รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การป้อนแผ่นโลหะแบบอัตโนมัติด้วยแขนหุ่นยนต์
Automatic Metal Sheet Feeding by Robot Arm

นางสาวอาริษา นุชกระแสร์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การป้อนแผ่นโลหะแบบอัตโนมัติด้วยแขนหุ่นยนต์
Automatic Metal Sheet Feeding by Robot Arm

นางสาวอาริษา นุชกระแสร์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การป้อนแผ่นโลหะแบบอัตโนมัติด้วยแขนหุ่นยนต์
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวอาริษา นุชกระแสร์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สุกล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายธีรชัย เทียนทอง
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้อธิบายถึงการศึกษาและการเขียนโปรแกรมควบคุมแขนหุ่นยนต์ เพื่อควบคุมการป้อนแผ่นโลหะแบบอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพและเพิ่มยอดการผลิตให้ทำงานได้ตามเป้าหมายลดข้อผิดพลาดในการทำงานลดอุบัติเหตุของคนที่ทำงานกับเครื่องจักรรวมทั้งเพิ่มความปลอดภัยในการดำเนินงาน การควบคุมกระบวนการทั้งหมดจะใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ FD on Desk หรือ แป้นการสอนตำแหน่งซึ่งเป็นอุปกรณ์สอนและบันทึกค่าตำแหน่งของปลายแขนหุ่นยนต์

คำสำคัญ: หุ่นยนต์, เครื่องมือ, โปรแกรม, อัตโนมัติ

Co-operative Research Title: Automatic Metal Sheet Feeding by Robot Arm
Student Intern Name: Ms. Arisa Nuchkrasae
Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Witsarut Sriratana
Mentor Name: Mr. Teerachai Tientong
Company: Federal Electric Corporation Limited

ABSTRACT

This cooperative educational report describes the programming of robotic controllers to control automatic metal sheet feeding. The control is programmed onto the robot arm via the FD on Desk software as well as the Teach Pendant, which allows communications with the robot arm as well as recording the arm's positions. The designed program reduced potential faults and hazards to machine workers, with an added benefit of enhancing the production efficiency.

Keywords: Robot, Tool, Program, Automatic

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยการสนับสนุนจากบริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด ซึ่งได้ให้โอกาสแก่นักศึกษาสหกิจในการเข้าไปปฏิบัติงานในองค์กร รวมทั้งให้คำแนะนำความรู้และการดูแลตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงขอขอบพระคุณ บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด และคุณธีรชัย เทียนทอง ผู้นิเทศงานรวมถึงพนักงานทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ และคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานและการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ที่คอยให้คำปรึกษาต่างๆ คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมา

นางสาวอาริษา นุชกระแสร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การแก้ไขและรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์ 4

2.1.1 ขั้นตอนการรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์ 5

2.1.2 ขั้นตอนการแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์ 5

2.2 การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ 9

2.2.1 ขั้นตอนการดำเนินการสำหรับตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ 10

2.2.2 ชื่อเครื่องมือ 10

2.2.3 ความยาวเครื่องมือ 11

2.2.3.1 การตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ (แบบป้อนค่าตัวเลข) 11

2.2.3.2 การตั้งค่าความยาวเครื่องมือแบบอัตโนมัติ 15

2.2.3.3 การตั้งค่าความยาวเครื่องมือแบบอัตโนมัติ (แบบ 2-point) 16

2.2.4 มุมของเครื่องมือ 18

2.2.5 จุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ 20

2.2.5.1 การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ 20

2.2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ 26

2.2.6.1 ขั้นตอนการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมืออย่างง่าย (การบันทึกรูปร่าง) 26

2.2.6.2 การตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ 28

2.3 เซนเซอร์ 35

2.3.1 โฟโต้เซนเซอร์ 35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 เครื่องตรวจเช็คโลหะซ้อน 36

2.3.3 อุปกรณ์เข้ารหัส 37

2.3.4 แอเรียเซนเซอร์ 40

2.3.5 รีดสวิตซ์ 41

2.3.6 สวิตซ์ความดัน 42

2.4 เครื่องกำเนิดสุญญากาศ 42

บทที่ 3 การสร้างโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานแขนหุ่นยนต์ 43

3.1 วิธีการสร้างโปรแกรม 43

3.2 เขียนโปรแกรมคำสั่ง 51

3.2.1 Flow chart การทำงาน 51

3.3.2 I/O List 52

3.3.3 ชุดโปรแกรมคำสั่ง 53

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 62

4.1 โปรแกรมควบคุม 62

4.1.1 โปรแกรมหลัก 62

4.1.2 โปรแกรมคำสั่ง 62

4.2 การตั้งค่า Zero Pin Position 63

4.3 การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ 65

4.3.1 การตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ 66

4.3.2 การตั้งค่ามุมของเครื่องมือ 68

4.3.3 การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ 68

4.3.4 โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ 70

4.4 Layout ของกระบวนการการขึ้นรูปหม้อนอก 74

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 76

5.1 สรุปผล 76

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 76

5.3 แนวทางการแก้ไข 76

เอกสารอ้างอิง 77

ประวัติผู้เขียน 78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	3
2.1	วิธีการแก้ไขค่า Encoder ด้วยวิธี Data Input และ Position Record	6
2.2	step คำสั่ง Pose 1 และ Pose 2	23
2.3	วิธีตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ	26
2.4	ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ และขั้นตอนการแก้ไขปัญหา	32

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Data Input 4
2.2 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Encoder Reset 5
2.3 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Encoder Reset ที่เลือกทุกแกน 5
2.4 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Data Input ใช้แก้ไขค่า Encoder 6
2.5 หน้าต่าง Encoder Correction ใช้แก้ไขค่า Encoder ด้วยวิธี Position Record 7
2.6 การวางเพื่อแทรกค่า Zero pin ของรุ่น MZ07 8
2.7 แสดงค่าคงที่ของเครื่องมือ 9
2.8 หน้าต่าง Tool Constants สำหรับตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ 10
2.9 ภาพประกอบของความยาวและมุมของเครื่องมือ 11
2.10 หน้าต่าง Tool Constants ในการตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ (แบบป้อนค่าตัวเลข) 12
2.11 การป้อนตำแหน่งพื้นฐานบนระบบพิกัดข้อต่อ 12
2.12 แสดงการหาจุดศูนย์กลางของ Gripper โดยวิธี TCP (Tool Center Point) 13
2.13 แสดงการหาจุดศูนย์กลางของเครื่องมือโดยวิธี TCP (Tool Center Point) 14
2.14 การปรับแก้จุดปลายของเครื่องมือ 15
2.15 หน้าต่าง Tool Constants 15
2.16 Dialog Box ยืนยันการปรับเปลี่ยนค่าความยาวเครื่องมือ 16
2.17 ปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือก่อนที่จะเกิดความผิดปกติ 17
2.18 ปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือหลังจากเกิดความผิดปกติแล้ว 17
2.19 หน้าต่าง Tool Constants การตั้งความยาวแบบ 2-point 17
2.20 Dialog Box ยืนยันการคำนวณผลลัพธ์ความยาวของเครื่องมือ 18
2.21 Dialog Box แสดงการ Modify ของค่าคงที่ของเครื่องมือ 18
2.22 ตัวอย่างทิศขึ้นและไปข้างหน้าของเครื่องมือ 19
2.23 มุมของเครื่องมือที่ถูกป้อน 20
2.24 หน้าต่าง Automatic COG Setting สำหรับการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ 20

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.25 หน้าต่าง Program creation สำหรับการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ 21
2.26 ตัวอย่างในอุดมคติที่สมมติการจัดวางแกน J1 และ J2 21
2.27 ขนาดความไม่สมดุลของแรงบิด 22
2.28 หน้าต่าง Program creation สำหรับการป้อนค่าของ Pose 1 22
2.29 การจัดวาง Pose 1 และ Pose 2 22
2.30 Dialog Box ยืนยันว่าจะทำการสร้างโปรแกรมวัด 23
2.31 Dialog Box แสดงการป้อนหมายเลขโปรแกรม 24
2.32 หน้าต่าง Automatic COG Setting 24
2.33 หน้าต่าง Tool COG Measurement 25
2.34 Execution status แสดงสถานะ Waiting 25
2.35 Execution status แสดงสถานะ Collecting 25
2.36 Dialog Box แสดงการสุ่มค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ 26
2.37 หน้าต่าง Tool Constants สำหรับการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยอย่างง่าย 27
2.38 การเลือกตำแหน่งทิศทางและรูปร่างของเครื่องมือ 27
2.39 หน้าต่าง Interference Setting 28
2.40 หน้าต่าง Program creation 29
2.41 แสดงมุมของแต่ละแกนของ POSE 1 และ POSE 2 30
2.42 หน้าต่าง Tool moment of inertia measurement 32
2.43 การทำงานของโฟโต้เซนเซอร์ 35
2.44 เครื่องตรวจเช็คโลหะซ้อน 36
2.45 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์ 37
2.46 แสดงสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมของแสงเฟส A กับ B 38
2.47 ตัวอย่างแผ่น Disc ของเอ็นโค้ดเดอร์แบบ Incremental 38
2.48 แสดงความละเอียด 2 เท่า และ 4 เท่า 38
2.49 ตัวอย่างแผ่น Disc ของ Absolute 39
2.50 แสดงไบนารี่โค้ดของเอ็นโค้ดเดอร์ 40
2.51 แสดงเกรย์โค้ดของเอ็นโค้ดเดอร์ 40
2.52 แอเรียเซนเซอร์ 41
2.53 รีดสวิตซ์ 41
2.54 สวิตซ์ความดัน 42
2.55 เครื่องกำเนิดสุญญากาศ 42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	เมนูของซอฟต์แวร์ FD on Desk	43
3.2	หน้าต่าง Add controller	44
3.3	การ Create constant	44
3.4	หน้าต่าง Format and Configuration	45
3.5	หน้าต่าง Register mechanism	45
3.6	การ Create mechanism files	46
3.7	การบันทึกการเชื่อมต่อของ mechanism	46
3.8	mechanism ถูกจัดการด้วยมาตรฐาน	47
3.9	ดำเนินการเพื่อเริ่มต้นการจัดการไฟล์	47
3.10	หน้าต่าง A mechanism and amplifier	48
3.11	หน้าต่าง Robot monitoring unit and amplifier	48
3.12	หน้าต่าง Format and Configuration เพื่อยืนยันการลงทะเบียนตัว Robot ที่จะใช้งาน	49
3.13	เลือก Controller ที่จะใช้งาน	49
3.14	หน้าโปรแกรมหลัก	50
3.15	แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม	51
3.16	การสร้างโปรแกรมหลักของ Robot	53
3.17	โปรแกรมหลักที่ใช้เขียนคำสั่งการทำงาน	54
3.18	ชุดคำสั่งโปรแกรมหลัก	55
3.19	ชุดคำสั่งโปรแกรม 200	57
3.20	ชุดคำสั่งโปรแกรม 201	59
3.21	ชุดคำสั่งโปรแกรม 204	61
4.1	โปรแกรมหลัก	62
4.2	Robot อยู่ในท่าไม่พร้อมใช้งาน	63
4.3	Jig Zero Pin	64
4.4	การปรับตั้งค่า Zero pin ของแต่ละแกน	65
4.5	Robot อยู่ในท่าที่พร้อมใช้งาน	65
4.6	เครื่องมือที่ติดตั้งแล้วแต่ยังได้ตั้งค่าคงที่	66
4.7	แท่งเหล็ก	67
4.8	ตำแหน่งปลายแท่งเหล็กทั้ง 5 จุด	67
4.9	ค่าความยาวของเครื่องมือ	68
4.10	ค่ามุมของเครื่องมือ	68
4.11	หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ	69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	Robot ที่มีจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแล้ว	70
4.13	ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน X	70
4.14	ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน Y	71
4.15	ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน Z	71
4.16	ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละแกน	72
4.17	โมนเมนต์ความเฉื่อยในแกนต่างๆของ Robot	73
4.18	Layout ด้านหน้าระหว่าง Robot และเครื่องปั๊ม	74
4.19	Layout ด้านหลังในส่วนของชุดพลิกหม้อ	75

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปี พ.ศ. 2515 บริษัทชาร์ป ประเทศญี่ปุ่น (SHARP CORPORATION, JAPAN) มีความต้องการที่จะขยายกิจการในประเทศไทย จึงได้มอบหมายให้คุณเชิดชัย สุทธิพงษ์ชัย ซึ่งเคยติดต่อธุรกิจกันมาเป็นเวลานานแล้ว ให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ประเภทเครื่องใช้ในครัวเรือน (HOME APPLIANCE) ภายใต้เครื่องหมายการค้า "ชาร์ป" (SHARP) โดยได้ก่อตั้งบริษัทฯ ขึ้น เมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2515 ภายใต้ชื่อ "บริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด" สำนักงานตั้งอยู่เลขที่ 69-71 ถนนเจริญกรุง กทม. ด้วยเงินทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 2 ล้านบาท

หลังจากที่ได้สั่งสินค้าจากบริษัทชาร์ปญี่ปุ่นเข้ามาจำหน่ายระยะหนึ่ง บริษัทฯ ได้เล็งเห็นว่าหม้อหุงข้าวและพัดลมเป็นสิ่งจำเป็น และตลาดในเมืองไทยมีความต้องการสูง จึงได้คิดที่จะให้มีการผลิตสินค้าเหล่านี้ขึ้นเองภายในประเทศ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมไทยและยังเป็นการช่วยเพิ่มงานภายในประเทศอีกด้วย เมื่อได้รับการยินยอมจากบริษัทชาร์ปญี่ปุ่นแล้ว ได้มีการปรึกษาหารือกันถึงรายละเอียดในเรื่องมาตรฐานคุณภาพสินค้าและอื่นๆ และได้เริ่มก่อตั้งโรงงานผลิตสินค้าภายใต้ชื่อ "ชาร์ป" ขึ้น ในปี พ.ศ. 2517 โดยใช้ชื่อว่า "บริษัท กรุงเทพการไฟฟ้า จำกัด" ตั้งอยู่เลขที่ 537/1 ถนนสาธุประดิษฐ์ ยานนาวา ต่อมา ในปี พ.ศ. 2524 บริษัทฯ ได้ย้ายโรงงานจากถนนสาธุประดิษฐ์ มาสร้างโรงงานใหม่ที่ได้มาตรฐานขึ้นที่เลขที่ 64/1 หมู่ 4 ถนนกิ่งแก้ว ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และใช้ชื่อโรงงานแห่งใหม่นี้ว่า "บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด "

ปัจจุบัน บริษัทฯ ดำเนินการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนภายใต้เครื่องหมายการค้า "SHARP" ตลอดจนรับจ้างผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท "OEM" โดยจัดจำหน่ายในต่างประเทศ การดำเนินงานของบริษัทฯ เป็นไปในรูปแบบของการผลิตโดยใช้วัสดุและชิ้นส่วนตามมาตรฐานสากลและมาตรฐานของระบบงาน ทั้งมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 และมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองทั้งจากในประเทศและต่างปะเทศ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ผลิตภายในประเทศเกือบทั้งสิ้น มีวัสดุเพียงบางส่วนเท่านั้นที่บริษัทฯ ยังคงสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ ก่อนการส่งมอบให้ลูกค้าผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯจะต้องผ่านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพมาตรฐานจากบริษัทชาร์ปญี่ปุ่นก่อนจึงนำออกจำหน่ายผ่าน "บริษัท กรุงไทยการไฟฟ้า จำกัด" ส่วนการบริหารภายในบริษัทฯ นั้น ผู้บริหารตลอดจนพนักงานและวิศวกรล้วนเป็นคนไทยทั้งสิ้น โดยมุ่งประเด็นการบริหารแบบมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและบริหารงาน

ในปัจจุบันระบบการผลิตแบบอัตโนมัติได้มีการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพ และมีราคาที่ผู้ประกอบการผลิตอุตสาหกรรม ขนาดกลางและเล็กสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ แต่การเลือกระบบอัตโนมัติ ไม่ได้พิจารณาเฉพาะต้นทุน คุณภาพ และความสามารถในการผลิต ยังมีปัจจัยเรื่องความยากง่ายในการใช้งาน การซ่อมบำรุง การใช้พลังงาน ตัวบุคลากรผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานมีความคิดที่ซับซ้อนในการตัดสินใจเลือกใช้งาน การพิจารณาที่ราคาต่ำอย่างเดียวจึงกลายเป็นอุปสรรคในการแข่งขันเพราะระบบที่เลือกนั้นอาจไม่เหมาะสมกับงานของผู้ใช้

นอกจากเทคโนโลยีอัตโนมัติแล้วหุ่นยนต์อุตสาหกรรมถือเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ระบบอัตโนมัติเพื่อการผลิต และเป็นหนึ่งในวิธีการเพิ่มความสามารถในการผลิต ซึ่งปัจจุบันผู้ประกอบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมให้ความสนใจในการปรับเปลี่ยนระบบอัตโนมัติเดิม มาเป็นการใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในสายการผลิตซึ่งจากการคาดการณ์ของ IFR (International Federation of Robotics) ยอดขายหุ่นยนต์ทั่วโลกจะเพิ่มขึ้น 6% โดยเฉลี่ยต่อปี จาก ปี พ.ศ.2557 ถึง ปี พ.ศ. 2559 และในปีต่อๆ ไปอย่างต่อเนื่อง และนั่นหมายความว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเริ่มเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในกระบวนการผลิต ดังนั้นหุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรมเป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติอีกรูปแบบหนึ่งที่ถูกออกแบบและสร้างมาเพื่อนำมาใช้ทดแทนคนในกระบวนการผลิตต่างๆ หรือนำมาใช้เพื่อช่วยในกระบวนการผลิตในลักษณะหุ่นยนต์ทำงานร่วมกับคน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของแขนหุ่นยนต์เพื่อนำไปใช้งานในกระบวนการผลิต
2. เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการป้อนแผ่นโลหะแบบอัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์
3. เพื่อลดอุบัติเหตุของคนที่ทำงานกับเครื่องจักร
4. เพื่อเพิ่มยอดการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้จะศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของแขนหุ่นยนต์ เริ่มจากเมื่อซื้อแขนหุ่นยนต์มาขั้นตอนต่อไปต้องทำอย่างไรก่อนจะนำไปใช้งานจริงในกระบวนการป้อนแผ่นโลหะและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อให้ทำงานร่วมกับเครื่องขึ้นรูปโลหะแผ่น

1.4 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์
2. ออกแบบแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม
3. เขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการบนซอฟต์แวร์และนำไปทดสอบ
4. ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมหน้างานโดยใช้แป้นการสอนตำแหน่ง (Teach Pendant)

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	วันเดือน	7 ส.ค.	14 ส.ค.	21 ส.ค.	28 ส.ค.	4 ก.ย.	11 ก.ย.	18 ก.ย.	25 ก.ย.	2 ต.ค.	9 ต.ค.	16 ต.ค.	24 ต.ค.	30 ต.ค.	6 พ.ย.	13 พ.ย.	20 พ.ย.
	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ FD on Desk		■	■														
ศึกษาคู่มือการเชื่อมต่อแขนหุ่นยนต์เข้ากับคอนโทรลเลอร์				■	■												
ศึกษาการตั้งค่าคงที่ต่างๆ ของแขนหุ่นยนต์						■	■	■									
ออกแบบแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม									■								
เขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการ										■	■						
ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม												■	■	■			
จัดทำรายงานสหกิจศึกษา															■	■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

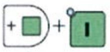
1. ได้ความรู้จากการศึกษาการติดตั้งและปรับตั้งค่าคงที่ต่างๆก่อนนำแขนหุ่นยนต์ไปใช้งาน
2. ได้เรียนรู้ระบบการทำงานในส่วนงานกระบวนการผลิต
3. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของกระบวนการได้
4. เครื่องจักรดำเนินการไปแบบอัตโนมัติ
5. ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการดำเนินงาน
6. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและเพิ่มยอดการผลิต
7. ลดอุบัติเหตุของคนที่ทำงานกับเครื่องจักร

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการปรับตั้งค่าและแก้ไขค่าคงที่ต่างๆ ของแขนหุ่นยนต์ ก่อนจะนำไปใช้งานจริง เนื่องจากเมื่อซื้อแขนหุ่นยนต์มาแล้วยังไม่สามารถใช้งานได้ในทันทีต้องมีการปรับค่าต่างๆ ก่อนเพื่อให้เข้ากับการใช้งานและอุปกรณ์เซนเซอร์ชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อส่งสัญญาณร่วมกับการควบคุมกระบวนการ

2.1 การแก้ไขและรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์

1. เลือก Teach Mode (โหมด Manual)

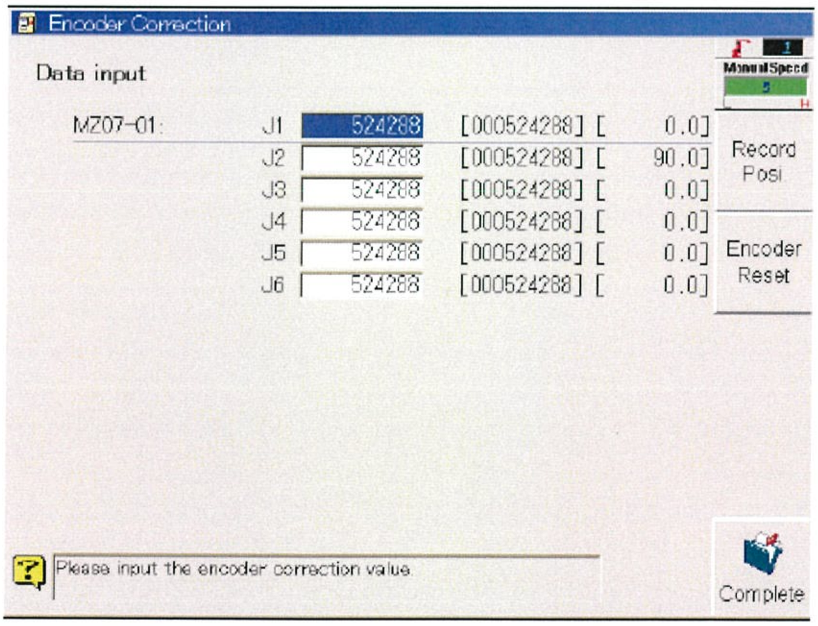
2. จ่ายไฟให้กับเซอร์โว  เพื่อให้ทำงาน

3. เพื่อให้เห็นถึงการทำงานที่เหมือนกับแกนหุ่นยนต์เป็นแนวเส้นตรงด้วยตำแหน่งอ้างอิง

การวางตำแหน่งของ Robot ตามตำแหน่งอ้างอิงเรียกว่า “Reference pose” ในกรณีของ Robot รุ่น MZ07 จะเป็นไปตามรูปที่ 2.6

สำหรับรายละเอียดของ Reference pose จะอยู่ในคู่มือคำสั่ง “MAINPULATOR MANUAL” ในอีกส่วนของ Robot

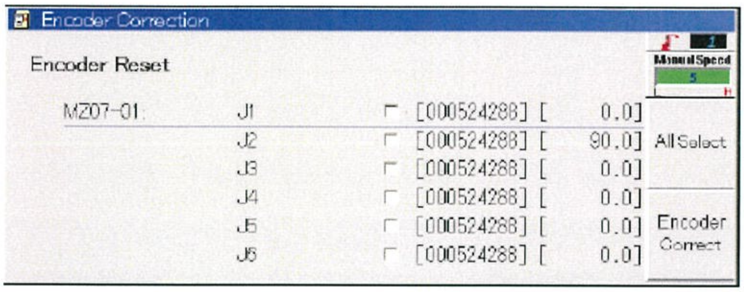
4. เปิด Constant Setting -> Machine Constants -> Encoder Correction การดำเนินการแก้ไขและรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์จะมีอธิบายในหน้าถัดไป หน้าต่างจะแสดงเมนูการแก้ไขและ รีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์สามารถทำการแก้ไขและรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์ได้ในหน้านี้ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Data Input

2.1.1 ขั้นตอนการรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์

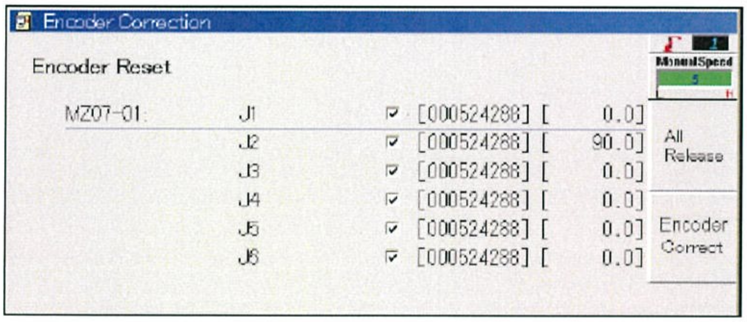
1. กด f9 หรือปุ่ม Encoder Reset เพื่อรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Encoder Reset

2. ถ้าต้องการรีเซตเฉพาะแกนใดแกนหนึ่งสำหรับการรับช่วงต่อของ มอเตอร์, ระยะทาง ให้กด ENABLE พร้อมกับเลข 1 เครื่องหมายถูก จะปรากฏขึ้นเมื่อต้องการยกเลิกการเลือกแกนกด ENABLE พร้อมกับเลข 2

3. ถ้าต้องการรีเซตทุกแกนในครั้งเดียวให้กด f8 หรือปุ่ม All Select แกนทั้งหมดจะถูกเลือกและมีเครื่องหมายถูกปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.3

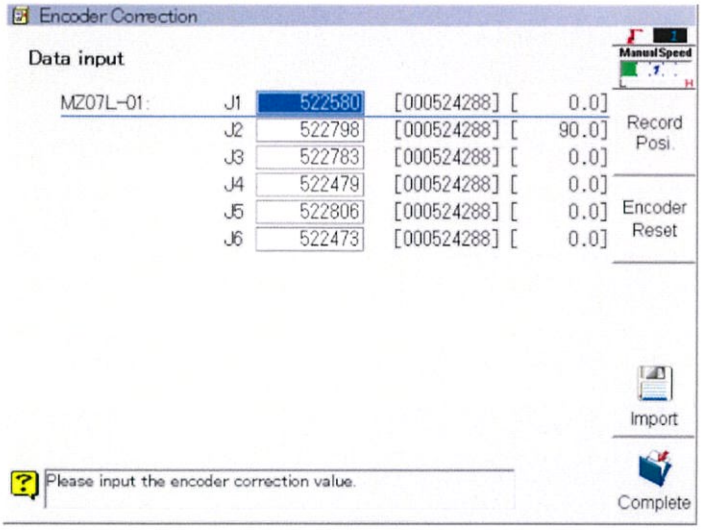


รูปที่ 2.3 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Encoder Reset ที่เลือกทุกแกน

4. เมื่อแกนที่ต้องการรีเซตถูกเลือก ให้กด f12 หรือปุ่ม Execute ถ้าหากแกนของ Robot ไม่ถูกติดตั้งเบรก ให้กด f12 หรือปุ่ม Execute ระหว่างที่เซอร์โวกำลังทำงานอยู่ (ถ้าแกนทั้งหมดของ Robot ไม่ถูกติดตั้งเบรกการดำเนินการจะแสดงในลักษณะที่เซอร์โวหยุดทำงาน) เมื่อการรีเซตสำเร็จแล้วจะมีข้อความแสดงผลลัพธ์ปรากฏขึ้น

2.1.2 ขั้นตอนการแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์

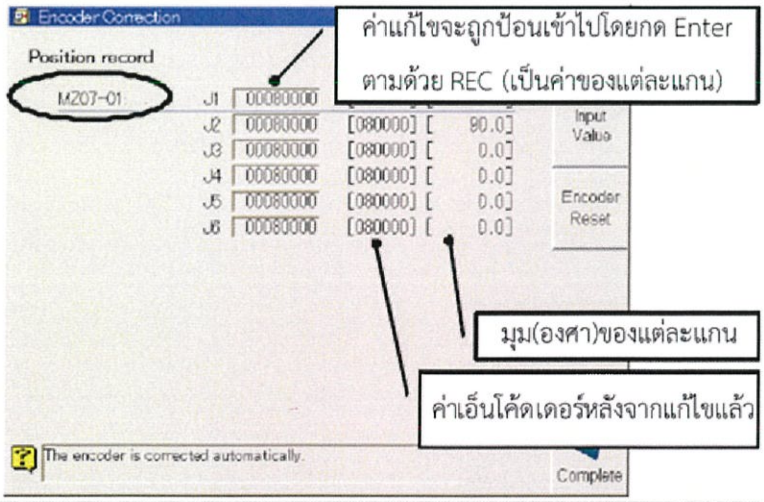
1. เมื่อรีเซตค่าเอ็นโค้ดเดอร์เสร็จแล้ว ต่อไปจะเป็นการแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์เริ่มจากกด f9 หรือกดปุ่ม Encoder Correct จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.4



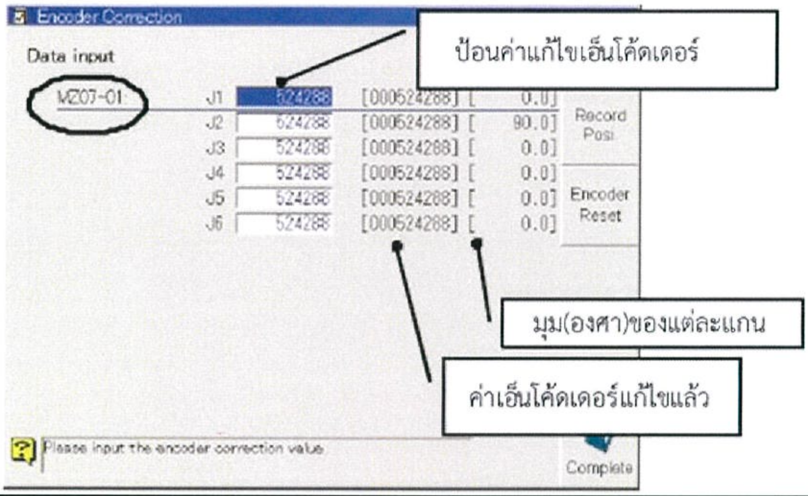
รูปที่ 2.4 หน้าต่าง Encoder Correction ในส่วน Data Input ใช้แก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์

2. ทั้ง “Data Input” และ “Position Record” สามารถใช้วิธีการแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์ได้

ตารางที่ 2.1 วิธีการแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์ด้วยวิธี Data Input และ Position Record

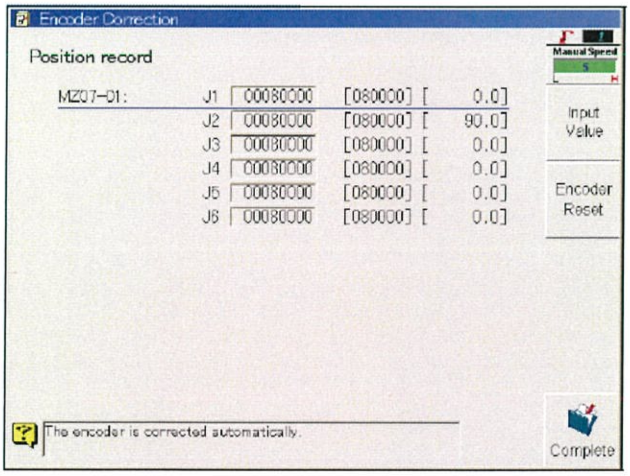
<table>
<tr><th>วิธีการแก้ไข</th><th>รายละเอียด</th></tr>
<tr><td>Position Record</td><td>ในหน้าจอนี้ตำแหน่งเชิงกลจะถูกพิจารณาไปยังตำแหน่งอ้างอิงตามแนวแกน เมื่อปุ่ม Enter และ REC ถูกกดและเมื่อค่าแก้ไขของเอ็นโค้ดเดอร์ถูกคำนวณและตั้งค่าแล้ว


</td></tr>
</table>

Data Input	ใช้วิธีการนี้เมื่อรู้ค่าแก้ของ เอ็นโค้ดเดอร์แล้ว ค่าแก้ของ เอ็นโค้ดเดอร์ คือค่า เอ็นโค้ดเดอร์หลักที่มีเงื่อนไขภายในคอนโทรลเลอร์ เมื่อ Robot ถูกขนส่งมาจากโรงงาน ดังนั้นในกรณีนี้จะตั้งค่าได้หลังจากการขนส่งเป็นไปตามนี้ - เมื่อแบตเตอรี่ของเอ็นโค้ดเดอร์ถูกเปลี่ยน - หลังจากหน่วยความจำของคอนโทรลเลอร์ถูกฟอร์แมต เมื่อค่าเหล่านี้กลายเป็นอินพุตมันจะถูกยอมรับจาก Robot ในตำแหน่งและการวางต่างๆ 

3. วิธี Position Record สามารถทำได้ดังนี้

กด f8 หรือปุ่ม Record Position จะมีหน้าต่าง Encoder Correction ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ปรากฏขึ้น



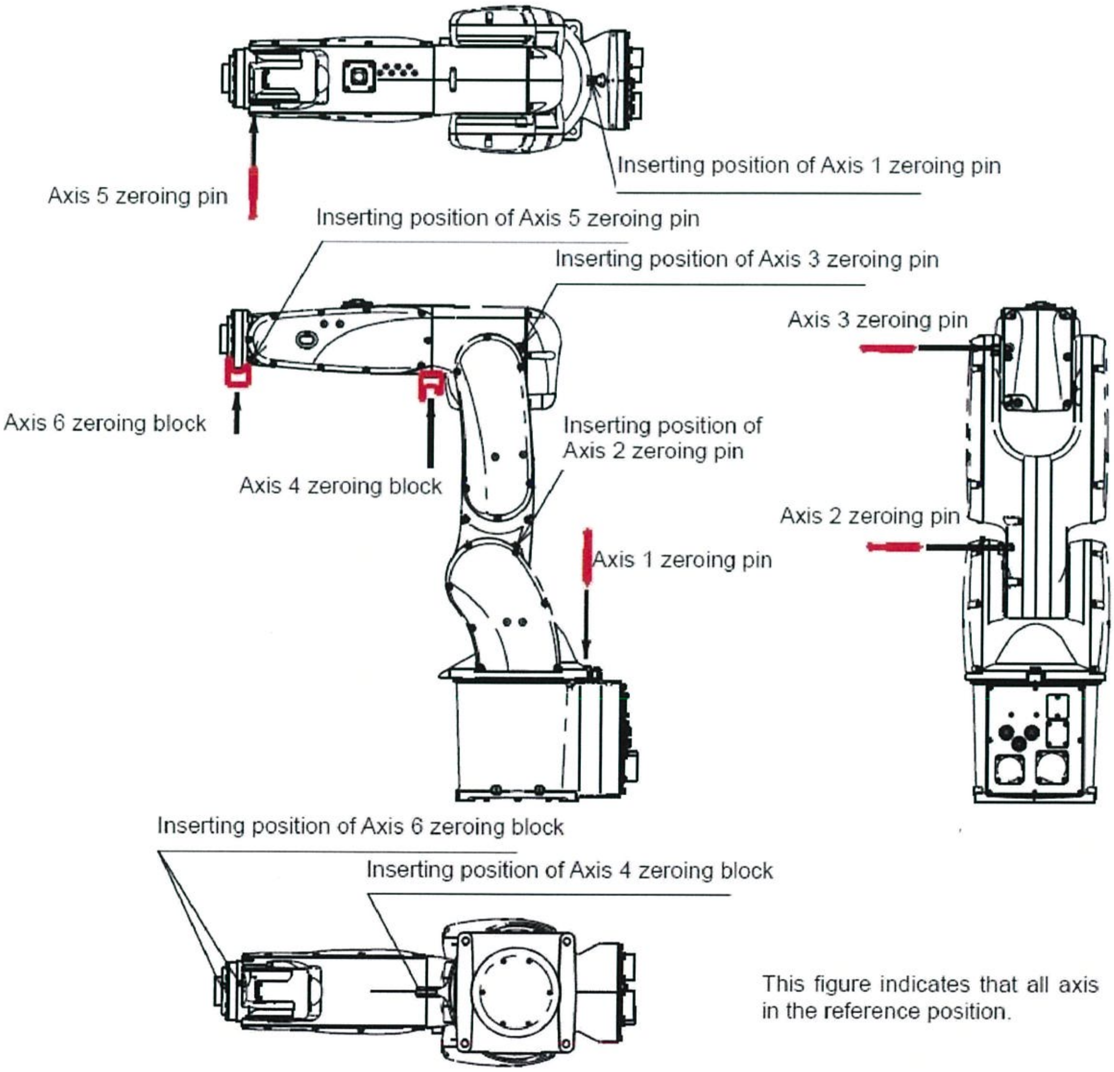
รูปที่ 2.5 หน้าต่าง Encoder Correction ใช้แก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์ด้วยวิธี Position Record

4. หลังจากยืนยันแล้วว่าแกนถูกจัดเรียงไปยังตำแหน่งอ้างอิง ให้เลื่อน Cursor ไปที่แกนเอ็นโค้ดเดอร์ที่ต้องการแก้ไขแล้วกด Enter ตามด้วย REC

ถ้าแกนของ Robot ไม่ถูกติดตั้งเบรก ให้กด Enter และ REC ระหว่างที่เซอร์โวกำลังทำงานอยู่ (ENABLE SWITCH) (ถ้าแกนทั้งหมดไม่ถูกติดตั้งเบรกการดำเนินการจะแสดงในลักษณะที่เซอร์โวหยุดทำงาน)

* การแก้ไขค่าเอ็นโค้ดเดอร์ไม่สามารถดำเนินการพร้อมกันทุกแกนได้ ดังนั้นต้องทำทีละแกน

5. ในตอนนี้ ค่าแก้ไขของเอ็นโค้ดเดอร์จะยังไม่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำถ้าต้องการจะบันทึกค่าไว้ ก่อนอื่นต้องหยุดจ่ายไฟให้กับมอเตอร์โดยการกดปุ่ม EMERGENCY STOP จากนั้นกด f12 หรือปุ่ม Complete

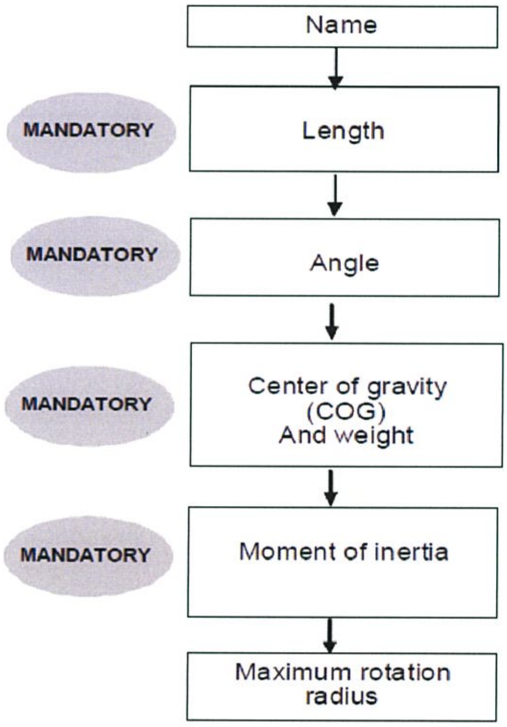


รูปที่ 2.6 การวางท่าเพื่อแทรกค่า Zero pin ของรุ่น MZ07

2.2 การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ

การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ หมายถึง การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ความยาว, มุม , จุดศูนย์ถ่วง, น้ำหนักและโมเมนต์ความเฉื่อยของการติดตั้งเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 2.7 พารามิเตอร์เหล่านี้เป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้แน่ใจว่าการดำเนินการมีความแม่นยำเป็นเชิงเส้นและมีการควบคุมอัตราการเร่ง/การลดความเร็วที่เหมาะสม ก่อนที่จะทำการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ควรอ่านคู่มือคำสั่งให้ละเอียดถี่ถ้วนและทำตามทุกๆขั้นตอนไม่ให้ตกหล่น

การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือสามารถตั้งได้ถึง 32 ตัวและสมารถเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอนโทรลเลอร์ได้ ถ้าต้องการใช้งานเครื่องมือมากกว่าที่กำหนดไว้ต้องไปตั้งค่าเครื่องมือทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.7 แสดงค่าคงที่ของเครื่องมือ

1. สามารถตั้งชื่อให้เครื่องมือแต่ละชิ้นได้ ชื่อควรประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ ไม่เกิน 16 ตัว (ไม่สามารถใช้อักษรญี่ปุ่นได้)

2. เป็นค่าคงที่ของความยาวไปจนถึงจุดปลายสุดของเครื่องมือใน TCP ระบบพิกัด (ประกอบไปด้วย X, Y และ Z ของปลายเครื่องมือ) มันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้แน่ใจว่าการเคลื่อนที่มีความแม่นยำเป็นเชิงเส้น เมื่อฟังก์ชันการตั้งค่าความยาวของเครื่องมือแบบอัตโนมัติถูกใช้ ความยาวของเครื่องมือจะถูกตรวจสอบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม

3. เป็นค่าคงที่เพื่อตั้งค่าความเอียงของจุดปลายสุดของเครื่องมือใน TCP ระบบพิกัดประกอบไปด้วยแกน X, Y, Z แบบหมุน ณ จุดๆ นี้สามารถพิสูจน์ได้ว่าการสอนตำแหน่งเป็นประโยชน์เมื่อเครื่องมือสามารถดำเนินการได้ ด้วยมือโดยตรงเมื่อฟังก์ชันการตั้งค่ามุมแบบง่ายถูกนำมาใช้ก็จะสามารถตั้งค่ามุมได้อย่างง่าย

4. เป็นค่าคงที่เพื่อติดตั้งจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องมือ (COG) ใน TCP ระบบพิกัดและน้ำหนักของตัวมันเอง มันจำเป็นที่ต้องทำให้แน่ใจว่าสามารถควบคุมอัตราการเร่ง / การลดความเร็วที่เหมาะสมได้ จะใช้ฟังก์ชันอัตโนมัติในการตั้งค่าคงที่จุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ

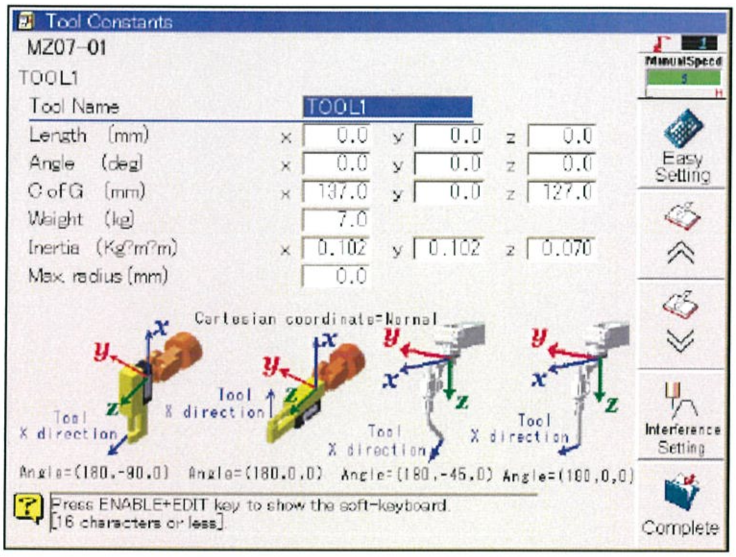
5. เป็นค่าคงที่ที่ใช้ตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบๆ จุดศูนย์ถ่วงใน TCP ระบบพิกัดประกอบด้วย X, Y, Z จะต้องตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยให้มีค่ามากกว่าค่าที่ยอมรับได้ เมื่อฟังก์ชันการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยแบบง่ายถูกนำมาใช้จะตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยได้ง่าย โดยกำหนดจากรูปร่างของเครื่องมือ

6. เป็นค่าคงที่สูงสุด, รัศมีของเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบขอบข่ายและอื่นๆ ของเครื่องมือ

2.2.1 ขั้นตอนการดำเนินการสำหรับตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ

1. เลือก Teach Mode (โหมด manual)

2. เลือก Constant Setting -> Machine Constants -> Tool Constants หน้าต่างจะปรากฏออกมาดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หน้าต่าง Tool Constants สำหรับตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ

3. เลื่อน Cursor ไปจุดที่ต้องการ ป้อนหมายเลขแล้วกด Enter

4. ถ้าจะเปลี่ยนเลขเครื่องมือ กดปุ่ม Page up หรือ down

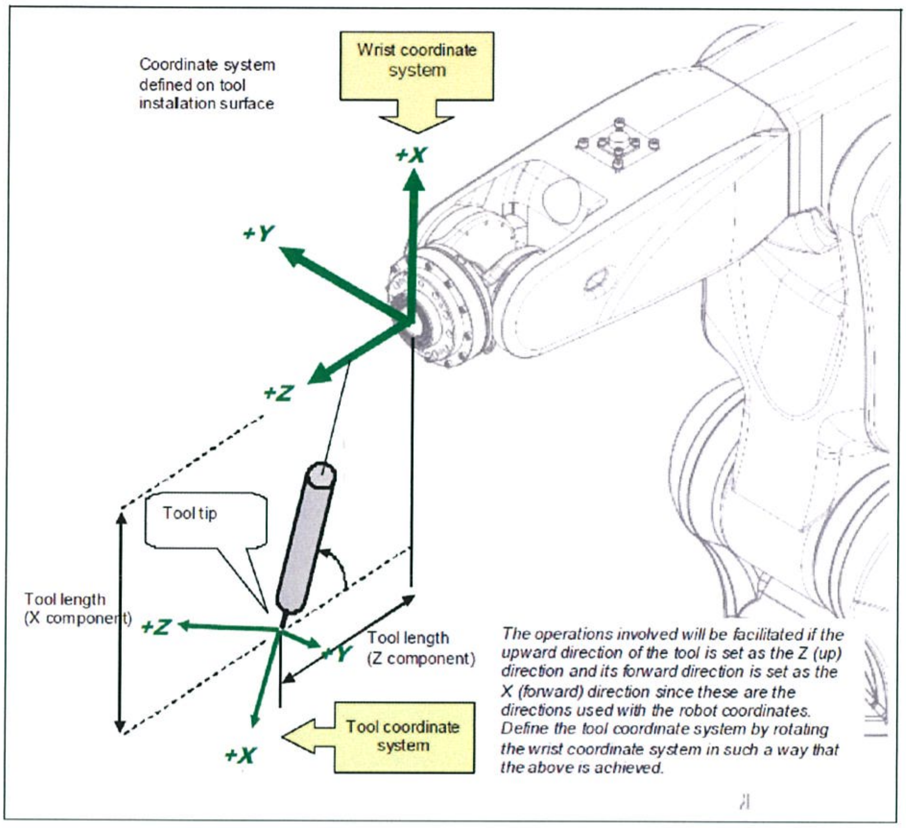
5. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Complete การตั้งค่าจะถูกไว้ในไฟล์ จากนั้นก็กลับไปที่หน้าเมนู Machine Constant

2.2.2 ชื่อเครื่องมือ

ด้วยการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือจำนวนมาก จะสามารถเข้าถึงพารามิเตอร์ได้มากยิ่งขึ้น ถ้าชื่อหรือรุ่น, ระยะ ได้มีการบันทึกเก็บค่าไว้ตั้งแต่แรก

มันไม่จำเป็นที่จะต้องตั้งชื่อเครื่องมือ ถ้ามีชื่อเดิมของมันอยู่แล้วก็สามารถใช้ชื่อเก่าได้เลยชื่อเครื่องมือจะไม่ปรากฏอยู่บนหน้าจอแต่จะเป็นตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ ที่มีจำนวนไม่เกิน 16 ตัว

2.2.3 ความยาวเครื่องมือ



รูปที่ 2.9 ภาพประกอบของความยาวและมุมของเครื่องมือ

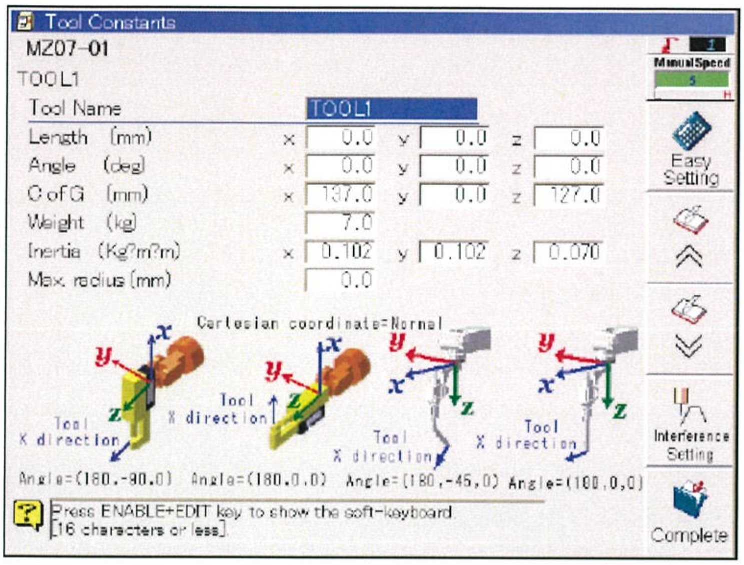
ความยาวเครื่องมือในพิกัด X, Y และ Z ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เป็นส่วนประกอบของจุดปลายสุดของเครื่องมือในระบบพิกัดข้อต่อ ความเอียงของปลายข้อต่อในระบบพิกัดเหมือนกับมุมในการหมุนรอบแกน X, Y, Z ระบบพิกัดจะถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์ที่เรียกว่า พิกัดเครื่องมือ ในระบบพิกัดข้อต่อจุดศูนย์กลางของผิวสัมผัสของเครื่องมือจะถูกตั้งค่าไว้ที่ Zero point การวัดความยาวของเครื่องมือจะสอดคล้องกับค่าที่ให้ไว้และป้อนค่าเข้าไป

อย่างไรก็ตามถ้าไม่รู้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือค่าแก้ของความแม่นยำของเครื่องมือจะสามารถดำเนินการได้โดยการจัดการวัสดุ เช่น ใช้วิธีวัดความยาวของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ ซึ่งการตั้งค่าของความยาวอัตโนมัติจะอธิบายอย่างละเอียดในหน้าถัดไป

2.2.3.1 การตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ (แบบป้อนค่าตัวเลข)
ถ้ารู้พิกัดพื้นฐานของระบบพิกัดข้อต่อแล้ว ป้อนค่าตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เลือก Teach Mode (โหมด manual)

2. เลือก Constant Setting -> Machine Constants -> Tool Constants หน้าต่างจะปรากฏออกมาดังแสดงในรูปที่ 2.10

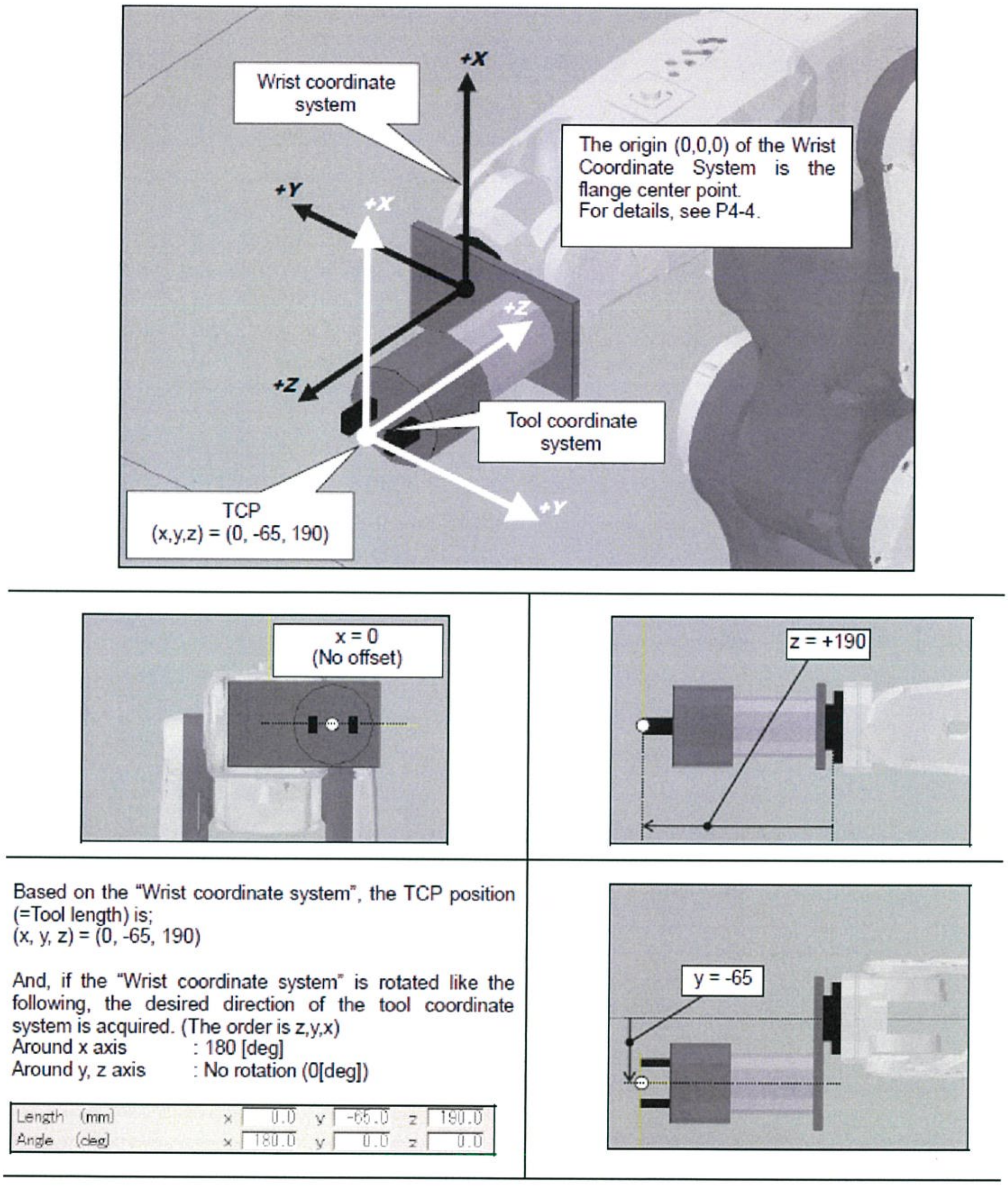


รูปที่ 2.10 หน้าต่าง Tool Constants ในการตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ (แบบป้อนค่าตัวเลข)

3. ป้อนตำแหน่งพื้นฐานบนระบบพิกัดข้อต่อ ป้อนค่า X, Y, Z ดังแสดงในรูปที่ 2.11

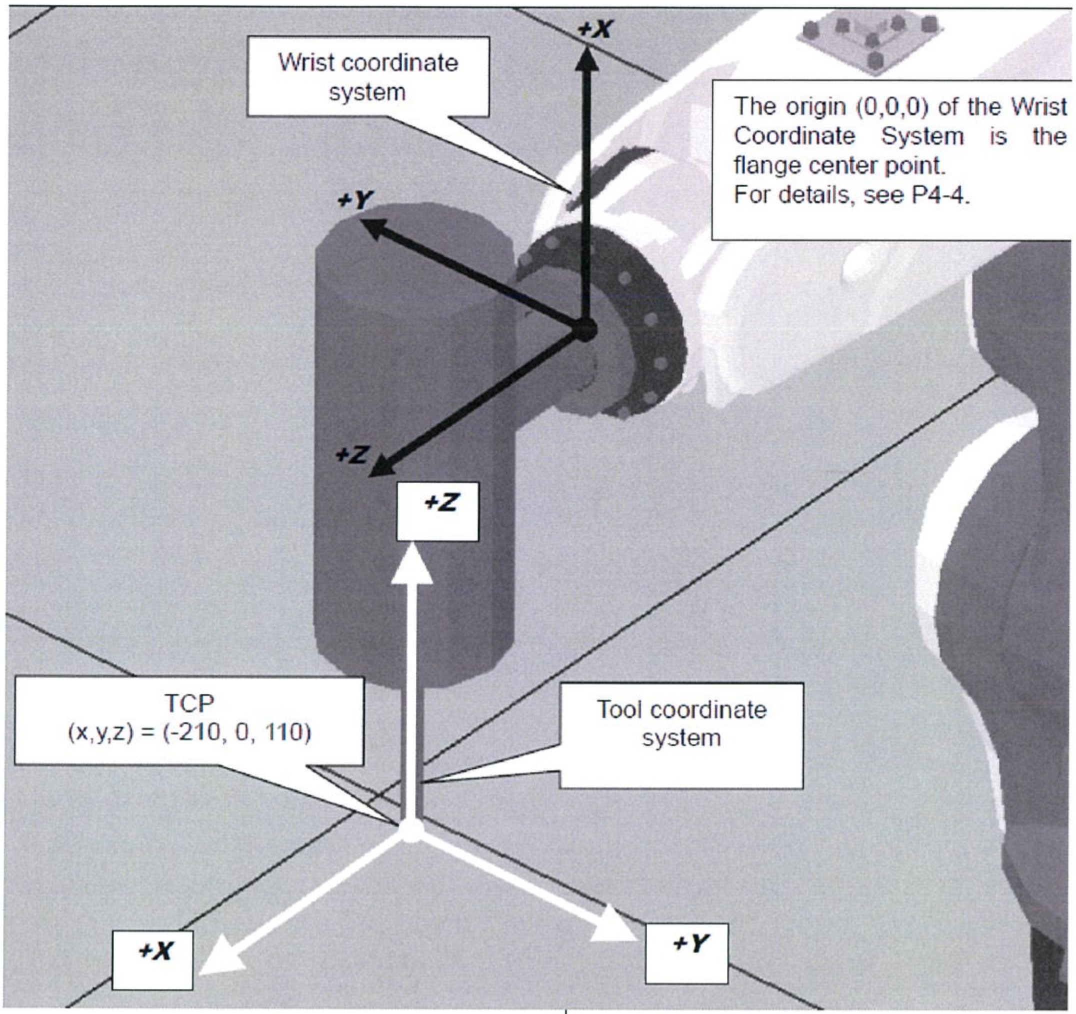
รูปที่ 2.11 การป้อนตำแหน่งพื้นฐานบนระบบพิกัดข้อต่อ

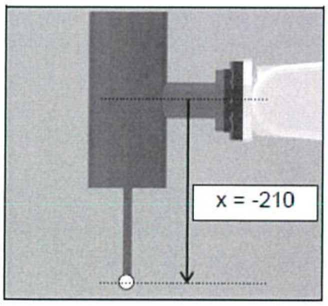
4. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Complete การตั้งค่าจะถูกเก็บไว้ในไฟล์

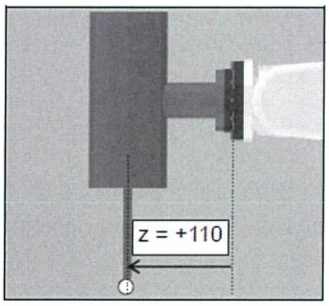


รูปที่ 2.12 แสดงการหาจุดศูนย์กลางของ Gripper โดยวิธี TCP (Tool Center Point)

จุดกำเนิด (0, 0, 0) ของระบบพิกัดข้อต่อเป็นจุดศูนย์กลางของ Flange พื้นฐานในระบบข้อต่อที่ตำแหน่ง TCP จะมีค่าเท่ากับความยาวของเครื่องมือเป็น (x, y, z) = (0, -65, 190) และถ้าระบบข้อต่อหมุนตาม (z, y, x) จะสามารถหมุนรอบแกน x ได้ 180 องศา ส่วนแกน y และ z จะไม่หมุนหรือเป็น 0 องศาดังแสดงในรูปที่ 2.12





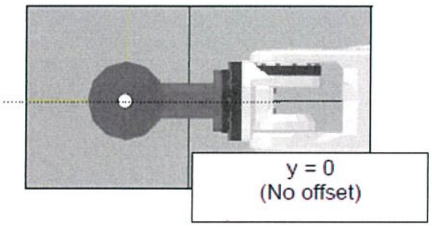


Based on the "Wrist coordinate system", the TCP position (=Tool length) is;
(x, y, z) = (-210, 0, 110)

And, if the "Wrist coordinate system" is rotated like the following, the desired direction of the tool coordinate system is acquired. (The order is z,y,x)

X axis : 180[deg]
Y axis : -90[deg]
Z axis : No rotation (0[deg])

Length (mm)	x	-210.0	y	0.0	z	110.0
Angle (deg)	x	180.0	y	-90.0	z	0.0



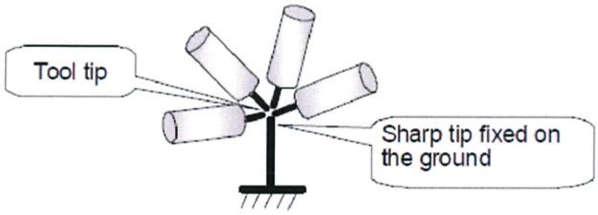
รูปที่ 2.13 แสดงการหาจุดศูนย์กลางของเครื่องมือโดยวิธี TCP (Tool Center Point)

จุดกำเนิด (0, 0, 0) ของระบบพิกัดข้อต่อเป็นจุดศูนย์กลางของ Flange พื้นฐานในระบบข้อต่อที่ตำแหน่ง TCP จะมีค่าเท่ากับความยาวของเครื่องมือเป็น (x, y, z) = (-210, 0, 110) และถ้าระบบข้อต่อหมุนตาม (z, y, x) จะสามารถหมุนรอบแกน x ได้ 180 องศา แกน y ได้ -90 องศา และ z จะไม่หมุนหรือเป็น 0 องศาดังแสดงในรูปที่ 2.13

2.2.3.2 การตั้งค่าความยาวเครื่องมือแบบอัตโนมัติ

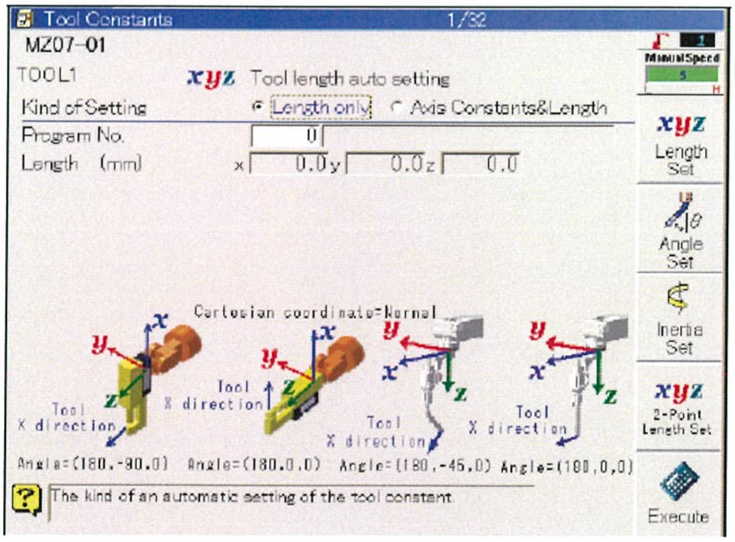
แม้ว่าโปรแกรม 1 โปรแกรมจะถูกปรับแก้ เพื่อการคำนวณความยาวของเครื่องมือ แต่ความยาวของเครื่องมือก็สามารถปรับได้อัตโนมัติและไม่จำเป็นที่มุมจะถูกตั้งค่าแล้ว หรือไม่ตั้งค่าก็สามารถทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ได้

1. ขั้นแรกต้องเตรียมโปรแกรม 1 โปรแกรมและทำการปรับแก้ step ในโปรแกรมที่เตรียมขึ้นมาปรับแก้จุดปลายของเครื่องมือให้มีเป้าหมายในการวางตามรูปร่างของจุดปลายเครื่องมือและมี step อย่างน้อย 10 step ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ทำให้แน่ใจว่าการวางตำแหน่งของแขนหุ่นยนต์สามารถเปลี่ยน step ได้อย่างมีนัยสำคัญและแม่นยำ



รูปที่ 2.14 การปรับแก้จุดปลายของเครื่องมือ

2. บนหน้าจอ Tool Constants กดปุ่ม Easy Setting ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 หน้าต่าง Tool Constants

3. ถ้ามีหน้าต่างอื่นปรากฏขึ้นให้กด Length Set

4. ดูที่ Kind of Setting แล้วเลือก Axis Constants & Length หรือ Length only โดยใช้ปุ่ม Enable และ ลูกศรซ้าย/ขวา ปกติแล้วจะเลือกใช้ Length only และจะใช้ Axis Constants & Length ก็ต่อเมื่อต้องการความยาวที่ละเอียดมากๆ ในกรณีนี้ค่าคงที่ของแกน J2, J3, J4 และ J5 จะถูกแก้ไขอัตโนมัติ

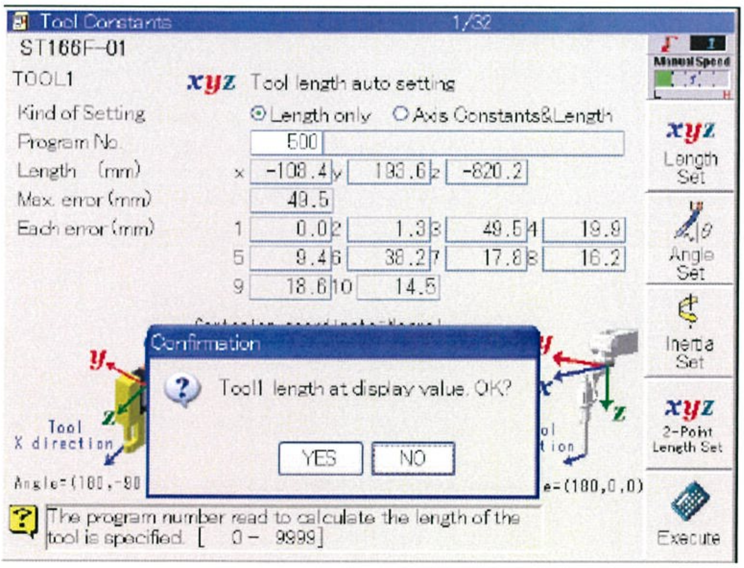
5. เลื่อน Cursor ไปที่ Program No. แล้วใส่ตัวเลขลงไปหลังจากนั้นก็ กด Enter

6. กด Execute

7. ความยาวของเครื่องมือจะถูกคำนวณและผลลัพธ์ก็จะปรากฏออกมาดังแสดงในรูปที่ 2.16 หลังจากนั้นให้กด YES แล้วกด Enter ข้อมูลจะ Update แต่ยังไม่ถูกเก็บไว้ในไฟล์

8. เมื่อทำการตั้งแค่เสร็จแล้วให้กด Complete การตั้งค่าทั้งหมดก็จะถูกเก็บไว้ในไฟล์หลังจากนั้นก็กลับไปหน้าเมนู Machine Constant

9. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วทำการตรวจสอบอีกที ออกจากเมนู Constant แล้วกลับไปที่โปรแกรมหลัก

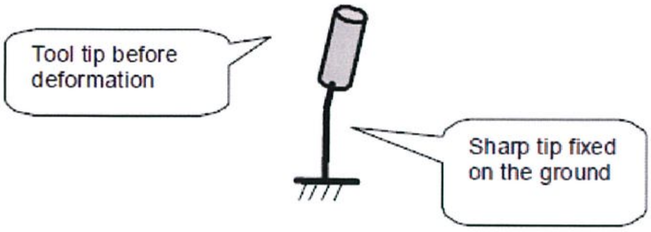


รูปที่ 2.16 Dialog Box ยืนยันการปรับเปลี่ยนค่าความยาวเครื่องมือ

2.2.3.3 การตั้งค่าความยาวเครื่องมือแบบอัตโนมัติ (แบบ 2-point)

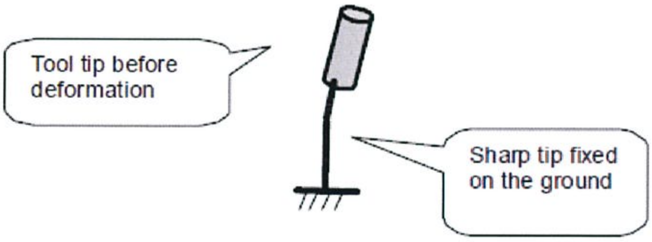
เพื่อที่จะตั้งค่าความยาวใหม่ที่รูปร่างของเครื่องมือผิดปกติเราจะใช้วิธีการแบบ 2-point ในกรณีนี้ถ้าไฟฉายถูกรบกวนขณะทำงานหรือถูกเปลี่ยนเป็นอีกอันเราสามารถมั่นใจได้ว่าค่าทั้งหมดจะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าใช้วิธีการแบบ 2-point การใช้ฟังก์ชันนี้ความยาวของเครื่องมือที่มีความผิดปกติจะถูกคำนวณอัตโนมัติ ในขั้น Advance ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับแก้โปรแกรมก่อนและหลังจากคำนวณค่าความยาวที่ผิดปกติ

1. ขั้นแรกต้องปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือก่อนที่จะเกิดความผิดปกติ ปรับแก้โปรแกรมให้เสร็จ 1 step ที่แนบมากับจุดปลายของเครื่องมือที่เป็นเป้าหมาย เพื่อให้รูปร่างตอนจบอยู่กับพื้นที่คงที่ดังแสดงในรูปที่ 2.17



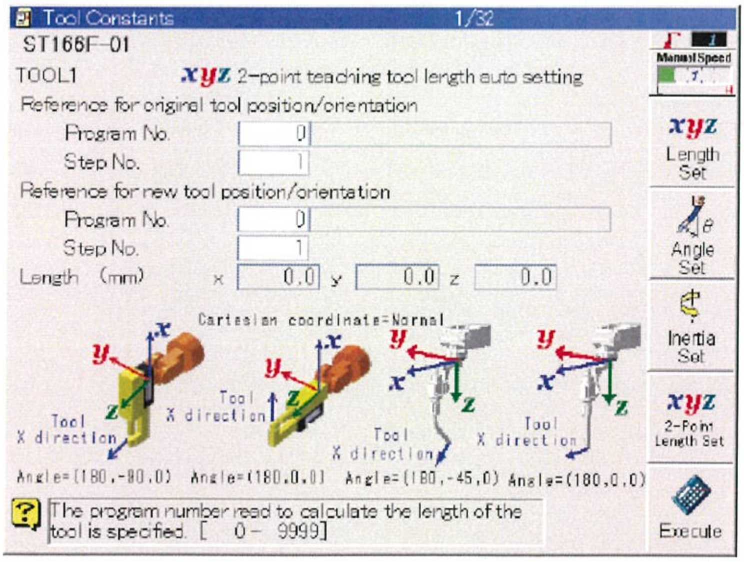
รูปที่ 2.17 ปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือก่อนที่จะเกิดความผิดปกติ

2. ต่อไปปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือหลังจากเกิดความผิดปกติแล้ว ปรับแก้โปรแกรมให้เสร็จ 1 step ที่แนบมากับจุดปลายของเครื่องมือที่เป็นเป้าหมาย เพื่อให้รูปร่างตอนจบอยู่กับพื้นที่คงที่ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ปรับแก้โปรแกรมด้วยเครื่องมือหลังจากเกิดความผิดปกติแล้ว

3. ในหน้า Tool Constants กด Easy setting การตั้งความยาวแบบ 2-point จะแสดงอยู่ในหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 หน้าต่าง Tool Constants การตั้งความยาวแบบ 2-point

4. ถ้ามีหน้าจออื่นแสดงขึ้นมาให้กด 2-Point Length Set

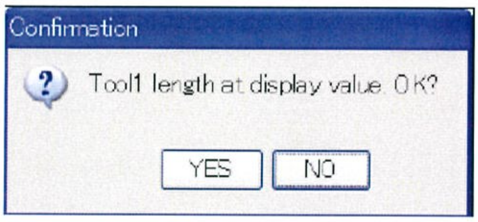
5. เลื่อน Cursor ไปที่ Reference point ก่อนการแปลงและป้อนหมายเลขโปรแกรมลงไปแล้วกด Enter (สมมติว่าเลือกหมายเลข 1)

6. เลื่อน cursor ไปที่ Reference point ก่อนการแปลงและป้อนหมายเลข step ลงไปแล้วกด Enter (สมมติว่าเลือกหมายเลข 1)

7. ป้อนหมายเลขโปรแกรมในขั้นตอนที่ 2 และหมายเลข step ในแบบเดียวกับขั้นที่ 5 และ 6 ของโปรแกรม Reference point หลังจากการแปลง

8. กด Execute

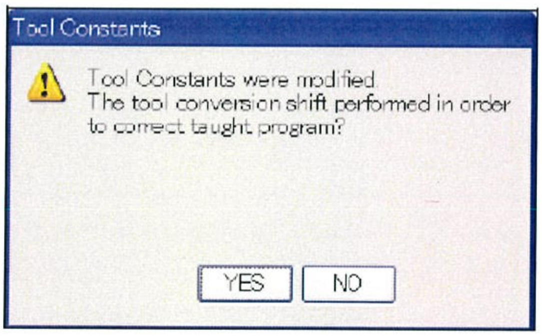
9. ความยาวของเครื่องมือจะถูกคำนวณและหลังจากนั้นผลลัพธ์ก็จะปรากฏ ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ถ้าถูกต้องแล้วให้เลือก YES แล้วกด Enter



รูปที่ 2.20 Dialog Box ยืนยันการคำนวณผลลัพธ์ความยาวของเครื่องมือ

10. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วให้กด Complete การตั้งค่าทั้งหมดก็จะถูกเก็บไว้ในไฟล์ หลังจากนั้นก็กลับไปหน้าเมนู Machine Constant

11. เมื่อค่าคงที่ของเครื่องมือถูกเปลี่ยนจะมีหน้าต่าง pop-up แสดงขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 Dialog Box แสดงการ Modify ของค่าคงที่ของเครื่องมือ

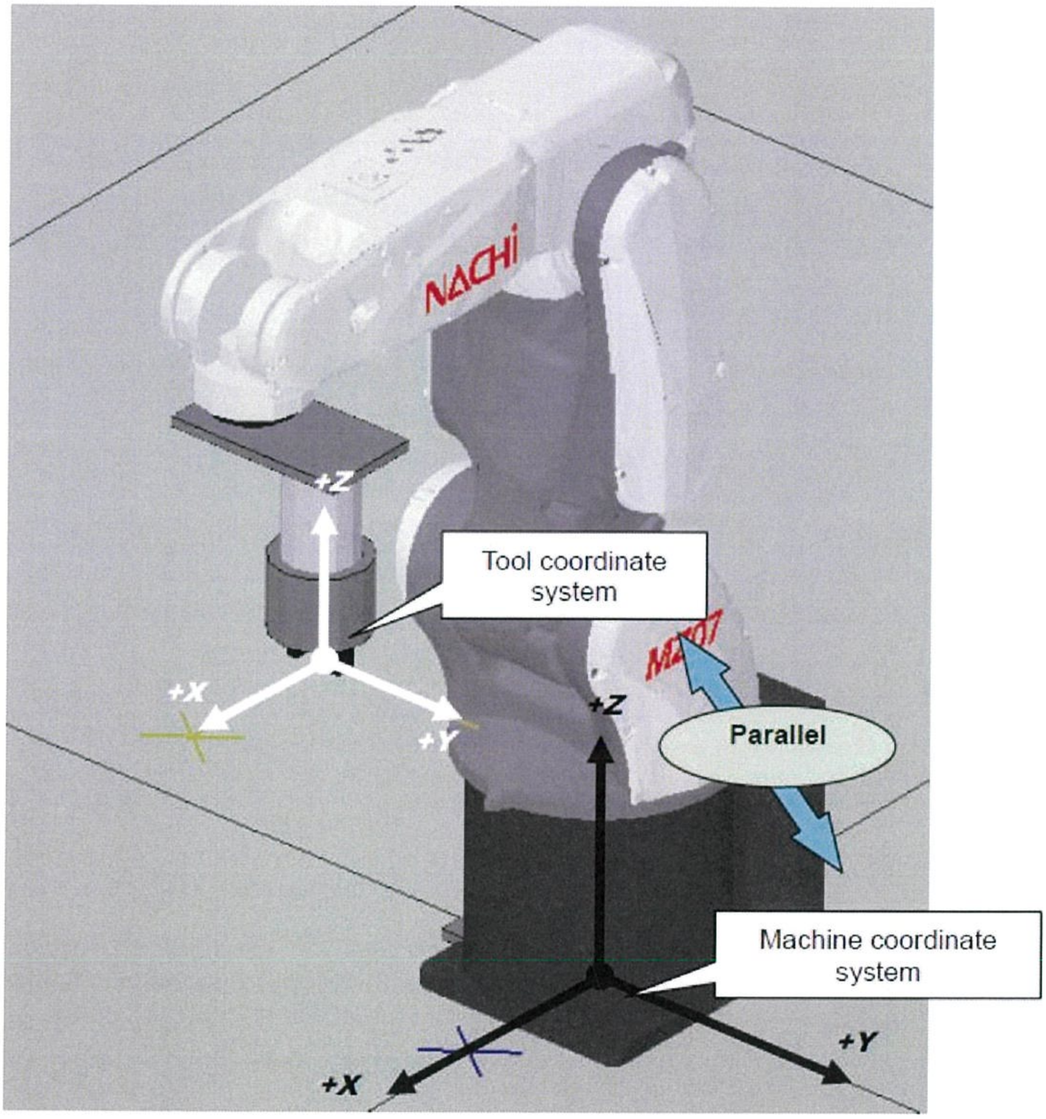
2.2.4 มุมของเครื่องมือ

การดำเนินการที่เกี่ยวข้องจะสะดวกขึ้นถ้าตั้งค่าเครื่องมือให้ Z เป็นทิศขึ้น และให้ X เป็นทิศไปข้างหน้า เมื่อค่าเหล่านี้เป็นทิศทางที่ใช้ในพิกัดหุ่นยนต์ มุมของเครื่องมือจะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายให้กับพิกัดเครื่องมือ มุมของเครื่องมือจะถูกอ้างอิงโดยการดำเนินการเรื่องทิศทางด้วยวิธี manual ที่ถูกแสดงด้วยพิกัดของเครื่องมือและ Service: Program Conversion: XYZ shift เพียงอย่างเดียว เมื่อมันยากที่จะวัดมุมของเครื่องมือวิธีการตั้งค่ามุมอย่างง่ายจึงถูกคิดค้นขึ้น ซึ่งสามารถทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ในหน้า Tool Constants กด Easy Setting หน้าต่าง Tool Angle Simple Setting จะปรากฏขึ้น

2. ถ้ามีหน้าจออื่นแสดงขึ้นมาให้กด Angle Set

3. ในภาพตัวอย่างที่ 2.22 จะเห็นได้ชัดว่าการจัดทิศทางให้ตรงกับเครื่องมือด้วยทิศทาง Z (ขึ้น) ของ Robot และทิศทางไปข้างหน้าด้วยทิศทาง X (ไปข้างหน้า) ของหุ่นยนต์



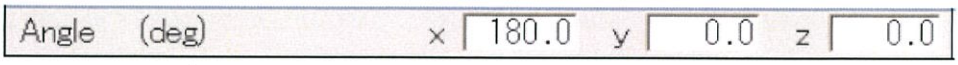
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างทิศขึ้นและไปข้างหน้าของเครื่องมือ

4. กด Execute

5. มุมของเครื่องมือจะถูกคำนวณจากการจัดวางและจะแสดงผลลัพธ์ออกมาดังแสดงในรูปที่ 2.23 ในตอนนี้มุมในการหมุนจะถูกคำนวณแล้ว ดังนั้นเครื่องมือในทิศขึ้นของระบบพิกัดเครื่องมือจะตั้งค่าให้ Z เป็นทิศขึ้น และ X เป็นทิศไปข้างหน้า ถ้าใช้ได้แล้วให้เลือก YES ในหน้าต่าง pop-up แล้วกด Enter

6. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วให้กด Complete การตั้งค่าทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ หลังจากนั้นก็กลับไปหน้าเมนู Machine Constant

7. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วทำการตรวจสอบอีกที ออกจากเมนู Constant แล้วกลับไปที่ Teach mode



รูปที่ 2.23 มุมของเครื่องมือที่ถูกป้อน

2.2.5 จุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ

น้ำหนักของเครื่องมือไม่สามารถตั้งค่าได้ใน Tool Constant เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความเสียหายกับเครื่องจักรที่ได้รับผลกระทบจากน้ำหนักที่แตกต่างระหว่างค่าที่แท้จริงและค่าที่ตั้งผิดพลาดในโรงงานค่าน้ำหนักของสายพานจะถูกตั้งไว้ ดังนั้นคอนโทรลเลอร์สามารถคำนวณค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.2.5.1 การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ

การเดินเครื่องหุ่นยนต์ ตามรูปแบบที่กำหนดไว้จะคำนวณการสร้างแรงบิดจากเวลาในการใช้งานปัจจุบันและใช้ค่าที่วัดได้มาเป็นพื้นฐานในการคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือผู้ใช้สามารถตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) เริ่มแรกให้สร้างโปรแกรมสำหรับวัดจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ

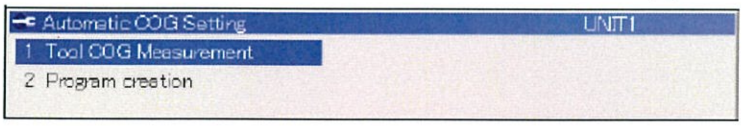
1. เลือก Teach mode (โหมด Manual)

2. กด Service Utilities เลือก Automatic COG Setting จะมีหน้าต่าง Automatic COG setting ปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.24

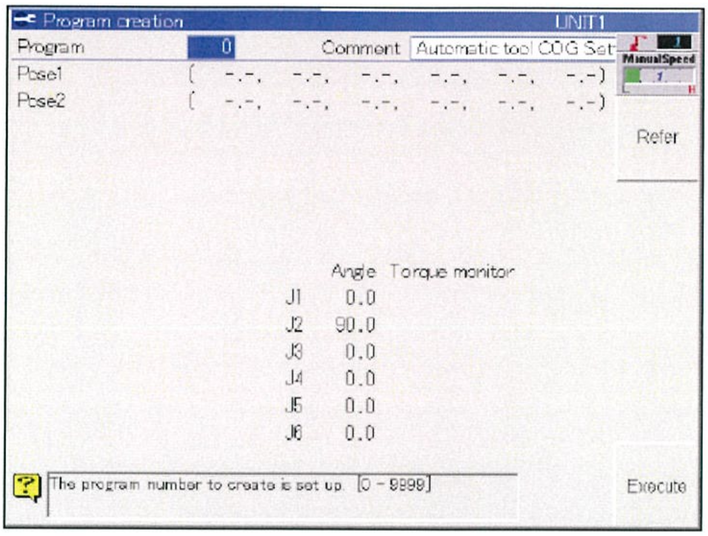
3. เลือก Program creation จะมีหน้าต่าง Program creation ปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.25

4. เลื่อน Cursor ไปที่หมายเลขโปรแกรมแล้วใส่หมายเลขโปรแกรมที่จะใช้งานลงไปแล้วกด Enter หมายเลขโปรแกรมที่ใส่ลงไปจะถูกสร้างไว้เพื่อตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ ผู้ใช้สามารถเขียนคอมเมนต์เข้าไปได้เลยในหน้าจอนี้ โดยการเลื่อน Cursor ไปที่คอมเมนต์แล้วกด ENABLE พร้อมกับ EDIT ดังแสดงในรูปที่ 2.25

5. จ่ายไฟให้มอเตอร์ ใช้คีย์ของแกน Robot ทำให้ Robot ทำงาน และตั้งค่าการจัดวางแรงบิดที่ไม่สมดุล แล้วนำไปใช้กับแกน J3, J5 และ J6

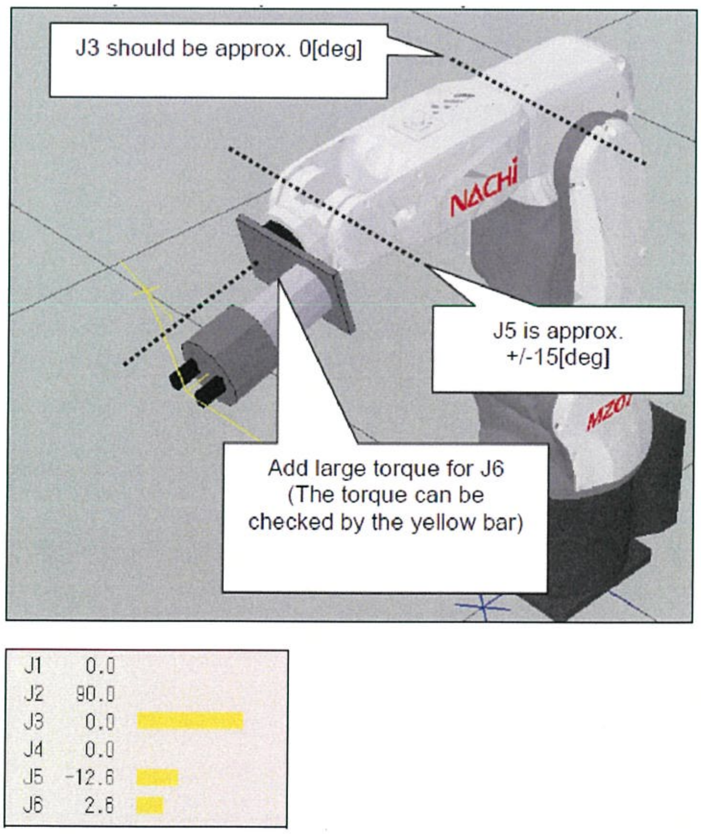


รูปที่ 2.24 หน้าต่าง Automatic COG Setting สำหรับการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักขอเครื่องมือแบบอัตโนมัติ



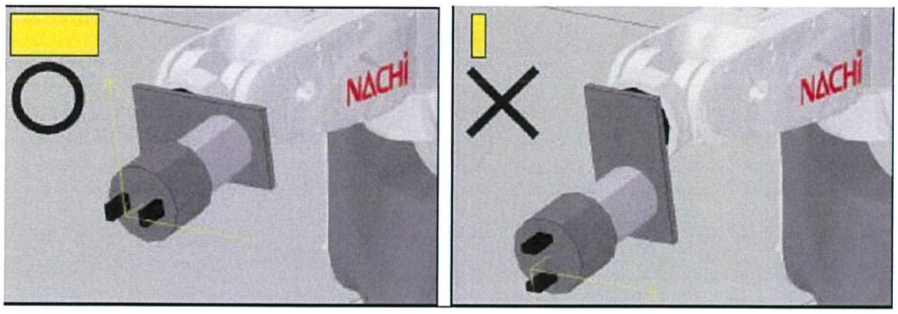
รูปที่ 2.25 หน้าต่าง Program creation สำหรับการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 2.26 เป็นตัวอย่างในอุดมคติที่สมมติการจัดวางแกน J1 และ J2 แรงบิดของแต่ละแกนจะแสดงในรูปของกราฟแท่ง อย่างไรก็ตามการชดเชยผลที่มาจากการเคลื่อนที่ในสายไฟเนื่องจากการจัดวางสายไฟที่ถูกนำมาใช้หรือสายไฟที่เกิดการเสียดสีกับตัวหุ่นยนต์ ล้วนส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของความแม่นยำ



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างในอุดมคติที่สมมติการจัดวางแกน J1 และ J2

แท่งแรงบิด J3, J5, J6 ควรเยอะที่สุด หน้าจอแสดงกราฟแรงบิดเหมือนกับเป็นอัตราส่วนการถ่วงปัจจุบันของแกนมอเตอร์ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่ามาก จะทำให้แรงบิดไม่สมดุลมากยิ่งขึ้น (ภาคผนวกสำหรับแกน J6) ถ้าจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องมือไม่ได้อยู่บนแกนกลางการหมุนของ J6 ควรจัดวางตามรูปที่ 2.6 ก) และถ้าจุดศูนย์ถ่วงอยู่บนแกนกลางการหมุนแล้วก็จะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับมุม

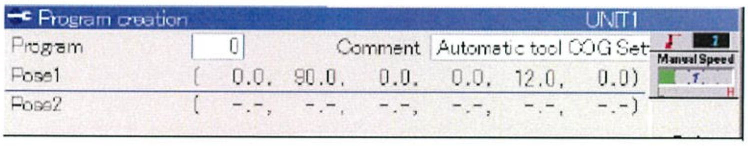


ก) <OK> ความไม่สมดุล แรงบิดของ J6 มีขนาดใหญ่

ข) <NG> ความไม่สมดุล แรงบิดของ J6 มีขนาดเล็ก

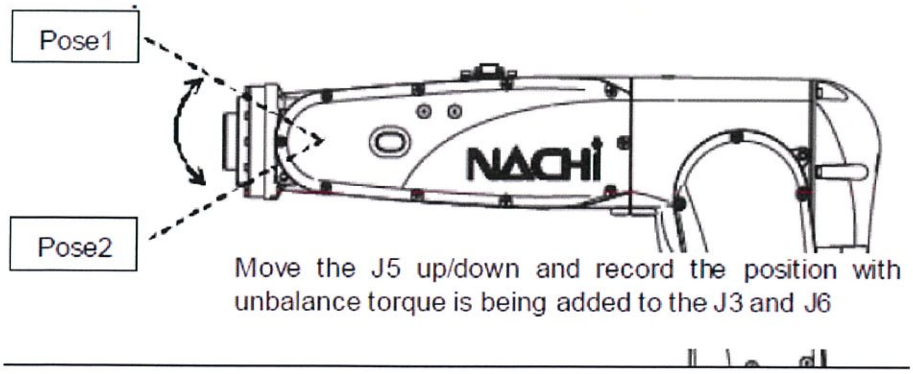
รูปที่ 2.27 ขนาดความไม่สมดุลของแรงบิด

6. เลื่อน Cursor ไปที่ Pose 1 แล้วกด Enter และ O.WRITE/REC
ตอนนี้ Pose 1 ได้ถูกบันทึกไว้แล้ว Angle data loaded สำหรับแกนจะแสดงขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 หน้าต่าง Program creation สำหรับการป้อนค่าของ Pose 1

7. ต่อไปปรับเปลี่ยนการจัดวางหลักคือการจัดวางข้อต่อเท่าที่เป็นไปได้ขยับ J5 ขึ้น/ลง และบันทึกตำแหน่งกับแรงบิดที่ไม่สมดุลซึ่งจะถูกเพิ่มเข้าไปใน J3 และ J6 ดังแสดงในรูปที่ 2.29



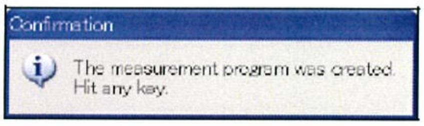
รูปที่ 2.29 การจัดวาง Pose 1 และ Pose 2

8. เลื่อน Cursor ไปที่ Pose 2 แล้วกด Enter และ REC
ตอนนี้ Pose 1 ได้ถูกบันทึกแล้ว Angle data loaded สำหรับแกนจะแสดงขึ้นมา

9. ตอนนี้ทั้ง 2 จุดถูกบันทึกไว้ตามต้องการแล้ว กด f12 หรือ Execute โดยปกติแล้วการจัดการบันทึกแบบนี้จะแสดงโปรแกรมที่ประกอบไปด้วย step ต่างๆ มากมายดังแสดงในตารางที่ 2.3 ที่ทำให้เกิดการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือโดยอัตโนมัติ ในตอนนี้หมายเลขโปรแกรมที่สร้างอัตโนมัติถูกบอกไว้ในขั้นที่ 4 เมื่อโปรแกรมที่สร้างเองอัตโนมัติเสร็จแล้ว จะมีข้อความ pop-up แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ให้กดปุ่มใดก็ได้ดังแสดงในรูปที่ 2.30 การวางตำแหน่งของ Robot จะถูกบันทึกตามคำสั่งที่ถูกกำหนดไว้ข้างต้น แต่ถ้าต้องการปรับแก้โปรแกรมที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ถูกบันทึกไว้แล้วจะต้องเรียกโปรแกรมนั้นๆ ออกมาเนื่องจากโปรแกรมสามารถใช้ได้เรื่อยๆ จึงต้องมีการปรับแก้บางเป็นบางครั้ง ในกรณีนี้การเปลี่ยนการทำงานของเครื่องมือในขณะที่มีการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักมาเกี่ยวข้องสามารถทำซ้ำได้สำหรับเครื่องมือที่มีของหมายเลขต่างกัน

ตารางที่ 2.2 step คำสั่ง Pose 1 และ Pose 2

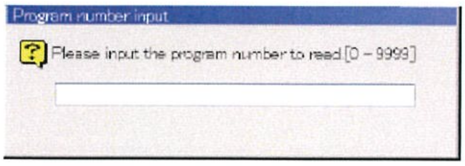
1	Comment data
2	Pose 1 point
3	Point where J6 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
4	Pose 1 point
5	Point where J5 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
6	Pose 1 point
7	Point where J3 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
8	Pose 1 point
9	Pose 2 point
10	Point where J6 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
11	Pose 2 point
12	Point where J5 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
13	Pose 2 point
14	Point where J3 axis is positioned when it has moved by 10 degrees
15	Pose 2 point
16	END instruction



รูปที่ 2.30 Dialog Box ยืนยันว่าจะทำการสร้างโปรแกรมวัด

10. เริ่มจากบันทึกโปรแกรมซึ่งรวมถึง 2 ตำแหน่งนั้น (Pose 1, 2)
ควรระวังการวางตำแหน่งของ Robot ส่วนการแก้ไขชนิด, ความเร็ว, ความแม่นยำ, หมายเลขเครื่องมือและอื่นๆ จะถูกมองข้ามที่จุดนี้ สนใจแค่ตำแหน่งที่อ้างอิงเท่านั้น

11. กด f8 หรือ Refer ไม่มีการบันทึก Pose 1 หรือ 2 ในขั้นที่ 5 ถึง 8
Dialog ที่แสดงด้านล่างจะปรากฏขึ้น ป้อนหมายเลขโปรแกรมที่เตรียมมาจากขั้นตอนด้านบนแล้วกด Enterดังแสดงในรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 Dialog Box แสดงการป้อนหมายเลขโปรแกรม

12. เริ่มจากย้าย 2 step แรกที่โหลดมาจากโปรแกรมจากนั้นจะมีหน้า Angle data of each axis แสดงขึ้นมา แม้จะมีการบันทึกฟังก์ชันไว้ในโปรแกรมแล้วก็ตามแต่ทั้งหมดจะถูกเพิกเฉยมีเพียงแค่คำสั่งย้ายเท่านั้นที่จะถูกยกขึ้นมา

13. ทำเหมือนกับขั้นที่ 9

(2) ดำเนินการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ

14. วัดค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ โปรแกรมการวัดจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือต้องถูกสร้างขึ้นมาก่อนที่จะดำเนินการ

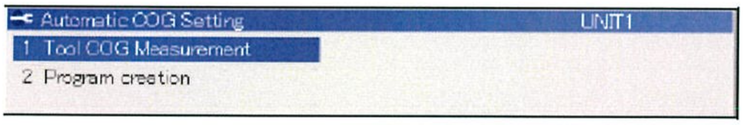
(ดำเนินการวัดด้วยโหมด Playback)

เปิดสวิตซ์ไปที่โหมด Playback แล้วเลือกโหมด Single cycle 100% speed override.

(ดำเนินการวัดด้วยโหมด Teach)

เปิดสวิตซ์ไปที่โหมด Teach ทำให้โหมด Continue ทำงานและใช้ปุ่ม Stop/Continue

15. เลือก Automatic COG setting จาก Service Utilities แล้วเลือก Tool COG Measurement จะมี Automatic tool COG setting แสดงขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ 2.32



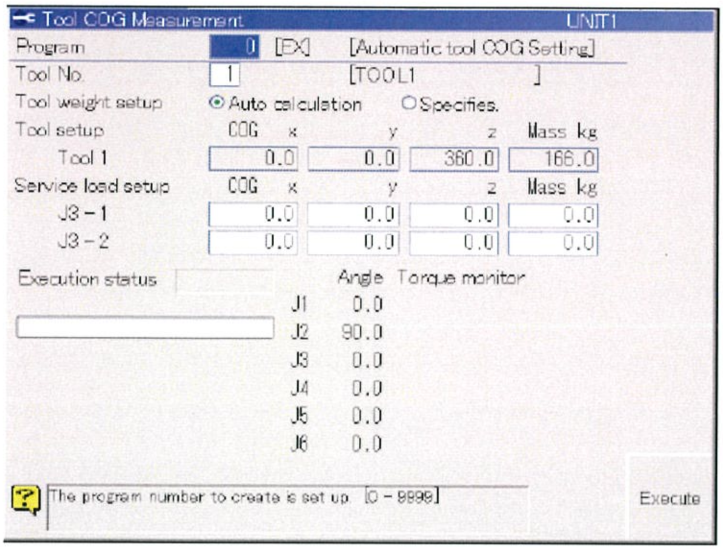
รูปที่ 2.32 หน้าต่าง Automatic COG Setting

16. ป้อนหมายเลขโปรแกรมเพื่อวัดจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือในช่อง Program แล้วใส่หมายเลขของเครื่องมือ (1-32) ในช่อง Tool No. เมื่อหมายเลขเครื่องมือถูกป้อนเข้าไปตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง (มิลลิเมตร หรือ นิ้ว) และน้ำหนัก (กิโลกรัม) ของเครื่องมือจะมีการบันทึกค่าไว้และค่าคงที่จะปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.33

17. เมื่อรู้น้ำหนักของเครื่องมือแล้วให้ไปที่ Tool weight setup เลือก Specifies แล้วใส่ค่าน้ำหนักของเครื่องมือที่รู้ค่าลงไปที่ Mass โดยปกติค่า จะถูกคำนวณอัตโนมัติด้วย Auto calculation

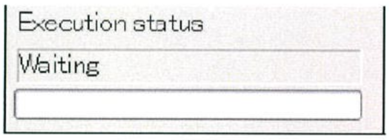
18. เมื่อแกน J3 แบกรับโหลด เช่น Valve box มันจะรู้ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักป้อนค่าทั้ง 2 ลงไปใน Service load setup ถ้าไม่รู้ค่าก็ไม่ต้องใส่ค่าลงไป

จุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือของฟังก์ชันการตั้งค่าเครื่องมือ จะวัดค่าเครื่องมือและค่าโหลดพร้อมกัน (ราวกับว่าโหลดถูกบรรจุอยู่ในเครื่องมือ)



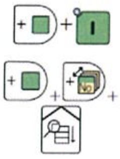
รูปที่ 2.33 หน้าต่าง Tool COG Measurement

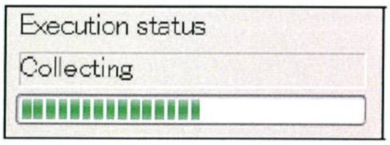
19. กด f12 หรือปุ่ม Execute รอให้ Execution status ปรากฏขึ้นมา ซึ่งมันแสดงถึงสถานะ การทำงาน Playback เพื่อคอยเก็บข้อมูลปัจจุบันดังแสดงในรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 Execution status แสดงสถานะ Waiting

20. เปิดวงจรไฟฟ้าของมอเตอร์และเริ่มงานโปรแกรม
ตอนนี้โปรแกรมที่ระบุหมายเลขในขั้นที่ 16 จะเริ่มทำงาน ความเร็วในการทำงานเป็นแบบความเร็วต่ำเพื่อความปลอดภัย ขณะที่กำลังรวบรวมข้อมูลปัจจุบัน Collecting จะปรากฏขึ้นเป็นสถานะ การดำเนินการและจะแสดงความคืบหน้าในแถบความคืบหน้าดังแสดงในรูปที่ 2.35

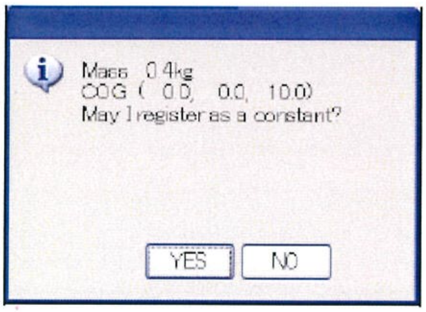




รูปที่ 2.35 Execution status แสดงสถานะ Collecting

(ในกรณีของโหมด Playback) การทำงาน Playback จะหยุดอัตโนมัติหลังจากผ่านไป 1 Cycle
(ในกรณีของโหมดTeach) กดปุ่ม Check-go ค้างไว้จนกว่าโปรแกรมจะถึงขั้นตอนสุดท้ายเมื่อโปรแกรมหยุดลงครึ่งหนึ่งให้เริ่มการทำงานใหม่จากขั้นตอน 14

21. เมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรม ข้อมูลพื้นฐานของจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือจะถูกสุ่มและผลลัพธ์จะปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 Dialog Box แสดงการสุ่มค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ

22. เลือก YES แล้วกด Enter ทันทีที่กดปุ่ม Enter ข้อมูลจะถูกบันทึกลงในไฟล์ หาก "The weight of the tool is too heavy. Please lighten." ปรากฏขึ้นในขณะเดียวกันกับผลการวัด นั่นหมายความว่าน้ำหนักของเครื่องมือเกินกว่า 100% จากน้ำหนักที่สามารถขนส่งได้ ตรวจสอบเครื่องมือที่ติดตั้งไว้และลดน้ำหนักลงให้น้อยกว่าน้ำหนักที่สามารถขนส่งได้ ข้อมูลของจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือจะถูกบันทึกโดยไม่คำนึงถึงข้อความเตือน

23. ขณะนี้ผลลัพธ์การวัดจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือได้รับการบันทึกไว้ในไฟล์แล้ว ปิดสวิตช์มอเตอร์โดยกดปุ่ม EMERGENCY STOP

2.2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ

มี 3 วิธีในการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือดังแสดงในตารางที่ 2.4

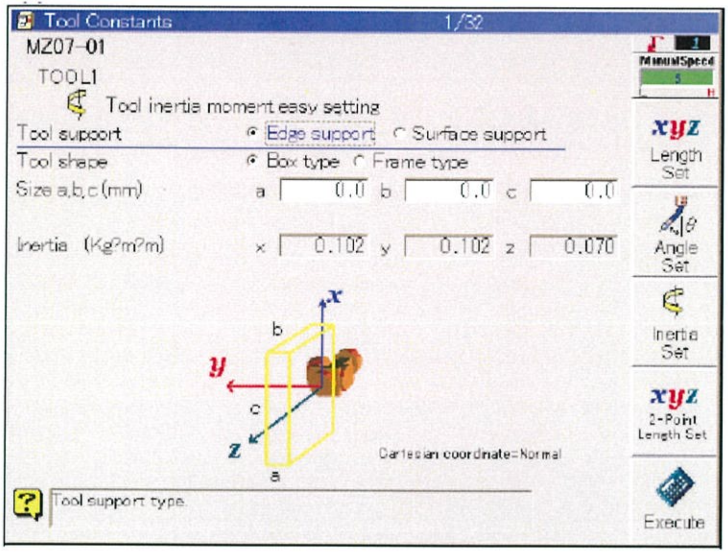
ตารางที่ 2.3 วิธีตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ

Function / Item	Simplified setting (registration of tool shape)	Automatic setting function	Manual calculation
Estimated accuracy	• High error with complex shapes. • Not affected by size. • Variations in the values calculated due to variations in the external dimensions arising with different operators.	• Not dependent upon the tool shape. • The accuracy is diminished with a low moment of inertia which is less than 40% of the specification.	• Not dependent upon the shape or size. • The accuracy is high but since it is dependent upon the number of divisions, variations arise with different operators.
Required Time	30 to 60 sec.	2 to 3 minutes	2 to 3 hours
What to have ready	External dimensions based on tool or drawings	Tool Measurement program	Drawing

2.2.6.1 ขั้นตอนการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมืออย่างง่าย (การบันทึกรูปร่าง)

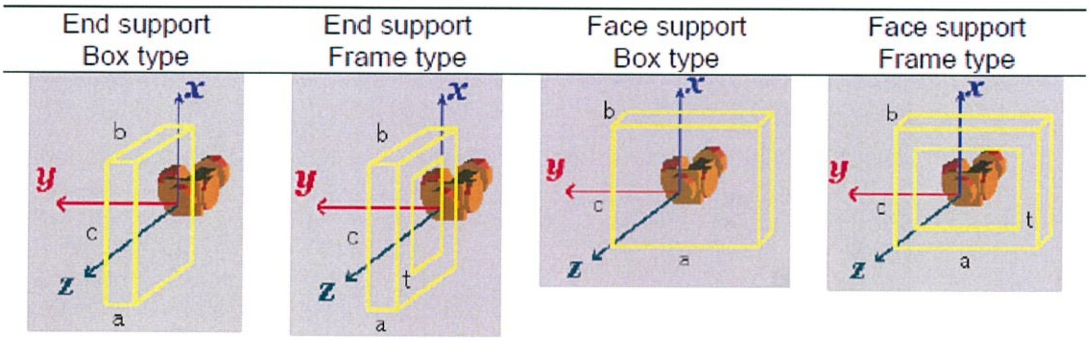
1. บนหน้า Tool Constant Setting จะมีหมายเลขเครื่องมือที่ต้องการวัด จากนั้นกด Easy Setting หน้าจอการตั้งค่าอย่างง่ายจะปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.37

2. ถ้ามีหน้าต่างอื่นปรากฏให้กด Inertia Set



รูปที่ 2.37 หน้าต่าง Tool Constants สำหรับการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยอย่างง่าย

3. ตามรูปที่ 2.38 ให้เลือกตำแหน่งทิศทาง และรูปร่างของเครื่องมือ ใส่ความกว้าง, ความลึก, ความสูงและความหนาของแผ่น เลือกรูปร่างจากสี่รูปแบบที่คิดว่าใกล้เคียงที่สุดที่แสดงถึงรูปร่างของเครื่องมือที่ติดตั้งไว้



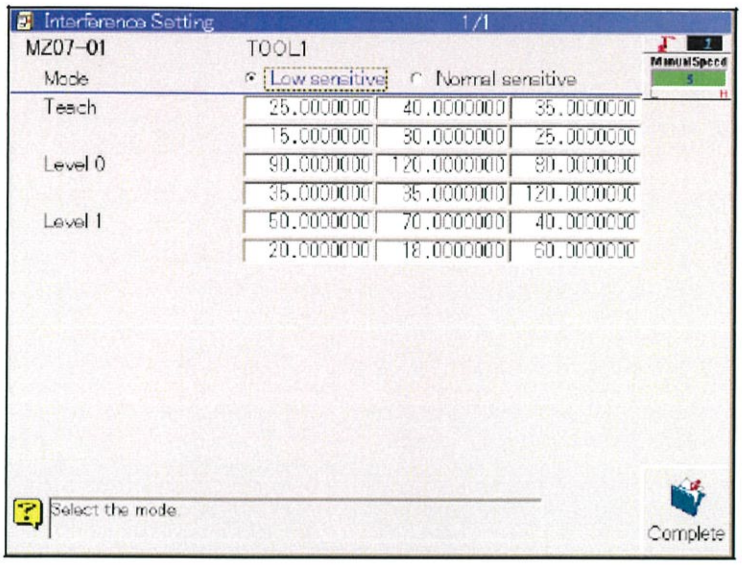
รูปที่ 2.38 การเลือกตำแหน่งทิศทางและรูปร่างของเครื่องมือ

4. กด Execute ข้อความจะแสดงว่าการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือน้ำหนักเสร็จสิ้นแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่เสร็จสิ้นให้เลือก NO แล้วออกจากหน้าตั้งค่าก่อนดำเนินการตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนัก

5. ผลลัพธ์ของโมเมนต์ความเฉื่อยที่ถูกคำนวณแล้วจะแสดงขึ้นมา เมื่อค่าใช้ได้แล้วให้เลือก YES บนหน้าต่าง pop-up แล้วกด Enter แต่เมื่อใส่ข้อมูลไม่ถูกต้องให้เลือก NO ตอนนี้สามารถป้อนข้อมูลได้อีกครั้งตั้งแต่เริ่มต้น ในขั้นตอนนี้มีเพียงการแสดงผลเท่านั้นที่ได้รับการอัพเดตแต่ข้อมูลยังไม่ได้จัดเก็บไว้ในไฟล์

6. เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Complete การตั้งค่าจะถูกเก็บไว้ในไฟล์จากนั้นก็กลับไปที่หน้าเมนู Machine Constant

7. ในตอนนี้หน้าจอในโหมด “Interference Setting” ดังแสดงในรูปที่ 2.39 จะเปลี่ยนเป็น “Normal sensitive” โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.39 หน้าต่าง Interference Setting

2.2.6.2 การตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือแบบอัตโนมัติ

ฟังก์ชันนี้เป็นประโยชน์กับรูปร่างของเครื่องมือที่มีความซับซ้อนหรือมีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก ตอนแรกให้สร้างสามโปรแกรมและเล่นทีละโปรแกรม จากนั้นคอนโทรลเลอร์จะคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อย (X, Y และ Z)

(1) สร้างโปรแกรมการวัด 3 โปรแกรม

การสร้างโปรแกรมการวัดหนึ่งโปรแกรม สามารถรับผลได้เพียงหนึ่งองค์ประกอบของโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือเท่านั้น (X หรือ Y หรือ Z) ดังนั้นเพื่อให้ได้องค์ประกอบทั้งหมดของโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือจึงจำเป็นต้องใช้โปรแกรมการวัด 3 โปรแกรม

1. เลือก Teach mode (โหมด Manual)

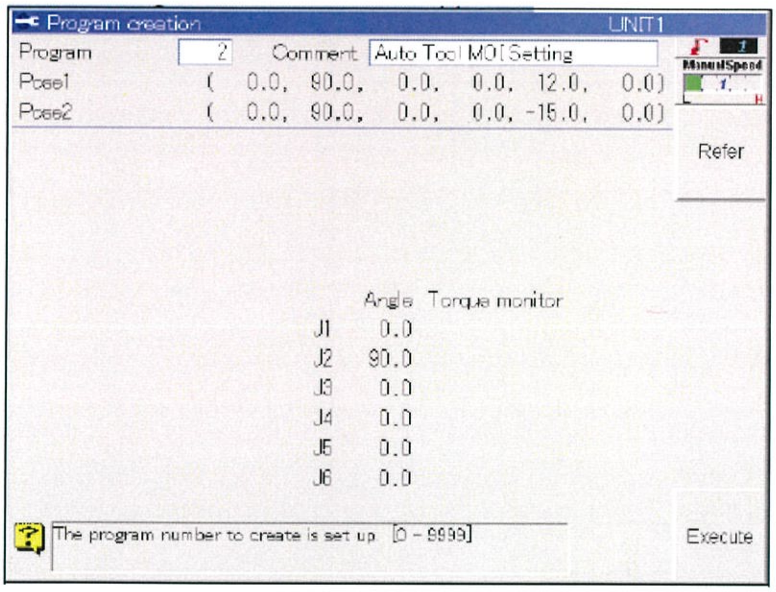
โปรแกรมวัดอัตโนมัติสามารถสร้างได้เฉพาะในโหมด Teach หรือ โหมด 1-step Playback เท่านั้น

2. พิมพ์ R , 2, 9 แล้วกด Enter ตอนนี้กล่องป้อนหมายเลขเครื่องมือก็จะถูกเปิดขึ้นมาป้อนหมายเลขเครื่องมือที่เลือกลงไปแล้วกด Enter หมายเลขเครื่องมือที่ถูกเลือกจะถูกบันทึกในโปรแกรมการวัด

3. กำหนดคุณสมบัติของผู้ใช้บริการเป็น EXPERT

4. กด Service Utilities -> Auto moment of inertia -> Program creation เมนู Program creation จะปรากฏขึ้น

5. เลื่อน Cursor ไปที่ Program ใส่หมายเลขของโปรแกรมที่ต้องการใช้เพื่อทำการวัดอัตโนมัติแล้วกด Enter ส่วน Comment จะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติไว้ที่ส่วนหัวของโปรแกรมวัดอัตโนมัติและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ ในการระบุว่าเครื่องมือหมุนรอบแกน X, Y หรือ Z ความแตกต่างระหว่างแกน X, Y และ Z จะถูกจำไว้อัตโนมัติจากตำแหน่ง 2-point ที่บันทึกไว้และตัวอักษร "X" หรือ "Y" หรือ "Z" จะถูกเพิ่มลงในตอนท้ายของ Comment ซึ่งจะถูกบันทึกลงในโปรแกรมการวัดอัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 หน้าต่าง Program creation

6. ต้องใช้ 2 Pose สำหรับโปรแกรมการวัดอัตโนมัติ เปิดมอเตอร์และเคลื่อนหุ่นยนต์ไปยังเป้าหมายที่ตั้งไว้ แล้วควรระวังว่าหุ่นยนต์และเครื่องมือจะไม่เข้าไปยุ่งเกี่ยวกับอุปกรณ์ในบริเวณใกล้เคียง

เพื่อให้ได้โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือที่แม่นยำ และน่าพอใจควรคำนึงถึงจุดต่อไปนี้เมื่อตัดสินใจเลือกการวางท่าทาง

6.1) ทำให้ Robot เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับแกน J4, J5 และ J6 แกนจะหมุนรอบแกน X, Y หรือ Z ของระบบพิกัดเครื่องมือ ถ้าเป็นไปได้ให้ใช้แกน J5 หรือ J6 เท่านั้น

6.2) ตรวจดูให้แน่ใจว่ามีช่วงการใช้งานที่กว้าง (แนะนำให้ใช้มุม 60 องศาหรือมากกว่า)

6.3) ลดผลกระทบของแรงโน้มถ่วง

สังเกตการณ์แรงบิดเพื่อตรวจสอบผลกระทบของแรงโน้มถ่วง หากการโก่งตัวของตัววัดแรงบิดมีนัยสำคัญในขณะที่หุ่นยนต์อยู่ในสถานะ Hold จะชี้ให้เห็นว่าแรงโน้มถ่วงมีผลกับการเคลื่อน หุ่นยนต์เพื่อจัดวางท่าซึ่งจะทำให้ผลกระทบนี้ลดลง

"While the robot is in the hold status" หมายถึงสถานะที่มอเตอร์เปิดอยู่แต่หุ่นยนต์หยุดนิ่ง ควรดูแลหุ่นยนต์เมื่อดำเนินงาน เนื่องจากตัววัดระดับแรงบิดจะเบนเข็มอย่างมากซึ่งเป็นผลมาจากการทำงาน

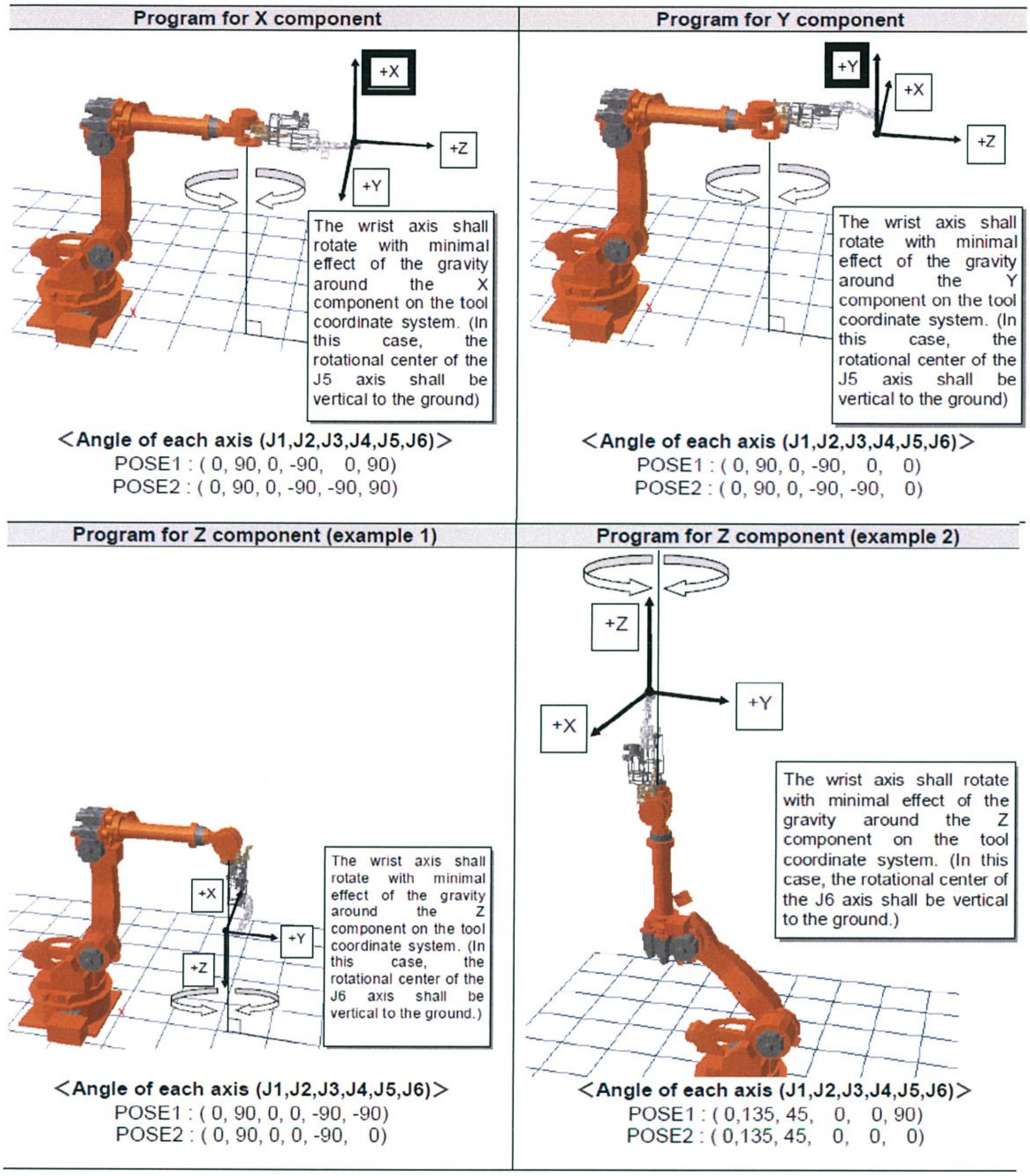
7. ย้าย Robot ไปที่ Pose 1 เลื่อน Cursor ไปที่ Pose 1 แล้วกด Enter

8. ย้าย Robot ไปที่ Pose 2 เลื่อน Cursor ไปที่ Pose 2 แล้วกด Enter

9. สุดท้ายกด f12 หรือปุ่ม Execute ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่บันทึกไว้โปรแกรมวัดจะถูกสร้างขึ้น เมื่อโปรแกรมถูกสร้างขึ้นอย่างถูกต้องจะมี Confirmation Dialog Box ปรากฏขึ้น

10. กด RESET/R R เพื่อกลับไปที่เมนู Service Utilities ในทางเดียวกันสร้าง 3 โปรแกรมการวัด

จากรูปที่ 2.41 จะแสดงมุมของแต่ละแกนของ POSE 1 และ POSE 2



รูปที่ 2.41 แสดงมุมของแต่ละแกนของ POSE 1 และ POSE 2

สำหรับโปรแกรม X component: แกนข้อต่อต้องหมุนด้วยผลกระทบน้อยที่สุดของแรงโน้มถ่วงรอบๆ X component บนระบบพิกัดของเครื่องมือ (ในกรณีนี้ศูนย์กลางการหมุนของแกน J5 จะต้องตั้งฉากกับพื้น)

< มุมของแต่ละแกน (J1, J2, J3, J4, J5, J6) >

POSE 1: (0, 90, 0, -90, 0, 90)

POSE 2: (0, 90, 0, -90, -90, 90)

สำหรับโปรแกรม Y component: แกนข้อต่อต้องหมุนด้วยผลกระทบน้อยที่สุดของแรงโน้มถ่วงรอบๆ Y component บนระบบพิกัดของเครื่องมือ (ในกรณีนี้ศูนย์กลางการหมุนของแกน J5 จะต้องตั้งฉากกับพื้น)

< มุมของแต่ละแกน (J1, J2, J3, J4, J5, J6) >

POSE 1: (0, 90, 0, -90, 0, 0)

POSE 2: (0, 90, 0, -90, -90, 0)

สำหรับโปรแกรม Z component (ตัวอย่างที่ 1): แกนข้อต่อต้องหมุนด้วยผลกระทบน้อยที่สุดของแรงโน้มถ่วงรอบๆ Z component บนระบบพิกัดของเครื่องมือ (ในกรณีนี้ศูนย์กลางการหมุนของแกน J6 จะต้องตั้งฉากกับพื้น)

< มุมของแต่ละแกน (J1, J2, J3, J4, J5, J6) >

POSE 1: (0, 90, 0, 0, -90, -90)

POSE 2: (0, 90, 0, 0, -90, 0)

สำหรับโปรแกรม Z component (ตัวอย่างที่ 2): แกนข้อต่อต้องหมุนด้วยผลกระทบน้อยที่สุดของแรงโน้มถ่วงรอบๆ Z component บนระบบพิกัดของเครื่องมือ (ในกรณีนี้ศูนย์กลางการหมุนของแกน J6 จะต้องตั้งฉากกับพื้น)

< มุมของแต่ละแกน (J1, J2, J3, J4, J5, J6) >

POSE 1: (0, 135, 45, 0, 0, 90)

POSE 2: (0, 135, 45, 0, 0, 0)

(Reference)

สามารถใช้โปรแกรมปรับแก้เพื่อสร้างโปรแกรมการวัด กด f8 <Refer> จากนั้นป้อนหมายเลขโปรแกรมแล้วกด Enter ขั้นตอนการเคลื่อนที่ครั้งแรกใช้เป็น Pose 1 และขั้นที่สองจะใช้ Pose 2

(2) การวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ

11. หลังจากที่เตรียมโปรแกรมวัด 3 โปรแกรมแล้วให้ตั้งค่าโหมด SELECT SWITCH บนแผงควบคุมการทำงานเป็น Playback เมนู Moment of inertia measurement สามารถเปิดได้เฉพาะใน 1 Cycle ในโหมด Playback เท่านั้นระบุหมายเลขเครื่องมือที่ต้องการวัดโมเมนต์ความเฉื่อยดำเนินการตามขั้นที่ 2 คุณสมบัติของผู้ดำเนินการจะต้องเป็น EXPERT

สำหรับระบบที่มี Manipulators หลายตัว กด Mechanism บน Teach Pendant แล้วเลือก Mechanism โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือที่ต้องการวัด

12. กด Service Utilities -> Automatic moment of inertia -> Tool moment of inertia measurement เมนู Tool moment of inertia measurement จะปรากฏขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.42

13. เลื่อน Cursor ไปที่ Program ป้อนหมายเลขของโปรแกรมการวัดอัตโนมัติที่ได้เตรียมไว้แล้วกด Enter

14. กด f12 หรือ Execute สถานการณ์ดำเนินการจะเปลี่ยนเป็น "Waiting to gather data"

15. เปิดวงจรไฟฟ้าของมอเตอร์

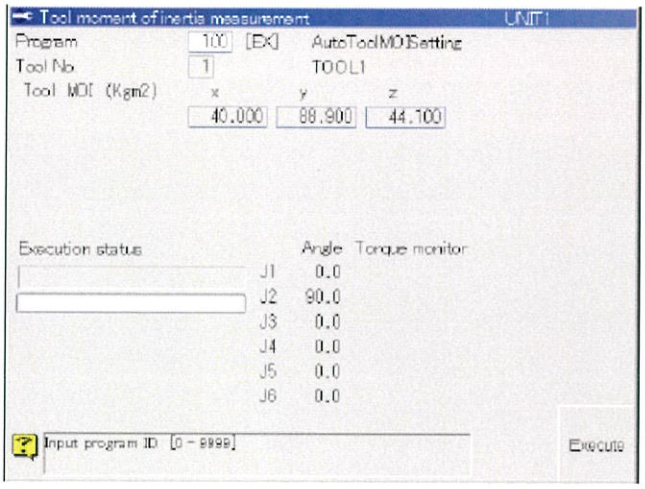
16. เริ่มโปรแกรม ตอนนี้โปรแกรมวัดโมเมนต์ความเฉื่อยอัตโนมัติเริ่มทำงาน หลังโปรแกรมวัดโมเมนต์ความเฉื่อยอัตโนมัติทำสำเร็จแล้วจะมี Dialog box ปรากฏขึ้น

17. Dialog box ที่ตรวจสอบผลการคำนวณจะปรากฏขึ้น ให้เลือก YES เพื่อบันทึกการคำนวณผลลัพธ์หรือเลือก NO เพื่อยกเลิก

18. กด RESET/R R เพื่อกลับไปที่เมนู Service Utilities ทำซ้ำการ Playback สำหรับแกน X, Y และ Z ตามลำดับโดยทำขั้นตอนเดียวกัน

19. สุดท้าย Playback การเคลื่อนที่ของเครื่องมือ หมุนด้วยความเร็วสูงและตรวจสอบว่าไม่มี overshoot และอื่นๆ

20. ถ้าจะใช้ฟังก์ชัน High-speed interference detection ให้ไปเปลี่ยนโหมดเป็น "Normal sensitive" ในหน้า Interference detection



รูปที่ 2.42 หน้าต่าง Tool moment of inertia measurement

(3) ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือและขั้นตอนการแก้ไขปัญหาดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือและขั้นตอนการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้น	วิธีแก้ไข
หุ่นยนต์เกิด overshoot ในระหว่างที่กำลังดำเนินการอยู่	หากมีการเล่นโปรแกรมการวัดอัตโนมัติในขณะที่หุ่นยนต์มีโมเมนต์ความเฉื่อยสูงเกินไปหุ่นยนต์อาจเกิดการ overshoot เกินกว่าจุดที่บันทึกแล้วกลับมาทำงานใหม่หรือเกิดปัญหาขึ้นพร้อมๆ กัน (วิธีการรับมือ) ลดการแทนที่สำหรับการดำเนินการ ถ้าการวัดไม่ได้รับการลดทอนลงความถูกต้องของโมเมนต์ความเฉื่อยที่คำนวณได้จะเสื่อม

ตารางที่ 2.4 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือและขั้นตอนการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ไม่สามารถวัดโมเมนต์ความเฉื่อยได้ด้วยงานจับโดยใช้เครื่องมือ	(วิธีการรับมือ) (1) หาโมเมนต์ความเฉื่อยของงานด้วยการคำนวณด้วยตนเองหรือการบันทึกรูปร่างของเครื่องมือ (2) เอาโมเมนต์ความเฉื่อยลบค่าที่ทำงานได้โดยใช้การตั้งค่าอัตโนมัติของโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ แล้วตั้งค่าหมายเลขเครื่องมืออื่นจากหมายเลขเครื่องมือใน (1) ที่เป็นเครื่องมือที่จะวัดโมเมนต์ความเฉื่อย (3) เลือก Constant Setting -> Machine Constants -> Tool Settings แล้วป้อนค่าตัวเลขสำหรับเครื่องมือที่ทำงานและเครื่องมือที่ไม่ทำงานเพื่อบันทึกโมเมนต์ความเฉื่อย
A2699 มีบางอย่างที่ผิดพลาดจากค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือที่ได้จากการวัดแบบอัตโนมัติ	ปัญหานี้เกิดขึ้นเมื่อมีบางอย่างผิดปกติกับความเร็วและข้อมูลปัจจุบันที่รวบรวมเพื่อคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ (วิธีการรับมือ) • แก้ไขการสอนเพื่อให้ได้จำนวนการเคลื่อนที่ดีขึ้น • ทบทวนการสอนโปรแกรมการวัดอัตโนมัติเพื่อลดผลกระทบของแรงโน้มถ่วง • แก้ไขการสอนเพื่อให้มีแกนเพียงแกนเดียว ไม่แกน J5 หรือแกน J6 จะเคลื่อนที่
การ Pose ที่ใช้สำหรับการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยอัตโนมัติของเครื่องมือที่ไม่เหมาะสม	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อทั้งสอง Pose ที่กำหนดอยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่งต่อไปนี้: • เมื่อแกนที่กำหนดเป้าหมายสำหรับการวัดเคลื่อนที่ไปน้อยกว่า 30 องศา • เมื่อแกนสองแกนหรือมากกว่าเคลื่อนที่ 5 องศาขึ้นไป • เมื่อแกนที่ไม่ใช่แกน J4, J5 หรือ J6 เคลื่อนที่ 5 องศาหรือมากกว่า (วิธีการรับมือ) • แก้ไขการสอนเพื่อให้ได้จำนวนการเคลื่อนที่ดีขึ้น • แก้ไขการสอนเพื่อให้มีแกนเพียงแกนเดียว ไม่แกน J4, J5 หรือ J6 จะเคลื่อนที่
โปรแกรมนี้ไม่ได้ใช้กับการตั้งค่าโมเมนต์ความฉื่อยแบบอัตโนมัติ	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อมีการพยายามวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือด้วยการเลือก "Program creation" ที่เตรียมไว้แทนที่จะเลือกเมนูการตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยแบบอัตโนมัติ (วิธีการรับมือ) เลือกโปรแกรมที่เตรียมไว้ ใช้เมนู "Program preparation" เพื่อตั้งค่าโมเมนต์ความเฉื่อยแบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.4 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือและขั้นตอนการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ใช้ชื่อไฟล์ซ้ำกับที่มีอยู่แล้ว	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อหมายเลขโปรแกรมในเมนู "Program creation" ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว (วิธีการรับมือ) สร้างหมายลขโปรแกรมที่ยังไม่ถูกใช้ขึ้นมาใหม่
ไม่มี step นี้อยู่	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อโปรแกรมที่อ้างถึงเมนู "Program creation" ไม่ได้มีขั้นตอนการเคลื่อนที่อย่างน้อยสอง step (วิธีการรับมือ) • อ้างอิงโปรแกรมที่มีขั้นตอนการเคลื่อนที่อย่างน้อยสอง step • เคลื่อนที่ Robot ด้วยตนเองและกำหนดท่าทาง
เปลี่ยนการกำหนด Mechanism เป็น Manipulator	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อมีการพยายามเปิดเมนู "Program creation" และ "Tool moment of inertia" ในสถาการณ์ที่ มี 6-axis multi-joint robot อยู่ในหนึ่งหน่วยและกลไกปัจจุบันไม่ใช่ 6-axis multi-joint robot (วิธีการรับมือ) เริ่มจากกลับไปที่โหมดหน้าจอแล้วกด "Mechanism" บน Teach Pendant แล้วเปลี่ยน Current Mechanism เป็น Manipulator (6-axis multi-joint robot)
แกนที่ไม่ถูกต้องหรือกลไกที่ถูกระบุ	ข้อความนี้จะปรากฏในกรณีต่อไปนี้: • เมื่อแกนถูกเลือกโดยเมนู "Tool moment of inertia" เพื่อย้ายไปในโปรแกรมที่ไม่ใช่แกน J4, J5 หรือ J6 • เมื่อมีการพยายามวัดโมเมนต์ความเฉื่อยในเมนู "Tool moment of inertia" ในสถาการณ์ที่ มี 6-axis multi-joint robot อยู่ในหนึ่งหน่วยและกลไกปัจจุบันไม่ใช่ 6-axis multi-joint robot (วิธีการรับมือ) • แก้ไขการสอนเพื่อให้มีแกนเพียงแกนเดียว ไม่แกน J4, J5 หรือ J6 จะเคลื่อนที่ • เริ่มจากกลับไปที่โหมดหน้าจอแล้วกด "Mechanism" บน Teach Pendant แล้วเปลี่ยน Current Mechanism เป็น Manipulator (6-axis multi-joint robot)

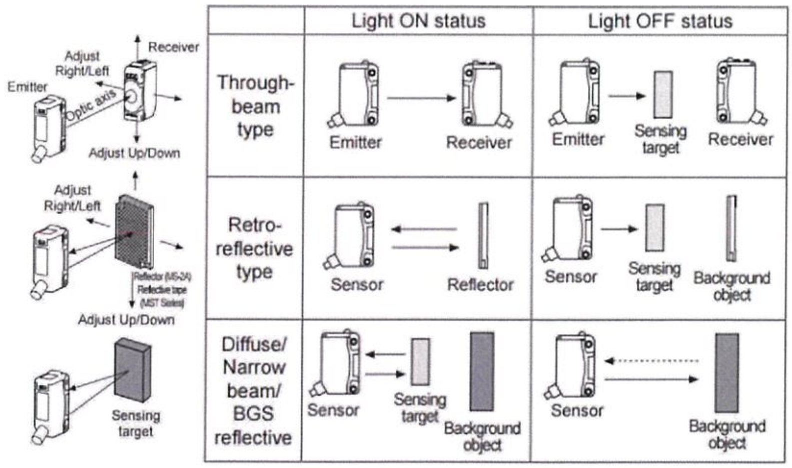
ตารางที่ 2.4 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะที่กำลังวัดโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือและขั้นตอนการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ระดับโมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือเกิน	ข้อความนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อผลลัพธ์การวัดโมเมนต์ความเฉื่อยอัตโนมัติ และการป้อนค่าใน Tool moment of inertia บนเมนู Tool Settings ที่เลือกจาก Constant Setting -> Machine Constants มีค่าเกิน เมื่อ Robot ที่มีโมเมนต์ความเฉื่อยมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งาน นอกจากนี้ในระหว่างที่หุ่นยนต์ทำงานอาจเกิด overshoot (เลื่อนออกไปจากจุดที่บันทึกไว้แล้วกลับมาทำงานใหม่) หรือเกิดปัญหาขึ้นพร้อมๆกัน (วิธีการรับมือ) • ตรวจสอบเครื่องมือ • หากไม่มีทางเลือกอื่นให้ใช้เครื่องมือที่ใช้อยู่ดำเนินการแก้ไขโดยการลดทอนหรือแก้ไขการสอน ตัวอย่างเช่น ดูแลหุ่นยนต์อย่างเพียงพอเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิด overshoot หรือไม่มีปัญหาอื่นๆเกิดขึ้น

2.3 เซนเซอร์

2.3.1 โฟโต้เซนเซอร์ (Photo Sensor)

โฟโต้เซนเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.43 ใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ ใช้หลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากลำแสงจากตัวส่งแสงส่งไปสะท้อนกับวัตถุส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาท์พุตเพื่อนำไปใช้งาน



รูปที่ 2.43 การทำงานของโฟโต้เซนเซอร์

ประเภทของเซนเซอร์ชนิดใช้แสง สามารถแบ่งตามลักษณะการตรวจจับได้ 3 ประเภท

1. ประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse-reflective opitcal sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้ตัวส่งและตัวรับแสงติดตั้งรวมอยู่ในตัวเดียวกัน ตรวจจับโดยสะท้อนลำแสงโดยตรงกับวัตถุและใช้วัตถุนั้นเป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับแสง มีระยะการตรวจจับสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น ๆ เซนเซอร์ประเภทนี้นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากติดตั้งง่าย ใช้เนื้อที่ติดตั้งน้อย ราคาถูก สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น วัตถุที่มีผิวด้านหรือดูดกลืนแสงและวัตถุที่โปร่งแสง เหมาะสำหรับการตรวจจับวัตถุที่มีผิวเรียบ เป็นมันวาวและทึบแสง ระยะการตรวจจับขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

2. ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (Retro-reflective optical sensor)

เป็นเซนเซอร์แสงที่ใช้หลักการสะท้อนกลับของลำแสงมีตัวส่งและตัวรับแสงติดตั้งรวมอยู่ในตัวเดียวกัน แต่เซนเซอร์ประเภทนี้ต้องใช้งานร่วมกับแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) เพื่อเพิ่มความเข้มแสงให้มากขึ้นส่งผลให้ระยะในการตรวจจับเพิ่มขึ้น ข้อดีของ Retro-reflective คือ ติดตั้งง่าย มีระยะการตรวจจับปานกลาง การตรวจจับและระยะการตรวจจับไม่ขึ้นอยู่กับสีของวัตถุ แต่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีผิวมันเงาและโปร่งแสงได้ เหมาะกับวัตถุที่มีพื้นผิวที่ดูดกลืนแสงหรือใช้กับวัตถุที่มีพื้นผิวขรุขระก็ได้

3. ประเภทลำแสงผ่านตลอด (Through-beam optical sensor)

เป็นเซนเซอร์แสงที่ใช้หลักการตัดต่อลำแสงเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านระหว่างตัวรับและตัวส่ง มีการติดตั้งตัวส่งแสงกับตัวรับแสงแยกกัน และต้องจ่ายไฟให้ทั้งตัวส่งและตัวรับ ข้อดีของ Through-beam คือมีระยะการตรวจจับไกลที่สุด สีและความมันวาวของวัตถุไม่มีผลต่อการตรวจจับ สามารถตรวจจับได้เฉพาะวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวทึบแสงเท่านั้น ข้อเสียคือ ติดตั้งยากใช้พื้นที่ในการติดตั้งเยอะ และมีราคาสูง ข้อควรระวังสำหรับการติดตั้งเซนเซอร์แสงประเภทนี้ คือ ต้องปรับตั้งศูนย์ของตัวรับและตัวส่งให้ตรงกันเสมอ

2.3.2 (Metal-sheet Double-feed Detector)

เครื่องตรวจเช็คโลหะซ้อนดังแสดงในรูปที่ 2.44 ใช้เพื่อตรวจสอบแผ่นโลหะที่ลำเลียงมาก่อนเข้าเครื่องปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานเพื่อป้องกันไม่ให้แม่พิมพ์ขึ้นรูปเกิดความเสียหาย สามารถตรวจจับแผ่นเหล็กได้บางสุด 0.01 มิลลิเมตร

รูปที่ 2.44 เครื่องตรวจเช็คโลหะซ้อน

2.3.3 อุปกรณ์เข้ารหัส (Encoder)

ในงานอุตสาหกรรมนิยมเรียกว่าเอ็นโค้ดเดอร์เป็นเซนเซอร์สำหรับวัดระยะทาง และวัดความเร็วในงานอุตสาหกรรม จะทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจการ คือ ตรวจจับความเร็ว (speed), ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direct of Rotation), จำนวนรอบของการหมุน และตำแหน่งเพลาของโรเตอร์ (shaft position) แล้วรายงานผลกลับไปที่คอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ในวงจรของชุดขับเคลื่อนเซอร์โวเกิดการตัด-ต่อกระแสไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับตำแหน่งของโรเตอร์

เอ็นโค้ดเดอร์แบ่งตามรูปแบบการการให้สัญญาณเอาท์พุทได้ 2 ชนิด คือ Incremental Encoder และ Absolute Encoder

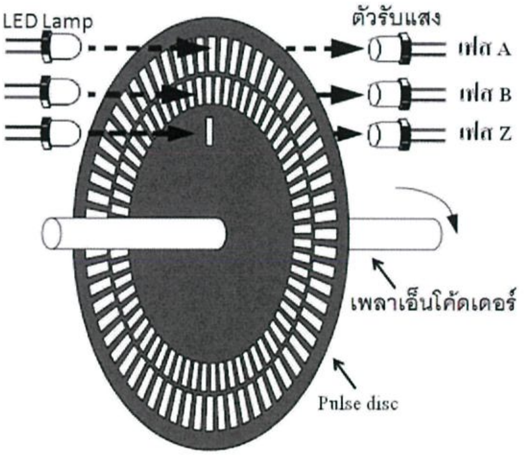
ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.45 ประกอบไปด้วย

1. เพลา (Shaft) ใช้สำหรับต่อเข้ากับวัตถุที่หมุน เช่น มอเตอร์

2. แผ่นดิสก์ (Code หรือ Pulse Disc) จะเป็นแผ่นที่มีแทร็กหรือร่องเล็กๆ มีทั้งส่วนที่โปร่งแสงและทึบแสง

3. แหล่งแสง (Light Source)

4. ตัวรับแสง (Photodetector หรือ Photodiode) ใช้รับแสงจาก LED เพื่อแปลงเป็นรหัสข้อมูล



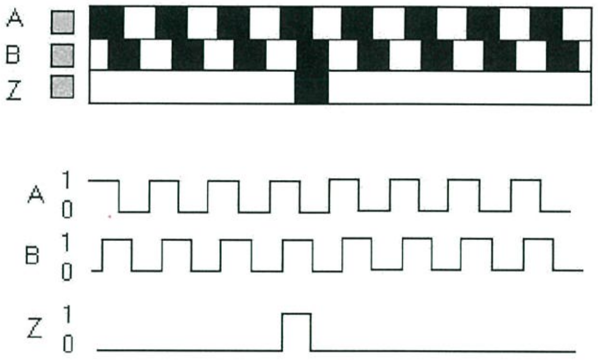
รูปที่ 2.45 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์

2.3.3.1 Incremental Encoder

หลักการทำงานของ Incremental Encoder จะใช้แสงที่กำเนิดจาก LED ส่องผ่านเลนส์ (Convex lens) เพื่อปรับโฟกัสให้เป็นลำแสงขนานกัน ลำแสงนี้จะส่องผ่าน Pulse disc ซึ่งจะแยกแสงเป็น 2 ส่วนที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา

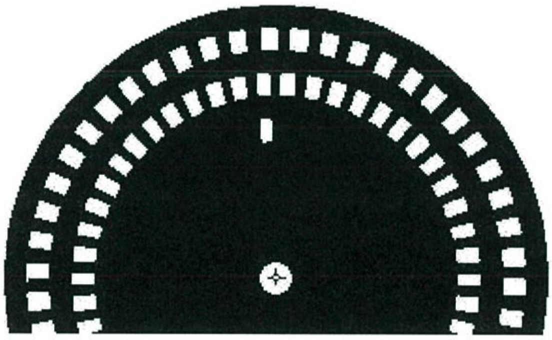
โดยทั่วไปแล้วจะเรียกแสงเดิมว่า A และลำแสงใหม่ว่าเฟส B ซึ่งแสงนี้จะส่องผ่านไปที่ Photodiode แผ่นดิสก์ (Disc) ที่ยึดกับเพลาที่ใช้ตรวจสอบการหมุนของเพลาจะมีแทร็กที่โปร่งแสงกับทึบแสงเพื่อสร้างรูปแบบการส่องแสงมืดและสว่างเมื่อเพลาหมุน

เนื่องจากลำแสง A และ B มีเฟสต่างกัน 90 องศา ซึ่ง Photodiode 2 ตัว จะแปลงแสงที่ได้รับเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2.46 สัญญาณที่ได้จะสามารถต่อเข้ากับ PLC หรือเคาท์เตอร์ เพื่อแสดงตำแหน่งหรือความเร็วของเพลาได้



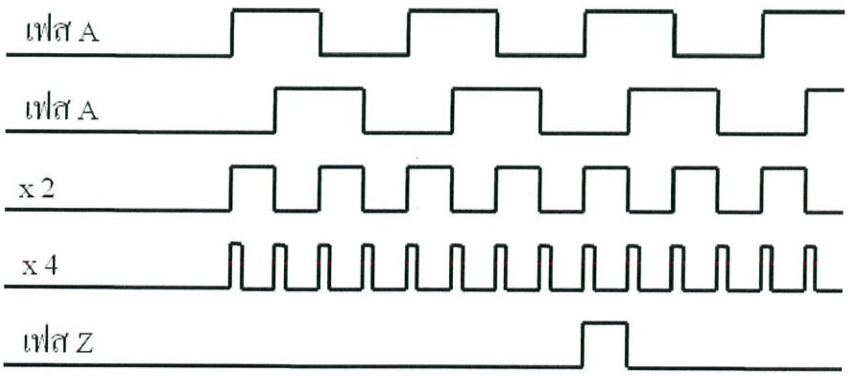
รูปที่ 2.46 แสดงสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมของแสงเฟส A กับ B

แผ่นดิสก์ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 2.47 จะสามารถสังเกตได้ว่าร่องหนึ่งร่องจะทำให้เกิดพลัส์ 1 ลูก โดยที่ความละเอียดจะถูกกำหนดจากจำนวนพลัส์ต่อการหมุน 1 รอบ ซึ่งก็คือจำนวนแทร็กหรือร่องโปร่งแสงกับทึบแสงบนแผ่นดิสก์



รูปที่ 2.47 ตัวอย่างแผ่น Disc ของเอ็นโค้ดเดอร์แบบ Incremental

โดยทั่วไปแล้วเอ็นโค้ดเดอร์จะนับขอบขาขึ้นของสัญญาณสี่เหลี่ยมซึ่งจะมีความละเอียดเท่ากับจำนวนร่องบนแผ่นดิสก์ แต่ถ้านับทั้งขอบขาขึ้นและขาลงของสัญญาณจะได้ค่าเป็น 2 เท่าของค่านับเดิมส่งผลให้ความละเอียดเป็น 2 เท่าเช่นกัน และถ้านับที่ขอบขาขึ้นและขาลงของเฟส A และเฟส B จะได้ความละเอียดเพิ่มเป็น 4 เท่าของค่าปกติ ดังแสดงในรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 แสดงความละเอียด 2 เท่า และ 4 เท่า

ส่วนทิศทางการหมุนของเอ็นโค้ดเดอร์สามารถตรวจสอบได้จากสัญญาณพลัส์ของ เฟส A และเฟส B ว่าเฟสใดเกิดขึ้นก่อน ยกตัวอย่างเช่น เฟส A เกิดขึ้นก่อนเฟส B จะเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกาแต่ถ้าหากว่าเฟส B เกิดขึ้นก่อนเฟส A จะเป็นการหมุนทวนเข็มนาฬิกานอกจากนี้เอ็นโค้ดเดอร์ยังมีร่องอีกหนึ่งร่องที่มีพลัส์เดียวในการหมุน 1 รอบ เรียกว่า เฟส Z (Zero) เป็นตัวบ่งบอกถึงตำแหน่ง Home ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรต้องการจะรีเซตระบบใหม่ เอ็นโค้ดเดอร์จะหมุนจนกระทั่งพลัส์เฟส Z ถูกพบและเครื่องจักรจะรู้ทันทีว่าตำแหน่งนี้ คือ ตำแหน่ง Home

ข้อเสียของเอ็นโค้ดเดอร์ชนิดนี้คือข้อมูลจะหายเมื่อไฟดับหรือไม่มีไฟเลี้ยงดังนั้นจำเป็นต้องรีเซตเครื่องจักรใหม่เพื่อให้เอ็นโค้ดเดอร์ทำงานสอดคล้องกับอุปกรณ์ควบคุม

2.3.3.2 Absolute Encoder

Absolute Encoder ดังแสดงในรูปที่ 2.49 จะมีแผ่นดิสก์พิเศษที่ไม่ใช่แค่แทร็กแสงที่โปร่งแสงกับทึบแสง แต่เป็นร่องหลายแถวที่ใช้แทนรหัสไบนารี่ โดยที่แต่ละแถวจะแทนเลขไบนารี่ 1 บิต ทำงานเหมือนกับ Incremental Encoder แต่ Absolute Encoder จะให้สัญญาณไบนารี่ที่เกิดจากการหมุนของเพลาในองศาต่างๆ ค่าข้อมูลจะไม่สูญหายเมื่อไฟดับ และจะทราบตำแหน่งของเพลาเสมอ

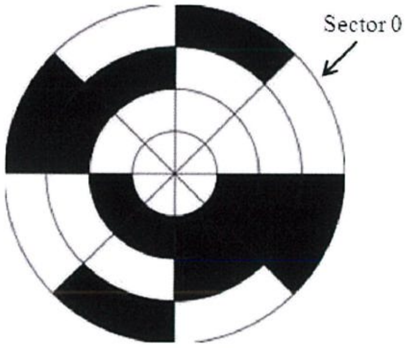
ความละเอียดของเอ็นโค้ดเดอร์ชนิดนี้จะวัดเป็นจำนวนบิต ซึ่งอยู่ในช่วง 2 บิต ถึง 18 บิต ตัวอย่างการใช้งาน Absolute Encoder เช่น หุ่นยนต์ที่ต้องการทราบตำแหน่งที่แน่นอนในการทำงานและสามารถจำตำแหน่งได้แม้ว่าไฟดับ

รูปที่ 2.49 ตัวอย่างแผ่น Disc ของ Absolute

เลขไบนารี่ที่ใช้ในเอ็นโค้ดเดอร์ชนิด Absolute จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ รหัสไบนารี่ (Binary code) และรหัสเกรย์ (Gray code) มีดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบรหัสไบนารี (Binary code) รหัสไบนารี่จะใช้แทนตำแหน่งแต่ละตำแหน่งของเพลาที่หมุนภายใน 360 องศา

Sector	บิต 2	บิต 1	บิต 0	มุม
0	0	0	0	0-45°
1	0	0	1	45-90°
2	0	1	0	90-135°
3	0	1	1	135-180°
4	1	0	0	180-225°
5	1	0	1	225-270°
6	1	1	0	270-315°
7	1	1	1	315-360°



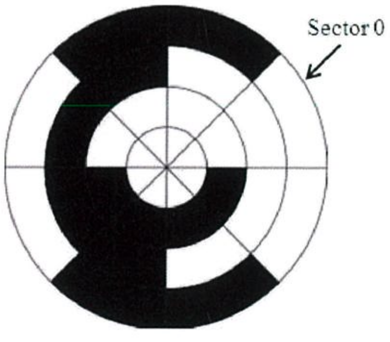
รูปที่ 2.50 แสดงไบนารี่โค้ดของเอ็นโค้ดเดอร์

จากตัวอย่างในรูปที่ 2.50 เป็นเอ็นโค้ดเดอร์ขนาด 3 บิต ซึ่งใช้เลขไบนารรี่แทนองศาต่างๆ สมมุติว่าเพลาอยู่ระหว่าง 0-45 องศา เลขไบนารี่ที่ได้จะเป็น 000_2 หรือ 0 แต่ถ้าเพลาอยู่ในตำแหน่ง 180-225 องศา เลขไบนารี่จะเป็น 100_2 หรือ 4

การใช้รหัสไบนารี่มีข้อเสีย คือ เมื่อเกิดสัญญาณรบกวนหรือมีสายสัญญาณขาดไปหนึ่งสายจะทำให้ค่าตำแหน่งเกิดความแตกต่างกันมากซึ่งอาจทำให้คอนโทรลเลอร์เข้าใจตำแหน่งผิดเพราะเหตุนี้จึงไม่นิยมใช้รหัสไบนารี่

2. แบบรหัสเกรย์ (Gray code) ดังแสดงในรูปที่ 2.51 รหัสเกร์ยจะมีค่าของบิตที่เปลี่ยนแปลงเพียงบิตเดียวเท่านั้นเวลาที่รหัสเพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งตำแหน่ง ตัวอย่างเช่น รหัสเกรย์ของเลข 3 คือ 010 เมื่อเปลี่ยนเป็น 4 รหัสจะเป็น 110 ซึ่งค่าของบิตที่ 2 จะเปลี่ยนไปเพียงบิตเดียว ดังนั้นจึงนิยมใช้รหัสเกรย์มากกว่ารหัสไบนารี่เนื่องจากถ้าค่าของบิตเปลี่ยนแปลงมากกว่า 1 บิต คอนโทรลเลอร์จะถือว่าผิดปกติและหยุดทำงานได้

Sector	บิต 2	บิต 1	บิต 0	มุม
0	0	0	0	0-45°
1	0	0	1	45-90°
2	0	1	1	90-135°
3	0	1	0	135-180°
4	1	1	0	180-225°
5	1	1	1	225-270°
6	1	0	1	270-315°
7	1	0	0	315-360°

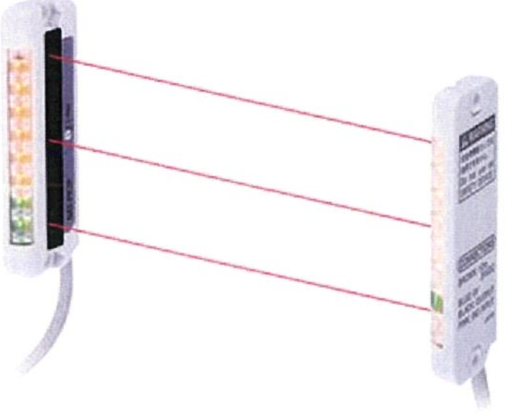


รูปที่ 2.51 แสดงเกรย์โค้ดของเอ็นโค้ดเดอร์

2.3.4 แอเรียเซนเซอร์ (Area Sensors)

เป็นเซนเซอร์ที่ออกมาเพื่อใช้ในงานกั้นพื้นที่หรือจำกัดพื้นที่การทำงานให้กับคนเครื่องจักรหรือหุ่นยนต์โดยตัวของเซนเซอร์เองจะประกอบไปด้วยตัว Photoelectric sensor แบบ opposed

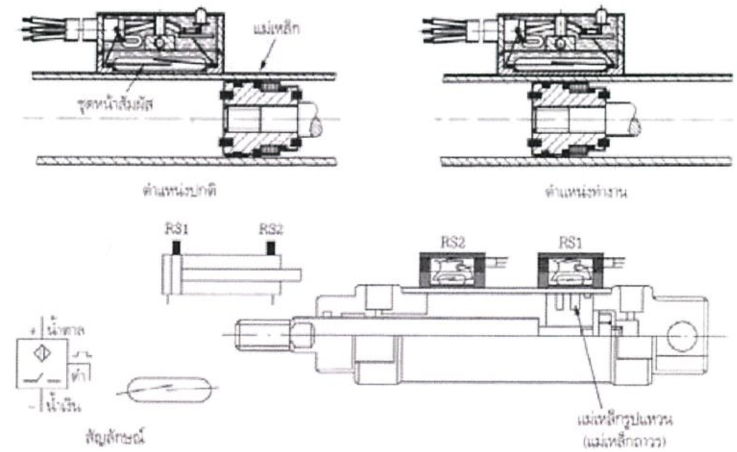
mode หลายๆ คู่ วางอยู่ห่างๆ กันตามความต้องการเช่น 1, 2 หรือ 4 เซนติเมตร โดยเซนเซอร์เหล่านี้จะมีระยะทางในการทำงานที่สามารถตรวจจับได้ตั้งแต่ 3-7 เมตรขึ้นไป



รูปที่ 2.52 แอเรียเซนเซอร์

2.3.5 รีดสวิตซ์ (Reed Switch)

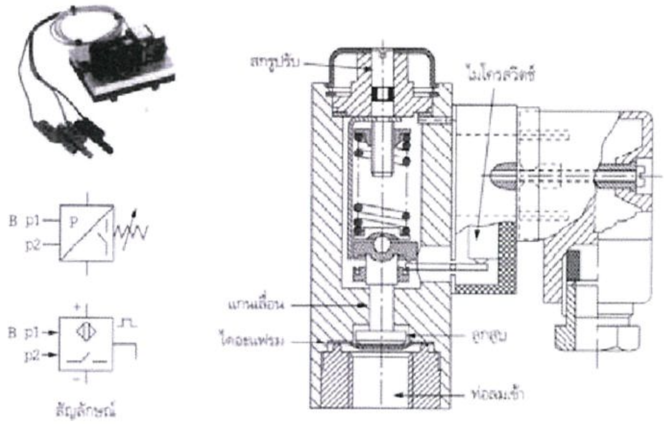
รีดสวิตซ์ดังแสดงในรูปที่ 2.52 เป็นสวิตซ์ที่ทำงานโดยไม่ต้องสัมผัส แต่อาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้ในงานที่มีการตัดต่อของสวิตซ์ตลอดเวลาหรือเป็นประจำและงานที่มีปัญหาพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตซ์ ส่วนประกอบมีปุ่มหน้าสัมผัสซึ่งทำงานด้วยสนามแม่เหล็กและติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรรูปวงแหวนติดตั้งอยู่ หลักการทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในผ่านรีดสวิตซ์สนามแม่เหล็กที่ลูกสูบ จะเหนี่ยวนำให้ปุ่มหน้าสัมผัสทั้งสองต่อถึงกันและเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับรีดสวิตซ์จะหมดอำนาจแม่เหล็กปุ่มหน้าสัมผัสจะกลับสู่ตำแหน่งปกติ



รูปที่ 2.53 รีดสวิตซ์

2.3.6 สวิตซ์ความดัน (Pressure Switch)

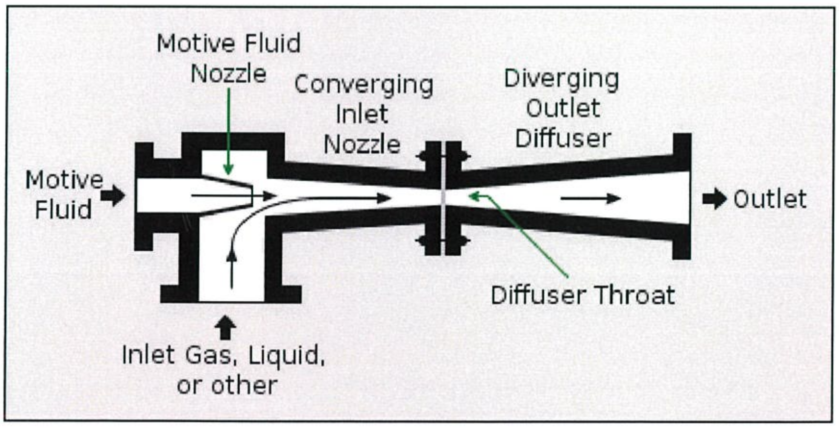
สวิตซ์ความดันดังแสดงในรูปที่ 2.54 ทำงานโดยอาศัยความดันลมจากภายนอกมากระทำเท่ากับความดันที่ตั้งไว้ทำให้ปุ่มหน้าสัมผัสทำงานใช้สำหรับงานควบคุมลมอัด ส่วนประกอบด้านลมอัดจะอาศัยการทำงานของกระบอกสูบทางด้านไฟฟ้าเป็นสวิตซ์หน้าสัมผัสทางไฟฟ้ามีทั้งตำแหน่งปกติปิดปกติเปิดหรือหน้าสัมผัสปรับได้สองทาง



รูปที่ 2.54 สวิตซ์ความดัน

2.4 เครื่องกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum Ejector)

Vacuum Ejector ดังแสดงในรูปที่ 2.55 อาศัยหลักการ Venturi ที่ทำให้เกิดสุญญากาศ เมื่ออากาศอัดไหลเข้าในช่องแคบของตัวกำเนิดความดันสุญญากาศ ความเร็วลมจะมากขึ้น ความดันจะลดลง อากาศบริเวณรอบๆ จะถูกดูดไปด้วยและก็จะเกิดสุญญากาศ ใช้ร่วมกับหัวดูด เหมาะสำหับงานดูดจับปล่อยชิ้นงาน



รูปที่ 2.55 เครื่องกำเนิดสุญญากาศ

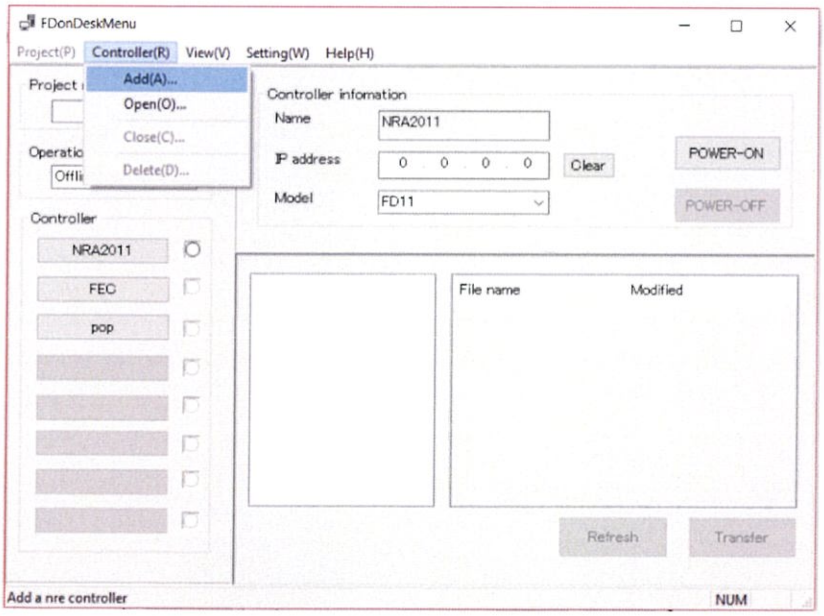
บทที่ 3
การสร้างโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยการนำสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกมาใช้สั่งการแขนหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมคำสั่งให้แขนหุ่นยนต์ทำงานขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานว่าเป็นงานประเภทไหนและจะสั่งให้แขนหุ่นยนต์ทำอะไรก่อนหลังเมื่อได้รับสัญญาณอินพุตหรือเอาท์พุตซึ่งตัวแขนหุ่นยนต์ มีอินพุตและเอาท์พุตอย่างละ 32 ตัว และซอฟต์แวร์ FD on Desk นี้สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งได้ถึง 9,999 โปรแกรม

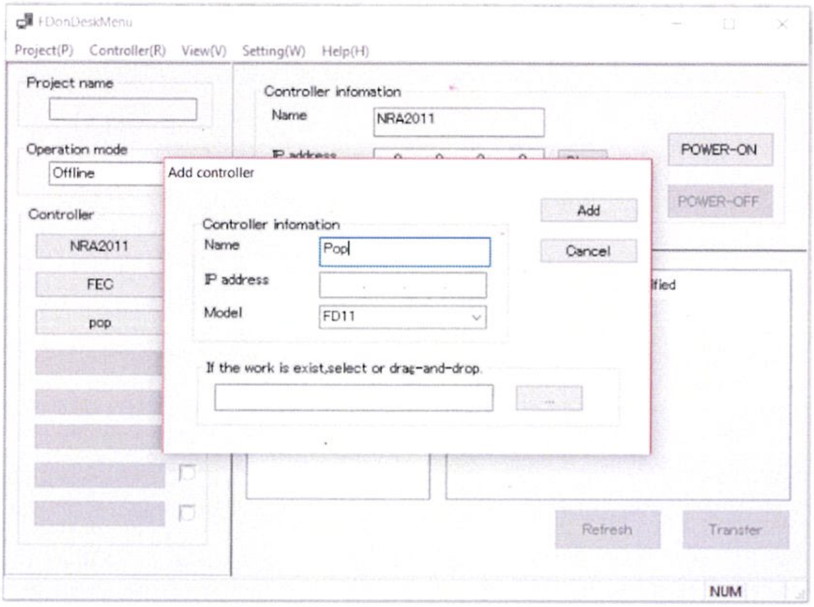
สำหรับในกรณีศึกษานี้จะใช้แขนหุ่นยนต์ ในการจับเหล็กขาวแผ่นรีดเย็น (Cold Rolled Steel Sheets) ชนิด SPCEN เพื่อนำไปขึ้นรูป ในการจับชิ้นงานจะใช้เครื่องมือที่ทำการตั้งค่าแล้วตามบทที่ 2 เป็นตัวจับชิ้นงาน

3.1 วิธีการสร้างโปรแกรม

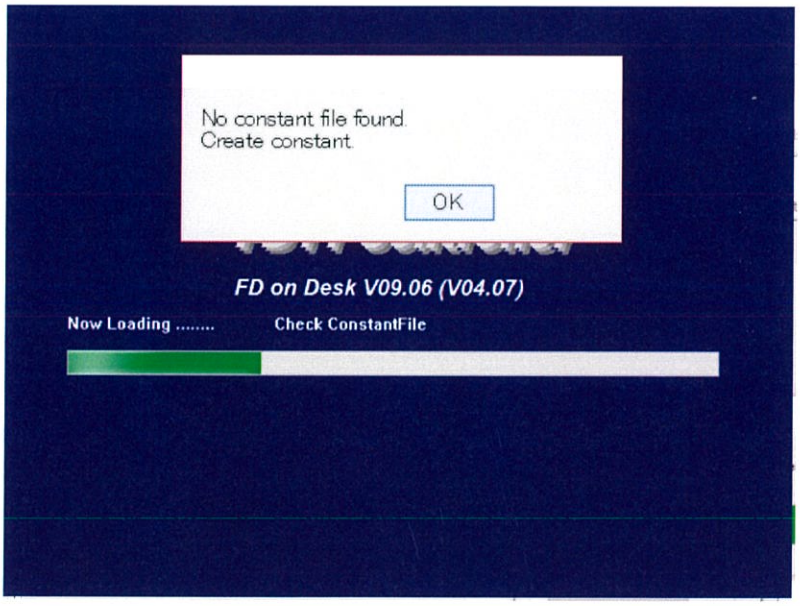
1. เข้าซอฟต์แวร์ FD on Desk กด Controller แล้วกด Add ใส่ชื่อลงไปในช่อง Name แล้วกด Add จากนั้นก็กด POWER-ON จะมีหน้าต่างสีน้ำเงินปรากฏขึ้นมาให้กด OK ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.3 จากนั้นจะมีหน้า Format and Configuration ปรากฏขึ้นมาให้ใส่เลข 1 ในช่องสีขาวหรือคลิกที่ Format แล้ว Dialog box จะปรากฏขึ้นให้คลิก OK ดังแสดงในรูปที่ 3.4



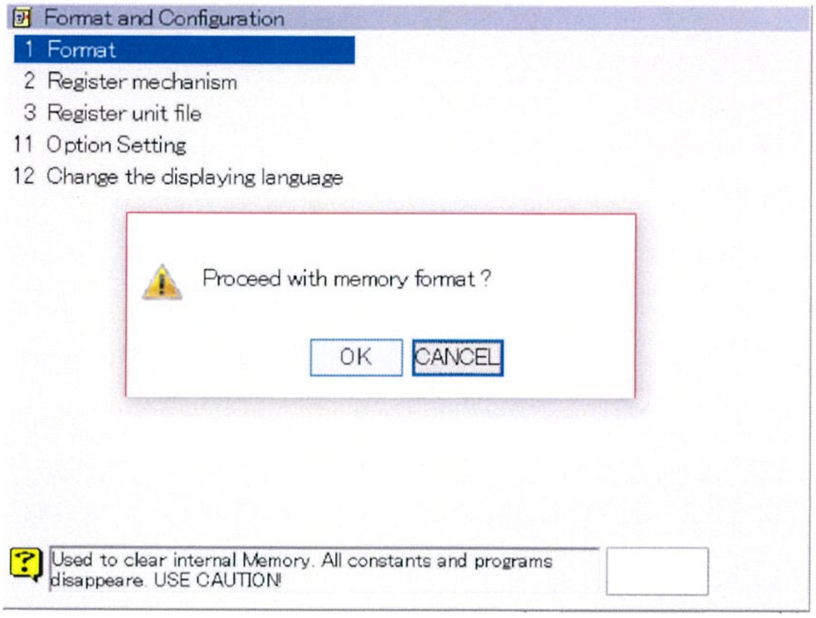
รูปที่ 3.1 เมนูของซอฟต์แวร์ FD on Desk



รูปที่ 3.2 หน้าต่าง Add controller

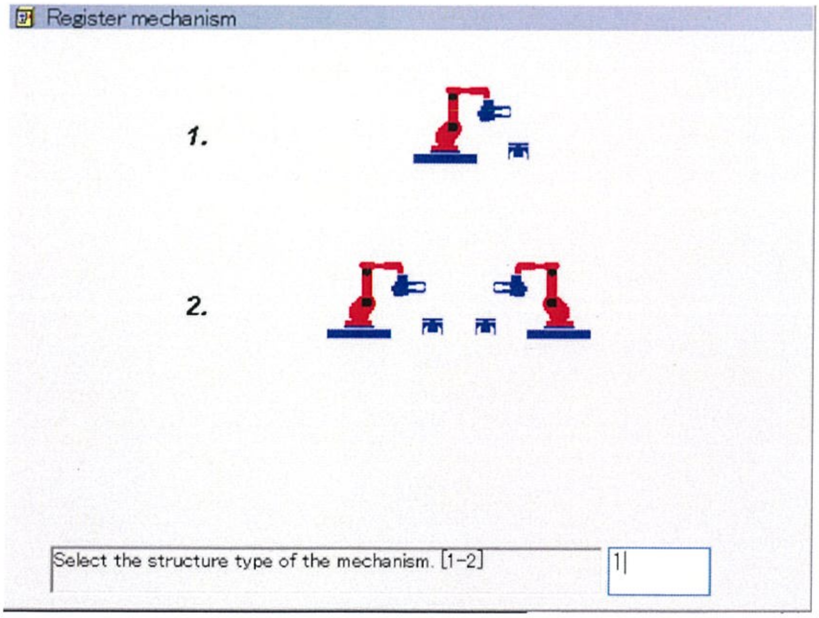


รูปที่ 3.3 การ Create constant

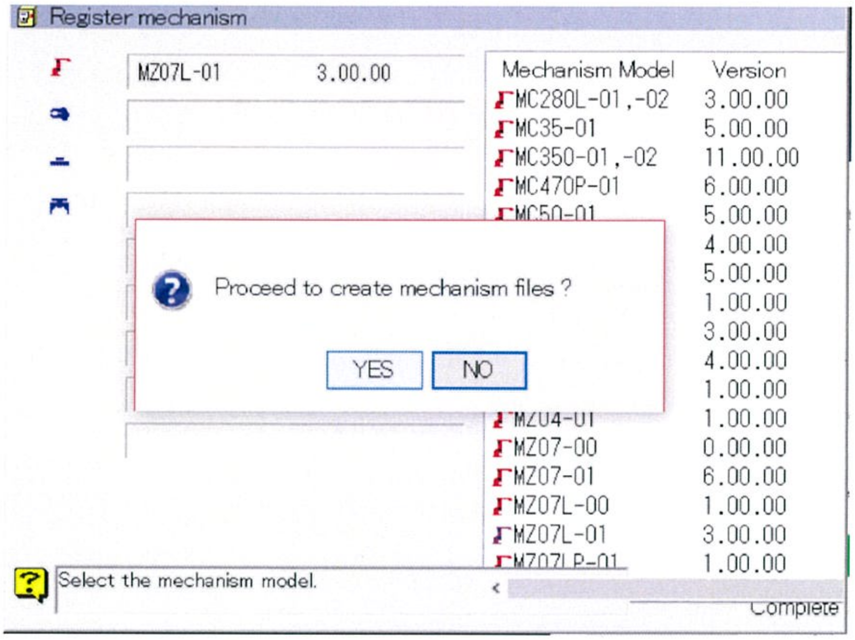


รูปที่ 3.4 หน้าต่าง Format and Configuration

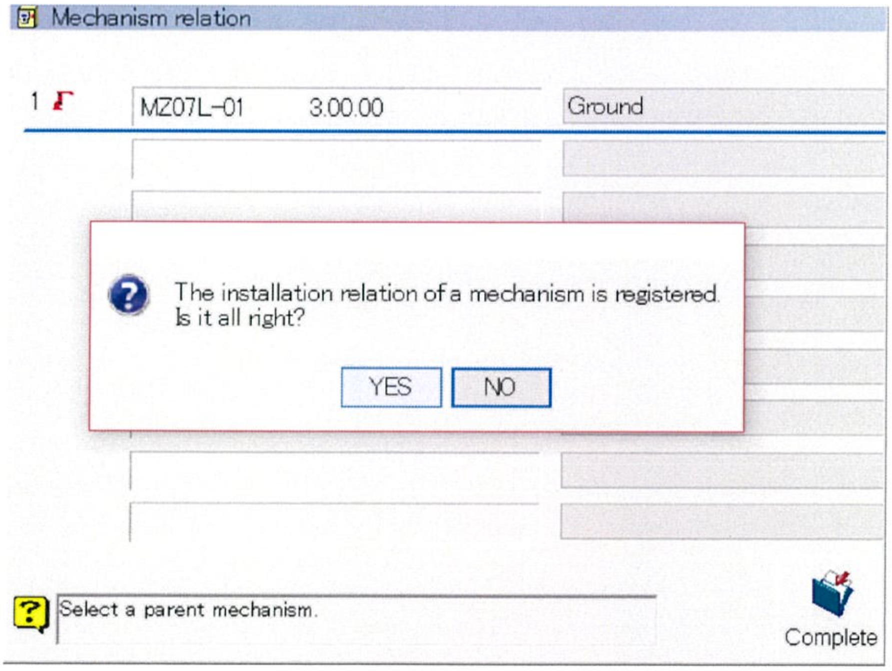
2. ให้ใส่เลข 1 ลงในช่องสีขาวดังแสดงในรูปที่ 3.5 ถ้ามีการใช้หุ่นยนต์เพียงตัวเดียวแต่ถ้าใช้หุ่นยนต์ 2 ตัวในการสื่อสารกันให้ใส่เลข 2 ลงในช่องสีขาว จะมีรุ่นของหุ่นยนต์ ให้เลือกทางขวามือเมื่อเลือกรุ่นที่ต้องการใช้งานเสร็จแล้วให้กด Complete จะมี Dialog box ปรากฏขึ้นให้คลิก YES ดังแสดงในรูปที่ 3.6 จากนั้นกด Complete จะมี Dialog box ปรากฏขึ้นให้คลิก YES ดังแสดงในรูปที่ 3.7 จะมี Dialog box ของ mechanism ถูกจัดการด้วยมาตรฐานปรากฏขึ้นมาให้กด OK ดังแสดงในรูปที่ 3.8 สุดท้ายแล้วจะมี Dialog box ดำเนินการเพื่อเริ่มต้นการจัดการไฟล์ปรากฏขึ้นให้คลิก YES ดังแสดงในรูปที่ 3.9



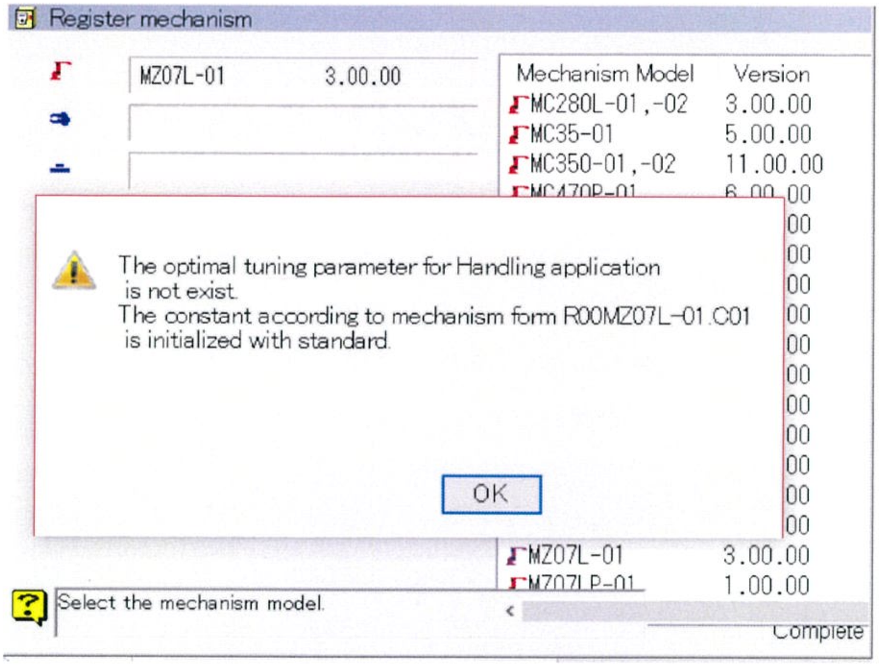
รูปที่ 3.5 หน้าต่าง Register mechanism



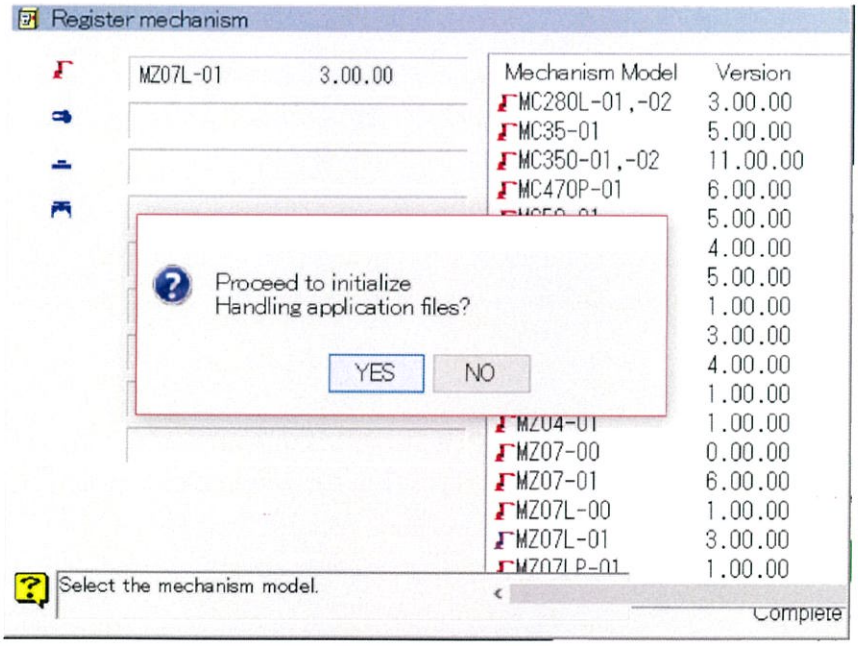
รูปที่ 3.6 การ Create mechanism files



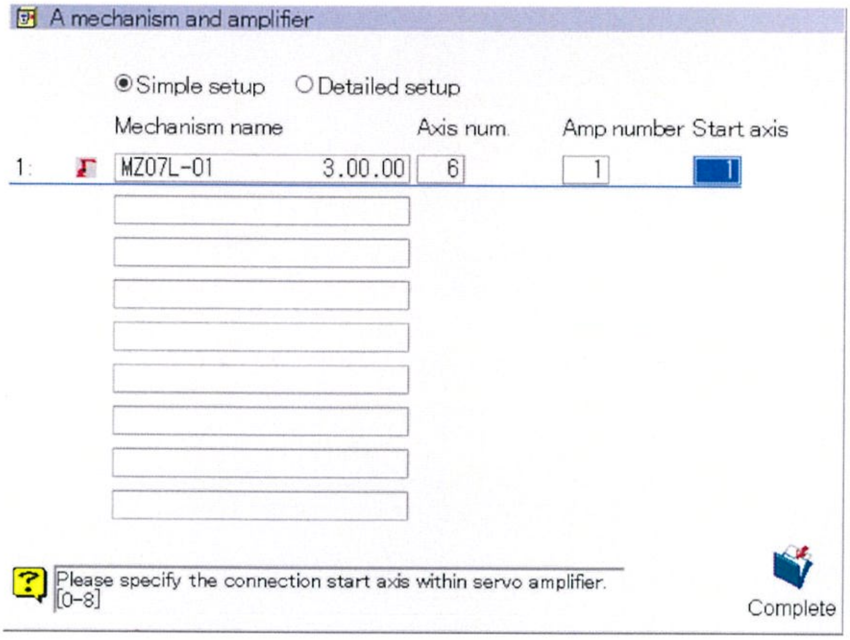
รูปที่ 3.7 การบันทึกการเชื่อมต่อของ mechanism



รูปที่ 3.8 mechanism ถูกจัดการด้วยมาตรฐาน

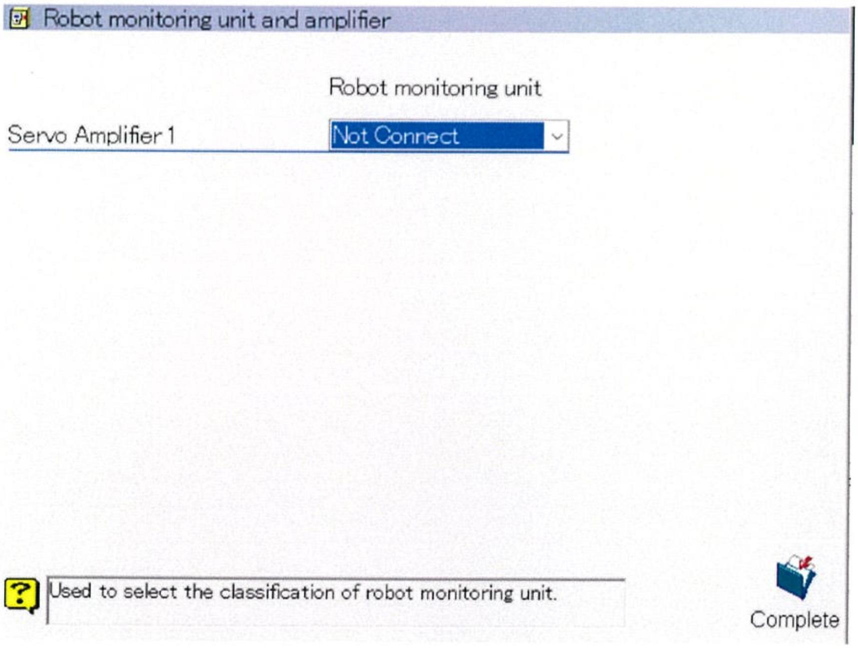


รูปที่ 3.9 ดำเนินการเพื่อเริ่มต้นการจัดการไฟล์

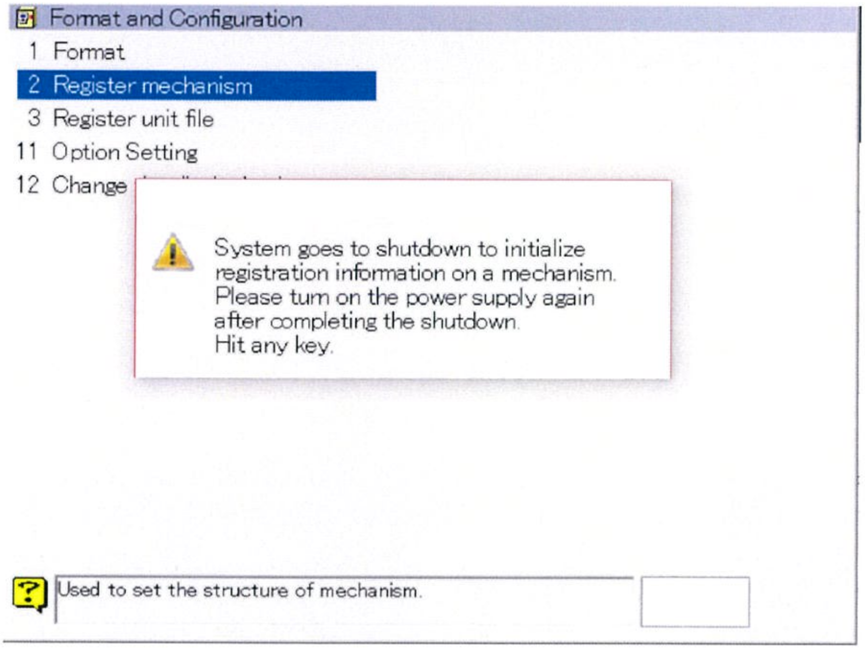


รูปที่ 3.10 หน้าต่าง A mechanism and amplifier

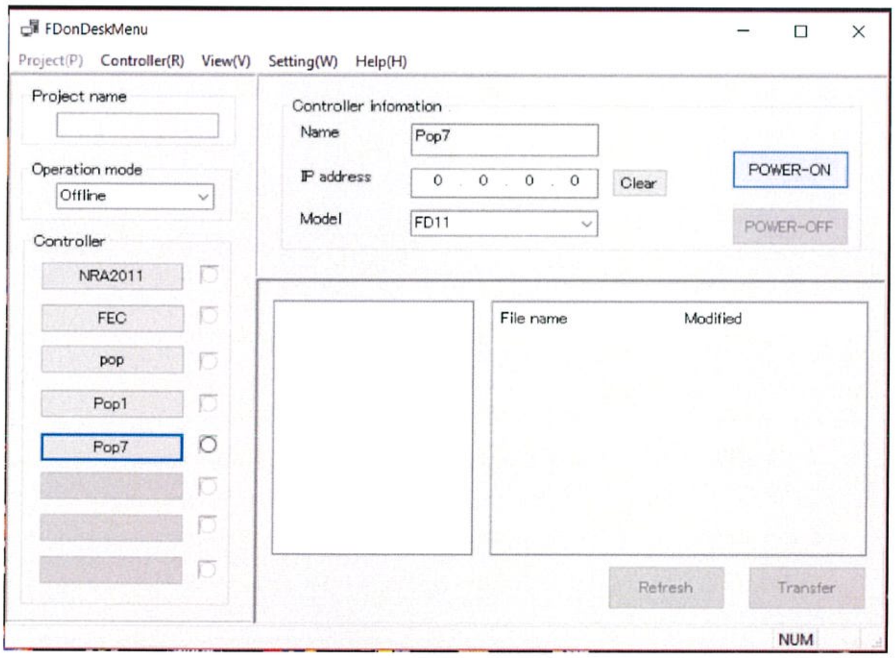
3. ตรงช่อง Amp number ดังแสดงในรูปที่ 3.10 คือจะให้แขนหุ่นยนต์ที่ใช้งานเป็นตัวที่เท่าไหร่ให้ใส่เลข 1 ลงไปแล้วกด Enter ส่วน Start axis คือจะให้เริ่มทำงานที่แกนไหนของแขนหุ่นยนต์ให้ใส่เลข 1 แล้วกด Enter แล้วกด Complete ในหน้าต่างของ Robot monitoring unit ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ให้เลือก Not Connect แล้วกด Complete เมื่อมีข้อความขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3.12 ให้กด Enter



รูปที่ 3.11 หน้าต่าง Robot monitoring unit and amplifier

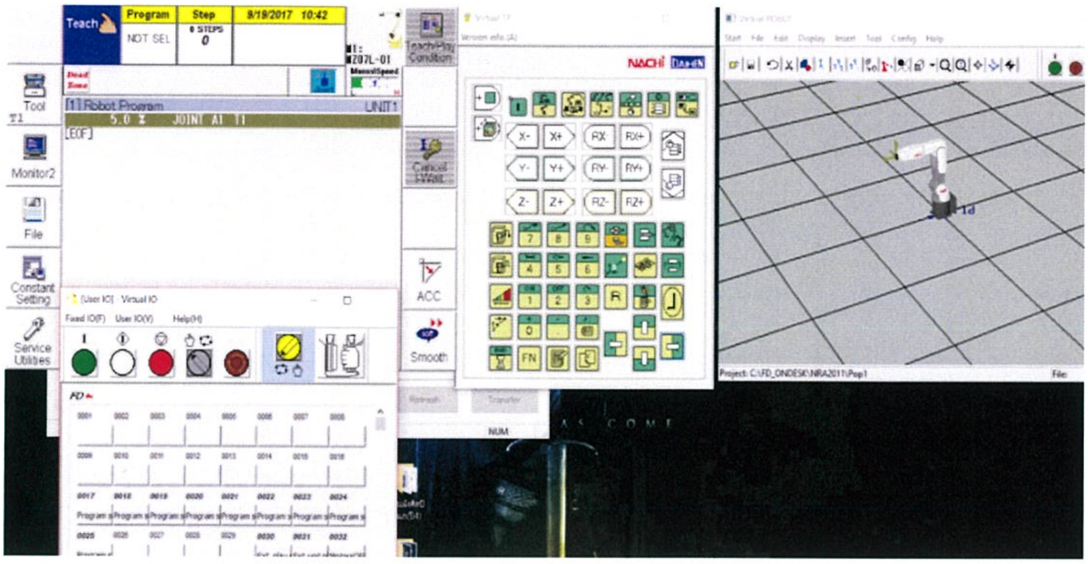


รูปที่ 3.12 หน้าต่าง Format and Configuration เพื่อยืนยันการลงทะเบียนตัวหุ่นยนต์ ที่จะใช้งาน



รูปที่ 3.13 เลือก Controller ที่จะใช้งาน

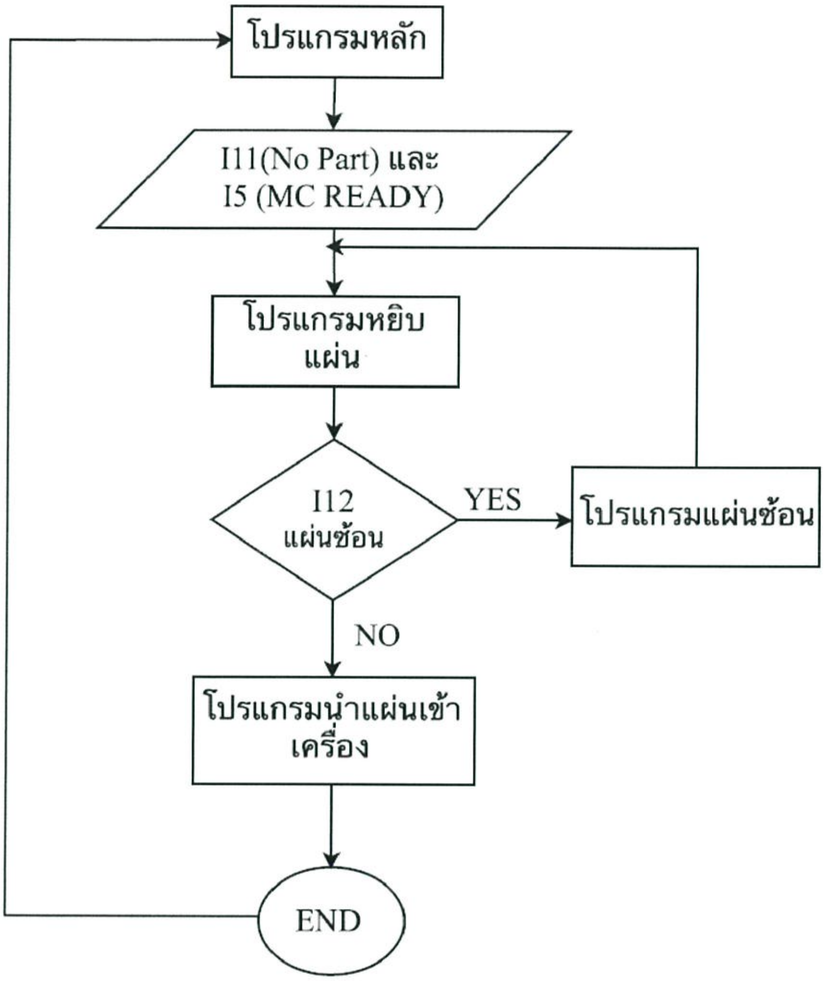
4. เลือกคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการใช้งานจากแถบคอนโทรลเลอร์ทางซ้ายดังแสดงในรูปที่ 3.13 จากนั้นให้คลิก POWER-ON จากนั้นโปรแกรมหลักก็จะแสดงขึ้นมาสามารถเริ่มทำงานได้ในรูปที่ 3.14 เป็นหน้าจอหลักที่จะใช้ตั้งแต่การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วง, Zero of pin, การเขียนคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของแขนหุ่นยนต์



รูปที่ 3.14 หน้าจอหลักของโปรแกรม

3.2 เขียนโปรแกรมคำสั่ง

3.2.1 Flow chart การทำงาน



รูปที่ 3.15 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม

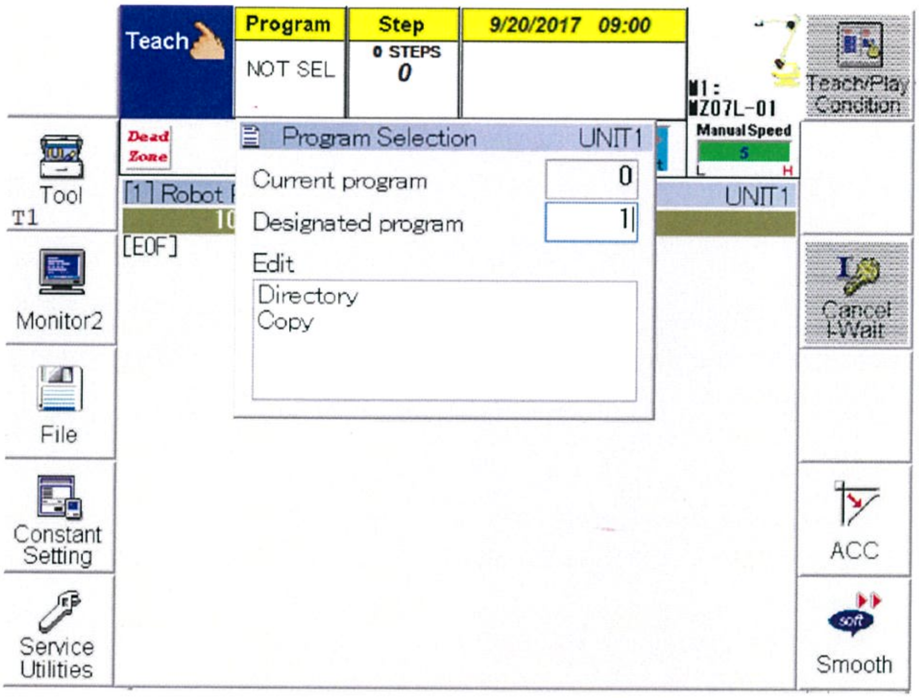
3.3.2 I/O LIST

I1 CHECK PART IN MC X20
I3 CHECK PART TABLE X5
I4 AREA SENSOR MC X4
I5 MC READY LAMP GREEN X1
I6 MC MANUAL LAMP
I7 MC LAMP LED
I8 LIM MC DOWN X10
I9 LIM 2 MC UP X11
I10 CHECK PLATE CONVEYOR
I11 ON PART
I12 TWO SHEET
I13 CHECK AIR PLATE A01
I14 SAFETY STOP
I15 FUNCTION AIR
I16 SEARCH PART
I17 Failure reset
I18 Ext. play start
I19 Ext. unit play stop
I20 Motors ON external
I23 Ext. All unit play stop
I24 SERVICE

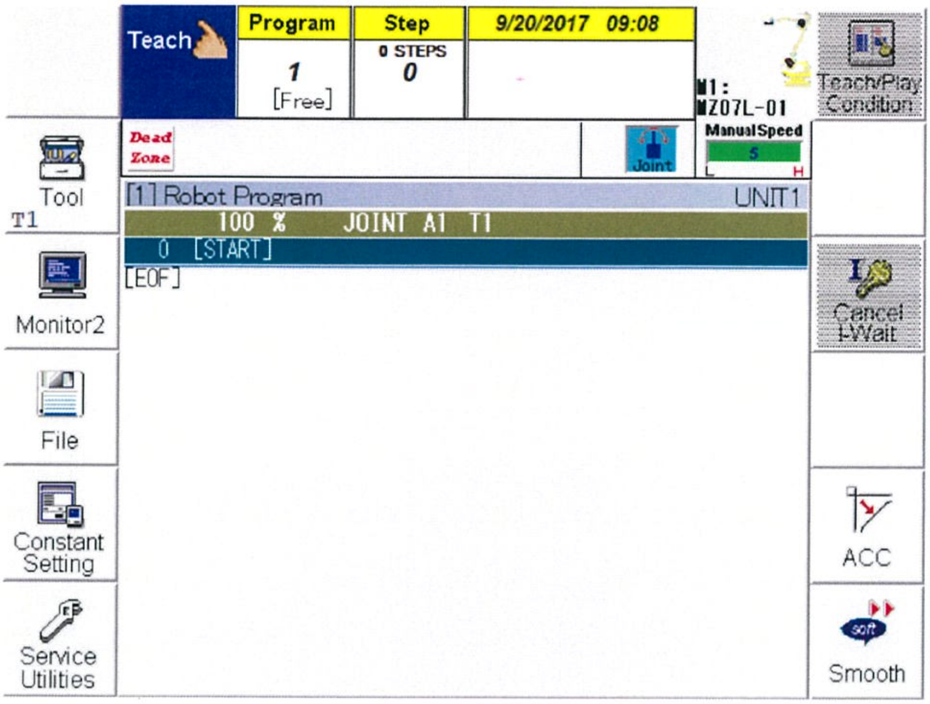
O1 In playback mode
O2 In teach mode
O3 Emergency stopped
O4 BLOW A06
O5 VACUUM A04
O6 Motors energized
O7 START CLAMP MC
O8 ROBOT RUNNING
O9 ERROR

3.3.3 ชุดโปรแกรมคำสั่ง

1. สร้างโปรแกรมหลักให้หุ่นยนต์ดังแสดงในรูปที่ 3.16 โดยคลิกที่ Program จะมีหน้าต่าง Program Selection ขึ้นมาให้ใส่หมายเลขใดก็ได้ลงไปในช่อง Designed Program เพราะโปรแกรมหลักของหุ่นยนต์ สามารถสร้างให้เป็นหมายเลขใดก็ได้แล้วแต่ผู้ใช้งานจะกำหนดเมื่อสร้างโปรแกรมหลักขึ้นมาแล้วก็จะมีหน้าต่าง Robot Program ขึ้นมาในตอนนี้เราสามารถเขียนคำสั่งให้ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 การสร้างโปรแกรมหลักของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.17 โปรแกรมหลักที่ใช้เขียนคำสั่งการทำงาน

2. ชุดคำสั่งโปรแกรมหลักดังแสดงในรูปที่ 3.18 เป็นโปรแกรมที่รวมชุดโปรแกรมคำสั่งการทำงานทั้งหมดใน 1 Cycle ไว้ หมายเลขข้างหน้าสุดจะเป็น Step ที่ใช้บอกการทำงานในแต่ละขั้นของหุ่นยนต์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การเคลื่อนที่ และ ฟังก์ชัน โดยที่ การเคลื่อนที่ สามารถทำงานได้เลยโดยไม่ต้องมีการเช็คเงื่อนไขแต่ ฟังก์ชัน ต้องมีการเช็คเงื่อนไขก่อนว่าหุ่นยนต์ ต้องทำอะไรก่อนหลังซึ่งในส่วน ฟังก์ชันจะสามารถเขียนคอมเมนต์ได้

Step 0 เริ่มต้น

Step 1 การเขียนคอมเมนต์ว่าเป็น MODEL 218 ซึ่งเป็นรุ่นของหม้อนอก

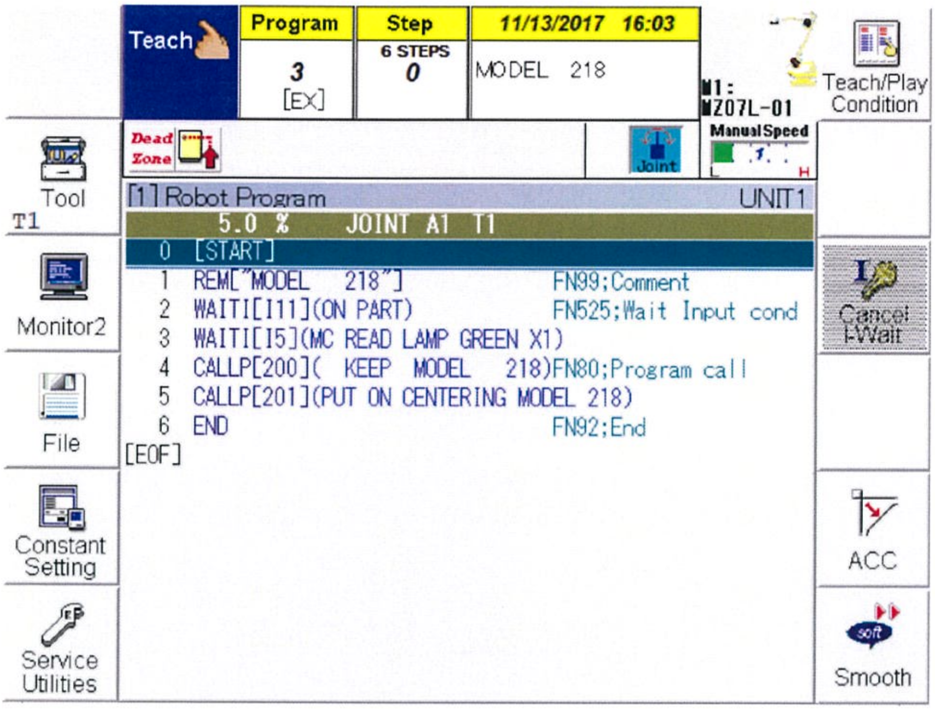
Step 2 เป็นการรอให้สัญญาณอินพุต I11 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 3 เป็นการรอให้สัญญาณอินพุต I15 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 4 การเรียกโปรแกรม 200 แล้วเข้าไปทำงานในโปรแกรม 200

Step 5 การเรียกโปรแกรม 201 แล้วเข้าไปทำงานในโปรแกรม 201

Step 6 การทำงานของโปรแกรมหลักจบลงแล้ว



รูปที่ 3.18 ชุดคำสั่งโปรแกรมหลัก

3. ชุดคำสั่งโปรแกรม 200 โปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3.19 เป็นโปรแกรมที่สั่งให้หุ่นยนต์หยิบแผ่นและเช็คแผ่นซ้อน

Step 0 เริ่มต้น

Step 1 การเขียนคอมเมนต์ว่าเป็น MODEL 218 ซึ่งเป็นรุ่นของหม้อนอกขนาด 1.8 ลิตร

Step 2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (30.51, 33.59, 53.83, -0.39, -88.13, 16.31)

Step 3 เป็นการรอให้สัญญาณอินพุต I16 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 4 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 ON ทำให้ VACUUM A04 ทำงาน

Step 5 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.8 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (30.51, 33.58, 53.83, -0.38, -88.14, 16.31)

Step 6 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.3 m/s และมีความแม่นยำระดับ 6 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (30.52, 20.45, 37.84, -0.44, -59.06, 16.53)

Step 7 เป็นการรอให้สัญญาณอินพุต I15 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 8 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.064 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (30.52, 32.02, 61.81, -0.38, -93.82, 16.26)

Step 9 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (-6.79, 55.01, 23.02, -0.31, -77.81, -20.96)

Step 10 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (0.90, 57.35, 14.08, -0.06, -70.06, 2.66)

Step 11 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.5 m/s และมีความแม่นยำระดับ 5 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (-0.68, 32.95, 9.36, 6.05, -14.61, -4.22)

Step 12 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 OFF ทำให้ VACUUM A04 หยุดทำงาน

Step 13 หน่วงเวลา 0.1 วินาที

Step 14 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 ON ทำให้ BLOW A06 ทำงาน

Step 15 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.8 m/s และมีความแม่นยำระดับ 5 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (2.92, 36.39, -9.75, -120.76, -3.83, 119.40)

Step 16 หน่วงเวลา 0.1 วินาที

Step 17 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 ON ทำให้ BLOW A06 ทำงาน

Step 18 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.8 m/s และมีความแม่นยำระดับ 5 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (2.92, 36.39, -9.75, -120.76, -3.83, 119.40)

Step 19 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 OFF ทำให้ BLOW A06 หยุดทำงาน

Step 20 การเรียกโปรแกรมอินพุตแบบมีเงื่อนไขคือเมื่อมีสัญญาณอินพุต I20 เข้ามาให้ไปทำคำสั่งในโปรแกรมที่ 204 ซึ่งเป็นการเกิดแผ่นซ้อนหากหุ่นยนต์จับได้แผ่นซ้อนก็จะไปทำโปรแกรม 204

Step 21 การรอให้สัญญาณอินพุต I12 หยุดการทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 22 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 ON ทำให้ VACUUM A04 ทำงาน

Step 23 การเรียกโปรแกรมอินพุตแบบมีเงื่อนไขคือเมื่อมีสัญญาณอินพุต I11 เข้ามาให้ไปทำคำสั่งในโปรแกรมที่ 3 ซึ่งเป็นโปรแกรมหลัก

Step 24 เมื่อมีอินพุต I11 เข้ามาให้ข้ามไปทำ Step 1

Step 25 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 5 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (2.74, 32.80, -8.29, -179.12, -4.45, 178.04)

Step 26 เป็นการรอให้สัญญาณอินพุต I15 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

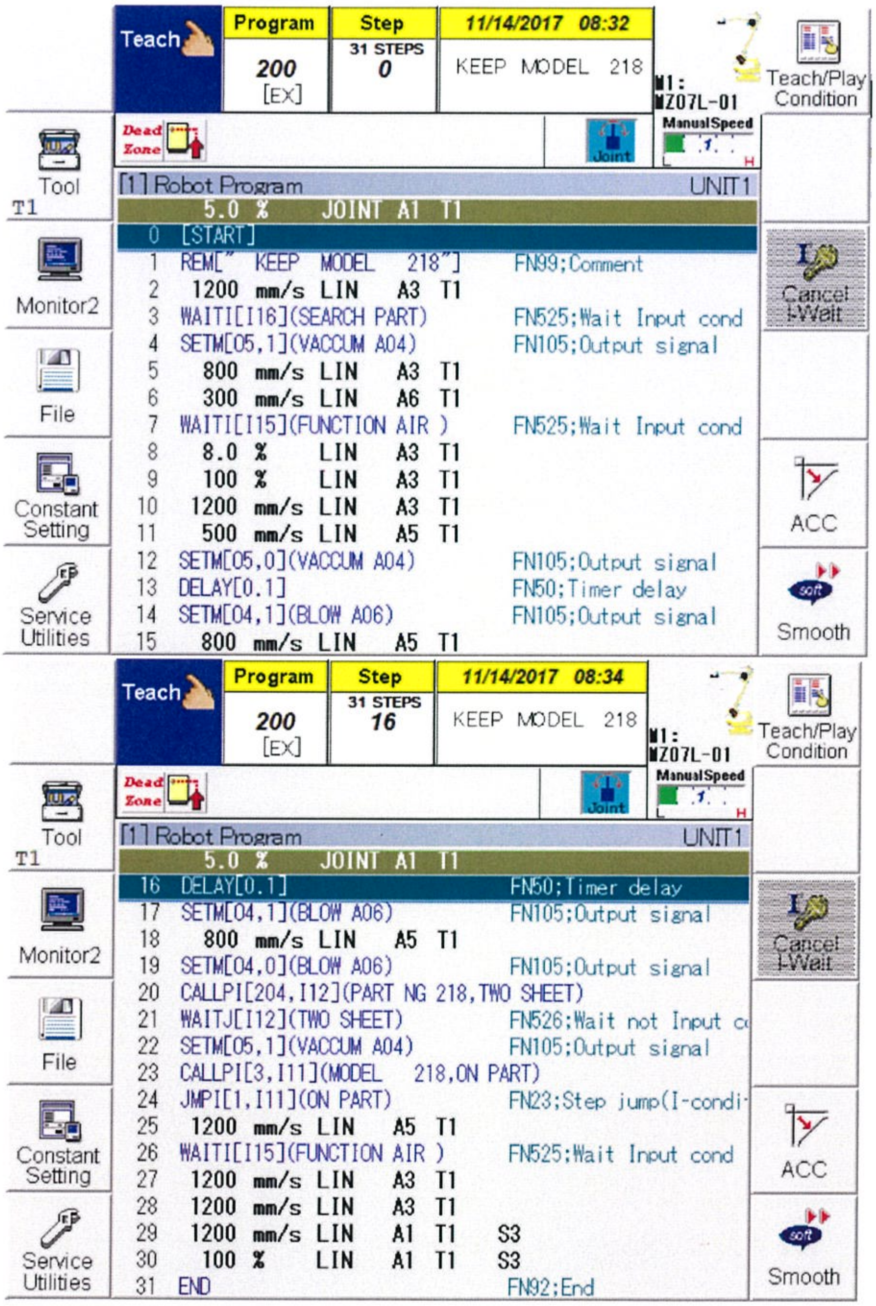
Step 27 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (2.44, 29.84, 6.82, -5.13, -8.29, 3.45)

Step 28 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (2.64, 53.05, -11.23, -3.68, -13.40, 2.09)

Step 29 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุด โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (7.95, 64.60, -14.52, -0.79, -22.94, 1.83)

Step 30 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุด โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (23.54, 88.64, -16.25, 0.11, -72.21, 126.67)

Step 31 การทำงานของโปรแกรม 200 จบลงแล้ว



รูปที่ 3.19 ชุดคำสั่งโปรแกรม 200

4. ชุดคำสั่งโปรแกรม 201 ดังแสดงในรูปที่ 3.20 เป็นโปรแกรมที่สั่งให้หุ่นยนต์นำแผ่นไปเข้าเครื่องปั๊ม

Step 0 เริ่มต้น

Step 1 การเขียนคอมเมนต์ว่านำแผ่นเหล็กที่ Robot จับได้ไปวางที่ Centering

Step 2 การรอให้สัญญาณอินพุต I18 หยุดการทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 3 การรอให้สัญญาณอินพุต I10 หยุดการทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 4 การรอให้สัญญาณอินพุต I13 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 5 การรอให้สัญญาณอินพุต I19 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 6 การรอให้สัญญาณอินพุต I1 หยุดการทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 7 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุดโดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (23.54, 88.64, -16.25, 0.11, -72.21, 126.67)

Step 8 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุดโดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (19.45, 124.73, -29.29, -0.81, -97.78, 110.48)

Step 9 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุดโดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (8.20, 125.74, -28.06, 2.08, -99.27, 99.69)

Step 10 การรอให้สัญญาณอินพุต I13 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 11 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.9 m/s และมีความแม่นยำสูงสุดโดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (-65.02, 78.79, 10.13, -0.42, -93.70, 23.61)

Step 12 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 OFF ทำให้ VACUUM A04 หยุดทำงาน

Step 13 หน่วงเวลา 0.1 วินาที

Step 14 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 ON ทำให้ BLOW A06 ทำงาน

Step 15 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (-63.54, 77.48, 15.03, -0.31, -97.40, 27.69)

Step 16 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุด โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (41.97, 109.28, -14.98, 4.81, -93.25, 133.55)

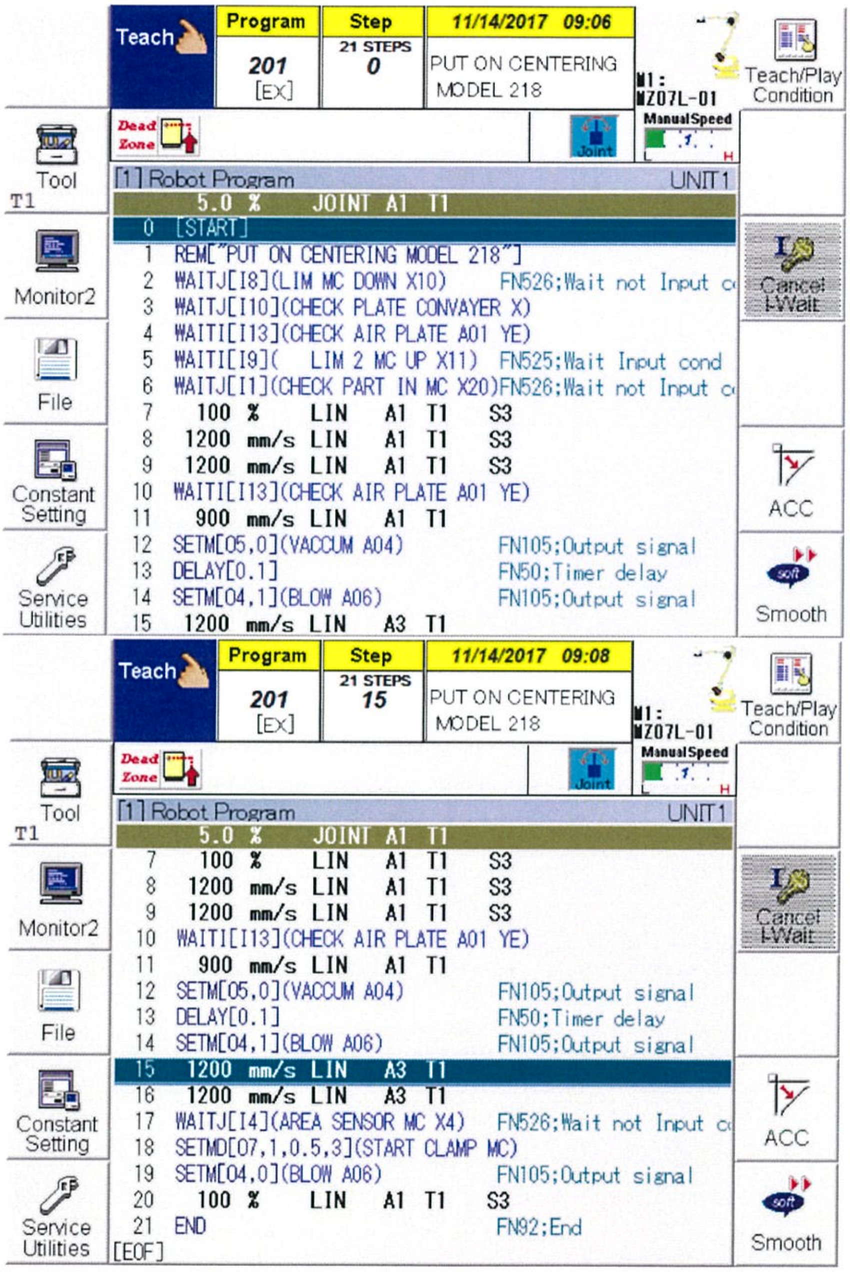
Step 17 การรอให้สัญญาณอินพุต I4 หยุดการทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้

Step 18 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O7 ON สั่ง START CLAMP MC โดยหน่วงเวลา 0.5 วินาทีและให้ Pulse 3 Pulse

Step 19 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 OFF ทำให้ BLOW A06 หยุดทำงาน

Step 20 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำสูงสุด โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (35.24, 114.64, -26.52, -1.84, -90.41, 34.38)

Step 21 การทำงานของโปรแกรม 201 จบลงแล้ว



รูปที่ 3.20 ชุดคำสั่งโปรแกรม 201

5. ชุดคำสั่งโปรแกรม 204 ดังแสดงในรูปที่ 3.21 เป็นโปรแกรมกรณีที่เกิดแผ่นซ้อน

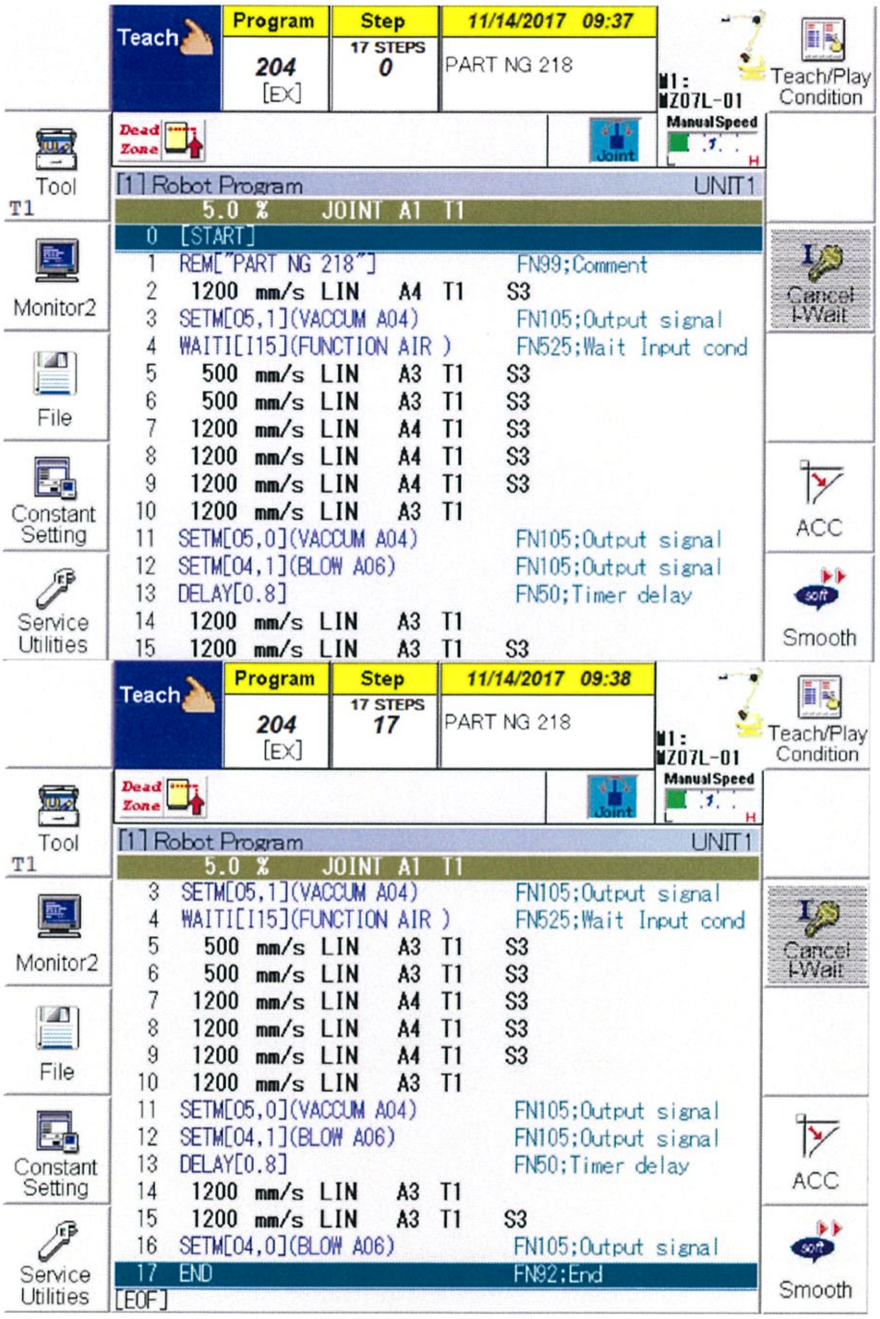
Step 0 เริ่มต้น

Step 1 การเขียนคอมเมนต์ว่าเช็คแผ่นไม่ผ่านคือเกิดแผ่นซ้อนขึ้นนั่นเอง

Step 2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 4 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (3.04, 34.20, -4.94, 0.98, -2.95, -0.80)

Step 3 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 ON ทำให้ VACUUM A04 ทำงาน

Step 4 การรอให้สัญญาณอินพุต I15 ทำงานแล้วจึงทำ Step ต่อไปได้
Step 5 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.5 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (3.03, 32.57, 3.88, 0.32, -10.13, -0.15)
Step 6 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็ว 0.5 m/s และมีความแม่นยำระดับ 3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (3.03, 55.50, 7.92, 0.10, -37.11, 0.09)
Step 7 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 4 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (3.03, 55.19, 15.94, 0.10, -42.33, 0.10)
Step 8 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 4 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (4.89, 108.66, -49.55, -1.64, -30.35, 3.23)
Step 9 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ 4 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (4.95, 111.10, -35.51, -3.64, -76.63, -85.39)
Step 10 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (4.95, 87.78, -56.02, -6.52, -32.95, -80.75)
Step 11 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O5 ON ทำให้ VACUUM A04 ทำงาน
Step 12 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 ON ทำให้ BLOW A06 ทำงาน
Step 13 หน่วงเวลา 0.8 วินาที
Step 14 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (4.95, 111.74, -30.64, -3.58, -82.13, -85.75)
Step 15 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระนาบ ROBOT ด้วยความเร็วสูงสุด 1.2 m/s และมีความแม่นยำระดับ3 โดยใช้เครื่องมือตัวที่ 1 มีความ Smooth น้อยที่สุดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (-4.35, 96.61, -21.71, -2.35, -77.82, -1.93)
Step 16 เมื่อสัญญาณเอาท์พุต O4 OFF ทำให้ BLOW A06 หยุดทำงาน
Step 17 การทำงานของโปรแกรม 204 จบลงแล้ว



รูปที่ 3.21 ชุดคำสั่งโปรแกรม 204

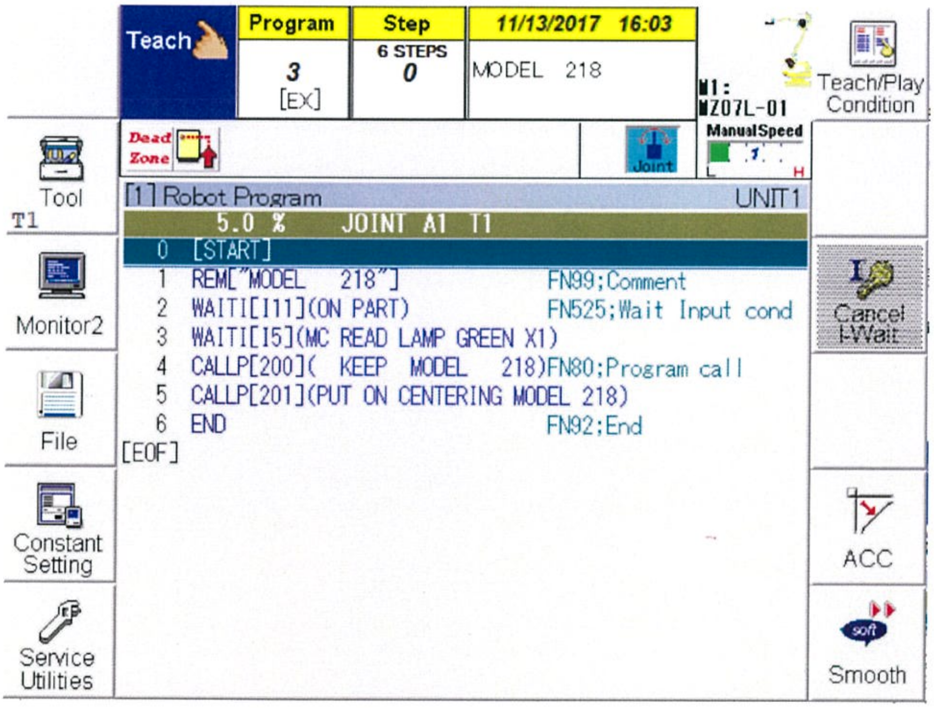
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 โปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ โปรแกรมหลักและโปรแกรมคำสั่ง

4.1.1 โปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักดังแสดงในรูปที่ 4.1 จะเป็นโปรแกรมควบคุมของกระบวนการโดยรวมเมื่อหุ่นยนต์ทำงานแบบ Manual จะสามารถสั่งการ หุ่นยนต์ ให้ทำโปรแกรมคำสั่งไหนก็ได้โดยเมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรมนั้นแล้วต้องกลับเข้ามาที่โปรแกรมหลักเสมอ จะมีสัญญาณอินพุตหรือเอาท์พุตเป็นตัวส่งค่าเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.1 โปรแกรมหลัก

4.1.2 โปรแกรมคำสั่ง

โปรแกรมคำสั่งในกระบวนการควบคุมนี้จะมีอยู่ด้วยกันหลักๆ 3 โปรแกรม ที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 ซึ่งได้แก่

1. โปรแกรมหยิบแผ่น
2. โปรแกรมนำแผ่นเข้าเครื่องปั๊ม
3. โปรแกรมการเกิดแผ่นซ้อน

ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีหน้าที่การสั่งการที่แตกต่างกันไปโดยใช้อินพุทหรือเอาท์พุตทำงานร่วมกับฟังก์ชันของโปรแกรมเป็นตัวส่งค่าเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

การแบ่งโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน ก็เพื่อความสะดวกและประหยัดเวลาในการแก้ไขโปรแกรมหากโปรแกรมเกิดข้อผิดพลาด ไม่ต้องเสียเวลาไล่ดูทีละบรรทัดหากเก็บคำสั่งทั้งหมดไว้ที่โปรแกรมหลักโปรแกรมเดียว

4.2 การตั้งค่า Zero Pin Position

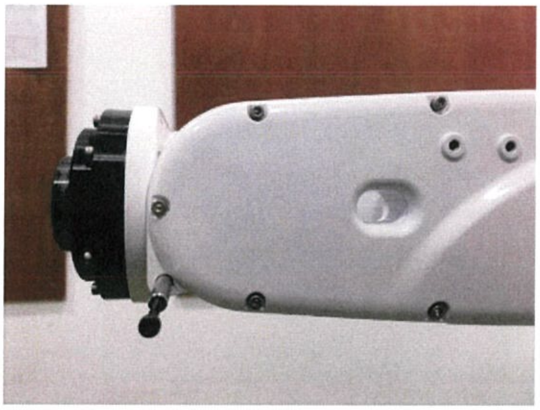
ก่อนที่จะนำหุ่นยนต์มาใช้งานต้องมีการตั้งค่า Zero Pin Position เนื่องจากเมื่อซื้อหุ่นยนต์มาหุ่นยนต์จะอยู่ในท่าที่ยังไม่พร้อมใช้งานดังรูปที่ 4.2 ดังนั้นจึงต้องมีการตั้งค่าแกนต่างๆ ของหุ่นยนต์ก่อนนำไปใช้งานจริง

รูปที่ 4.2 หุ่นยนต์อยู่ในท่าไม่พร้อมใช้งาน

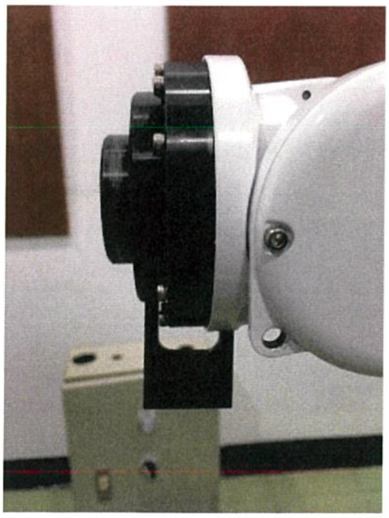
เริ่มแรกต้องสร้างโปรแกรมขึ้นมา 1 โปรแกรม จากนั้นแก้ไขแกนทั้งหมดให้อยู่ในตำแหน่ง (J1, J2, J3, J4, J5, J6) = (0, 90, 0, 0, 0, 0) ทำการ Play ให้แขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งค่าไว้ จากนั้นทำการตรวจสอบว่าแขนหุ่นยนต์มีการเซต Zero Pin Position แล้วหรือยัง โดยการใช้ Jig Zero Pin ดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ได้อธิบายอย่างละเอียดแล้วในบทที่ 2 เมื่อปรับตั้งค่า Zero pin ทุกแกนแล้วก็จะได้แขนหุ่นยนต์ที่อยู่ในท่าที่พร้อมใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.3 Jig Zero Pin

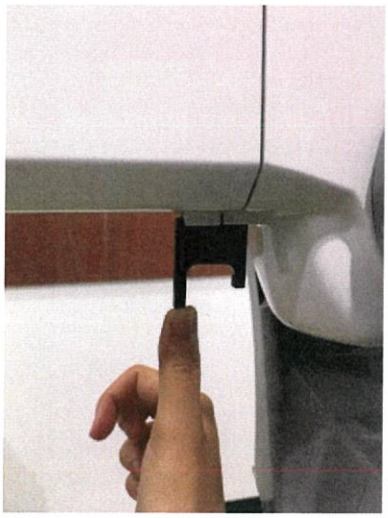
ก) Zeroing pin แกน 3



ข) Zeroing pin แกน 5

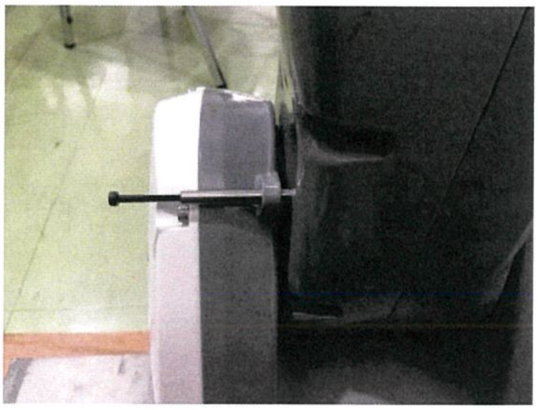


ค) Zeroing block แกน 6



ง) Zeroing block แกน 4

จ) Zeroing pin แกน 1



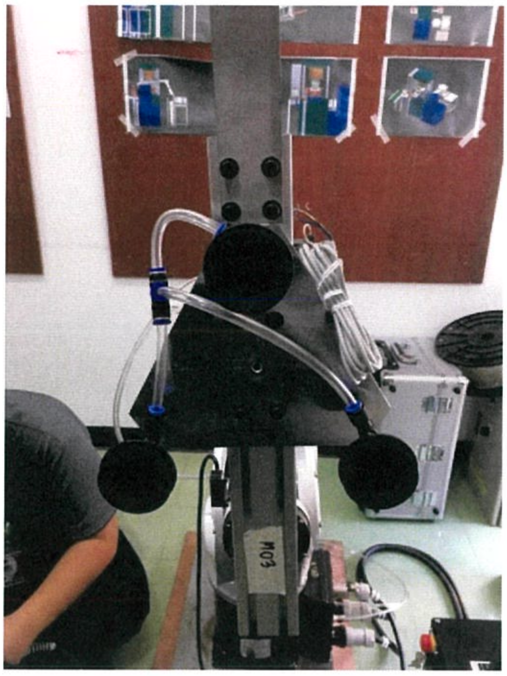
ฉ) Zeroing pin แกน 2

รูปที่ 4.4 การปรับตั้งค่า Zero pin ของแต่ละแกน

รูปที่ 4.5 หุ่นยนต์อยู่ในท่าที่พร้อมใช้งาน

4.3 การตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือ

ในการดำเนินการนี้จะทำการตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือทั้งหมด 4 ค่า ด้วยกันอันได้แก่ การตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ, การตั้งค่ามุมของเครื่องมือ, การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ , โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ ซึ่งการปรับตั้งค่าคงที่เหล่านี้ส่งผลให้เครื่องมือสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำตามต้องการ ในการตั้งค่าคงที่ของเครื่องมือนั้นต้องทำอย่างระมัดระวังและควรทำตามคู่มือตามเคร่งครัดเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับตัวเครื่องมือและหุ่นยนต์



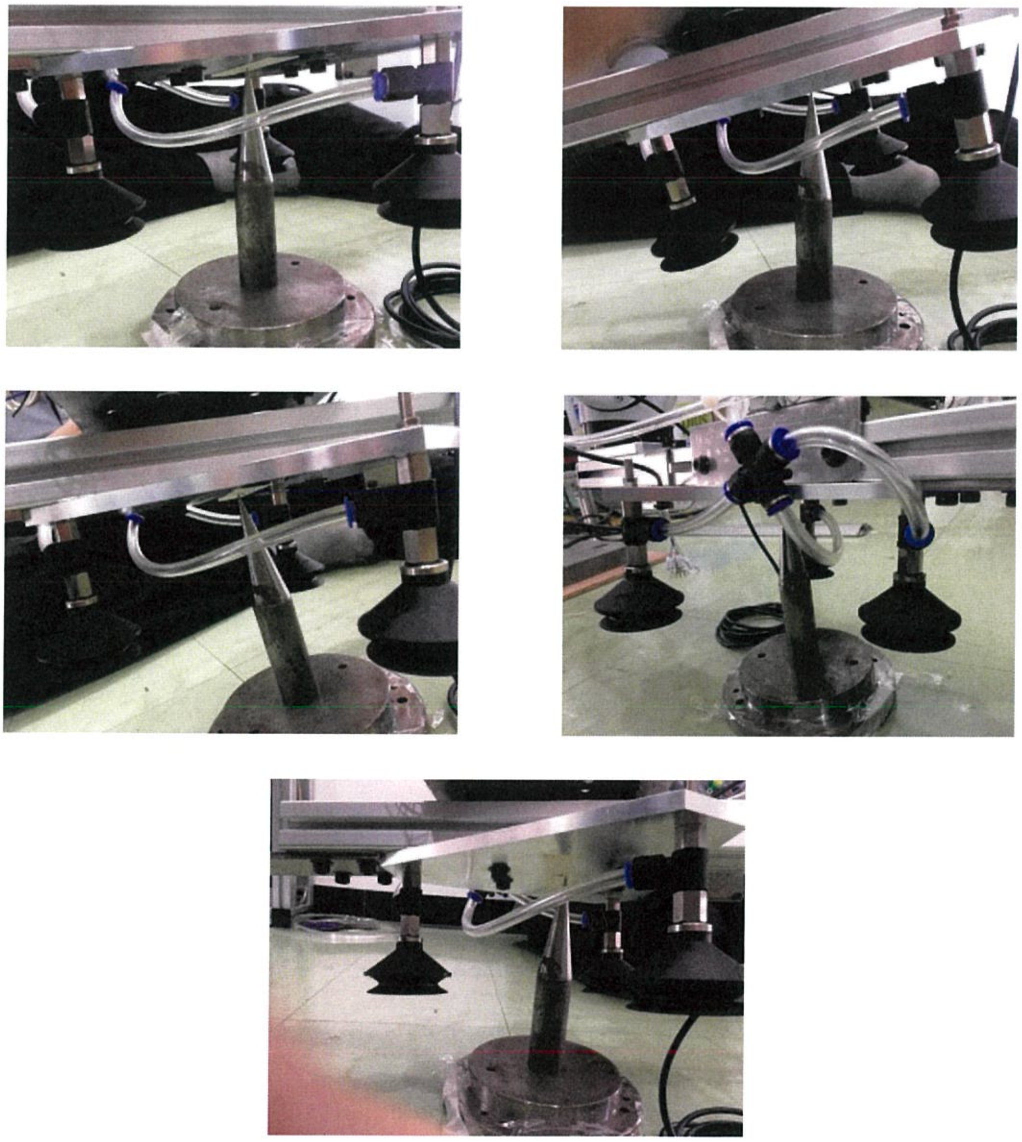
รูปที่ 4.6 เครื่องมือที่ติดตั้งแล้วแต่ยังได้ตั้งค่าคงที่

4.3.1 การตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ

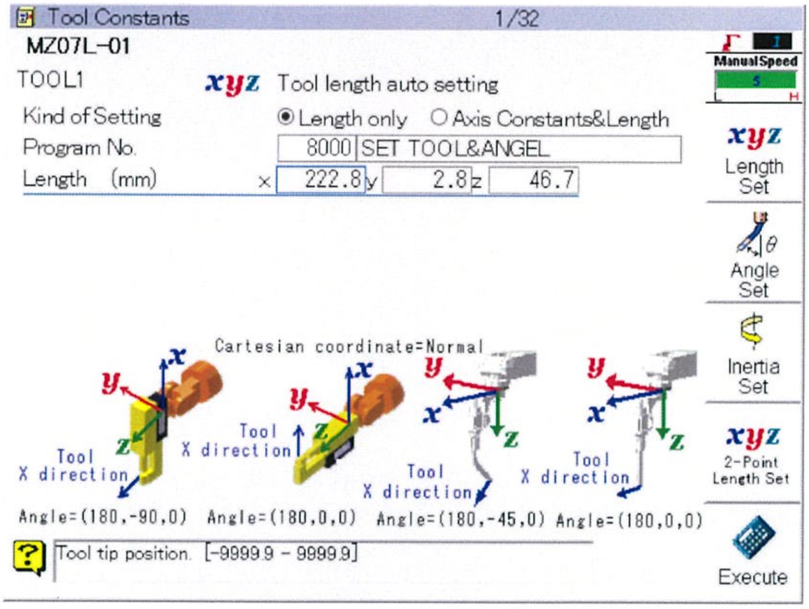
การตั้งค่าความยาวและมุมของเครื่องมือทำเพื่อหาจุดศูนย์กลางของเครื่องมือเมื่อหาจุดศูนย์กลางได้แล้วจะยึดตำแหน่งนั้นเป็นจุด origin และทำการปรับตำแหน่ง 5 จุดทำมุม 30 – 40 องศารอบๆ จุด origin เพื่อไม่ให้ตำแหน่งศูนย์กลางของเครื่องมือเลื่อนในกรณีนี้จะใช้การตั้งค่าความยาวเครื่องมือแบบอัตโนมัติโดยการสร้างโปรแกรมขึ้นมา 1 โปรแกรม และทำการปรับแก้จุดปลายของเครื่องมือให้อยู่ตรงตำแหน่งปลายแท่งเหล็กดังรูปที่ 4.7 ทั้งหมด 5 จุดดังรูปที่ 4.8 ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ทราบถึงค่าความยาวและมุมของเครื่องมือ

เริ่มแรกเข้าโปรแกรมที่สร้างไว้สำหรับหาความยาวของเครื่องมือจากนั้น ทำการปรับตำแหน่งด้วยแป้นการสอนตำแหน่ง ในการปรับแก้ตำแหน่งนั้นควรปรับด้วย speed ต่ำ เพื่อความแม่นยำและความปลอดภัยของเครื่องมือ จากนั้นไปที่หน้า Machine Constants เลือก Tool Constants กด Easy Setting และเลือก Length set กด Execute ค่าความยาวของเครื่องมือจะถูกคำนวณโดยอัตโนมัติและแสดงผลลัพธ์ออกมาดังแสดงในรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.7 แท่งเหล็ก



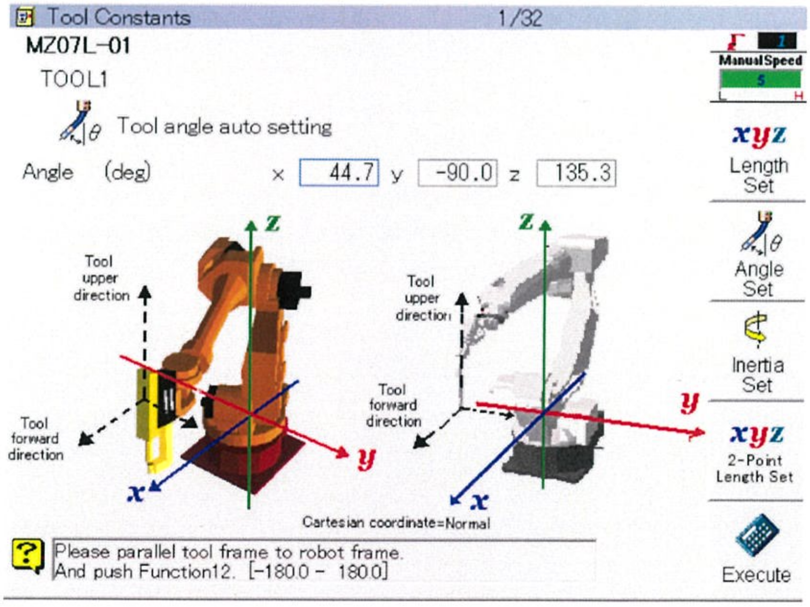
รูปที่ 4.8 ตำแหน่งปลายแท่งเหล็กทั้ง 5 จุด



รูปที่ 4.9 ค่าความยาวของเครื่องมือ

4.3.2 การตั้งค่ามุมของเครื่องมือ

การตั้งค่ามุมของเครื่องมือนั้นจะใช้วิธีการเดียวกับการตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมเดียวกันได้เลยในการหาค่ามุมแบบอัตโนมัติโดยไปที่หน้า Tool Constants กด Easy Setting แล้วกด Angle Set จากนั้นกด Execute มุมของเครื่องมือจะถูกคำนวณและแสดงผลลัพธ์ออกมาดังแสดงในรูปที่ 4.10

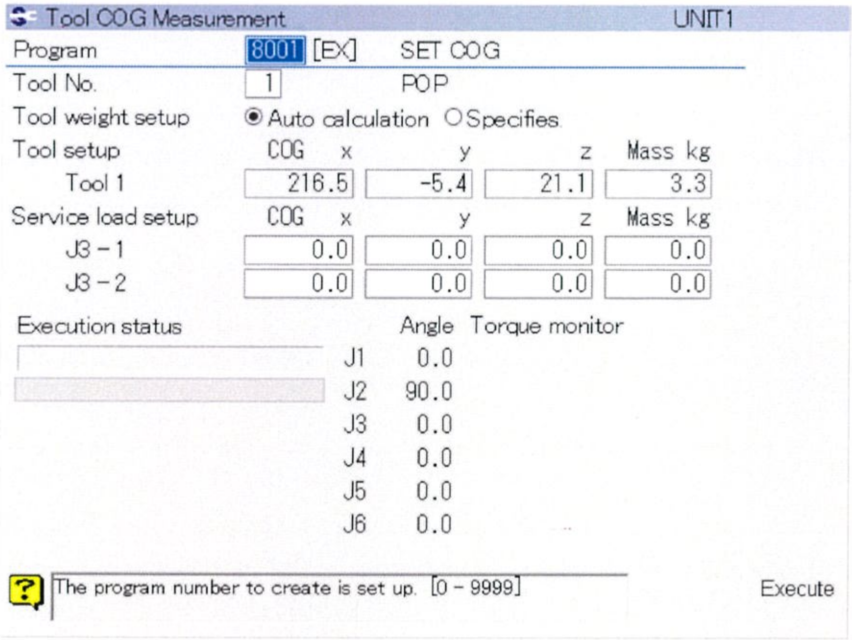


รูปที่ 4.10 ค่ามุมของเครื่องมือ

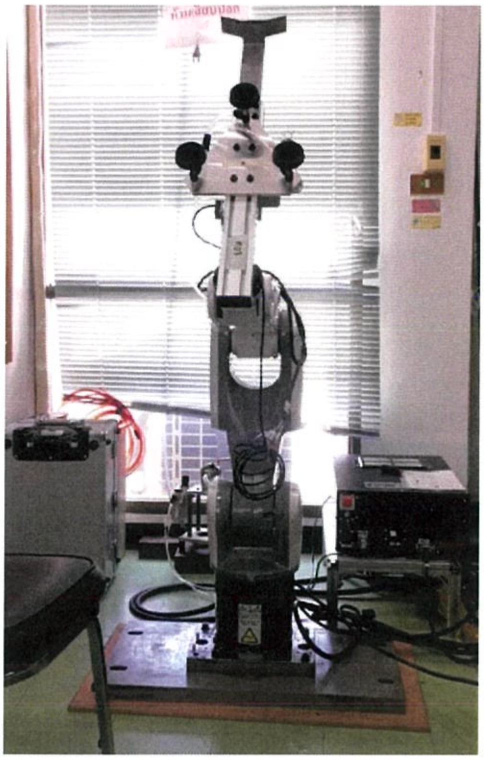
4.3.3 การตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ

ในกระบวนการการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์ ส่วนมากจะนำเครื่องมือมาติดตั้งกับหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์หยิบจับชิ้นงานได้ตามที่ต้องการ ซึ่งลักษณะของงานแต่ละงานก็แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับรูปร่างและลักษณะของชิ้นงาน ดังนั้นเมื่อมีการติดตั้งเครื่องมือให้กับหุ่นยนต์จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับตั้งค่าจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือ เพื่อให้รู้ว่าหุ่นยนต์สามารถรับน้ำหนักของเครื่องมือได้ และเมื่อนำหุ่นยนต์ไปดำเนินงานอยู่ในกระบวนการการผลิตแล้วจะไม่เกิดการล้มลง และอันตรายอื่นๆ เนื่องจากความไม่ได้จุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักที่มากเกินไปของเครื่องมือ

เริ่มต้นโดยการสร้างโปรแกรมขึ้นมา 1 โปรแกรม และเข้าไปที่หน้า Automatic COG Setting เลือก Tool COG Measurement จะมีช่องโปรแกรมไว้ให้ใส่ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างไว้ในตอนแรกเมื่อทำการใส่โปรแกรมลงไปแล้วระบบจะทำการประมวลผลและสร้างโปรแกรมออกมาเองอีก 1 โปรแกรมจากนั้นจะแสดงผลลัพธ์ของค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือออกมาดังแสดงในรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเองนั้นจะแสดงการเคลื่อนที่แต่ละ step ของหุ่นยนต์ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกได้เองว่าจะเก็บไว้ที่โปรแกรมไหนและโปรแกรมนั้นต้องเป็นโปรแกรมที่ว่าง โปรแกรมดังกล่าวจะไม่สามารถแก้ไขได้



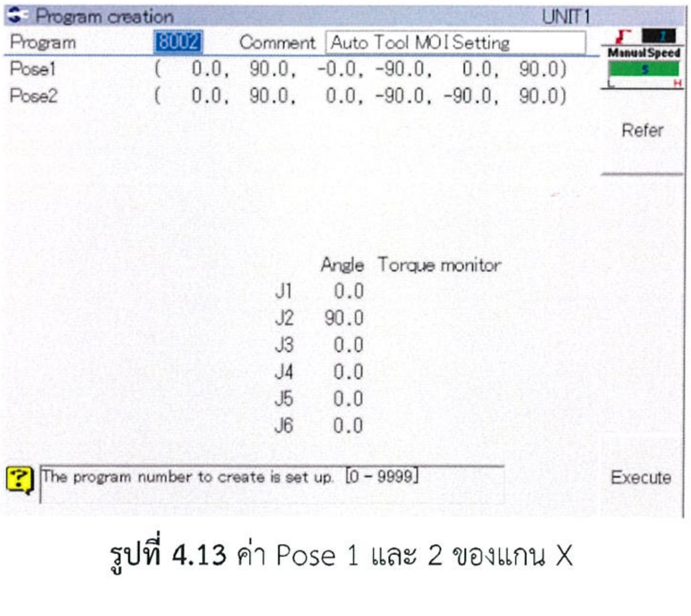
รูปที่ 4.11 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของค่าจุดศูนย์ถ่วง (COG) และน้ำหนักของเครื่องมือ



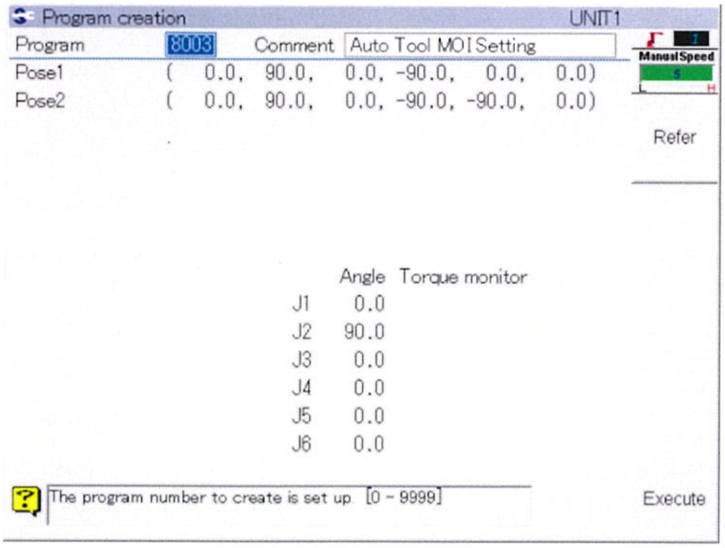
รูปที่ 4.12 หุ่นยนต์ที่มีจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักของเครื่องมือแล้ว

4.3.4 โมเมนต์ความเฉื่อยของเครื่องมือ

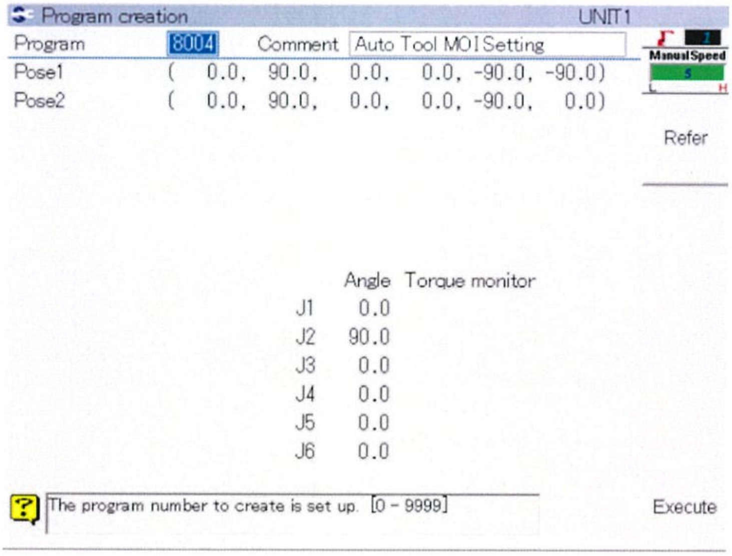
เริ่มแรกสร้างโปรแกรมโมเมนต์ความเฉื่อย 3 โปรแกรมสำหรับแกน X, Y และ Z จากนั้นไปที่ Service Utilities เลือก Auto moment of inertia และเลือก Program creation ในช่องโปรแกรมให้ใส่หมายเลขโปรแกรมที่สร้างไว้ในตอนแรกจากนั้นกด Refer จะมีหน้าต่าง Program number input ขึ้นมา ให้ใส่หมายเลขโปรแกรมใดก็ได้ที่ว่างอยู่แล้วแต่ผู้ใช้จะกำหนดแล้วกด Execute ระบบจะทำการประมวลผลและสร้างโปรแกรมออกมาเองอีก 1 โปรแกรม โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเองนั้นจะแสดงการเคลื่อนที่แต่ละ step ของหุ่นยนต์ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ถึง 4.17



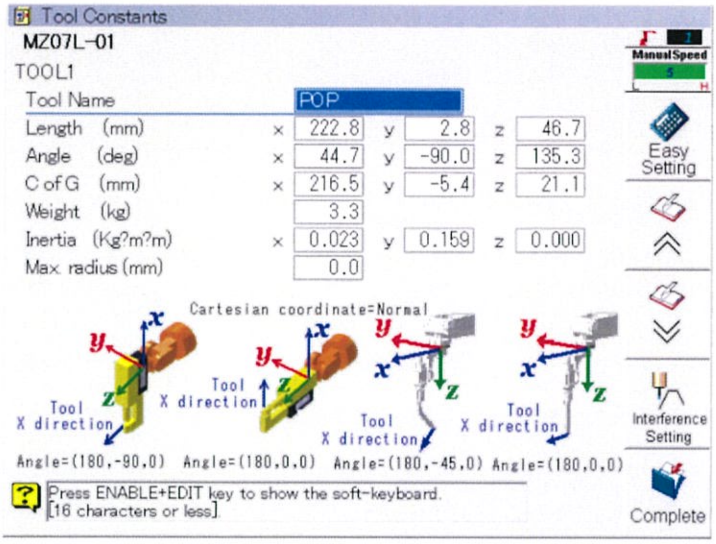
รูปที่ 4.13 ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน X



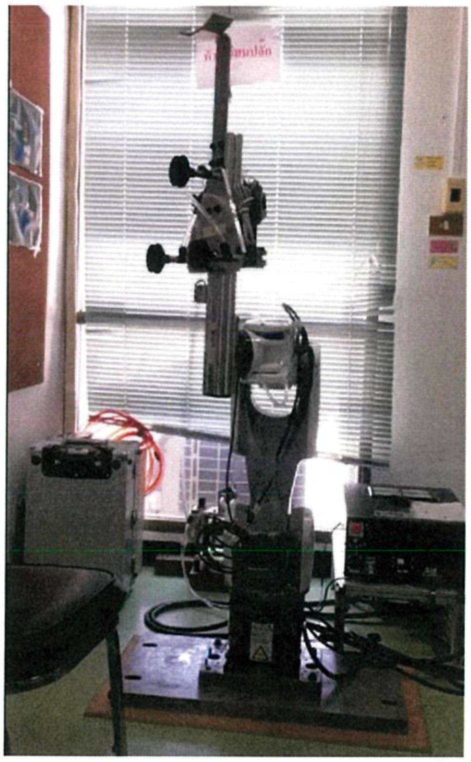
รูปที่ 4.14 ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน Y



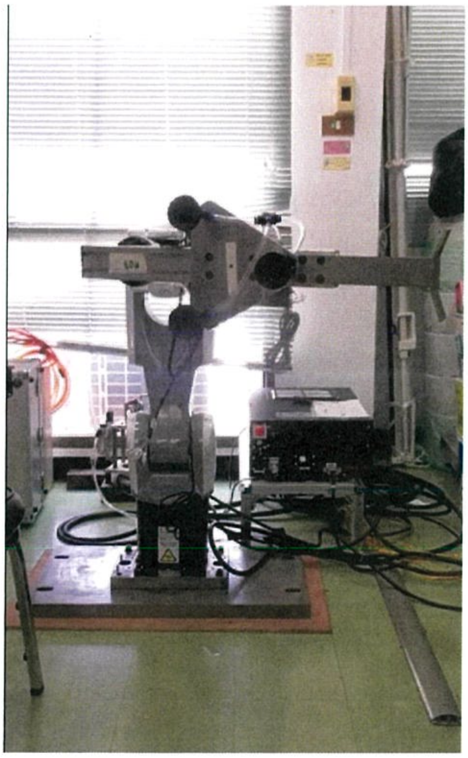
รูปที่ 4.15 ค่า Pose 1 และ 2 ของแกน Z



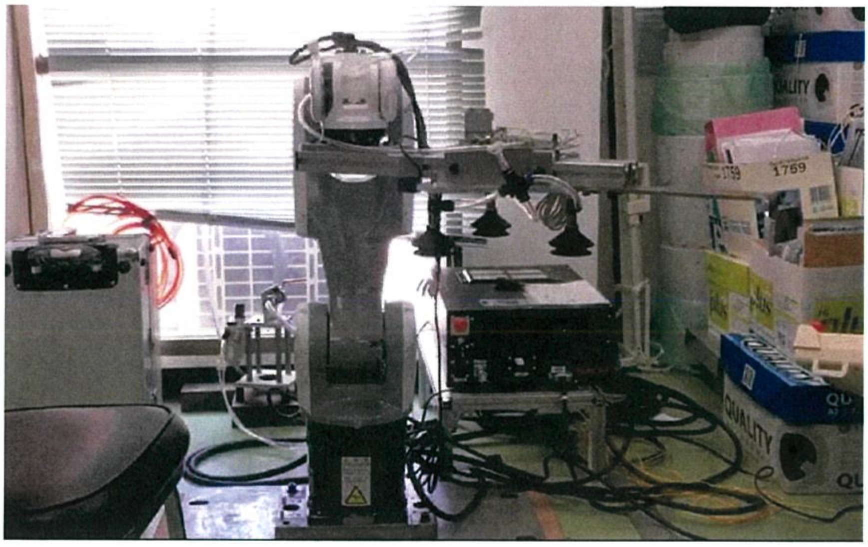
รูปที่ 4.16 ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละแกน



ก) โมเมนต์ความเฉื่อยของแกน X



ข) โมเมนต์ความเฉื่อยของแกน Y

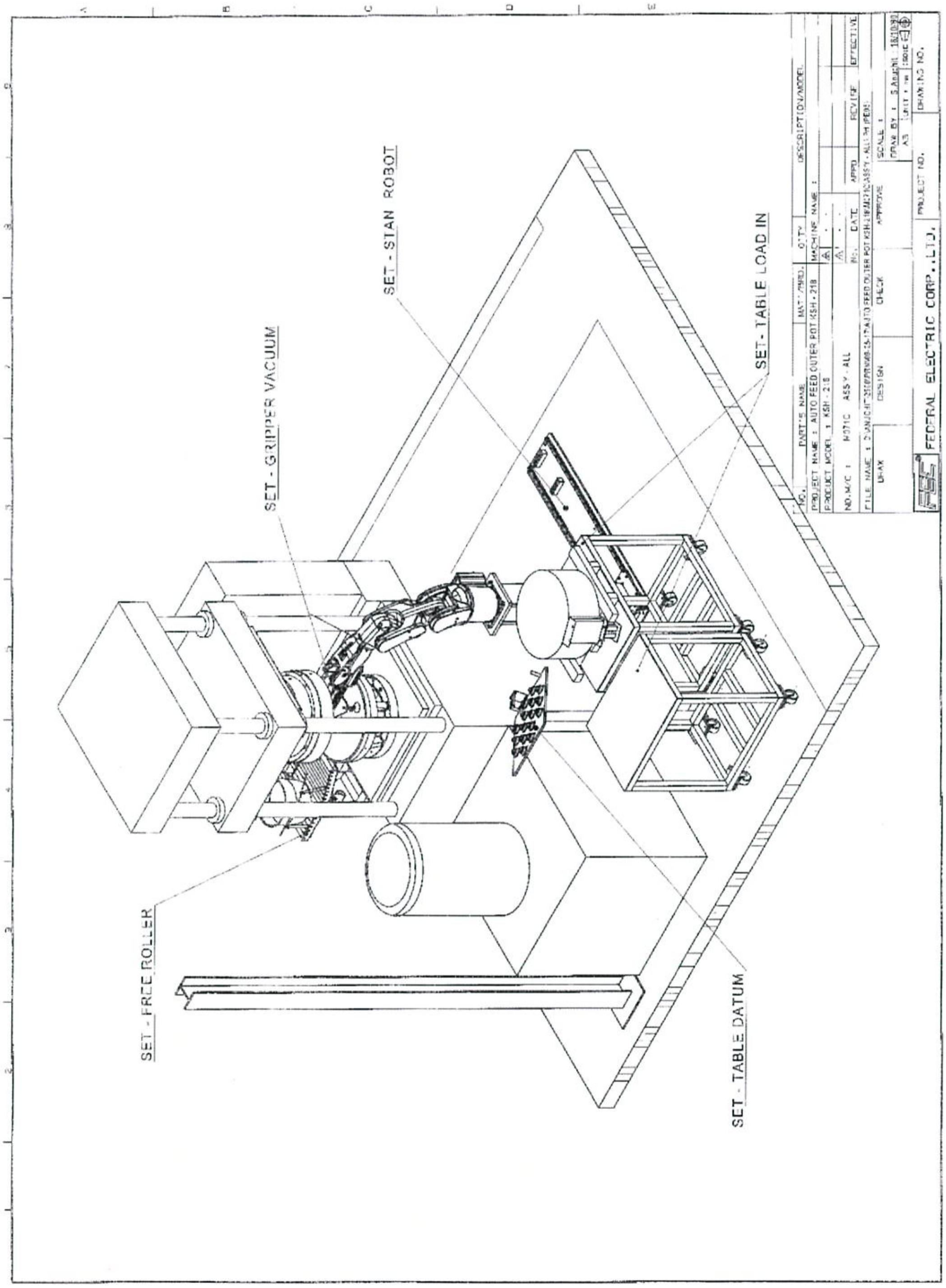


ค) โมเมนต์ความเฉื่อยของแกน Z

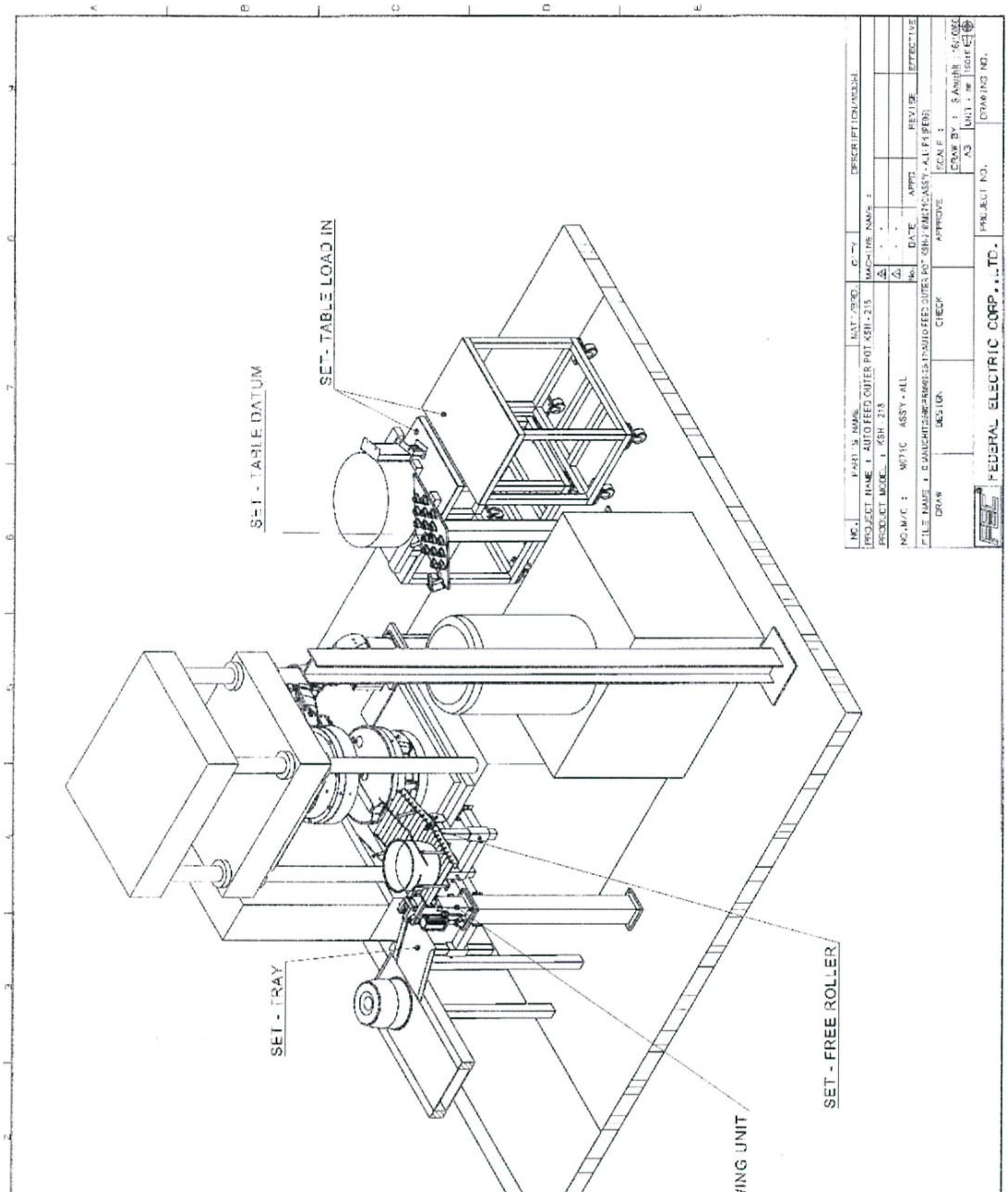
รูปที่ 4.17 โมนเมนต์ความเฉื่อยในแกนต่างๆของหุ่นยนต์

4.4 Layout ของกระบวนการการขึ้นรูปหม้อนอก

ดังแสดงในรูปที่ 4.18 และ 4.19



รูปที่ 4.18 Layout ด้านหน้าระหว่างหุ่นยนต์และเครื่องปั๊ม



รูปที่ 4.19 Layout ด้านหลังในส่วนของชุดพลิกหม้อ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาหลักการทำงานของหุ่นยนต์นั้นทำให้ทราบว่าก่อนที่จะนำหุ่นยนต์มาดำเนินการในกระบวนการผลิตต้องมีการปรับตั้งค่าต่างๆ ก่อนและถ้าหากว่าในกระบวนการผลิตมีการนำเครื่องมือ (Tool) มาติดตั้งร่วมกับหุ่นยนต์ก็ต้องมีการปรับตั้งค่าคงที่ต่างๆ ของเครื่องมืออีกด้วยเพื่อให้หุ่นยนต์ดำเนินการได้ตามต้องการอย่างปลอดภัย ซึ่งในการศึกษากระบวนการการควบคุมการผลิตนี้ตัวเครื่องมือที่นำมาใช้คือ Vacuum pad ใช้ดูดจับและปล่อยชิ้นงานโดยมี Vacuum ejector เป็นตัวสั่งการ ตัวหุ่นยนต์จะมีการทำงานร่วมกับเครื่องปั๊มมีการส่งสัญญาณอินพุทหรือเอาท์พุทจากเซนเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อให้ทำงานสอดคล้องกัน และเพิ่มความปลอดภัยในการดำเนินการส่งผลให้การทำงานมีความเป็นระบบช่วยทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพและลดคนในการทำงานอีกด้วย ส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือโปรแกรมหลักและโปรแกรมคำสั่งเพื่อให้สะดวกและประหยัดเวลาในการแก้ไขหากเกิดข้อผิดพลาด

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ไม่มีความรู้ในด้านไฟฟ้าที่เพียงพอ เนื่องจากต้องทำการ wiring สายเองเกือบทั้งหมด
2. การทำหุ่นยนต์เป็นเรื่องใหม่ของบริษัทจึงไม่มีผู้เชี่ยวชาญและให้คำแนะนำ ต้องเรียนรู้ไปพร้อมๆ กับพี่เลี้ยง
3. ไม่มีความรู้ทางแมคคานิคเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ใช้งาน เวลาเกิดปัญหาจึงไม่สามารถแก้ไขเองได้ ต้องรอให้ช่างเข้ามาจัดการจึงทำให้งานล่าช้า

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับไฟฟ้าไม่ว่าจากหนังสือ เว็บไซด์ หรือพี่เลี้ยง
2. อ่านคู่มือของหุ่นยนต์และทำความเข้าใจให้ได้มากที่สุด
3. พยายามทำความเข้าใจเรื่องแมคคานิคและหลักการทำงานของเครื่องจักร หากแก้ไขปัญหาไม่ได้จริงๆ ให้รีบโทรแจ้งช่างในทันที

เอกสารอ้างอิง

[1] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ ผศ.ดร.นวภัทรา หนูนาค. (2555). *เซนเซอร์ชนิดใช้แสง*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com. (สืบค้นเมื่อ : 10 ตุลาคม 2560).

[2] Pneu and Hyd Co.,Ltd. *อุปกรณ์สำหรับงานสุญญากาศ*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pneu-hyd.co.th. (สืบค้นเมื่อ : 27 ตุลาคม 2560)

[3] บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด. *เครื่องตรวจเช็คโลหะซ้อน*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.sangchaimeter.com. (สืบค้นเมื่อ : 27 ตุลาคม 2560)

[4] Omron Thai. *หลักการทำงานของเอ็นโค้ดเดอร์*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.facebook.com/notes/omron-thai/หลักการทำงานของเอ็นโค้ดเดอร์. (สืบค้นเมื่อ : 28 ตุลาคม 2560)

[5] *กระบวนการขึ้นรูปโลหะ*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.attc.ac.th/page/db/กระบวนการขึ้นรูปโลหะ.pdf (สืบค้นเมื่อ : 30 ตุลาคม 2560)

[6] Modern Manufacturing. *พื้นฐานหุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.mmthailand.com/พื้นฐานหุ่นยนต์-อุตฯ-01/ (สืบค้นเมื่อ : 30 ตุลาคม 2560)

[7] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. *Area Sensors*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.factomart.com/th/factomartblog/type-of-photoelectric-sensor (สืบค้นเมื่อ : 14 พฤศจิกายน 2560)

[8] *นิวแมติกไฟฟ้าเบื้องต้นอุปกรณ์ไฟฟ้าและวาล์วทำงานด้วยไฟฟ้า*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://eng.sut.ac.th/me/box/3_54/425311/09%20Pneumatic%20System7.pdf (สืบค้นเมื่อ : 14 พฤศจิกายน 2560)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวอาริษา นุชกระแสร์
วัน เดือน ปีเกิด 5 ตุลาคม 2537
ที่อยู่ 45 ม.2 ถ.ลำปาง-งาว ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000
E-mail arisa.nuchkrasae@gmail.com
โทรศัพท์ 091-0688049

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จ.ลำปาง
- พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
  เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน กองวางแผนและบำรุงรักษา แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด
  การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (เหมืองแม่เมาะ)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Machinery Engineering and Design
  บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด