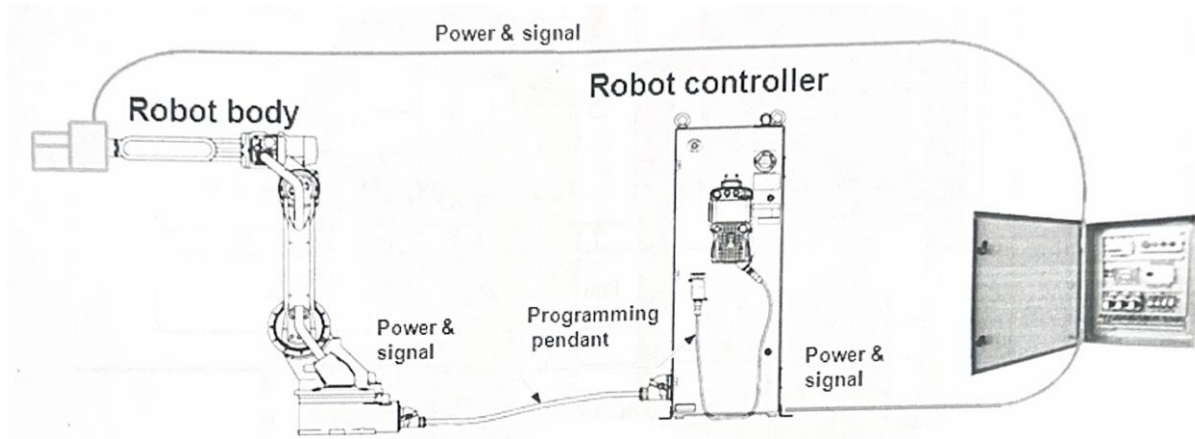


บทที่ 1

ระบบหุ่นยนต์

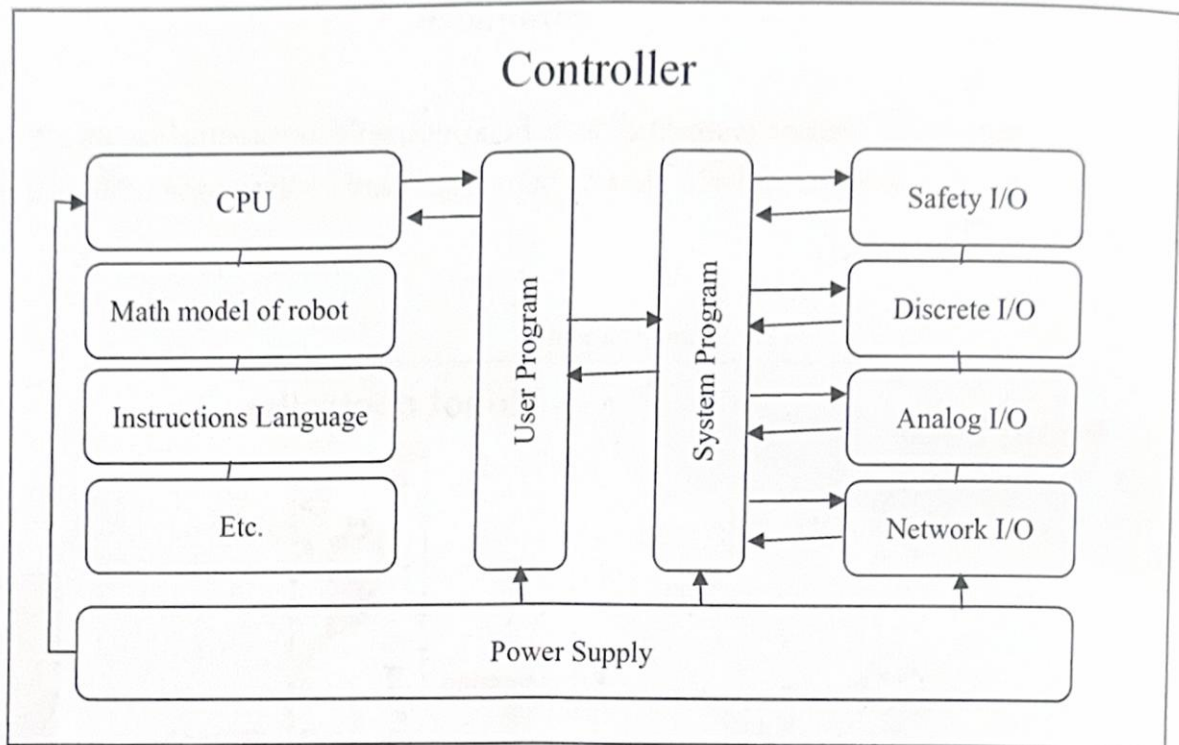
ระบบหุ่นยนต์ (Robot System) เมื่อก้าวถึงระบบนั้นๆ จะมีส่วนประกอบไปด้วย แขนกลหุ่นยนต์ ชุดควบคุมหุ่นยนต์ เป็นทำโปรแกรม และชุดควบคุมมือจับ โดยส่วนประกอบเหล่านี้จะทำให้ แขนกลหุ่นยนต์ นั้น สามารถปฏิบัติงานตามที่ผู้ควบคุมได้ออกแบบไว้ได้



รูปที่ 1 ระบบหุ่นยนต์ (Robot System)

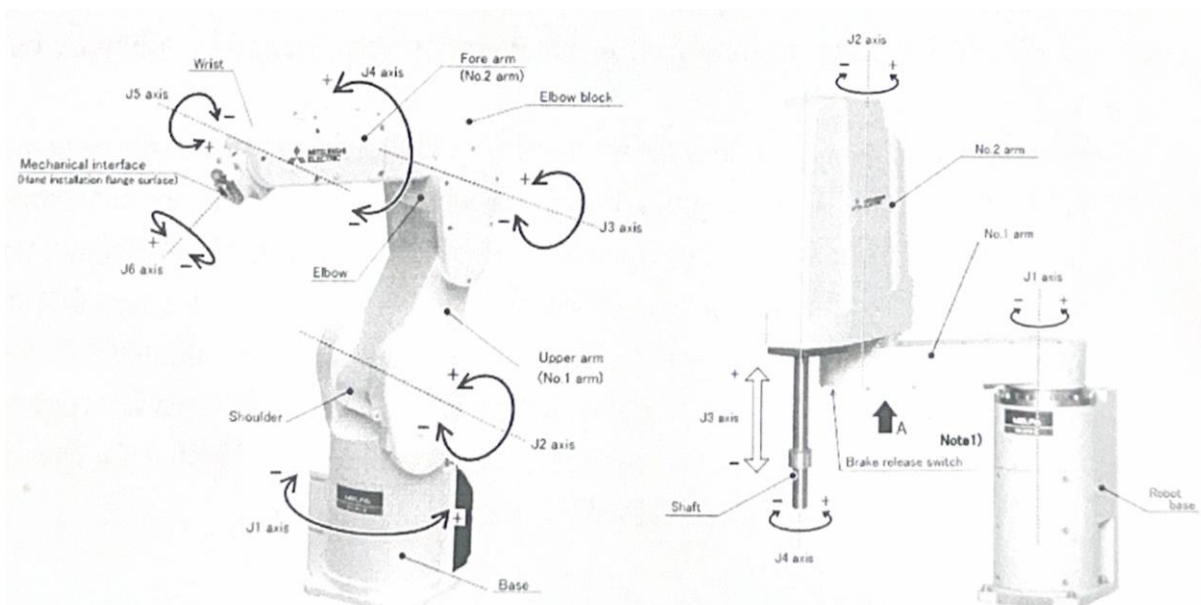
จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าในส่วนของแขนกลหุ่นยนต์ (Robot body) นั้น สื่อสารผ่านสายสัญญาณ (Power & signal) ไปยังชุดควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อตอบสนองการสั่งงานจากแป้นทำโปรแกรม (Programming pendant) และส่วนประกอบสุดท้ายชุดควบคุมมือจับ (End of effector) เป็นส่วนประกอบสุดท้ายที่ทำให้เกิดเป็นระบบหุ่นยนต์ที่สามารถปฏิบัติงานได้ตามที่ผู้ควบคุมกำหนด เพื่อที่จะได้เข้าใจส่วนประกอบในระบบมากขึ้นต้องทราบว่า ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่นั้น หมายถึงอะไร

1. ชุดควบคุมหุ่นยนต์ (Robot controller) คือ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมซึ่งมีการออกแบบสมการทางคณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์กับแขนกลหุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้ตามลักษณะทางกายภาพของแขนกลหุ่นยนต์ โดยไม่ติดขัดในส่วนต่าง ๆ และตรวจสอบการเคลื่อนไหวที่ของข้อต่อต่าง ๆ ไม่ให้เกิดพิภักทางกลที่ระบุตามแขนกลหุ่นยนต์ ทั้งนี้ยังจัดการในส่วนของการติดต่อสื่อสารในระดับสัญญาณ 0 และ 1 (Discrete I/O) ระดับสัญญาณต่อเนื่อง (Analog I/O) ระดับโครงข่าย (Network I/O) และระดับสัญญาณความปลอดภัย (Safety I/O) ซึ่งจะต้องมีการเชื่อมต่อสายสัญญาณ (Power & signal) และยังต้องประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ควบคุมออกแบบ (User Program) โดยมีโปรแกรมระบบเป็นตัวจัดการทำงาน (System Program) ไว้ด้วย ดังนั้น ถ้าจะให้เข้าใจการทำงาน และการควบคุมของหุ่นยนต์ต้องเข้าใจในระดับควบคุมเสียก่อน ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมภายในชุดควบคุม

2. โครงสร้างแขนกลหุ่นยนต์ (Robot body) ซึ่งภายในโครงสร้างนั้น จะประกอบไปด้วยเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) อุปกรณ์ที่ทำให้แขนกลหุ่นยนต์นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ และอุปกรณ์ทดกำลัง (Gear) ส่งกำลังไปยังข้อต่อต่าง ๆ ของแขนกลหุ่นยนต์ และที่สำคัญที่สุดในโครงสร้างคืออุปกรณ์ตรวจวัดตำแหน่งเชิงมุม (Angle encoder) ทำหน้าที่ตรวจจับพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่าง ๆ ที่มีเซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน นำเอาข้อมูลที่ได้ส่งกลับไปยังชุดควบคุมหุ่นยนต์ และนำไปประมวลผลบนสมการทางคณิตศาสตร์



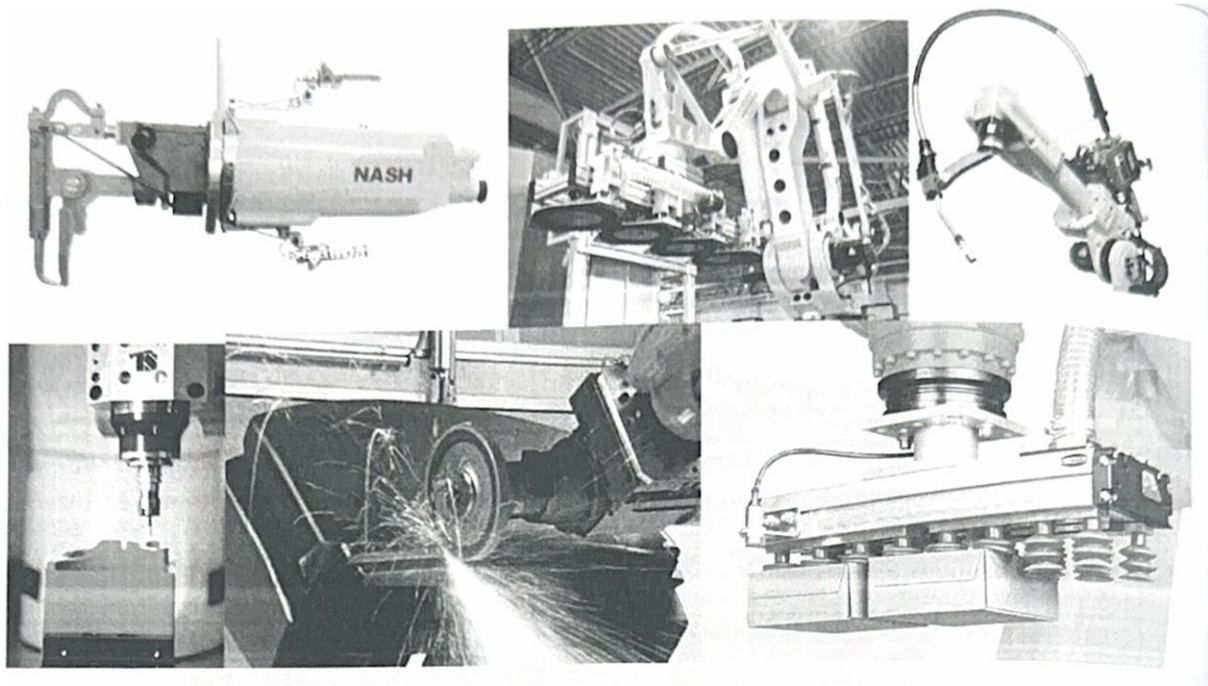
รูปที่ 1.2 โครงสร้างแขนกลหุ่นยนต์

3. แป้นทำโปรแกรม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ของแขนกลหุ่นยนต์ไม่เพียงแต่ใช้เท่านั้น ยังสามารถดูพฤติกรรมกรรมกรการทำงานต่าง ๆ ของแขนกลหุ่นยนต์ เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปปรับปรุงการเขียนโปรแกรมหรือระบบได้อีกด้วย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดในระบบการควบคุมเลยทีเดียว โดยการออกแบบแป้นทำโปรแกรมนั้นโดยส่วนใหญ่จะมีการติดตั้งสวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency switch) คือ หมายเลข 1 สวิตช์เปิดทำงาน (T/B Enable switch) ของแป้นทำโปรแกรม คือ หมายเลข 2 และสุดท้าย สวิตช์เปิดการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์ (Enabling switch) เพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์



รูปที่ 1.3 แป้นทำโปรแกรม (Programming Pendant)

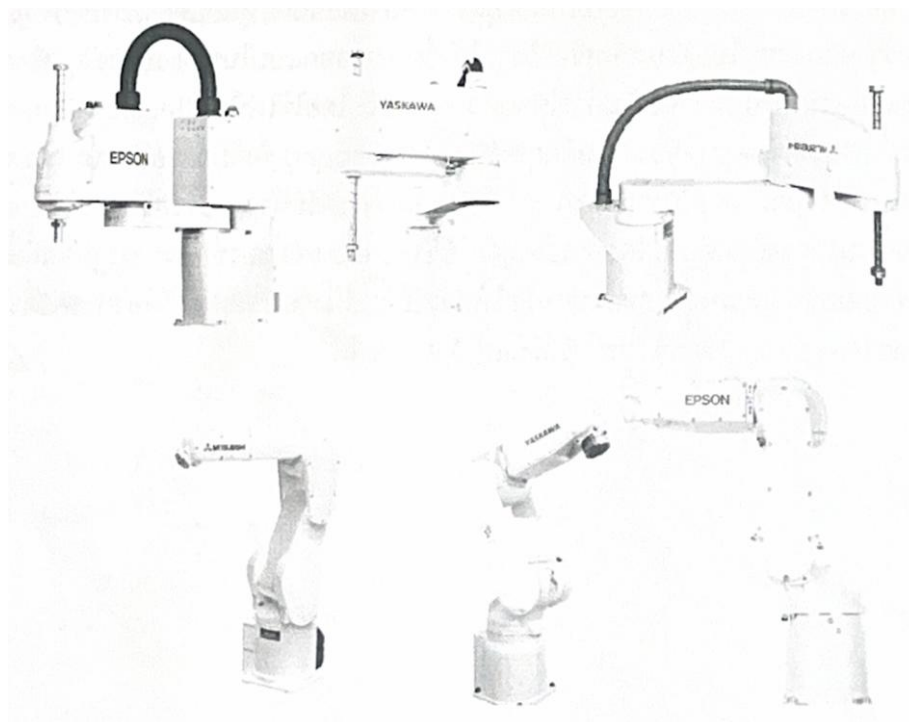
4. ชุดควบคุมมือจับ (End of effect) เป็นสิ่งสุดท้ายที่ทำให้แขนกลหุ่นยนต์สามารถควบคุมสิ่งที่ผู้ควบคุมต้องการได้ หรือจุดสุดท้ายที่สร้างผลกระทบไปยังชิ้นงานหรือตัวงานได้ ซึ่งมีการออกแบบในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อควบคุมชิ้นงานที่มีลักษณะที่ต้องการควบคุมที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการใช้ชุดควบคุมมือจับโดยใช้ไฟฟ้า (Electric gripper) ชุดควบคุมมือจับโดยใช้ลม (Pneumatic gripper) ชุดควบคุมมือจับแบบยืดหยุ่น (Flexible gripper) ซึ่งก็มีการออกแบบและผลิตออกมาในรูปแบบต่าง ๆ มากมายขึ้นอยู่กับชิ้นงานที่ควบคุม บางชิ้นงานต้องการควบคุมค่าผลการกระทำจากแรงต่าง ๆ หรือสามารถเปลี่ยนชุดมือจับได้ (Tool changers) ส่วนในการควบคุมนั้นโดยส่วนใหญ่จะใช้ Discrete I/O ของชุดควบคุมหุ่นยนต์นั้น มาทำหน้าที่รับสัญญาณต่าง ๆ จากชุดควบคุมมือจับ และสั่งงานชุดควบคุมมือให้ทำงาน แต่ในงานบางอย่างที่ต้องการค่าตรวจวัดจากชุดควบคุมมือจับ ก็จะมีการใช้ Analog I/O เพราะบางงานไม่สามารถรับแค่ 0 และ 1 ได้



รูปที่ 1.4 ชุดควบคุมมือจับ (End Effector)

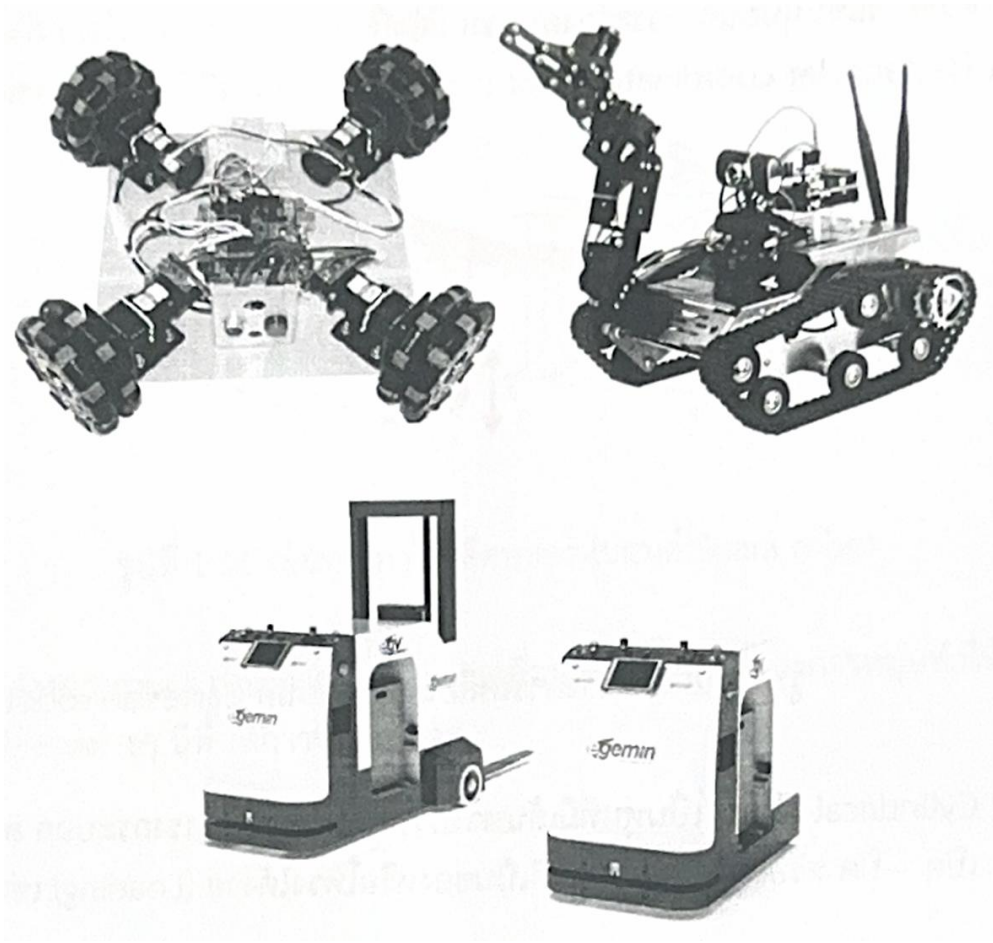
หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่นิยมใช้มีทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้

1. แขนกลหุ่นยนต์ (Manipulator) หุ่นยนต์ประเภทนี้เคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะติดตั้งถาวรแต่มีกลไกไว้เคลื่อนไหวปลายแขน ซึ่งอาจจะติดตั้งมือไว้หยิบ จับ ยก ย้าย สิ่งของต่าง ๆ หรือติดเครื่องมือไว้ตัด แต่ง ต่อ เต็มชิ้นงานต่าง ๆ หรืออาจจะติดตั้งเซนเซอร์ไว้ตรวจจับบริเวณต่าง ๆ ของชิ้นงาน



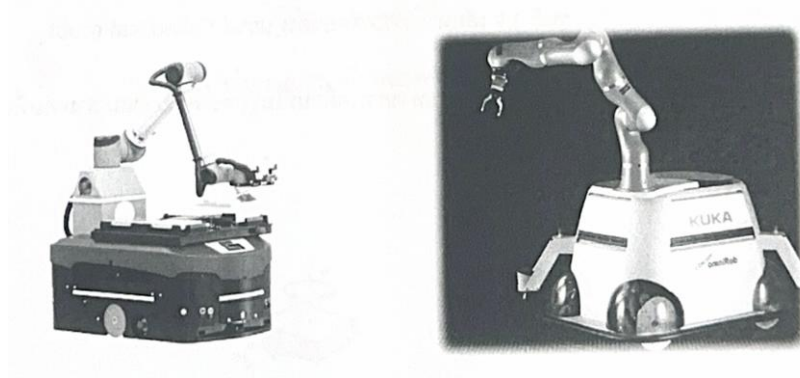
รูปที่ 1.5 แขนกลหุ่นยนต์ (Manipulator Robot)

2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robots) หุ่นยนต์ประเภทนี้มีกลไกไว้เคลื่อนที่ไปมา ซึ่งอาจจะเป็นล้อยาง ล้อพลาสติก ตีนตะขาบ ขา (2, 3, 4, 6, 8,, 100 ขา) ปีก ใบพัด และอื่นๆ สุดแล้วแต่จะจินตนาการได้



รูปที่ 1.6 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robots)

3. แขนกลเคลื่อนที่ได้ (Mobile Manipulator Robots) ลำพังแขนกลอยู่กับที่อาจจะทำงานได้ไม่พอกับความต้องการ หรือหุ่นยนต์เคลื่อนที่เฉยๆ ก็ยังทำอะไรได้ไม่มาก ก็เอาแขนกลมาติดตั้งบนหุ่นยนต์เคลื่อนที่ซะเลย จะได้เคลื่อนที่ไปหยิบจับ ส่องดู สิ่งต่างๆ ได้

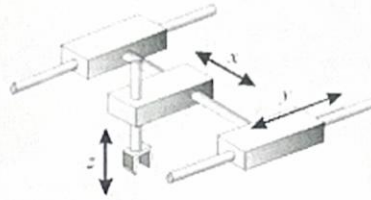


รูปที่ 1.7 แขนกลเคลื่อนที่ได้ (Mobile Manipulator Robots)

โครงสร้างแขนหุ่นยนต์แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

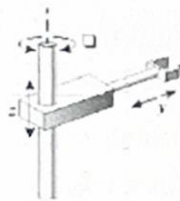
1. แขนหุ่นยนต์โครงสร้างอนุกรม (serial link manipulator) เป็นแขนหุ่นยนต์ที่มีข้อต่อที่มีต้นกำลังขับเคลื่อนต่อกันไปเรื่อย ๆ แบบอนุกรม ตัวอย่างแขนหุ่นยนต์โครงสร้างอนุกรม มีดังนี้

1.1 Rectangular coordinate robot (Cartesian) เป็นหุ่นที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่ในรูปทรงสี่เหลี่ยม



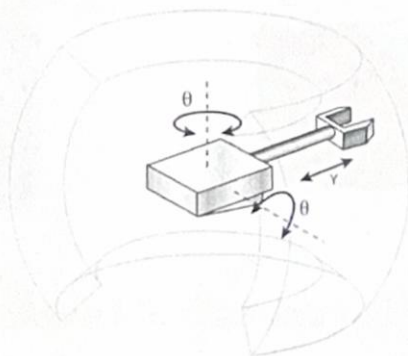
รูปที่ 1.8 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Cartesian robot

1.2 Cylindrical robot เป็นหุ่นที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่ในรูปทรงกระบอก สามารถเข้าถึงเครื่องจักรที่มีการเปิด - ปิด หรือเข้าไปในบริเวณที่เป็นช่องหรือโพรงได้ง่าย (Loading) เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าเครื่อง CNC



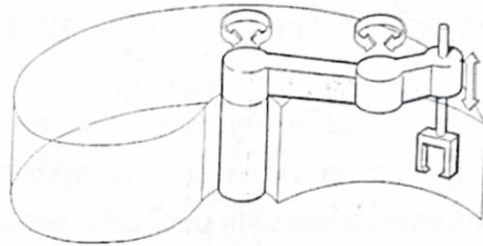
รูปที่ 1.9 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Cylindrical robot

1.3 Polar robot เป็นหุ่นที่มีเส้นทางการเคลื่อนที่ในรูปทรงครึ่งวงกลม สามารถที่จะก้มลงมาจับชิ้นงานบนพื้นได้สะดวก



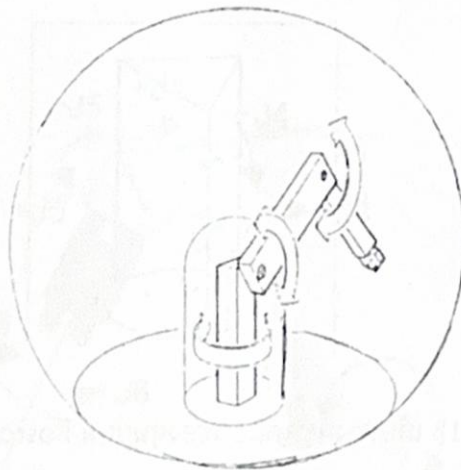
รูปที่ 1.10 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Polar robot

1.4 Scara robot (Selective Compliance Assembly Robot Arm) สามารถเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และขึ้นลงได้รวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง



รูปที่ 1.11 เส้นทางการเคลื่อนของหุ่นยนต์ Scara robot

1.5 Articulated robot เนื่องจากทุกแกนจะเคลื่อนที่ในลักษณะ ของการหมุนทำให้มีความยืดหยุ่นสูงในการเข้าไปยังจุดต่างๆ มีพื้นที่การทำงานมาก



รูปที่ 1.12 เส้นทางการเคลื่อนของหุ่นยนต์ Scara robot

COLLABORATIVE ROBOTS

Collaborative Robots หรือ Cobot เป็นหุ่นยนต์ที่ถูกออกแบบมาให้สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ มีเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับแรงเพื่อป้องกันการชนกับมนุษย์ ต่างจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วไปที่มักจะทำงานในพื้นที่ที่มีรั้วเพื่อป้องกัน

Traditional Industrial Robot

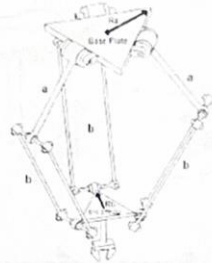


Collaborative Robots



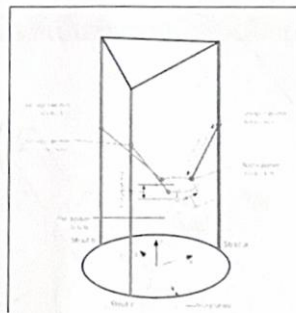
2.แขนหุ่นยนต์โครงสร้างขนาน (parallel link manipulator) เป็นแขนหุ่นยนต์ที่มีข้อต่อที่มีต้นกำลังขับเคลื่อนหลายตัว อยู่บริเวณฐานและมีโครงสร้างข้อต่อจากต้นกำลังแต่ละตัวไปยังปลายแขนเป็นโครงสร้างแบบปิดเป็นวงรอบ ตัวอย่างแขนหุ่นยนต์โครงสร้างขนาน

2.1 Delta robot



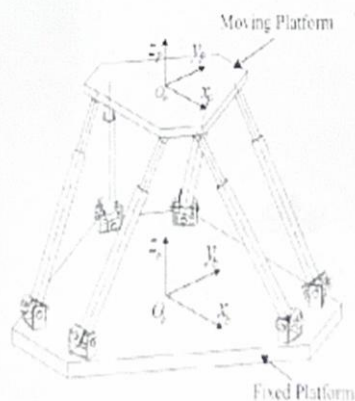
รูปที่ 1.12 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Delta robot

2.2 Rostock delta robot



รูปที่ 1.13 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Rostock delta robot

2.3 Stewart platform robot



รูปที่ 1.14 เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Stewart platform robot

บทที่ 2

การควบคุมพื้นฐาน

การควบคุมแขนกลหุ่นยนต์ (Robot Manipulator) นั้น ผู้ใช้งานจะต้องรู้จัก 3 ข้อกำหนด ก่อนที่จะควบคุมแขนกลหุ่นยนต์ดังนี้

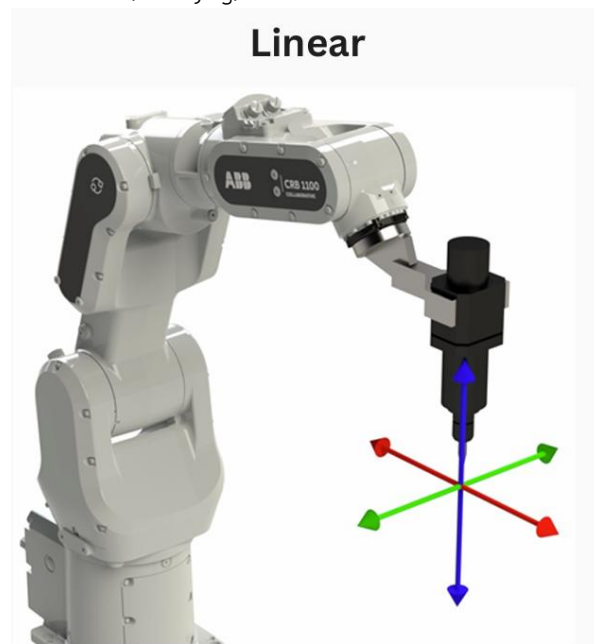
2.1. ประเภทของการเคลื่อนที่ (Movement type) การเคลื่อนที่ของแขนกลหุ่นยนต์นั้นมีลักษณะการเคลื่อนที่ ที่คล้ายคลึงกันกับการขยับแขนของมนุษย์ ซึ่งจุดประสงค์ของการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์ คือ การเข้าไปให้ถึงพื้นที่ที่มีลักษณะใช้งานที่แตกต่างกัน เมื่อการเข้าไปสู่ชิ้นงานที่แตกต่างกันแล้วนั้น ย่อมส่งผลให้เกิดประเภทของการเคลื่อนที่ที่ถูกแบ่งออกเป็นหลายๆลักษณะงาน หรือมุมที่ใช้ในการใช้งานนั่นเอง เช่นเดียวกัน เมื่อเราต้องการควบคุมมือให้ไปหยิบชิ้นงานหรือวัตถุที่เราต้องการ เราเพียงแต่สั่งจากสมองไปยังสิ่งที่เราควบคุมคือ มือต้องจับชิ้นงานให้ได้ เพราะในเงื่อนไขของสมองเราได้สร้างไว้แค่นั้น แต่ในกรณีของแขนกลหุ่นยนต์นั้น เราต้องมีการบันทึกจุดต่างๆ เพื่อที่จะให้แขนกลหุ่นยนต์ทำงานตามที่ผู้ออกแบบโปรแกรมต้องการ

2.1.1. การหมุนข้อต่อแต่ละส่วนอย่างอิสระ (Joint Jog)

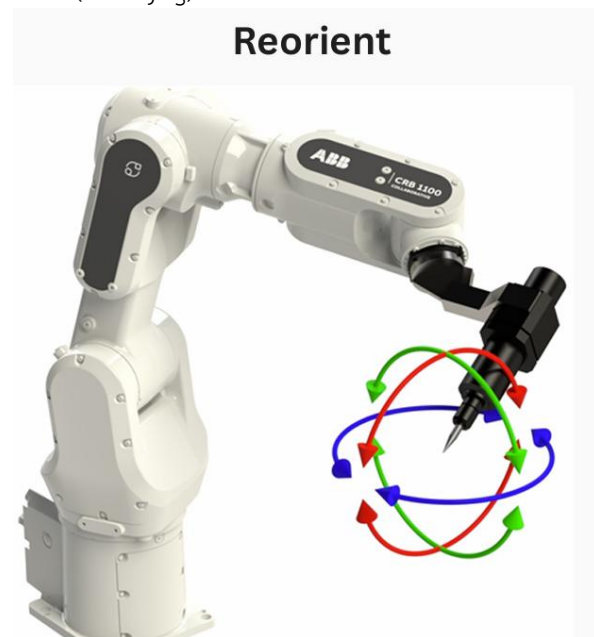
จากรูป



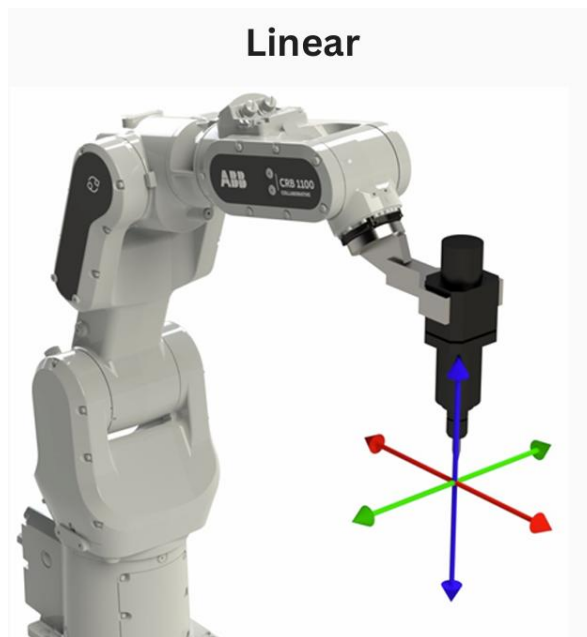
2.1.2. พิกัดคาร์ทีเซียน (XYZ jog)



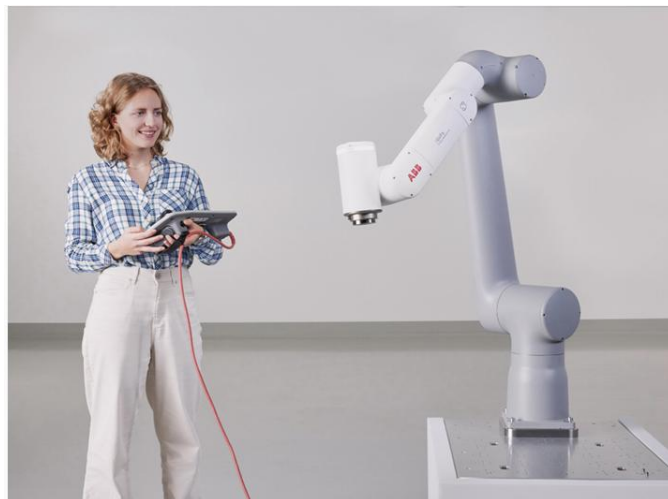
2.1.3. พิกัดมือจับ (Tool jog)



2.1.4. พิกัดงาน (Work jog)



2.2 การควบคุมแบบ Manual ด้วยแป้นทำโปรแกรม (Flex Pendant)



2.2.1 แป้นทำโปรแกรม (Flex Pendant)

เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม มีหน้าจอสัมผัสที่ง่ายต่อการใช้งานและการทำความสะอาดโดยการใช้งานจะเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ของหุ่นยนต์

FLEX PENDANT

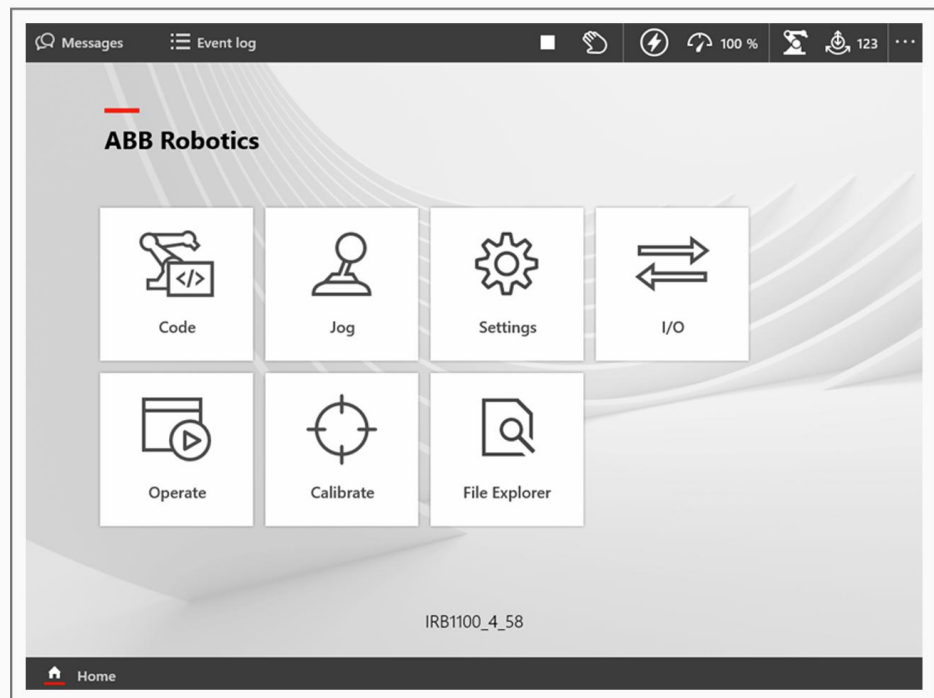
Flex Pendant เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม มีหน้าจอสัมผัสที่ง่ายต่อการใช้งานและการทำความสะอาด โดยการใช้งานจะเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ของหุ่นยนต์

- Emergency stop
- Programmable keys
- Jogging options
 - Switch mechanical unit
 - Linear/reoriented jogging
 - Axis-by-axis group 1/2
- Program Control
 - Start/stop
 - Stepwise forward/backward
- Joystick
 - 3-axis movement



FLEX PENDANT

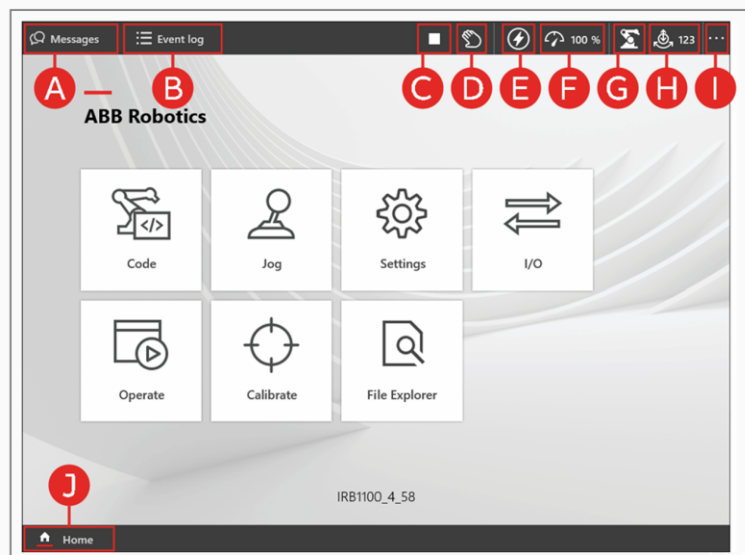
หน้า Home



FLEX PENDANT

แถบสถานะและหน้า Home

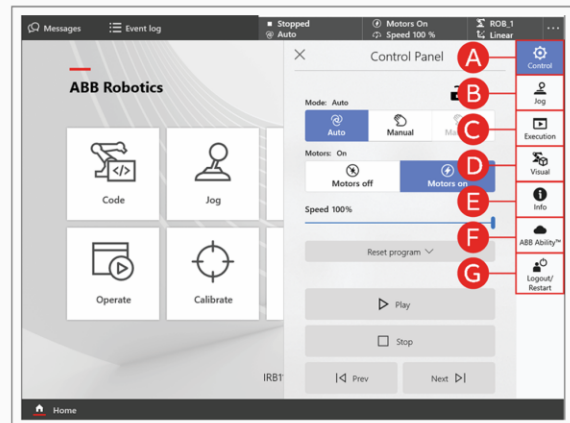
- A. Messages
- B. Event log
- C. Program Status
- D. Operating Mode
- E. Motor Status
- F. Program Speed
- G. Mechanical Unit
- H. Jog Mode
- I. Quickset menu
- J. Home button



FLEX PENDANT

Quickset menu

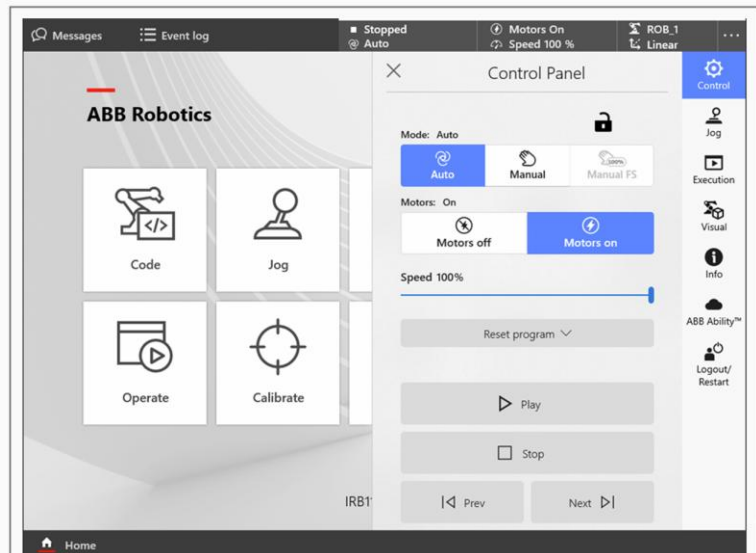
- A. **Control Panel** - โหมดการทำงาน , มอเตอร์, ความเร็ว เป็นต้น
- B. **Jog** - ตั้งค่า Work Object, ตั้งค่า Tool, ความเร็วในการ Jog เป็นต้น
- C. **Execution** - โหมดการทำงาน ,สแต็ปการทำงาน
- D. **Visualization** - มุมมองหุ่นยนต์แบบสามมิติ, ตำแหน่ง, ทิศทาง เป็นต้น
- E. **System Info** - ชื่อระบบ, เวอร์ชัน RW เป็นต้น
- F. **ABB Ability** - บริการที่เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์
- G. **Logout/Restart** - รีเซ็ตคอนโทรลเลอร์/FlexPendant, ออกจากระบบ



FLEX PENDANT

Quickset menu - Control Panel

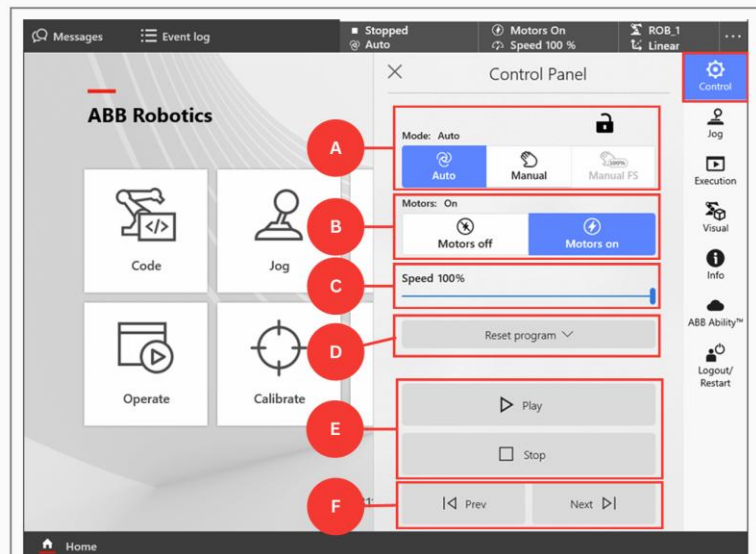
- Mode
- Motors
- Speed
- Reset program
- Play/Stop
- Prev/Next



FLEX PENDANT

Quickset menu - Control Panel

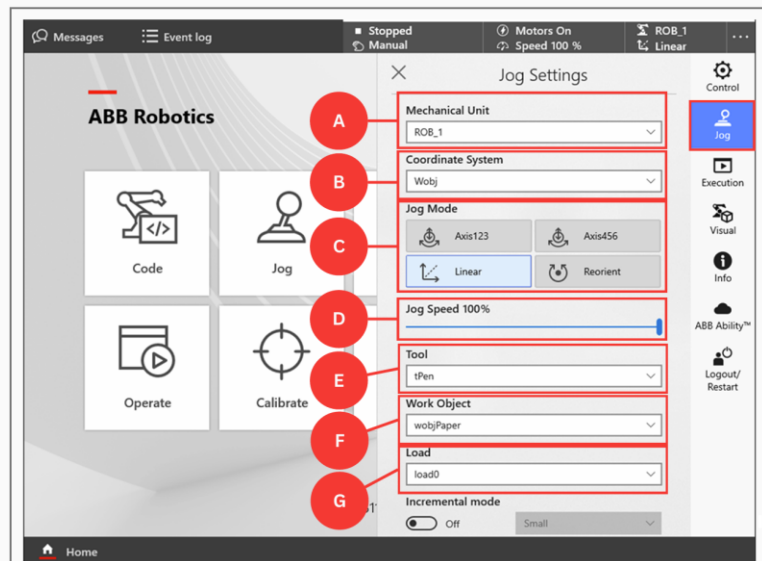
- Mode
- Motors
- Speed
- Reset program
- Play/Stop
- Prev/Next



FLEX PENDANT

Quickset menu - Jog Settings

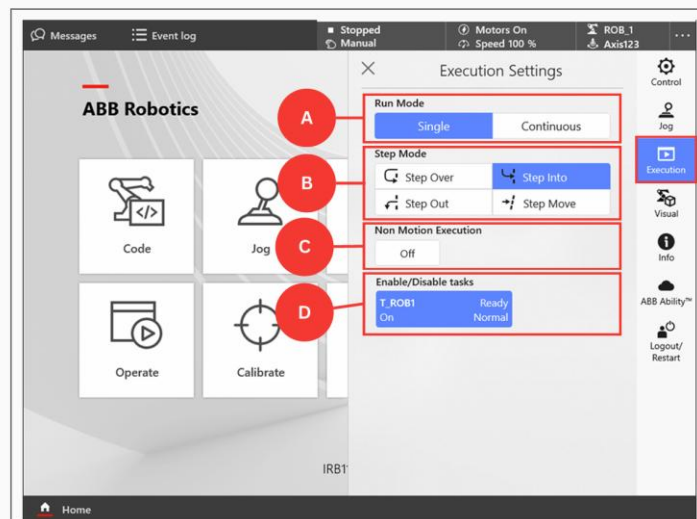
- Mechanical Unit
- Coordinate System
- Jog Mode
- Jog Speed
- Tool
- Work Object
- Load



FLEX PENDANT

Quickset menu - Execution Settings

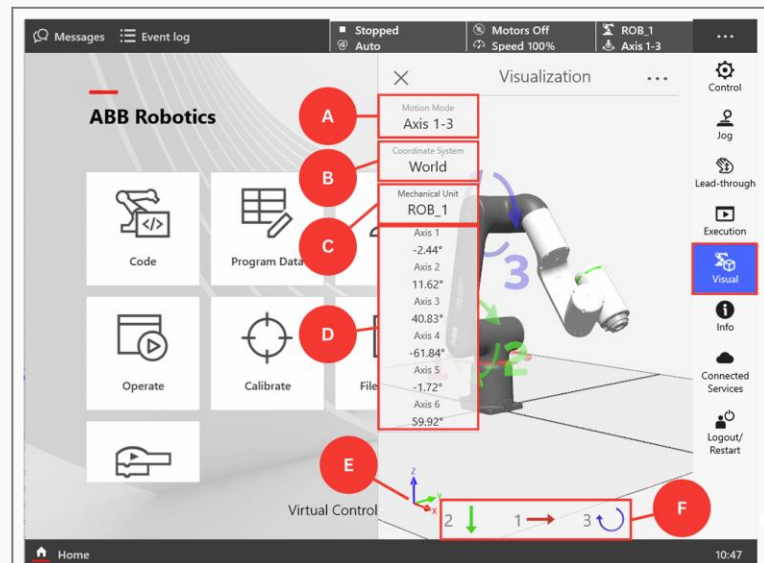
- Run Mode
 - Single (หุ่นยนต์ทำงานรอบเดียว)
 - Continuous (หุ่นยนต์ทำงานไปเรื่อยๆ)
- Step Mode
 - Step Over
 - Step Into
 - Step Out
 - Step Move
- Non Motion Execution
- Enable/Disable tasks



FLEX PENDANT

Quickset menu - Visualization

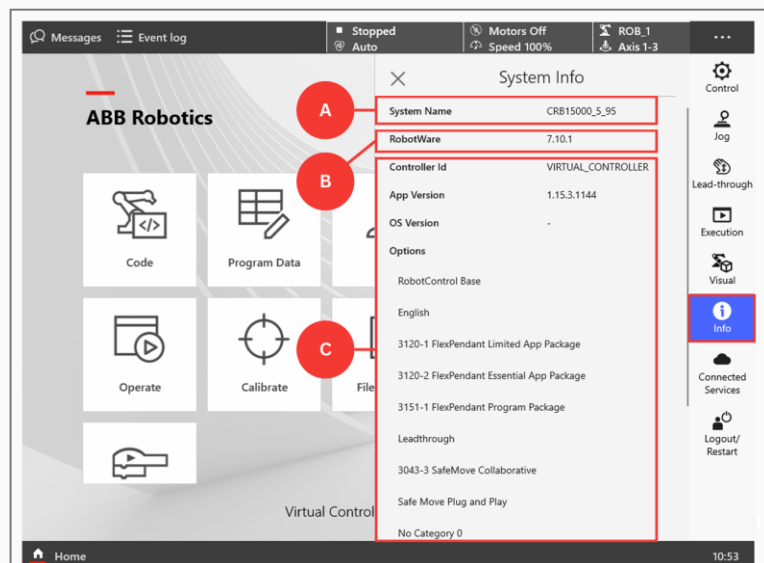
- Motion Mode
- Coordinate System
- Mechanical Unit
- Position
- Coordinate Directions
- Joystick Directions



FLEX PENDANT

Quickset - System Information

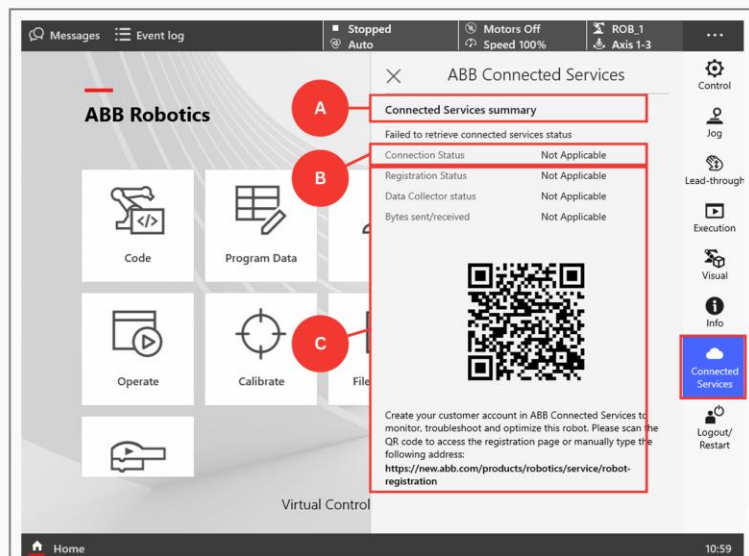
- Name of System
- RobotWare Version
- RobotWare Options



FLEX PENDANT

Quickset - System Information

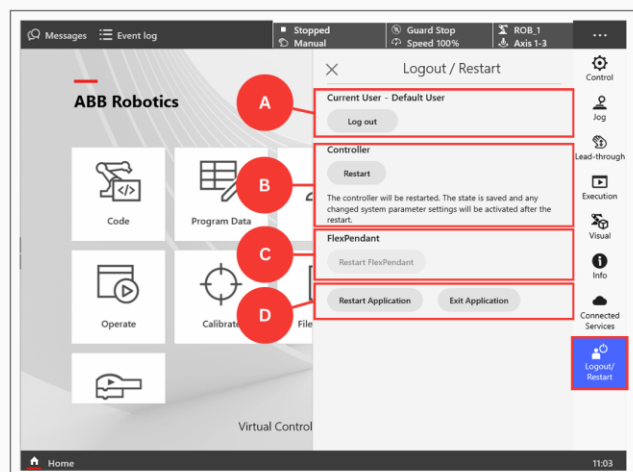
- Connected Services (remote service)
- Connection Status
- Registration Status



FLEX PENDANT

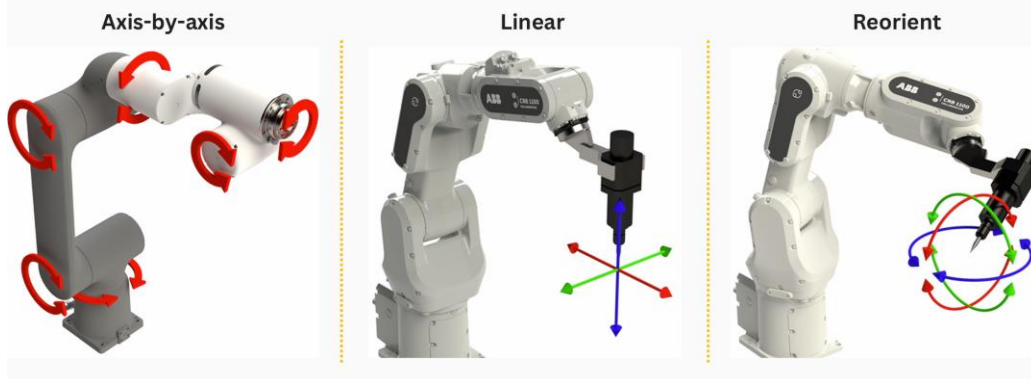
Quickset - Logout/Restart

- Log out current user - ออกจากระบบผู้ใช้ปัจจุบัน
- Restart the controller - รีเซ็ตคอนโทรลเลอร์
- Restart the FlexPendant - รีเซ็ต FlexPendant
- Restart / Exit Application - รีเซ็ต / ปิดแอปพลิเคชัน



2.2.2. การควบคุมแบบ Jogging

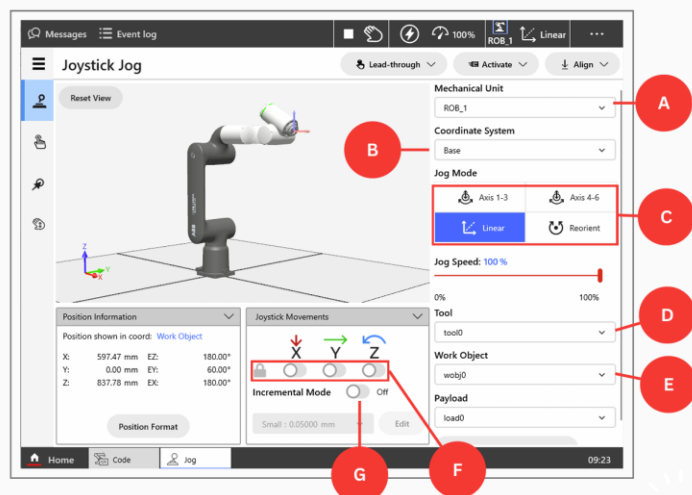
ประเภทของการ Jogging



JOGGING

หน้าต่าง Jogging

- A. Mechanical Unit
- B. Coordinate System
- C. Jog Mode
- D. Tool
- E. Work Object
- F. Joystick lock
- G. Increment Mode

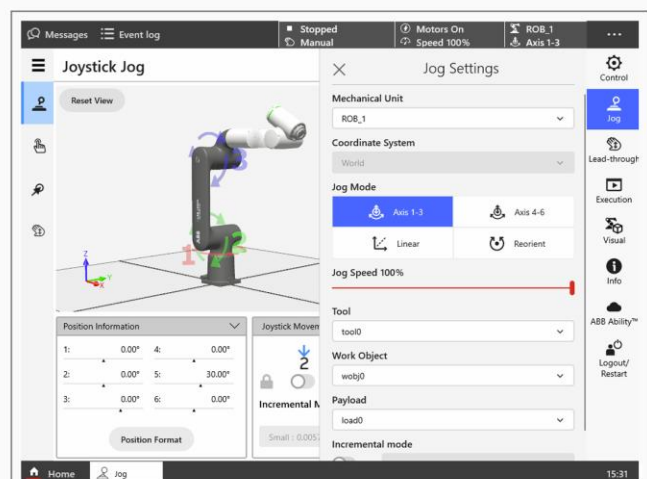


2.2.2.1 Axis by axis jogging

FLEX PENDANT

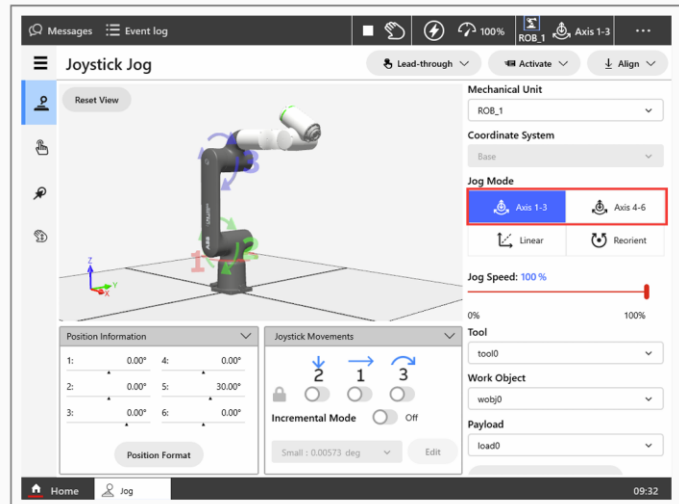
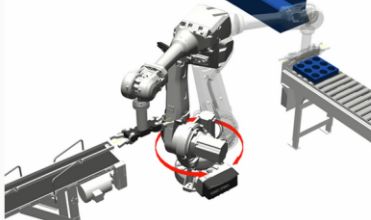
การ Jogging โดยใช้ Joystick

Axis-by-axis Jogging



Axis-by-axis

แบ่งการควบคุมเป็น Axis 1-3
และ Axis 4-6

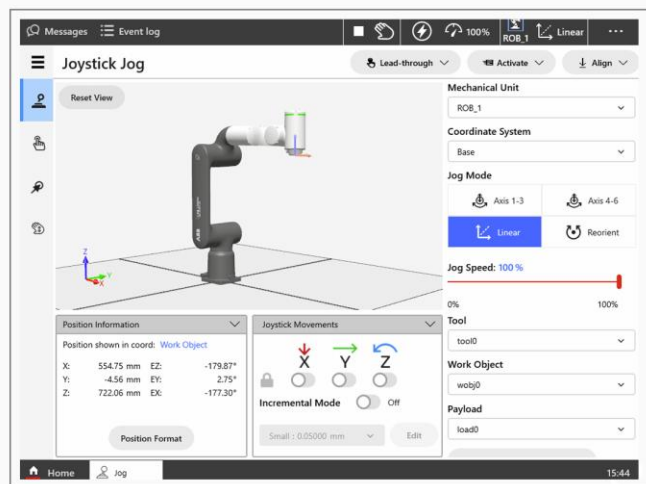
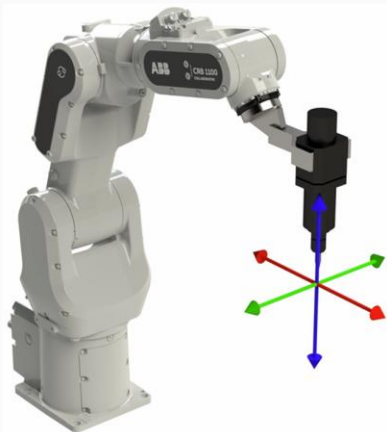


2.2.2.2 Linear Jogging

FLEX PENDANT

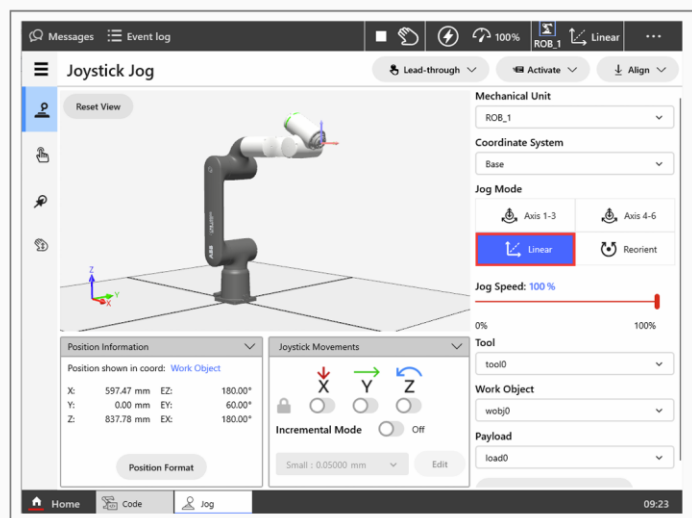
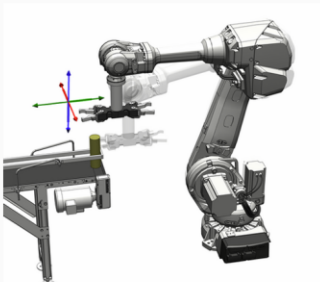
การ Jogging โดยใช้ Joystick

Linear Jogging



Linear

เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น

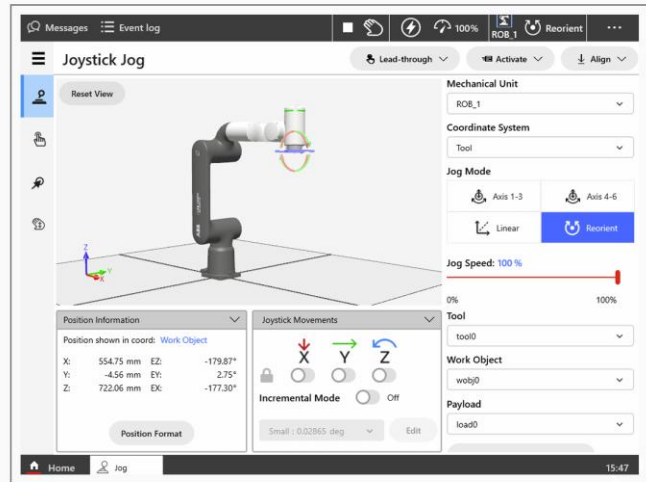


2.2.2.3 Reorient

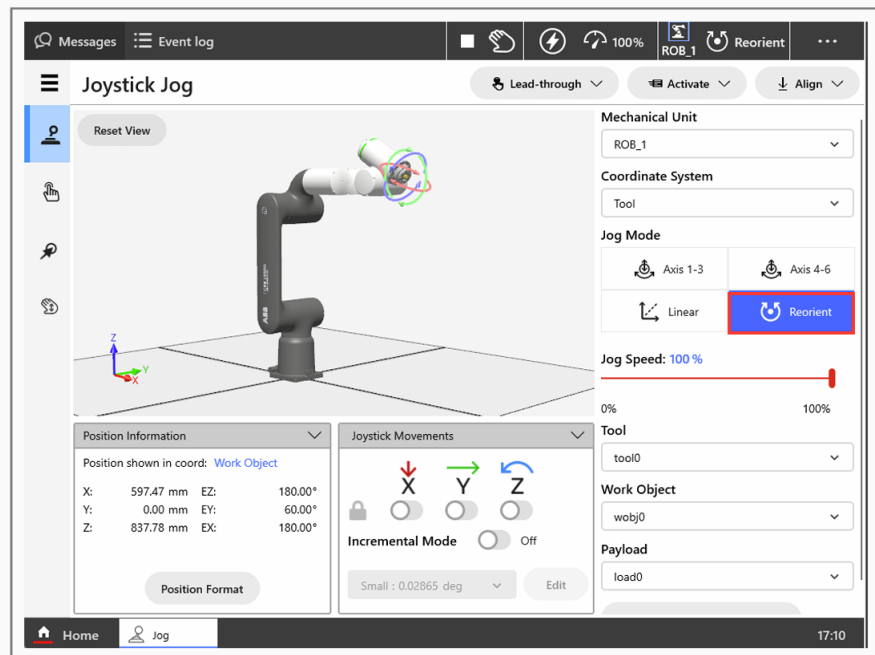
FLEX PENDANT

การ Jogging โดยใช้ Joystick

Reorient



Reorient

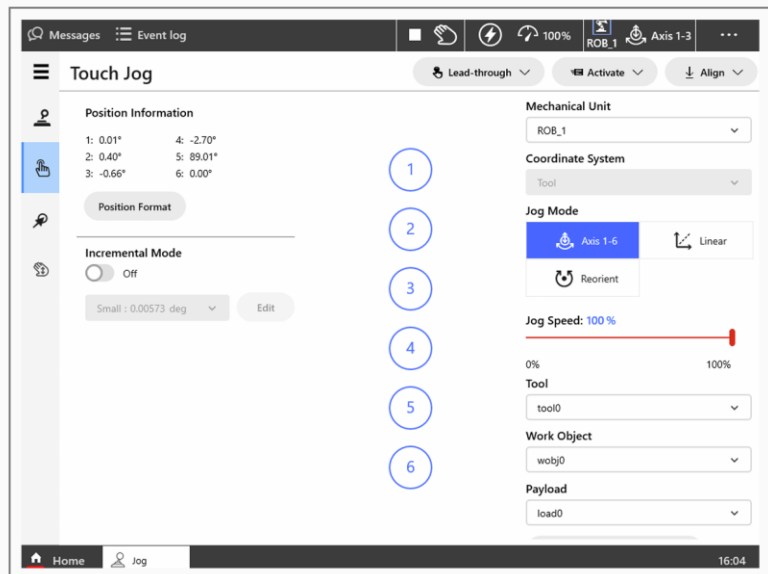


2.2.2.4 Touch Jog

FLEX PENDANT

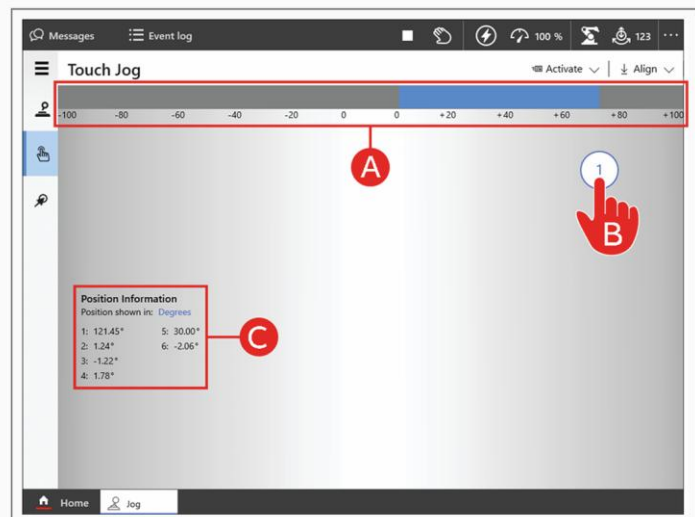
Touch Jog

ในโหมดนี้สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้ 6 แกน โดยการกดค้างแล้วเลื่อนซ้ายหรือเลื่อนขวา ที่หมายเลข 1-6 ซึ่งเป็นหมายเลขของแกนหุ่นยนต์



Touch Jog

- A. ความเร็ว
- B. ควบคุมแกนของหุ่นยนต์
- C. ข้อมูลตำแหน่งของหุ่นยนต์



2.3 ไฟแสดงสถานะบนแขนของ Collaborative Robots



ไฟแสดงสถานะบนแขนของ COLLABORATIVE ROBOTS

CRB 15000 - GoFa - Default Setup

ไฟแสดงสถานะ

สี	สถานะ
ขาว	พร้อมใช้งาน
เขียว	โปรแกรมกำลังทำงาน
เหลือง	Lead through/Programming mode
แดง	เกิดข้อผิดพลาด



ไฟแสดงสถานะบนแขนของ COLLABORATIVE ROBOTS

CRB 15000 - GoFa - Default Setup

ปุ่มกดบนแขนของหุ่นยนต์

ปุ่มกด	คำเริ่มต้น
ปุ่มรูปแบบนูน (Up button convex)	ปุ่มสำหรับใช้งานฟังก์ชัน Lead through เพื่อให้สามารถควบคุมตำแหน่งของหุ่นยนต์ได้ ผู้ใช้สามารถใช้มือเพื่อเลื่อนหรือย้ายหุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้โดยตรง
ปุ่มรูปแบบเว้าลง (Down button concave)	เพิ่มบล็อกการเคลื่อนที่ใน Wizard ด้วยตำแหน่งปัจจุบัน



2.4 การใช้ฟังก์ชัน Lead Through



LEAD-THROUGH

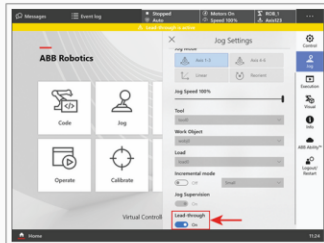
- จับแขนของหุ่นยนต์และเคลื่อนไหวได้โดยใช้มือในการควบคุม
- พัฒนาขึ้นสำหรับหุ่นยนต์ที่ทำงานร่วมกันกับมนุษย์



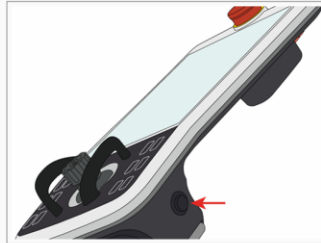
LEAD-THROUGH

การใช้งาน Lead-Through

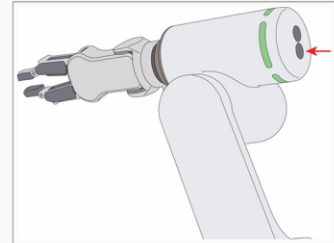
- FlexPendant (Quickset Menu -> Jog)



- FlexPendant (Thumb Button)



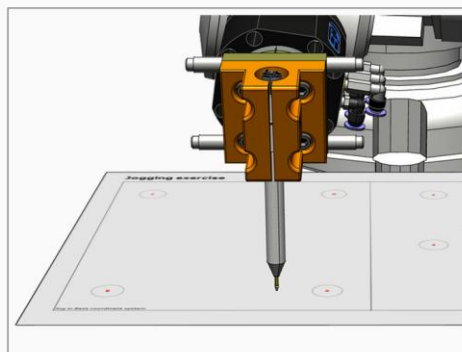
- Arm Side Interface



แบบฝึกหัดบทที่ 2

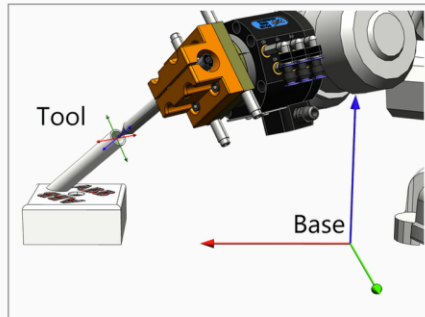
แบบฝึกหัด Jogging หุ่นยนต์แบบ Axis-by-axis และ Linear

- Jogging ให้ปลายปากกาที่ติดบนปลาย Tool ของหุ่นยนต์อยู่เหนือตำแหน่งวงกลมบนกระดาษเล็กน้อย
- Jogging หุ่นยนต์ให้เริ่มต้นที่ตำแหน่ง A และเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง B-C-D ตามลำดับ
- Jogging หุ่นยนต์ในระบบ base coordinate system

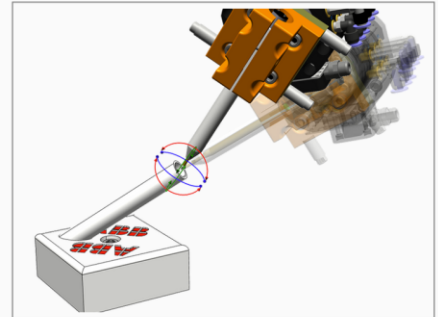


การ Jogging หุ่นยนต์ในระบบ Tool coordinate system

- Jogging หุ่นยนต์แบบ Linear



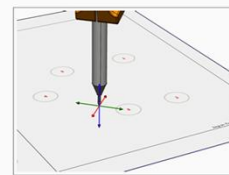
- Jogging หุ่นยนต์แบบ Reoriented



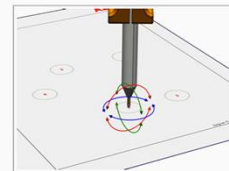
แบบฝึกหัด Jogging หุ่นยนต์แบบ Linear และ Reoriented

1. Jogging ให้ปลายปากกาที่ติดบนปลาย Tool ของหุ่นยนต์อยู่เหนือตำแหน่งวงกลมบนกระดาษเล็กน้อย
2. Jogging หุ่นยนต์ให้เริ่มต้นที่ตำแหน่งหมายเลข 1
3. เปลี่ยนโหมดการ Jogging เป็นโหมด Reoriented
4. เปลี่ยนระบบ Coordinate system เป็น Tool coordinate system
5. Jogging หุ่นยนต์แบบ Reoriented ให้ปลายปากกาอยู่ในวงกลม
6. เปลี่ยนโหมดการ Jogging เป็นโหมด Linear โดยใช้ระบบ Tool coordinate system
7. Jogging หุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งวงกลมถัดไป
8. ทำซ้ำขั้นตอน 3-6 จนกว่าจะถึงตำแหน่งวงกลมหมายเลข 6

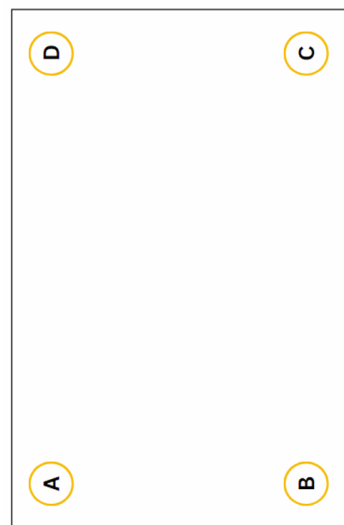
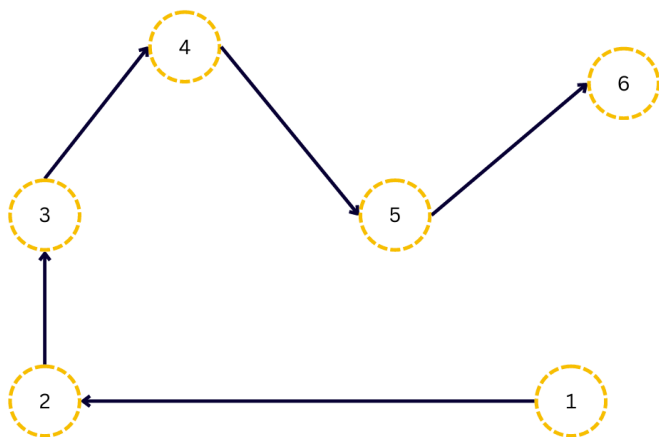
- Jogging หุ่นยนต์แบบ Linear ในระบบ Tool coordinate system



- Jogging หุ่นยนต์แบบ Reoriented ในระบบ Tool coordinate system



แบบฝึกหัด Jogging หุ่นยนต์แบบ Linear และ Reoriented



บทที่ 3

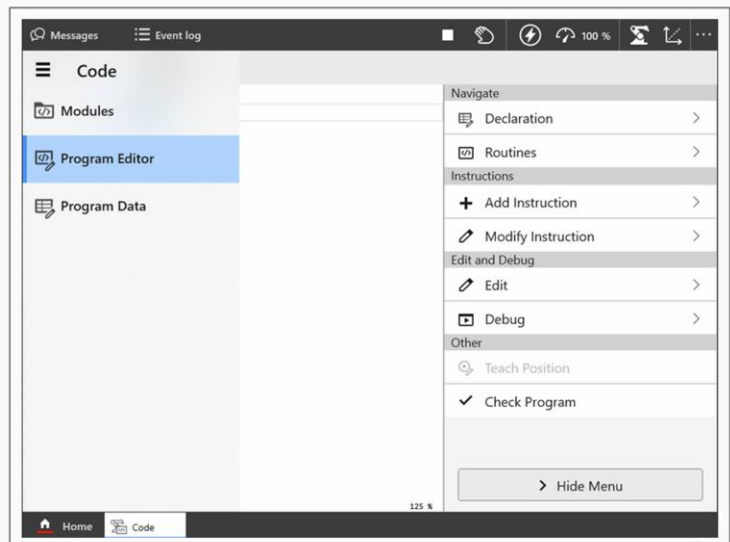
การเขียนโปรแกรมควบคุม

3.1 การเขียนโปรแกรมบนแท่นโปรแกรมใน Mode Code

FLEX PENDANT

Code Application

- Modules
 - สร้าง/บันทึก/โหลด/เปลี่ยนชื่อโปรแกรม
 - สร้าง/บันทึก/โหลด/เปลี่ยนชื่อ/ลบชื่อโมดูล
 - เปลี่ยน tasks
- Program Editor
 - ปรับแก้และทดสอบโค้ด
 - Teach ตำแหน่ง
 - ตรวจสอบโปรแกรมเพื่อค้นหาข้อผิดพลาด
 - เพิ่มคำสั่ง
- Program Data
 - ดู เปลี่ยนแปลง และสร้างข้อมูล



บทที่ 4

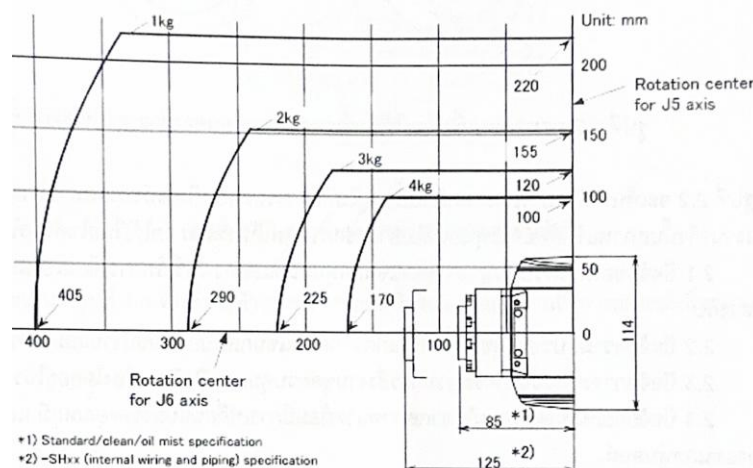
ภาษา Rapid

บทที่ 5

คุณสมบัติของหุ่นยนต์ และชุดควบคุม

คุณสมบัติหลักสำหรับแขนกลหุ่นยนต์และชุดควบคุมมีอยู่ 3 คุณสมบัติหลักโดยไม่รวมผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่นำไปติดตั้ง

1. การรับน้ำหนักสูงสุด (Maximum Payload) คือภาระแบกรับน้ำหนักที่แขนกลหุ่นยนต์ต้องแบกรับไว้ที่จุดควบคุมโดยมีค่าสูงสุดที่ระยะใดระยะหนึ่ง ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงสร้างแขนกลหุ่นยนต์นั้นๆ โดยส่วนใหญ่แล้ว จะใช้หน่วยกิโลกรัม (Kilogram) หรือหน่วยปอนด์ (pound)

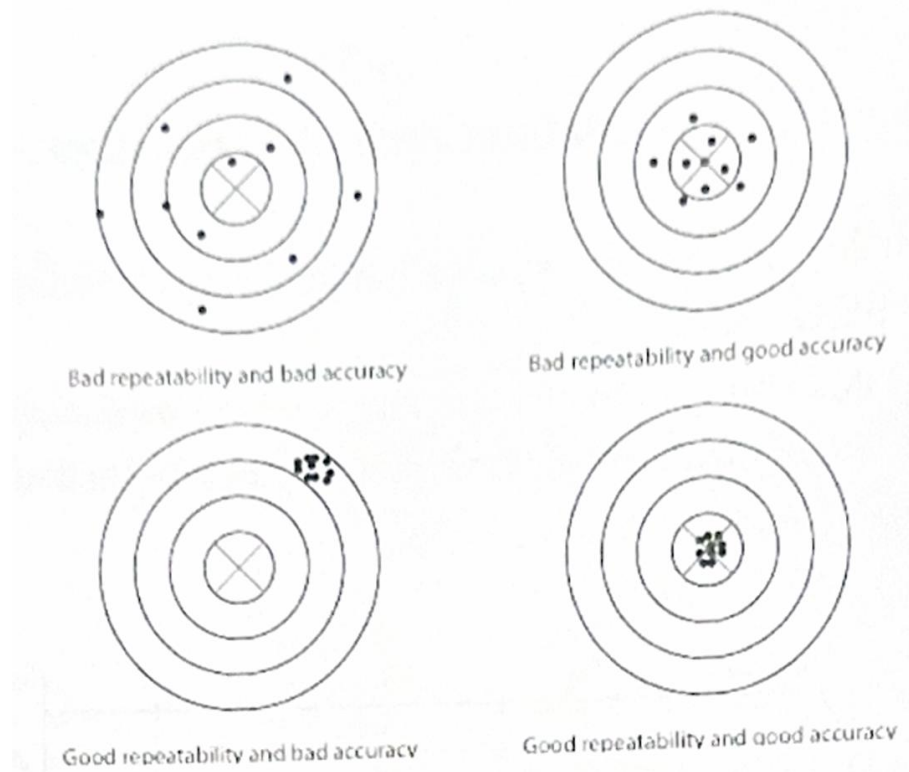


รูปที่ 5.1 แสดงภาระการรับน้ำหนักตามระยะที่เคลื่อนที่

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าแขนกลหุ่นยนต์ตัวนี้สามารถมีภาระการรับน้ำหนักสูงสุดที่ 4 กิโลกรัม ที่ระยะการเคลื่อน 170 มิลลิเมตร จากตำแหน่งจุดเริ่มต้น 0 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าแขนกลหุ่นยนต์นั้นไม่ได้สามารถรับน้ำหนักตลอดทั้งระยะการเคลื่อนที่ ฉะนั้นเมื่อนำไปพิจารณาประกอบการเลือกใช้งานจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดพลาดได้ เมื่อได้ลองดำเนินการเปรียบเทียบกับร่างกายมนุษย์

ก็จะพบว่ามีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือถ้าหากเรายืดแขนไปจนสุดในขณะที่ในมือถือวัตถุมีน้ำหนักอันหนึ่ง จะพบว่าน้ำหนักของวัตถุอันนี้ที่มือของมนุษย์เราสามารถถือไว้ได้ในสภาวะนี้จะแปรผกผันตามระยะที่แขนมนุษย์คนนั้นยืดเหยียดออกไปได้ นั่นคือน้ำหนักที่ถือได้ในขณะยืดแขนไปจนสุดจะน้อยกว่าน้ำหนักที่ถือได้เมื่อมนุษย์หดแขนสั้นลงมา หรือ ขณะหดแขนสั้นใกล้ลำตัวจะยกวัตถุได้หนักกว่านั่นเอง

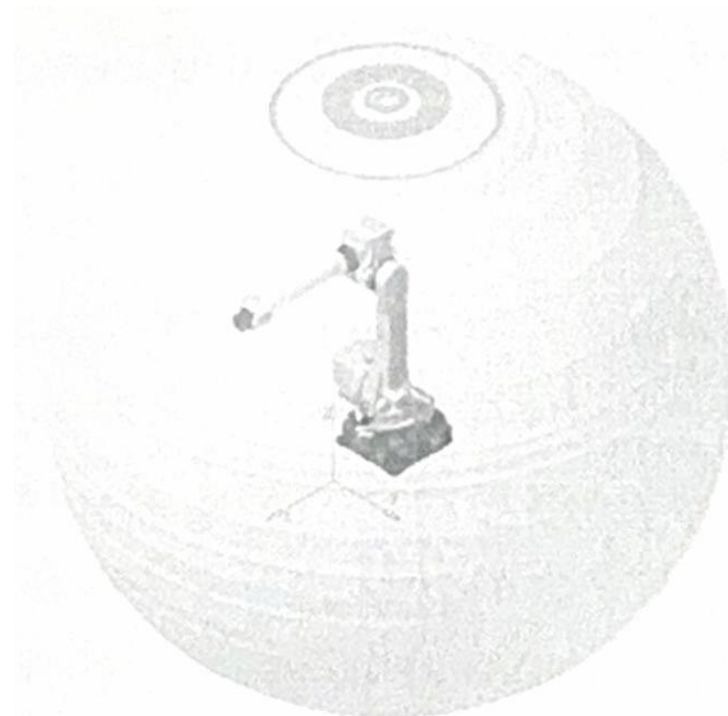
2. ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งในการทำซ้ำ (Repeatability position accuracy) คือค่าที่ได้จากการทดสอบเคลื่อนที่หุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งทดสอบ ซึ่งในกรณีนี้การทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ก็มีเงื่อนไขตามมาตรฐานนั้นๆ เช่น การทดสอบตามมาตรฐาน ISO 9283 การทดสอบตามมาตรฐาน ANSI/RIA R15.05 และ การทดสอบตามมาตรฐาน JIS B 8432 โดยจะมีการวัดค่าทั้งหมด 100 ค่า แต่จะใช้ค่าที่จะนำค่าที่คิดจริงมาค่า 30 ค่า ทั้งนี้ค่าที่ได้จากการทดสอบก็ยังไม่สามารถการันตีได้ว่าจะมีการเพิ่มหรือลดอีกหรือไม่ เพราะมีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผิดพลาดได้ตลอดเวลา



รูปที่ 5.2 ผลการทดสอบเพื่อที่จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งในการทำซ้ำ
จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างในการเคลื่อนที่นั้นอยู่ในห้องทดสอบซึ่งจะอำนวยสภาพแวดล้อมในการทำงานให้กับหุ่นยนต์ ซึ่งในโรงงานจริงนั้นสภาพแวดล้อมของหุ่นยนต์ไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมดภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 2.1 ปัจจัยของการควบคุมท่าทางของแขนกลหุ่นยนต์และความเร็วในการเขียนโปรแกรมกับการเริ่มต้นการทำงานที่แตกต่างกัน
- 2.2 ปัจจัยความแปรปรวนของน้ำหนักซึ่งเกิดจากตอนแขนกลหุ่นยนต์มีชิ้นงานและไม่มีชิ้นงาน

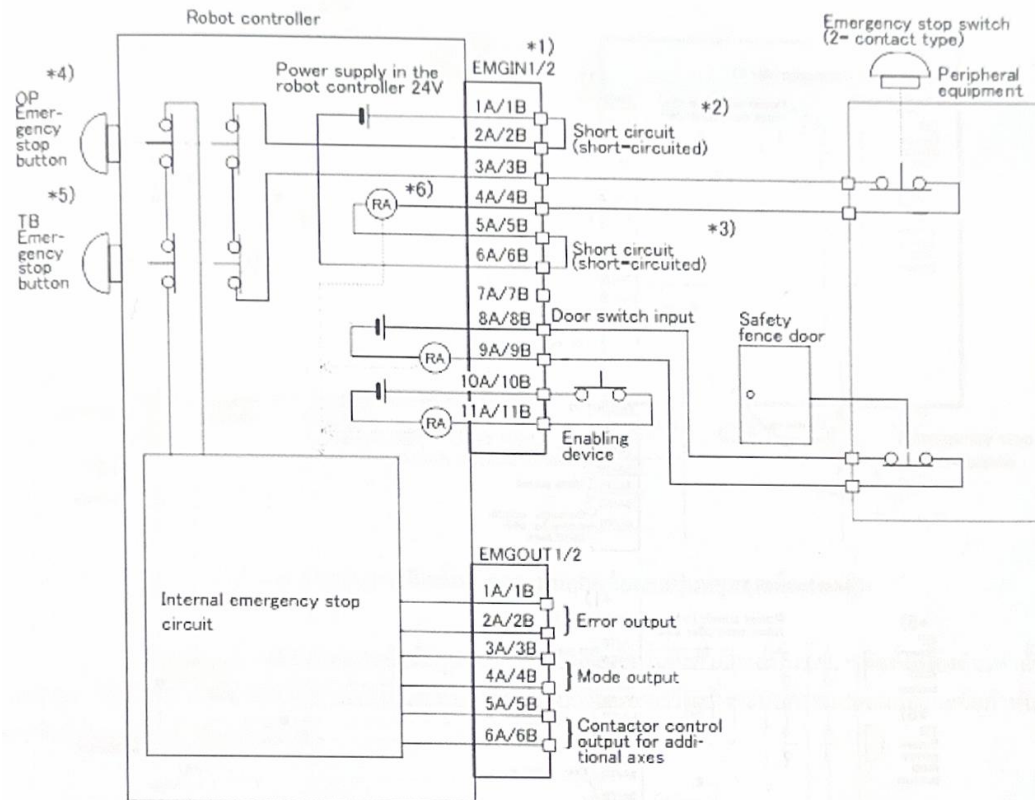
- 2.3 ปัจจัยการรบกวนจากกระบวนการสั่งงานชุดควบคุมการเปิดปิดเครื่องโดยอยู่ในระหว่างการทำงาน
 - 2.4 ปัจจัยอุณหภูมิโดยรอบเกิดจากสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และขาดการอุ่นเครื่องก่อนทำงานจริงของแขนกลหุ่นยนต์
 - 2.5 ปัจจัยระบุตัวเลขของระยะการควบคุมและการประมวลผลค่าพิกัดต่างๆ ของระบบพิกัดแขนกลหุ่นยนต์
3. พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ (Work Envelop) เป็นสิ่งที่แสดงการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่างๆ ของแขนกลหุ่นยนต์ว่าสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางสูงสุดเท่าไรในข้อต่อส่วนนั้นๆ และยังแสดงระยะในเรื่องการควบคุมตามระยะสูงสุดด้วย



รูปที่ 5.3 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ในอุดมคติ

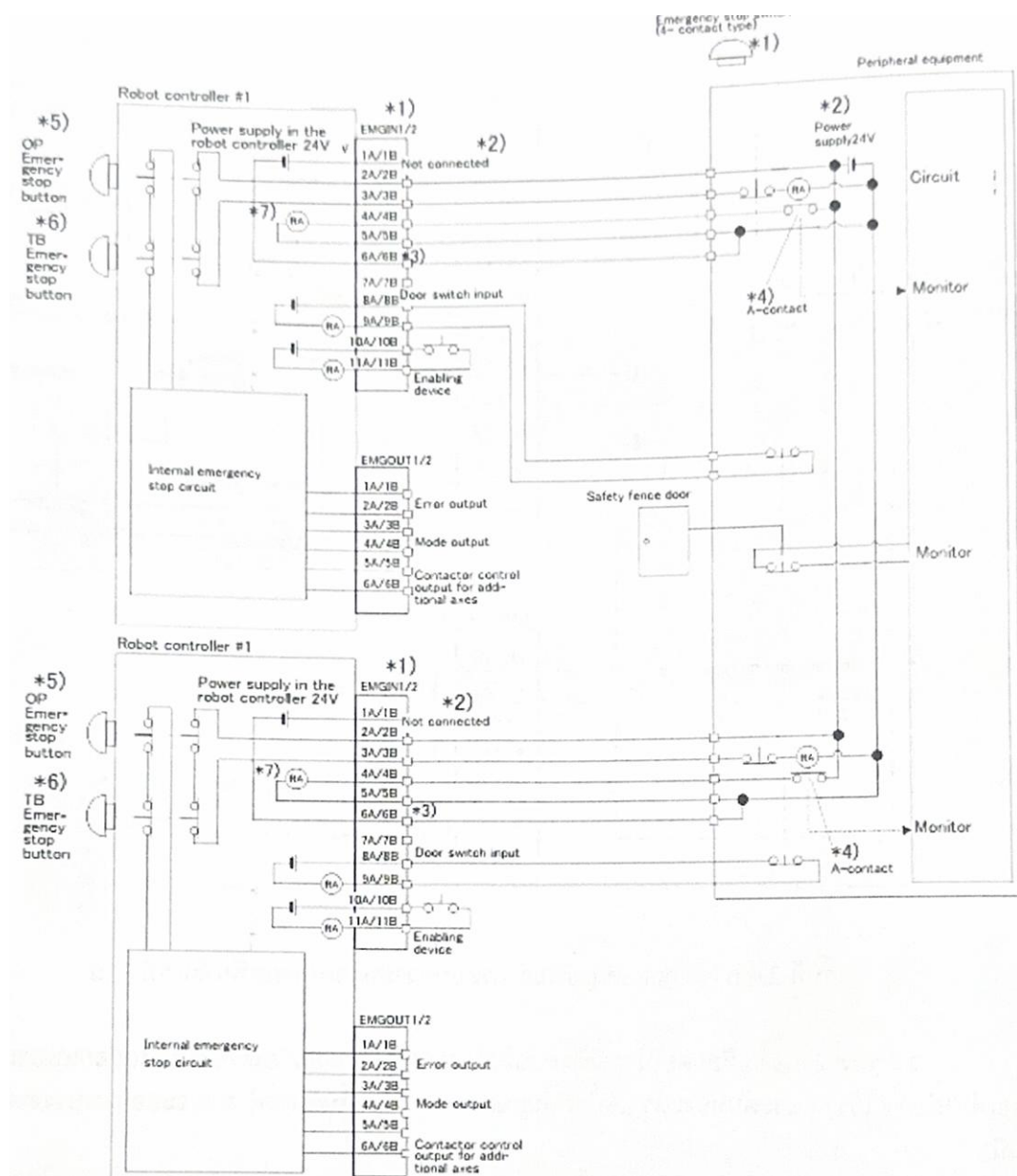
จากรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ในอุดมคตินั้น แขนกลหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปถึงได้หมดทุกตำแหน่งภายในพื้นที่ทรงกลม แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่สามารถทำได้เช่นนั้น เนื่องจากโครงสร้างของแขนกลหุ่นยนต์นั่นเอง ซึ่งภายในมีช่องทางต่างๆ เช่นช่องสำหรับเดินสายสัญญาณ ท่อลม ช่องอำนวยความสะดวกในการติดตั้งสายอื่นๆเพิ่มเติม ทำให้ในทางปฏิบัติจริงแล้วไม่สามารถเคลื่อนที่หุ่นยนต์ไปได้ทุกตำแหน่ง จากรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์นั้นจะไม่เป็นไปตามในทางอุดมคติเนื่องจากโครงสร้างของแขนกลนั่นเอง

จากรูปที่ 5.5 ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลข้อสัญญาณต่างๆ ของขั้วการต่อที่ชุดควบคุมเพื่อให้แขนกลหุ่นยนต์อยู่ภายใต้เงื่อนไขของระบบความปลอดภัยที่จะต้องต่อสัญญาณเข้าไป จะเห็นว่าสวิทช์ฉุกเฉินภายนอก (External Emergency Input) จะมีใช้งานทั้งหมด 2 คู่ สวิตช์ประตู (Door Switch Input) 2 คู่ และสวิตช์เปิดการควบคุมอุปกรณ์ (Enabling Device Input) 2 คู่ ให้สำหรับผู้ต้องการเดินสายสัญญาณเกี่ยวกับความปลอดภัย



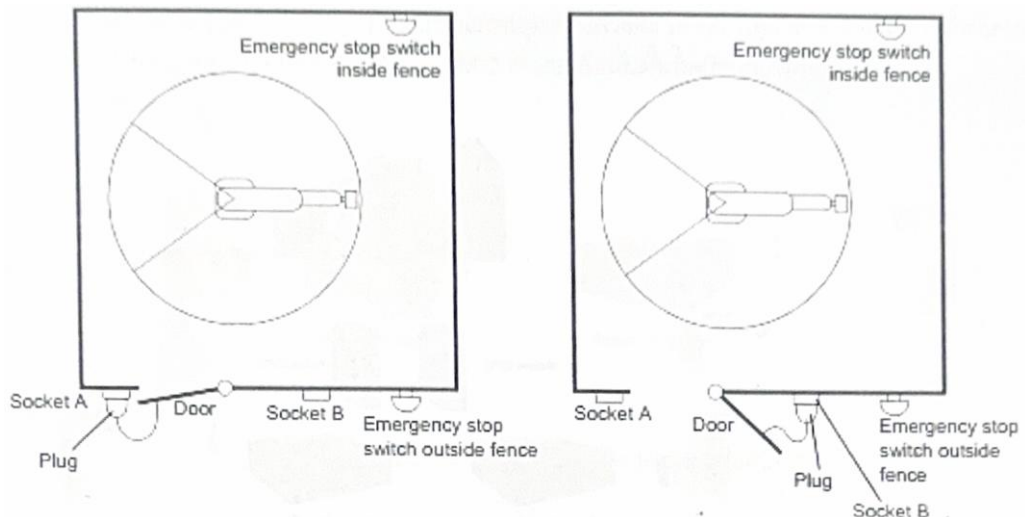
รูปที่ 5.6 การเชื่อมต่อสัญญาณจากระบบความปลอดภัยของพื้นที่การทำงาน

จากรูปที่ 5.6 จะเชื่อมต่อในกรณีที่ระบบไม่ต้องการความปลอดภัยมากก็สามารถออกแบบระบบได้ตามวงจรดังรูปก็เพียงพอต่อการใช้งานในระดับหนึ่งแล้ว ดังนั้นแขนกลหุ่นยนต์ 1 ตัว ต่อ 1 พื้นที่การทำงาน จะออกแบบวงจรได้ดังตัวอย่างนี้



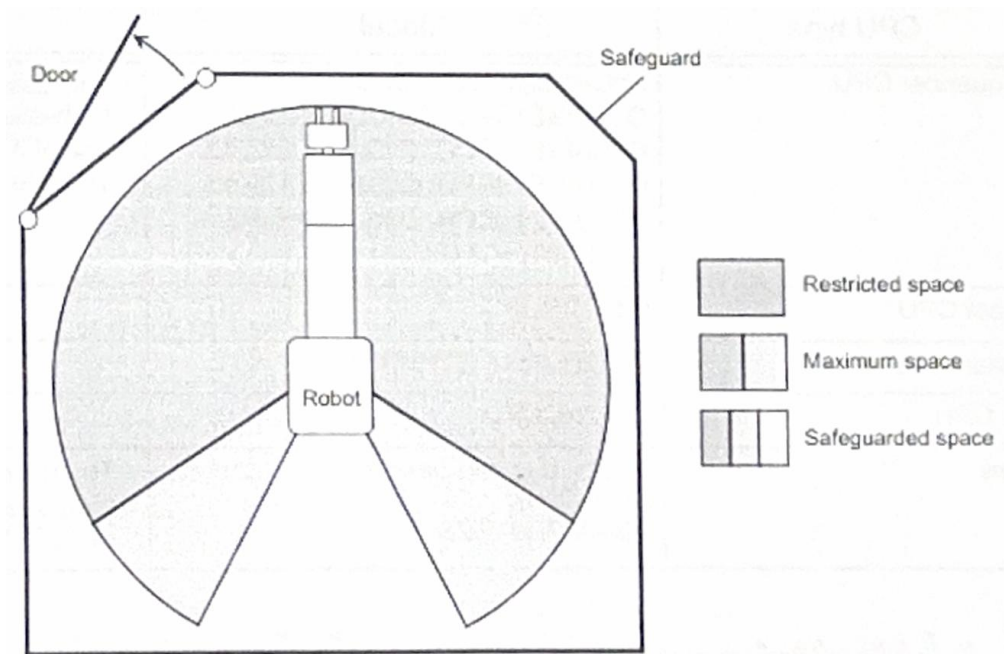
รูปที่ 5.7 การเชื่อมสัญญาณจากปลั๊กความปลอดภัยแบบ 2 แชนกหลุ่นยนต์ทำงานในพื้นที่เดียวกัน

จากรูปที่ 5.7 การเชื่อมต่อปลั๊กความปลอดภัย (Safety Plug) นั้นโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีการติดตั้งไปกับรั้วความปลอดภัย (Safety Fence) เพื่อป้องกันการเข้าใช้งานพื้นที่โดยไม่ได้รับอนุญาต เมื่อถูกใช้งานจะทำให้แขนกลหุ่นยนต์หยุดการทำงานโดยทันที ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 ตัวอย่างการติดตั้งปลั๊กความปลอดภัยและปุ่มหยุดฉุกเฉินเพิ่มเติม

จากรูปที่ 5.8 เป็นตัวอย่างในการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยเบื้องต้น ในกรณีทำงานบางอย่าง ต้องการความปลอดภัยมากกว่านี้ จะต้องอาศัยประสบการณ์ในการติดตั้งระบบความปลอดภัยและข้อกำหนดความปลอดภัยของสถานประกอบการนั้นๆ



5. ชุดควบคุม

สำหรับชุดควบคุมในแต่ละยี่ห้อจะมีหลากหลาย แต่ละชนิดออกแบบมาเพื่อตอบโจทย์การทำงาน การติดตั้ง การนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้งาน และเรื่องของอุปกรณ์เสริมต่างๆ

โดยทั่วไปในแต่ละยี่ห้อจะมีความคล้ายคลึงกัน คือเราสามารถติดตั้งชุดควบคุมแขนกลหุ่นยนต์เข้ากับชุด PLC ได้ โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ในบางกรณีอาจจะต้องติดตั้งการ์ดพิเศษบางอย่างเข้าไปกับ PLC เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

GOFA™CRB 15000

ตู้ควบคุม (Controller) และอุปกรณ์ควบคุม



OmniCore C30 Controllers (6th gen)

GOFA™CRB 15000

โหมดการทำงาน

Manual



- ทดสอบโปรแกรม
- จำกัดความเร็ว 250 มม./วินาที
- ไม่มีข้อจำกัดเรื่องแรง
- ผู้ใช้งานต้องกด enabling ที่อุปกรณ์ควบคุม (Flex Pendant) เพื่อเปิดใช้งาน
- Jog หุ่นยนต์

Auto



- ทำงานอัตโนมัติ
- ทำงานด้วยความเร็วเต็มที่ ตามที่กำหนดในโปรแกรม
- ไม่มีข้อจำกัดเรื่องแรง
- ไม่จำเป็นต้องกด enabling ที่อุปกรณ์ควบคุม (Flex Pendant)
- ไม่ควรอยู่ในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์

Manual Full Speed



- ใช้ด้วยความระมัดระวัง
- ไม่หยุดอัตโนมัติ
- สามารถทำงานโปรแกรมที่ความเร็วเต็มที่และผู้ใช้สามารถอยู่ภายในพื้นที่การทำงานได้
- ผู้ใช้งานต้องกด enabling ที่อุปกรณ์ควบคุม (Flex Pendant) และกดปุ่ม Start เพื่อเปิดใช้งาน

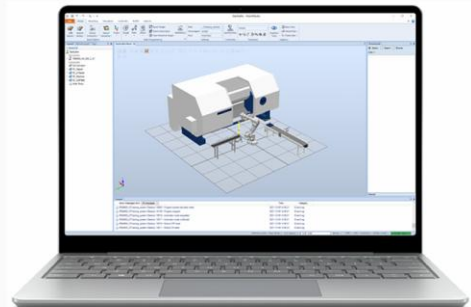
GOFA™ CRB 15000

การเชื่อมต่อกับตู้ควบคุม (Controller)

Flexpendant



RobotStudio



บทที่ 5

ความปลอดภัย (Safety)

อนามัยและความปลอดภัย

ความปลอดภัยในการอบรม

- มีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งหมดอย่างปลอดภัย
- รายงานพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยให้กับวิทยากร
- ขอความช่วยเหลือหากไม่แน่ใจว่าจะทำงานอย่างไร
- อย่าทำการใด ๆ ที่รู้สึกว่าจะไม่ปลอดภัย
- ให้สอบถามหรือพูดคุยกับวิทยากรเพื่อความมั่นใจ

ความปลอดภัยในการทำงานร่วมกับหุ่นยนต์

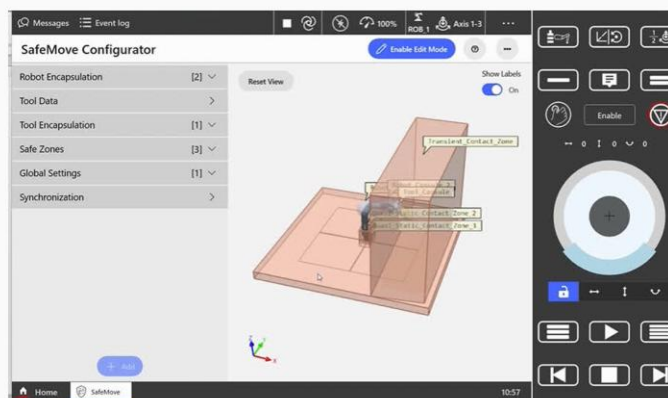
- ปรับเป็นโหมด Manual เสมอเมื่อต้องการเข้าไปในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์
- นำ FlexPendant ออกจากพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้
- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าหุ่นยนต์หยุดทำงานก่อนที่จะเข้าไปในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์
- ระมัดระวังพื้นผิวที่ร้อน ทั้งชิ้นงานและมอเตอร์ของหุ่นยนต์อาจมีอุณหภูมิสูงมาก



COLLABORATIVE ROBOTS SAFETY FIRST



SAFE MOVE



วิดีโอการสอนทำ Safe Move