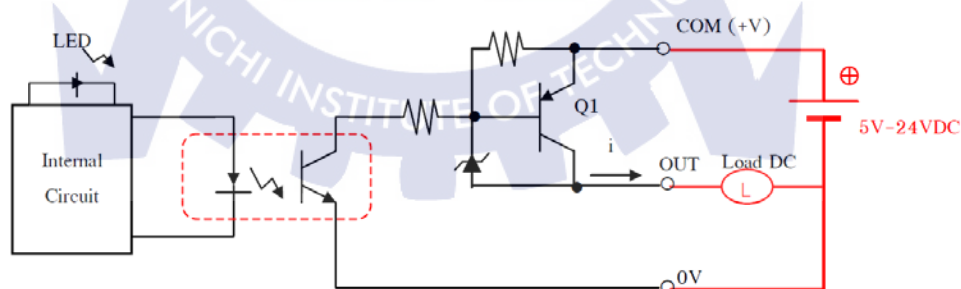
ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

มีลักษณะวงจรดังรูปที่ ข.26



รูปที่ ข.26 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

ลักษณะวงจรคล้ายวงจรของเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN เพียงแต่เปลี่ยนวงจรส่วน Q1 เท่านั้น ลักษณะการต่อวงจรสามารถทำได้ดังรูปที่ ข.27



รูปที่ ข.27 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

การต่อวงจรขั้วที่เขียนว่า COM ของภาคเอาต์พุต ก็ต่อไฟบวก (+V) ขา 0V ต่อกับไฟ 0V ขา OUT ต่อกับเอาต์พุต (ขั้ว $\oplus$) อีกขาหนึ่งของโหลด (ขา) ต่อกับ 0 V

การต่อวงจรลักษณะแบบนี้เป็นการต่อควบคุมแบบซอร์ส (Source type) โดยที่ทรานซิสเตอร์ Q1 ต้องทนกระแสที่จะจ่ายให้โหลดได้ เราอาจจะเรียกว่า กระแสซอร์ส (I source) คุณสมบัติของวงจรเอาต์พุตแบบนี้แสดงไว้ดังตารางที่ 1.6

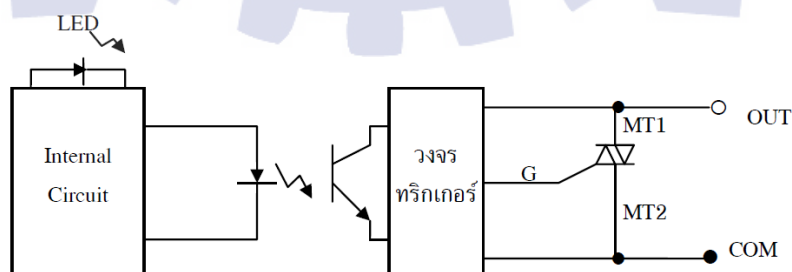
ตารางที่ ข.8 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

รายละเอียด	คุณสมบัติ
แหล่งจ่ายไฟขา +V (COM)	5-24 VDC (60mA min) $\pm 10\%$ (3.5 mA X จำนวนบิตที่ "ON")
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. switching capacity)	50 mA ที่แรงดัน 4.5 V - 300 mA ที่แรงดัน 26.4 V
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)	0.1 mA (สูงสุด)
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)	0.8 V (สูงสุด)
เวลาตอบสนอง	OFF Delay 0.1 mS (สูงสุด) ON Delay 0.4 mS (สูงสุด)

ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP จะมีคุณสมบัติในเรื่องอัตราทนการทำงานสูงสุด (Max switching capacity) เหมือนกับภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ซึ่งดูได้จากรูปที่ 1.24 เช่นกัน

3) เอาต์พุตชนิดโซลิตสเตรทรีเลย์ (Solid State Relay: SSR)

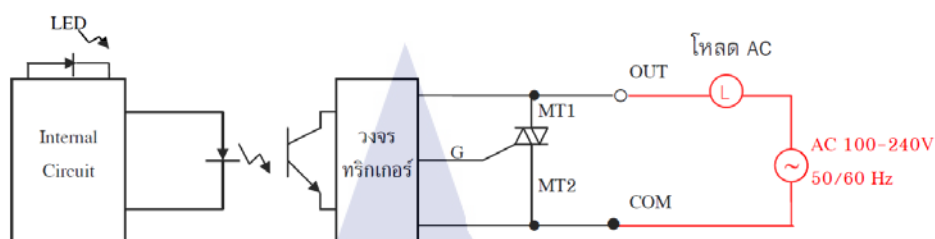
เอาต์พุตประเภทนี้จะนำมาใช้ควบคุมโหลด AC ที่ต้องการควบคุมความเร็วในการตอบสนองที่ดีกว่าใช้เอาต์พุตแบบรีเลย์ อุปกรณ์ภาคเอาต์พุตที่ใช้จะใช้ไครเอตเป็นสวิตช์ควบคุมโหลด ลักษณะวงจรเอาต์พุตแบบ SSR นี้ แสดงไว้ดังรูปที่ ข.29



รูปที่ ข.28 วงจรภายในเอาต์พุตโซลิตสเตรทรีเลย์

คุณสมบัติของไทรแอด จะทำให้สามารถควบคุมโหลด AC ได้ทั้งซีกบวกและซีกลบ รูปคลื่นไซน์ (Sine wave) วงจรส่วนทริกเกอร์ทำหน้าที่กระตุ้นไทรแอดให้ทำงานสอดคล้องกับรูปคลื่นไซน์ อย่างน้อยก็เป็นการป้องกันไทรแอดได้ระดับหนึ่ง

การต่อวงจรใช้เอาต์พุตแบบ SSR สามารถต่อใช้งานได้ดังรูปที่ ข.30



รูปที่ ข.29 การต่อใช้งานเอาต์พุต SSR

ลักษณะการต่อวงจรโหลดกับภาคเอาต์พุต SSR จะต่อในลักษณะอนุกรมกัน นำขาข้างหนึ่งของโหลดต่อกับขา OUT อีกข้างต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสลับ ส่วนขาอีกข้างหนึ่งคือขา COM นำไปต่อกับขั้วแหล่งจ่ายไฟสลับอีกข้าง คุณสมบัติของเอาต์พุต SSR ดูได้จากตารางที่ ข.9

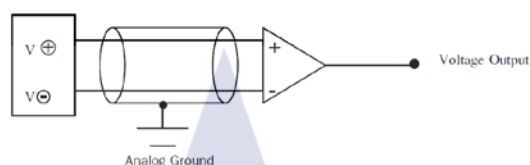
ตารางที่ ข.9 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตแบบโซลิดสเตทรีเลย์ (SSR)

รายละเอียด		คุณสมบัติ
อัตราการทำงานสูงสุด (Max. switching capacity)		100-240 VAC (0.4A)
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)		1 mA (สูงสุด) ที่ 100 VAC 2 mA (สูงสุด) ที่ 200 VAC
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)		1.5 V (สูงสุด) (0.4A)
เวลาตอบสนอง	OFF Delay	6 mS (สูงสุด)
	ON Delay	□ cycle + 5 mS (สูงสุด)

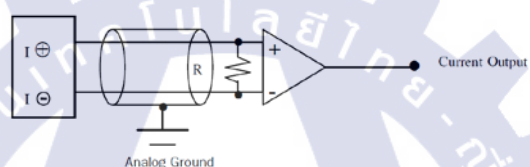
ข.11.2 อนุาลอกเอาต์พุต (Analog Output)

ภาคเอาต์พุตของ PLC แบบอนุาลอกเป็นการเพิ่มความสามารถให้ PLC ส่งสัญญาณควบคุมเป็นปริมาณได้ ค่าที่จะส่งออกไปก็จัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานเหมือนภาคอินพุตแบบอนุาลอกคือ สัญญาณ 0-10 VDC, ± 10 VDC และ 1-5 V (4-20mA) ลักษณะกราฟภาค

เอาต์พุตที่จะส่งสัญญาณออกไปเหมือนกับกรรฟอนาลอกอินพุตดังรูปที่ 1.17 การส่งสัญญาณของอนาลอกเอาต์พุตจะส่งสัญญาณ 2 แบบคือ แรงดันและกระแส การต่อสายสัญญาณ เพื่อเลือกสัญญาณเป็นกระแสหรือแรงดัน ที่ภาคเอาต์พุตอนาลอกจะมีสัญญาณกำกับไว้ สามารถแยกการต่อได้ 2 ลักษณะดังรูปที่ ข.31



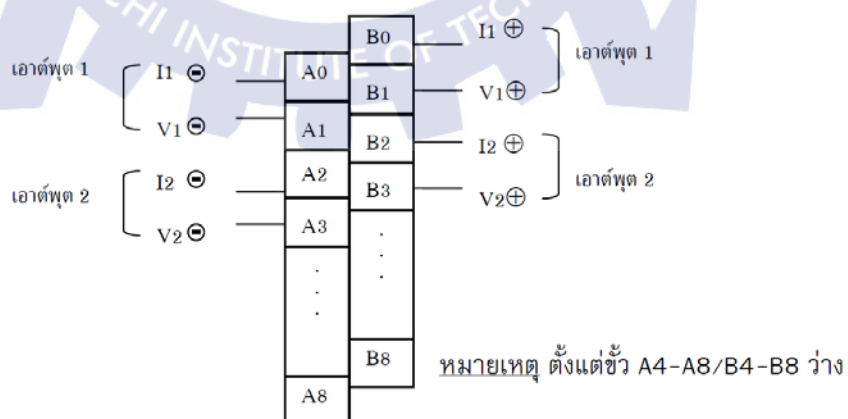
ก. ส่งสัญญาณแบบแรงดัน (Voltage Output)



ข. ส่งสัญญาณแบบกระแส (Current Output)

รูปที่ ข.30 ส่งสัญญาณแบบกระแส/แรงดันของอนาลอกเอาต์พุต

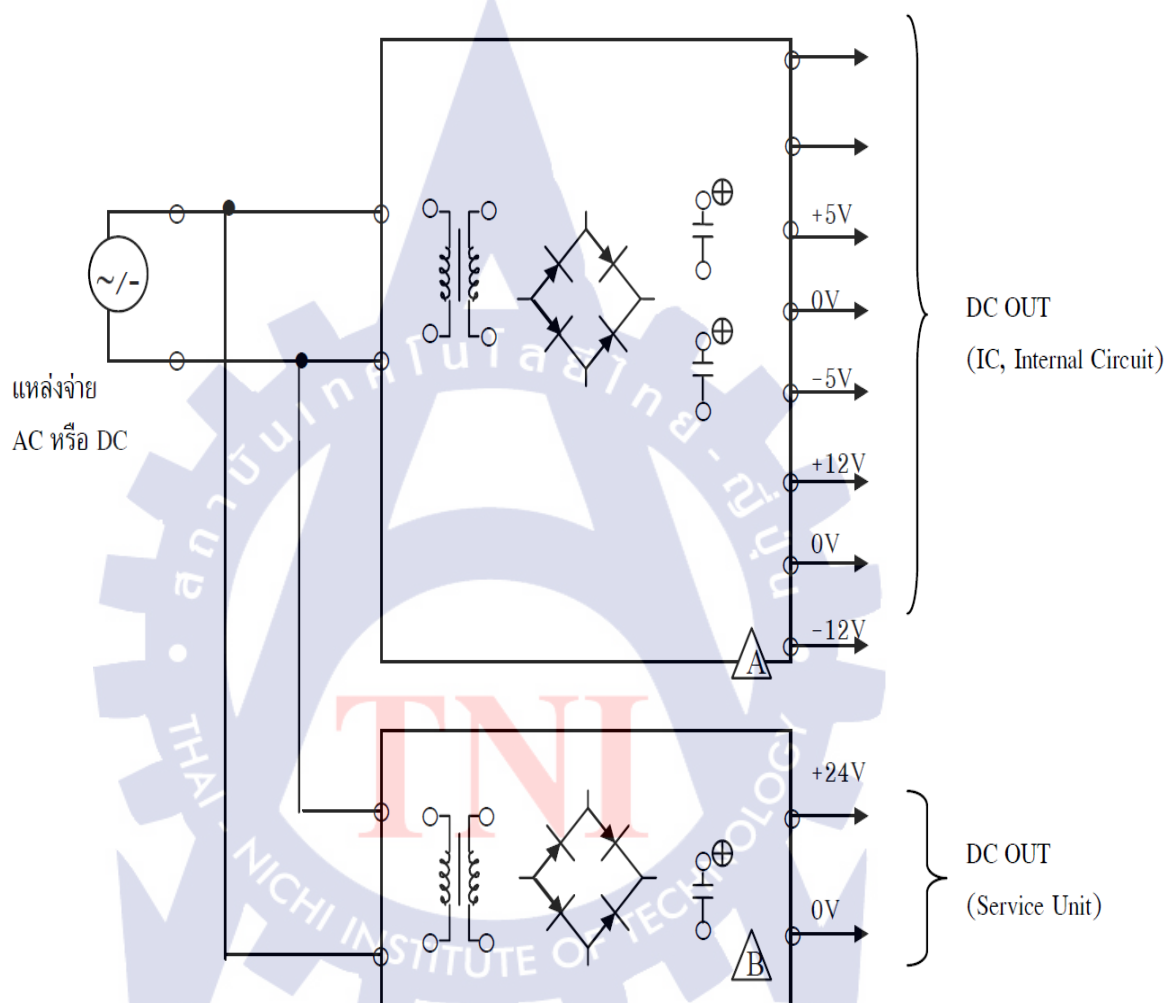
วิธีการสังเกตขั้วต่อสายของอนาลอกเอาต์พุต จะมีสัญลักษณ์แยกไว้ว่าเป็นของอนาลอกเอาต์พุตชนิดใด ดังรูปที่ ข.32



รูปที่ ข.31 ตำแหน่งขั้วอนาลอกเอาต์พุต

ข.12 ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน(Power Supply Unit)

ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่อุปกรณ์ ไอซี, ไฟเลี้ยงวงจรกำหนดการทำงานแบบต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่จะนำมาต่อกับ PLC ทั้งภาคอินพุต/เอาต์พุต ไดอะแกรมของแหล่งจ่ายพลังงาน เขียนไดอะแกรมได้ดังรูปที่ ข.32

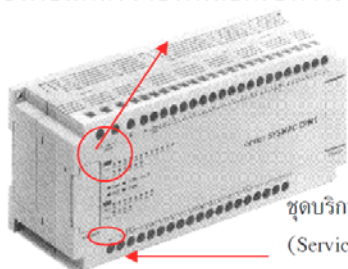


รูปที่ ข.32 ไดอะแกรมภาคแหล่งจ่ายไฟ PLC

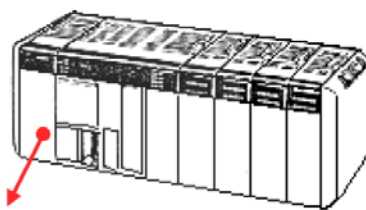
แหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในแต่ละโมดูลต่างๆ ของ PLC อีกชุดหนึ่งเป็นตัวจ่ายพลังงาน (Service Unit 24VDC) 24VDC สำหรับการต่อวงจรภาคอินพุต หรือเอาต์พุตก็ได้ โดยปกติแล้วชุดบริการ 24VDC ชุดนี้จะจ่ายกระแสได้ค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสำหรับนำไปจ่ายโหลดที่ดึงกระแสสูง ส่วนมากจะนำไปต่อใช้งานเฉพาะวงจรภาคอินพุต PLC เท่านั้น แต่ถ้าจะนำไปต่อสำหรับทดสอบเครื่อง PLC หรือชุดฝึกทดลอง ก็ไม่จำเป็น

ต้องใช้แหล่งจ่ายภายนอกเพิ่ม ยกตัวอย่างเช่น ชุดฝึกทดลอง PLC ของอมรอน เป็นต้น
 สำหรับการใช้งานจริง แหล่งจ่ายจะถูกออกแบบมา 2 ลักษณะตามโครงสร้างภายนอก PLC
 คือ แหล่งจ่ายชนิดที่รวมอยู่ในตัว PLC เลย อีกชนิดหนึ่งจะแยกออกมาเป็น โมดูล (Module) ลักษณะ
 ดังรูปที่ ข.33 และ ข.34 ตามลำดับ

ข้อต่อแหล่งจ่ายไฟเลือกเป็น AC หรือ DC ก็ได้



ชุดบริการ 24VDC
(Service Unit)



ชุดแหล่งจ่ายพลังงาน เลือกแหล่ง
จ่ายไฟเป็น AC หรือ DC ได้ และ
เลือกชุดบริการ 24VDC ได้ (PLC
จัดเป็นรุ่นโมดูล)

รูปที่ ข.33 PLC รุ่น CPM1
แหล่งจ่ายไฟอยู่รวมกันกับ
CPU และ I/O

รูปที่ ข.34 PLC รุ่น CQM1
แหล่งจ่ายไฟแยกออกเป็น โมดูล

โดยปกติแล้วแหล่งจ่ายพลังงานที่ผลิตออกมาสำหรับขายทั่วโลก จะออกแบบให้ใช้ระบบ
ไฟได้หลายแบบ เพื่อที่จะทำให้ PLC ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้หลายแบบนั่นเอง คุณสมบัติของ
แหล่งจ่ายไฟของ PLC จะมีคุณสมบัติดังนี้

แหล่งจ่ายไฟ: 100-240 VAC 50/60 Hz หรือ 24 VDC

ชุดบริการ 24 VDC: 24 V (0.5A)

ส่วนเรื่องขนาดวัตต์จะคำนวณจากโมดูลของ PLC หรือจำนวนต่อวงจรขยายสูงสุด ซึ่ง
ผู้ผลิตได้ออกแบบเพื่อให้เรียบร้อยแล้ว

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ-สกุล	นางสาวปาริย์ ปานทอง
วัน เดือน ปีเกิด	29 มกราคม 2535
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 5 หมู่ที่ 8 ตำบลลำปลายมาศ อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนลำปลายมาศ ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

