

การศึกษากระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในระบบอัตโนมัติ  
STUDY PROCESS MANUFACTURING HEAD OF  
HARD DISK DRIVE AUTOMATION



รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต  
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

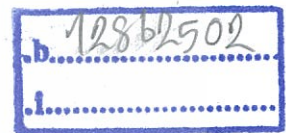
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษากระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในระบบอัตโนมัติ

STUDY PROCESS MANUFACTURING HEAD OF  
HARD DISK DRIVE AUTOMATION



T147908



เลขหมู่... 147908  
เลขทะเบียน  
นม.เดือน.ปี 16 ต.ค. 2550

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ปีการศึกษา 2559 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY PROCESS MANUFACTURING HEAD OF  
HARD DISK DRIVE AUTOMATION



A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING  
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจ                      การศึกษากระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในระบบอัตโนมัติ  
STUDY PROCESS MANUFACTURING HEAD OF  
HARD DISK DRIVE AUTOMATION

นักศึกษา                              นางสาวทิพวรรณ บุญช่วย

รหัสนักศึกษา                      56120014




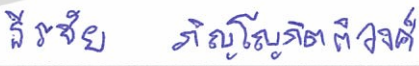
ปริญญา                              วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา                          วิศวกรรมระบบการผลิต

พ.ศ.                                  2559

อาจารย์ที่ปรึกษา                  ผศ.ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปี  
การศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ	
ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรร	
ว่าที่ ร.ต.ดร.กมล วสะภิญโญกุล	
นายธีรชัย ภิญโญภิตติวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การศึกษาระบบการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในระบบ อัตโนมัติ
นักศึกษา	นางสาวทิพวรรณ บุญช่วย
รหัสนักศึกษา	56120014
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรวิทย์ มรรคเจริญ
ผู้นิเทศงาน	นายธีรชัย ภิญญากิตติวงศ์
ชื่อบริษัท	เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

### บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ(Hard Disk Drive: HDD) ในระบบอัตโนมัติ ปัจจุบันนับได้ว่าไทยเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก โดยบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด เป็นหนึ่งในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่มีกระบวนการผลิตซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง จากการที่ได้เข้าปฏิบัติงานของโครงการสหกิจศึกษาในบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในแผนก Slider Fabrication Process ซึ่งเป็นแผนกที่ผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

ซึ่งสายการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในปัจจุบันได้มีการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้การผลิตมีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น อีกทั้งยังลดต้นทุนและการพึ่งพาแรงงานคน

โดยรายงานสหกิจศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรที่สามารถพลิกชิ้นงานจากแนวตั้งไปยังแนวนอน ตรวจสอบความถูกต้องของการพลิกชิ้นงานดังกล่าวด้วยกล้อง จากนั้นจับชิ้นงานจากภาชนะนอนไปอ่าน SLIDER SERIAL NUMBER แล้วจึงไปวางยังอีกภาชนะหนึ่งตามตำแหน่งที่ถูกต้อง หลังจากนั้นทำการศึกษาการทำงาน(Work Study)ของเครื่องนี้โดยการวัดผลของงาน(Work Measurement)เพื่อหาเวลาการผลิต(Cycle time) โดยศึกษาระบบการผลิตของบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล คอร์ปอเรชั่น จำกัด เท่านั้น

คำสำคัญ : ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ, การศึกษาการทำงาน, การวัดผลของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	STUDY PROCESS MANUFACTURING HEAD OF HARD DISK DRIVE AUTOMATION
Student	Miss Tippawan Boonchuai
Student ID.	56120014
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Dr.Worawut Makcharoen
Mentor	Mr.Theerachai Pinyokittiwong
Company	Western Digital (Thailand) Company Limited.

## ABSTRACT

This co-operative project report has an objective to study about hard disk drive manufacturing process in an automation system. Nowadays Thailand is one of the most important hard disk drive manufacturing bases of the world. Western Digital (Thailand) Company Limited is one of hard disk drive industrial trader which has sophisticated manufacturing process and in use of high-technologies. By attending the co-operative program in Western Digital (Thailand) Company Limited, I was responsible in Slider Fabrication Process which is the department of hard disk drive reader manufacturing.

This recent, the manufacturing of hard disk drive reader is already applied the automation system in the manufacturing process, so the manufacturing process can gain more precision and accuracy. And also can reduce cost and the dependence of human labor.

This co-operative report has studied about the machine that can flip the sample from vertical side to horizontal side, check the accuracy of sample flipping with camera then hold and bring the sample from horizontal tray to read Slider Serial Number and lay on the other tray in the correct position. After that, study about working process of the machine by work measurement to find cycle time and study only manufacturing process of Western Digital (Thailand) Company Limited.

Keywords: Hard Disk Drive, Work Study, Work Measurement

## กิตติกรรมประกาศ

ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 30 พฤษภาคม 2559 สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก

1. ผศ.ดร.วรวิทย์ มรรคเจริญ
2. ผศ.ดร.จตุพร ทองศรี
3. นายธีรชัย ภิญโญกิตติวงศ์

4. นางสาวฉลิตา ทองนุ่น และบุคลากรอื่น ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาช่วยชี้แนะในการแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้ความปรารถนาดีแก่ข้าพเจ้า ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษานี้ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ ความมีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ ความตรงต่อเวลา ประสบการณ์ในสถานประกอบการจริงในด้านต่างๆ และอื่นๆ จนในที่สุดรายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ทิพวรรณ บุญช่วย  
ผู้จัดทำรายงาน  
30 พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 รายละเอียดของสถานประกอบการ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 การศึกษาเวลา (TIME STUDY).....	9
2.2 หุ่นยนต์.....	23
2.3 มอเตอร์ Cool Muscle.....	35
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	36
3.1 ศึกษากระบวนการทำงานของขั้นตอนการเตรียม Slider Bar เพื่อการทำความสะอาด.....	36
3.2 ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT).....	38
3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรม.....	41
3.4 ขั้นตอนการทำงาน.....	43
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	46
4.1 ผลการทดลองที่ 1.....	46
4.2 ผลการทดลองที่ 2.....	47
4.3 ผลการทดลองที่ 3.....	48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	52
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....	52
เอกสารอ้างอิง.....	53
ภาคผนวก.....	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	2
2.1 แสดงคะแนนขององค์ประกอบต่าง ๆ ในการประเมินอัตราความเร็ว ตามวิธีของ Westing House.....	18
2.2 แสดงเวลาเพื่อสำหรับความเครียดทางร่างกาย.....	20
2.3 แสดงชนิดของการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....	28
2.4 แสดงชนิดของหุ่นยนต์ซึ่งจำแนกตามการเคลื่อนที่ของแกน.....	29
4.1 แสดงผลการทดลองจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ ที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 ครั้ง.....	45
4.2 แสดงผลการทดลองจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ด้วยค่าที่เหมือนกัน ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) 001 , 002 และ 003.....	47
4.3 แสดงผลการจับเวลาจากกระบวนการ Audit bar incoming.....	48
4.4 แสดงผลการจับเวลาจากกระบวนการ Flip-flop and Janome.....	49
4.5 แสดงผลการจับเวลาจากกระบวนการ Match work piece with process traveler document.....	49
4.6 แสดงผลการจับเวลาจากกระบวนการ Audit Pole tip.....	50
4.7 ผลการจับเวลาจากส่วนFlip-flop ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT).....	50
4.8 แสดงผลการจับเวลาจากส่วนPick-place ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT).....	50

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงโครงสร้างการบริหารงานแบบ Top-down management.....	6
1.2 แสดงรูปที่แผนที่ตั้งบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด .....	7
1.3 แสดงผลิตภัณฑ์บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด.....	8
1.4 แสดงโครงสร้างของ Hard Disk Drive.....	8
2.1 แสดงตารางบันทึกเวลาโดยการจับเวลาแบบต่อเนื่อง.....	12
2.2 แสดงระดับความเชื่อมั่น 95.5% และความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ .....	14
2.3 แสดงค่าความลดหย่อนส่วนตัวและความลดหย่อนเมื่อหย่า ที่ถูกกำหนดใช้โดยบริษัทหนึ่ง.....	21
2.4 แสดงการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์.....	24
2.5 แสดงหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบอนุกรม (Serial Robot).....	25
2.6 แสดงหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบขนาน (Parallel Robot).....	26
2.7 แสดงจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์.....	28
2.8 แสดง Cartesian robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่บนแกนตั้งฉากกัน 3 แกน คือ ขึ้น -ลง, ซ้าย - ขวา, หน้า-หลัง.....	29
2.9 แสดง Cylindrical robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ทรงกระบอก คือ ขึ้น - ลง, เข้า-ออกตามแนวรัศมี, หมุนรอบแกน .....	30
2.10 แสดงSpherical robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ทรงกลม คือ หมุนซ้าย - ขวา, หมุนขึ้น - ลง, เลื่อนเข้า - ออกตามแนวรัศมี.....	31
2.11 แสดง Scara robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่มีแกนหมุน 2 แกนขนานกัน เพื่อเคลื่อนที่ได้บนระนาบ และอีกแกนสำหรับขึ้น - ลง.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.12 แสดงArticulate robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ค่อนข้างเป็นทรงกลม คล้ายในพวงรถชุด/แบคโฮ คือ หมุนซ้าย - ขวา, และมีแกนหมุนอีก 2 แกน ที่ขนานกันเพื่อเคลื่อนที่ในระนาบแนวตั้ง.....	33
2.13 แสดงมอเตอร์ Cool Muscle.....	35
3.1 แสดงการทำงานของเครื่องเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาด.....	36
3.2 แสดงด้านซ้ายแสดง Slider bar และด้านขวาแสดง Slider.....	37
3.3 แสดงVertical tray (VT) คือ ภาชนะที่มีไว้สำหรับใส่ Slider bar7 โดยวาง Slider bar ในแนวตั้ง.....	37
3.4 แสดงHorizontal tray (HT) คือ ภาชนะที่มีไว้สำหรับใส่ Slider bar โดยวาง Slider bar ในแนวนอน.....	37
3.5 แสดงCeramic tray คือ ภาชนะใส่ Slider bar เพื่อที่จะใช้ในกระบวนการผลิตหัวอ่านต่อไป.....	38
3.6 แสดงการทำงานของเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT).....	38
3.7 แสดงส่วนประกอบของ Flip-Flop.....	39
3.8 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์พลิกงาน.....	39
3.9 แสดงส่วนประกอบของ Pick and Place.....	40
3.10 แสดงด้านของ Slider bar ที่ถูกต้องเมื่อตรวจด้วยกล้องด้านบน (Top camera).....	40
3.11 แสดงหน้าจอการทำงานของโปรแกรม COOL WORKS LITE.....	41
3.12 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์.....	42
3.13 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.14 แสดงกดปุ่ม Reset.....	43
3.15 แสดงSandwich tray คือรวมอุปกรณ์ที่ใช้ในการพลิกงานเข้าด้วยกัน.....	43
3.16 แสดงใส่ Sandwich tray ไปยังเครื่องพลิกชิ้นงาน.....	44
3.17 แสดงปิดประตูเครื่องพลิกชิ้นงาน.....	44
3.18 แสดงกดปุ่ม Start.....	45
3.19 แสดงHorizontal tray (HT) ที่ได้จากการพลิกชิ้นงาน.....	45



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันนับได้ว่าไทยเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก โดยในปี 2557 ไทยมีส่วนแบ่งปริมาณการส่งออก HDD ในตลาดโลกกว่าร้อยละ 30.1 หรือคิดเป็นราว 180.9 ล้านชิ้น เป็นอันดับสองรองจากจีนซึ่งมีส่วนแบ่งในตลาดโลกราวร้อยละ 35.2 อย่างไรก็ตาม การผลิต HDD ของไทยส่วนใหญ่มุ่งเน้นสำหรับการใช้งานในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและแล็ปท็อปเป็นหลัก ส่งผลให้อุตสาหกรรม HDD ไทยต้องเผชิญความท้าทายจากความต้องการใช้งานคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและแล็ปท็อปที่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมานิยมใช้งานอุปกรณ์พกพาอย่างสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตมากขึ้น ในขณะที่ความต้องการ HDD ในตลาดองค์กรและผู้ประกอบการออนไลน์กลับมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลอื่นๆ อาทิ โซลิดสเตตไดรฟ์ (SSD) ซึ่งมีน้ำหนักเบาและความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลที่สูงกว่า HDD ทำให้เหมาะสมในการใช้งานกับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ นอกเหนือจากคอมพิวเตอร์ แม้ว่าปัจจุบัน SSD จะยังคงมีราคาสูงและขนาดความจุที่ต่ำกว่า HDD แต่ก็มีแนวโน้มการพัฒนาที่รวดเร็วทำให้เป็นคู่แข่งที่สำคัญของ HDD ในอนาคต

จากสัญญาณบ่งชี้ด้านการเปลี่ยนแปลงความต้องการของผู้บริโภคและเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้อุตสาหกรรม HDD ไทย จำเป็นต้องปรับตัวเพื่อแสวงหาโอกาสทางธุรกิจใหม่ในตลาดองค์กรและบริการออนไลน์ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการ HDD ความจุสูงที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ อุตสาหกรรม HDD ไทย จำเป็นต้องทบทวนบทบาทและขอบเขตของธุรกิจในปัจจุบันที่เป็นเพียงผู้ผลิต HDD สำหรับคอมพิวเตอร์ไปสู่การเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สำหรับผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งการปรับตัวดังกล่าวจำเป็นต้องมีความเข้าใจเชิงลึกในเทรนด์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต เพื่อการวางแผนและเตรียมความพร้อมที่เหมาะสมทั้งในระยะสั้นและยาว

ในปัจจุบันธุรกิจอุตสาหกรรมได้มีการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการปฏิบัติงานงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะใช้เครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้น ส่งผลให้การผลิตมีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น อีกทั้งยังลดต้นทุนและการพึ่งพาแรงงานคน โดยบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล คอร์ปอเรชั่น จำกัด หรือ WD เป็นผู้บุกเบิกเทคโนโลยีทางด้านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งมีกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มากมาย หนึ่งในนั้นคือกระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งระบบการผลิตเดิมใช้คนในการทำ แต่ได้มีการเปลี่ยนมาใช้ระบบการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ เพื่อลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากคน และเพิ่มความถูกต้องความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อหาขอบเวลาการผลิต (Cycle Time)
- 1.2.2 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่สามารถนำไปใช้งานได้
- 1.2.3 เพื่อคำนวณ วิเคราะห์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 ศึกษากระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
- 1.3.2 ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่อง ABT

## 1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานนี้เป็นไปตามตารางที่ 1.1

ลำดับ	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน			
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
	Theory				
1	Study work flow and work measurement	■			
	Tool				
2	Study program "BARIDCheck"; for pick and place module on ABT machine.		■		
3	Study program "Cool Work Lite"; for flip flop module on ABT machine			■	
	Measure				
4	Direct Time Study : Baseline.	■			
5	Direct Time Study : ABT machine.				■
6	The verification parameter motor on ABT machine.				■
7	Test program "BARIDCheck"	■	■	■	■
	Analyze				
8	Statistical Analysis: For find cycle time of Baseline and ABT machine.				■
ลำดับ	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ส.ค.	ก.ย.	ค.ค.	พ.ย.
9	Statistical Analysis: For find efficiency of flip flop module on ABT machine.				
Improve					
10	Study and find bug program of ABT machine.				
Result					
11	Summary and Report.				

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้เรียนรู้การทำงานของสายการผลิต
- 1.5.2 การทำงานร่วมกับผู้อื่นและความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
- 1.5.3 สามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปพัฒนาหรือประยุกต์กับงานด้านอื่นๆได้

## 1.6 รายละเอียดของสถานประกอบการ

### 1.6.1 ประวัติ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล เป็นหนึ่งในผู้บุกเบิกและผู้นำการออกแบบการผลิต และจำหน่าย ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีประสิทธิภาพที่ดีอีกทั้งยังมีคุณภาพสูงซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลระบบ ดิจิตอลบริษัท

เวสเทิร์น ดิจิตอล คอร์ปอเรชั่น ก่อตั้งขึ้นครั้งแรกเพื่อทำธุรกิจสารกึ่งตัวนำเมื่อปี 2513 จากนั้นปี 2524 ได้เริ่มทำธุรกิจเกี่ยวกับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยการออกแบบ และผลิตวงจรควบคุมการทำงานของ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากนั้นได้เข้าสู่ธุรกิจการออกแบบและผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อย่างเต็มตัวเมื่อปี 2531

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล ในประเทศไทยได้เริ่มเปิดดำเนินการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เมื่อปี 2545 ที่ นิคมอุตสาหกรรมนวนคร จังหวัดปทุมธานี ผลิตในส่วนหัวบันทึกและอ่านข้อมูล เมื่อกลางปี 2546 ได้ เปิด โรงงานขึ้นที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีพนักงานในประเทศไทยกว่า 20,000 คน

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล คอร์ปอเรชั่น จำกัด หรือ WD เป็นผู้บุกเบิก เทคโนโลยี ทางด้านฮาร์ด ไดรฟ์ มีโรงงานผลิตเวเฟอร์ขนาดใหญ่อยู่ที่ ฟริมอนท์ แคลิฟอร์เนีย มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ เลกฟอเรส แคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา

พ.ศ. 2513 (ค.ศ. 1970) เริ่มก่อตั้งบริษัทที่ สหรัฐอเมริกา ก่อนขยายมาสู่ภูมิภาคเอเชีย

พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2002) ได้ตั้งฐานการผลิตที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร เป็นฐานการประกอบ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2003) ตั้งฐานการผลิตที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน เป็นฐานการผลิตหัวอ่านเขียนที่ใหญ่ที่สุดของ เวสเทิร์น ดิจิตอล ซึ่งได้การร่วมมือเป็นอย่างดีของรัฐบาลประเทศไทย

พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2005) จากการประชุมวิสามัญผู้ถือหุ้นของบริษัทเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน 2548 ได้มีมติให้บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (บางปะอิน) ควบรวมกิจการกับบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) เพื่อจัดตั้งเป็นบริษัทใหม่ชื่อ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) เมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2549 และได้จดทะเบียนควบรวมบริษัทกับกระทรวง

### 1.6.2 วิสัยทัศน์

Western Digital will be the global quality leader in its products, services, technologies and business conduct. We will have world-class employees, long term partnerships with our customers, suppliers and communities and will deliver superior financial return to our shareholders.

### 1.6.3 พันธกิจ

Western Digital's mission is to satisfy our customers' requirements by providing world-class products and services. We will accomplish this mission through investments in people and technologies that generate sustained profitability.

### 1.6.4 ค่านิยมองค์กร

#### 1.6.4.1 P /Passion ความทุ่มเทอย่างเต็มที่

1.6.4.1.1 เราทุ่มเทอย่างเต็มที่ให้กับสิ่งที่เราทำสำหรับเพื่อนร่วมงาน, ผลิตภัณฑ์, ลูกค้าและผู้ส่งมอบที่เราบริการ

1.6.4.1.2 เราทุ่มเทอย่างเต็มที่เพื่อช่วยชนะ

1.6.4.1.3 เราปฏิบัติตามพันธะสัญญา

1.6.4.1.4 เราคือผู้ชนะ

#### 1.6.4.2 A/Action การลงมือปฏิบัติ

1.6.4.2.1 เรามุ่งเน้นการกระทำให้เกิดผล

1.6.4.2.2 เราแสวงหาโอกาส

1.6.4.2.3 เราผลักดันอย่างเต็มที่เพื่อให้เกิดผล

1.6.4.2.4 เราเป็นนักแก้ปัญหา

1.6.4.2.5 เราไม่กลัวและกล้าที่จะลงมือกระทำ

1.6.4.2.6 เราสนุกกับการทำงานหนัก

เอกสารนี้เป็ง1.6.4:3 P/Productivity ผลผลิตานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.4.3.1 เราวางแผนและดำเนินงานของเราอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.6.4.3.2 เราทำผลงานได้ดีกว่าบริษัทอื่นอย่างสม่ำเสมอเพราะความสามารถในการดำเนินงานของเรา

1.6.4.3.3 เรายกระดับสมรรถภาพและผลิตผลให้สูงขึ้นอยู่เสมอ

1.6.4.3.4 เราคาดหวังความเป็นเลิศจากพนักงานของเราและพนักงานของเราทำได้ตามคาดหวัง

#### 1.6.4.4 P/Perseverance ความวิริยะอุตสาหะ

1.6.4.4.1 เราขับเคลื่อนงานของเราด้วยพลัง และต้องการที่จะชนะ

1.6.4.4.2 เราไม่เคยยอมแพ้ โดยเฉพาะเมื่อเผชิญกับแรงต้านหรืออุปสรรค

1.6.4.4.3 เราสู้อย่างหนัก

1.6.4.4.4 เรากล้าเผชิญหน้า

1.6.4.4.5 เรายืนหยัดอย่างมั่นคง

1.6.4.4.6 เราเพียรพยายาม

1.6.4.4.7 เรามุ่งมั่น

#### 1.6.4.5 I/Innovation นวัตกรรม

1.6.4.5.1 เรามองหาวิธีใหม่ๆ ในการพัฒนาเทคโนโลยี, ผลิตภัณฑ์, กระบวนการผลิต, ระบบต่างๆ และบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ

1.6.4.5.2 เรามีวิสัยทัศน์ที่ดีในการเลือกความคิด และข้อเสนอที่สร้างสรรค์ที่ประยุกต์ใช้ได้จริงและนำสิ่งเหล่านั้นออกสู่ตลาดได้

1.6.4.5.3 เราแสดงความใฝ่รู้อย่างชาญฉลาดและปรารถนาในการเรียนรู้ ค้นหาวิธีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแม้ว่าเราจะประสบความสำเร็จแล้วก็ตาม

1.6.4.5.4 เราจัดลำดับงานที่หลากหลายและเพิ่มโอกาส รวมถึงการหาช่องทางใหม่ๆ เพื่อ

สร้างความสำเร็จระยะยาว

1.6.4.5.5 เราทำงานอย่างหนัก เพื่อเกื้อหนุนสภาพแวดล้อมในที่ซึ่งบุคลากรของเรามองหา

ช่องทางที่สร้างสรรค์อันเป็นประโยชน์แก่ธุรกิจ

1.6.4.5.6 เรากล้าเสี่ยงและขจัดอุปสรรคให้พ้นทางเพื่อบรรลุความสำเร็จสูงสุด

#### 1.6.4.6 I/Integrity บูรณภาพ

1.6.4.6.1 เราเปิดเผยและตรงไปตรงมา

1.6.4.6.2 เรานำเสนอเฉพาะความจริงที่ไร้การปรุงแต่ง ในลักษณะสร้างสรรค์

1.6.4.6.3 เราได้รับความเชื่อถือในการเก็บความลับและยอมรับในความผิดพลาด

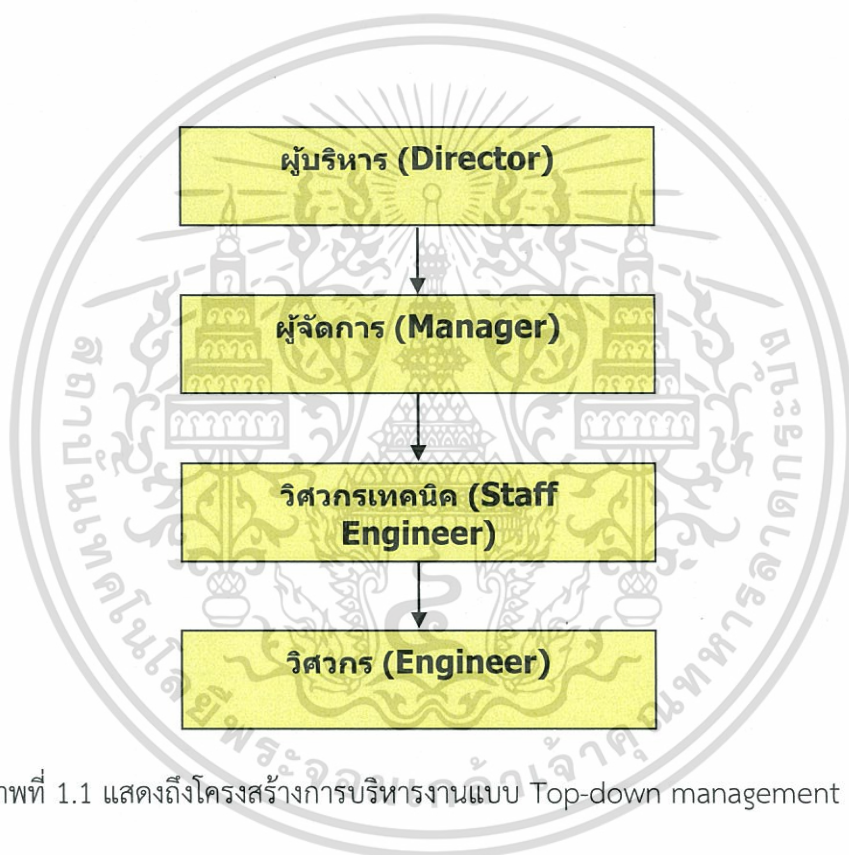
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ของเราการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.4.6.4 เราไม่กล่าวเท็จเพื่อผลประโยชน์ของตน

1.6.4.6.5 เราเคารพในตัวเองและผู้อื่น

### 1.6.5 โครงสร้างการบริหาร

โครงสร้างการบริหารงานแบบ Top-down management คือ ผู้บริหารทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดนโยบายและเป้าหมายขององค์กร ผู้จัดการฝ่ายต่างๆจะรับนโยบายจากผู้บริหารและมากำหนดเป้าหมายของแต่ละแผนกที่ตนรับผิดชอบดูแล วิศวกรเทคนิคเป็นผู้รับมอบเป้าหมายมาดำเนินการให้สำเร็จลุล่วง โดยวิศวกรเป็นผู้ลงมือปฏิบัติงานในพื้นที่ปฏิบัติงานและรายงานผล การรายงานผลจะรายงานย้อนขึ้นไปตามลำดับชั้น



ภาพที่ 1.1 แสดงถึงโครงสร้างการบริหารงานแบบ Top-down management

### 1.6.6 โครงสร้างองค์กร

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (บางปะอิน) จัดรูปแบบองค์กรเป็นแบบ Functional คือแบ่งงานออกเป็นฝ่ายตามหน้าที่การทำงาน โดยแบ่งออกเป็น 10 ฝ่าย ได้แก่

1. Manufacturing Process engineering ทำหน้าที่ดูแลด้านเทคนิควิศวกรรมการผลิต
2. Product engineering ทำหน้าที่ดูแลด้านเทคนิควิศวกรรมผลิตภัณฑ์
3. Production ทำหน้าที่ผลิตสินค้า
4. Tooling/Spare/Cost management ทำหน้าที่ดูแลด้านการจัดซื้อจัดหาเครื่องมือ, ชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักร, และควบคุมต้นทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

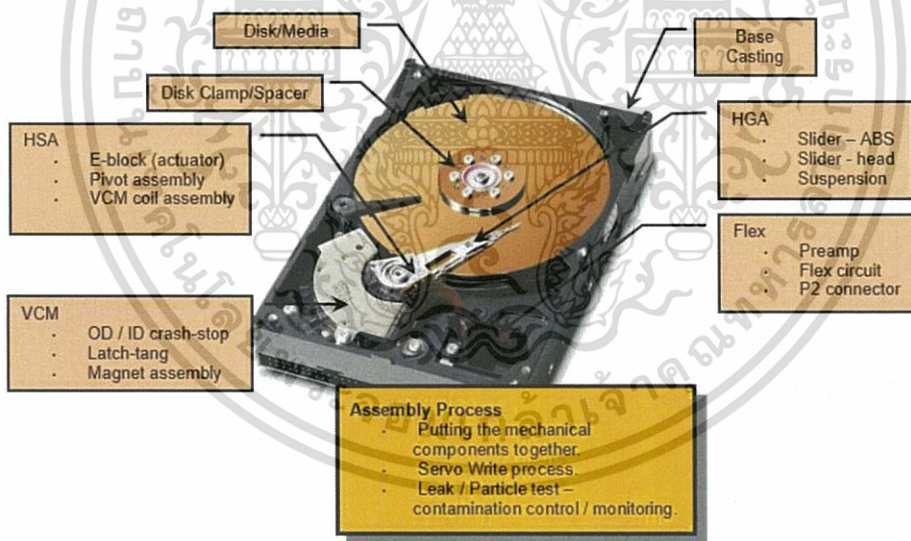


1.6.8 ผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1.3 แสดงถึงผลิตภัณฑ์บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

1.6.9 โครงสร้างของ Hard Disk Drive



ภาพที่ 1.4 แสดงถึงโครงสร้างของ Hard Disk Drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การศึกษาเวลา (TIME STUDY)

ความหมายของการศึกษาเวลา คือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผล งานเป็นเวลาทำงานได้ ซึ่งผลของการศึกษาเวลาคือ เวลามาตรฐาน (Standard Time)

##### ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

1. เพื่อใช้หา กำหนดการและการวางแผน การทำงาน/การผลิต
2. ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณบค่าใช้จ่าย
3. ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
5. ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
6. หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นพื้นฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

##### วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

1. การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้วมาทำการจับเวลา โดยนาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป
2. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานาน หลายสัปดาห์
3. การศึกษาเวลา จากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น
4. การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined-Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้า ก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างเช่น ระบบ MTM ระบบ Work factor

##### การศึกษาเวลาโดยตรง

คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการจากโดยการจับเวลาจากพนักงาน ที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆ จริงโดยใช้สถานที่ปกติ สถานการณ์ที่ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สิ่งที่ควรคำนึงก่อนการศึกษาเวลา

1. วิธีการปฏิบัติงานนั้นเป็นวิธีที่ดีที่สุดหรือยัง
2. การวางเครื่องมือ ตำแหน่งเครื่องจักร เหมาะสมแล้วหรือไม่
3. วัสดุที่ใช้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการหรือไม่
4. สภาพการทำงานดีมีความปลอดภัยหรือยัง
5. มีการควบคุมการผลิตทำให้ได้ชิ้นงานมีคุณภาพหรือไม่
6. ความเร็วของเครื่องจักรเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่
7. คนงานมีประสบการณ์หรือได้รับการฝึกฝนอย่างดีแล้วหรือไม่

### ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

1. เลือกคนงานที่เหมาะสม ทำความเข้าใจกับคนงานและหัวหน้าคนงาน และศึกษาพร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของงานที่ต้องการ
2. แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อยและเขียนบรรยายงานย่อยไว้ให้ละเอียด
3. สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน
4. คำนวณหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการจับเวลา และทำการจับเวลา
5. ทำการประเมินประสิทธิภาพ (อัตราความเร็ว) ในการทำงานของคนงาน
6. คำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time)
7. คำนวณหาเวลาเผื่อ (Allowance Time)
8. คำนวณหาเวลามาตรฐานของงาน (Standard Time)

### ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา

1. ข้อมูลของสถานที่ทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์
2. ข้อมูลพนักงานที่ต้องเลือกมาศึกษาเวลา พนักงานที่คัดเลือกต้องมีความสามารถในการทำงานนั้นได้อย่างดี ทำงานสม่ำเสมอ (คงที่) ทำงานไม่เร็วหรือช้าเกินไป
3. ข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (อาจมาจาก Process Chart)

### การแบ่งงานเป็นงานย่อย (Dividing Operation into Element)

งานย่อย Element คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ (วัฏจักรการทำงาน Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลายๆงาน วัฏจักรการทำงาน Work Cycle คือ การทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุด การทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน

### การแบ่งงานย่อย สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

1. แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจนออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคน หรือ คนและเครื่องจักร หรือทำโดยเครื่องจักร รวมทั้งการขนย้ายออกจากกันอย่างชัดเจน

3. แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่างๆ ที่ทำให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่ อาทิ ความยาว น้ำหนัก ขนาดของชิ้นงาน

4. แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยที่สามารถจับเวลาได้ทันที คือไม่น้อยเกินไป และควรอยู่ระหว่างช่วง 0.07 ถึง 0.2 นาที

5. ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

#### การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรฐานเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรฐานเวลาที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรฐานเวลา 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเอง

การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

- 1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
- 2) การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)
- 3) การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกา เพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องมีการคำนวณโดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้นลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้น เรียกว่าเวลา T

2) การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้น เวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือผู้บันทึกจับ เวลาต้องมีความชำนาญในการจับ บันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาที่ค่อนข้างรวดเร็วมาก

3) การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สอง เข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์ แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน ข้อดีคือผู้ศึกษาเวลา สามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทัน ใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจับเวลาการทำงาน ในการศึกษาเวลาโดยตรง จะทำการจับเวลาจากการทำงานของพนักงานจริง โดยพนักงานทำงานเหมือนในสภาพจริงหรือไม่มีการหยุดรอคนจับเวลา แต่จะทำงานไปเรื่อย ๆ ผู้บันทึก จับเวลาจำเป็นสังเกตการทำงานแต่ละงานย่อยที่ต่อเนื่องกันและจับเวลาให้ทัน โดยการจับเวลาจะทำได้ ตามวัฏจักรการทำงานในแต่ละรอบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นตารางบันทึกเวลาโดยการจับเวลาแบบต่อเนื่อง โดยจะสังเกตได้ว่าตารางบันทึกเวลาจะบันทึกไล่ตามแต่ละงานย่อยจนครบวัฏจักร และจับเวลาวัฏจักรต่อไปอย่างต่อเนื่อง ในการศึกษาเวลาเบื้องต้นเราอาจจะจับเวลาไป 10-20 วัฏจักรการทำงาน แล้วจึงนำมาหาค่าจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อความเชื่อถือได้ทางสถิติ ว่าเวลาที่เรารับได้เป็นตัวแทนของเวลาการทำงานทั้งหมดจริง

OBSERVATION SHEET													
SHEET 1 OF 1 SHEETS						DATE							
OPERATION Drill 1/2" Hole						OP. NO. D-20							
PART NAME Motor Shaft						PART NO. MS-267							
MACHINE NAME Avey						MACH. NO. 2174							
OPERATOR'S NAME & NO. S.K. Adams 1347						MALE <input checked="" type="checkbox"/> FEMALE <input type="checkbox"/>							
EXPERIENCE ON JOB 18 Mo. on Sens. Drill						MATERIAL S.A.E. 2315							
FOREMAN H. Miller						DEPT. NO. DL 21							
BEGIN 10:15	FINISH 10:38	ELAPSED 23	UNITS FINISHED 20	ACTUAL TIME PER 100 115	NO. MACHINES OPERATED 1								
ELEMENTS		SPEED FEED	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RELATIVE TIME
1. Pick Up Piece and Place in Jig			T .12	.11	.12	.13	.12	.10	.12	.12	.14	.12	
			R .12	.29	.39	.54	.66	.77	.92	1.01	1.14	.32	
2. Tighten Set Screw			T .13	.12	.12	.14	.11	.12	.12	.13	.12	.11	
			R .25	.41	.51	.68	.77	.89	1.04	1.14	1.26	.43	
3. Advance Drill to Work			T .06	.04	.04	.04	.05	.04	.04	.04	.04	.03	
			R .30	.45	.55	.72	.82	.93	1.08	1.18	1.29	.47	
4. DRILL 1/2" HOLE		980 M	T .67	.64	.68	.67	.64	.68	.52	.63	.60	.68	
			R .87	.99	3.11	4.23	5.36	6.51	.60	.71	.88	11.03	
5. Raise Drill from Hole			T .04	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.04	.03	
			R .91	2.02	.14	.26	.39	.54	.63	.74	.92	.06	
6. Loosen Set Screw			T .06	.08	.07	.08	.08	.08	.08	.08	.07	.08	
			R .97	.08	.21	.32	.45	.60	.69	.80	.99	.14	
7. Remove Piece from Jig			T .08	.09	.08	.08	.09	.08	.07	.08	.09	.07	
			R 1.05	.17	.29	.40	.54	.68	.76	.88	1.00	.21	
8. Blow Out Chips			T .13	.10	.12	.14	.13	.12	.13	.12	.12	.11	
			R .18	.27	.41	.54	.67	.80	.89	1.00	.20	.32	
9.			T										
			R										
10.		(1)	T .12	.11	.13	.14	.12	.12	.11	.13	.12	.12	.12
			R 1.44	.56	.69	.82	.87	1.01	1.09	.21	.31	.42	
11.		(2)	T .12	.14	.12	.11	.12	.10	.13	.16	.12	.11	.12
			R .56	.70	.81	.93	.99	.11	.22	.36	.43	.53	
12.		(3)	T .04	.04	.04	.03	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04
			R .60	.74	.85	.96	1.03	.15	.26	.40	.47	.57	
13.		(4)	T .64	.63	.66	.62	.67	.64	.60	.63	.66	.64	.54
			R 12.14	13.27	14.40	15.48	.60	.69	.76	.93	21.02	22.11	
14.		(5)	T .03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
			R .17	.30	.43	.51	.63	.72	.79	.96	.05	.14	
15.		(6)	T .06	.06	.06	.07	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
			R .23	.36	.49	.58	.69	.77	.85	2.00	.10	.20	
16.		(7)	T .08	.08	.08	.08	.08	.07	.08	.08	.08	.08	.08
			R .31	.44	.58	.66	.77	.84	.93	.08	.18	.28	
17.		(8)	T .14	.12	.10	.09	.12	.14	.16	.11	.12	.12	.12
			R .45	.56	.68	.75	.89	.98	1.08	.19	.30	22.40	
18.			T										1.11
			R										
SELECTED TIME	1.11	RATING	100%	NORMAL TIME	1.11	TOTAL ALLOWANCES	5%	STANDARD TIME	1.17				
Overall Length 12" Drill 1/2" Hole							TOOLS, FIXES, GAUGES: Jig No. D-12-33 Use H.S. Drill 1/2" Diam. Hand Feed Use Oil - S4				TIMED BY J.B.M.		

ภาพที่ 2.1 ตารางบันทึกเวลาโดยการจับเวลาแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

การบันทึกเวลาช่วงต้นที่ได้กล่าวมานั้น ถือได้ว่าเป็นกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ (Sampling Process) ยิ่งจำนวนครั้งที่จับเวลามากเท่าไร ยิ่งมีความเชื่อถือได้ของข้อมูลมากยิ่งขึ้น ถ้าเวลาของงานย่อยใดมีความผันแปร (Variance) มาก ยิ่งต้องจับเวลาหลายๆ ครั้งเพื่อที่จะได้ผลที่แม่นยำ ปัญหาจึงมีอยู่ว่าถ้าต้องการระดับความเชื่อถือได้ หรือ ความแม่นยำที่ต้องการ ควรจะต้องจับเวลาทั้งหมดกี่ครั้ง

ในการทำงานแต่ละงานย่อยของคนงาน จะใช้เวลาไม่เท่ากันทุกครั้ง ในการทำงานมากครั้งถือได้ว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ถ้าเวลาของการทำงานมีการกระจายที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ  $\mu$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็น  $\sigma$  ค่าทั้งสองนี้ที่ได้จากการจับเวลา  $n'$  ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งได้เวลา  $X_i$  ดังนั้น

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{n'} x_i}{n'}$$

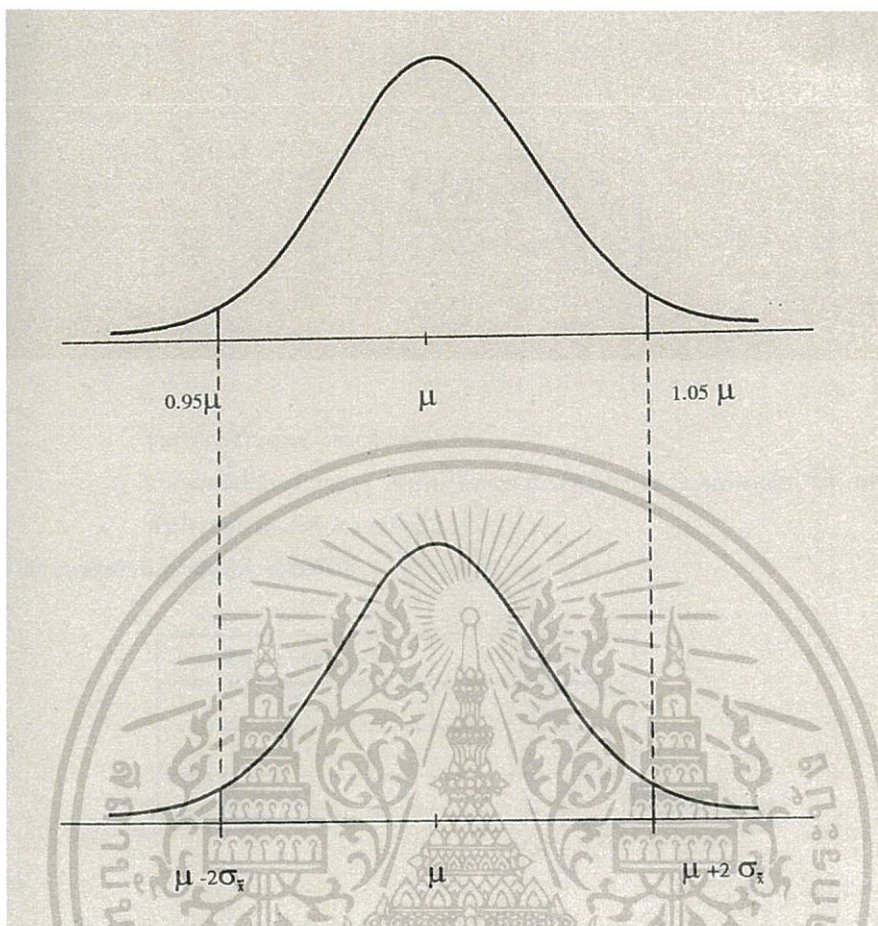
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (x_i - \mu)^2}{n'}}$$

เนื่องจากการเก็บตัวอย่าง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างแทนด้วย  $\sigma_{\bar{x}}$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

การกำหนดขนาดของตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดว่าต้องการ ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) แค่นั้น และ ความคลาดเคลื่อน (Precision) เท่าใด ตัวอย่างเช่นต้องการระดับความเชื่อมั่น 95.5% และความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$  นั่นคือ พื้นที่ใต้โค้งปกติ 95.5% (อยู่ในช่วง  $\pm 2 \sigma_{\bar{x}}$ ) และความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง  $\pm 0.05 \mu$  (ค่าต่ำสุด  $0.95 \mu$  และสูงสุด  $1.05 \mu$ )

และที่ระดับความเชื่อมั่น 95.5% ค่าของ  $x$  จะอยู่ระหว่าง  $\mu - 2 \sigma_{\bar{x}}$  กับ  $\mu + 2 \sigma_{\bar{x}}$



ภาพที่ 2.2 ระดับความเชื่อมั่น 95.5% และความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$

เนื่องจากช่วงทั้งสองเทียบเท่ากัน ดังนั้น

$$2 \sigma_{\bar{x}} = 0.05 \mu$$

$$2 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.05 \mu$$

$$N = \left( \frac{2 \sigma}{0.05 \mu} \right)^2$$

ถ้าให้  $k$  = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

$S$  = ความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า

$$n = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x^2_i - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

เมื่อ

$n'$  = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

$n$  = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา (เพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นและความคลาด

เคลื่อนที่กำหนด)

$k$  = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

ตัวประกอบของความเชื่อมั่นที่นิยมใช้มีดังนี้

ระดับความเชื่อมั่น (%)	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.7	3

ตัวอย่าง

การจับเวลาแบบต่อเนื่องของการทำงานอย่างหนึ่ง ได้เวลาดังนี้

(วินาที)

งาน ย่อยที่	รอบที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	45	81	13	48	83	20	55	93	30
2	28	63	97	30	65	200	36	75	310	48
3	35	70	104	37	73	08	44	82	18	55

ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่น 99.7% และยอมให้คลาดเคลื่อนได้  $\pm 5\%$  จงหาเวลาเฉลี่ย และจำนวนรอบที่ต้องจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิธีทำ

ข้อมูลในตารางเป็นการจับเวลาแบบต่อเนื่อง ดังนั้นต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้จริงของงานย่อยก่อน

(วินาที)

งานย่อยที่	รอบที่										$S T_e$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	11	10	11	9	11	10	12	11	11	12	10.8
2	17	18	16	17	17	17	16	20	17	18	17.3
3	7	7	7	7	8	8	8	7	8	7	7.4

จากตาราง จะเห็นว่า งานย่อยที่ 2 มีระดับพิสัยสูงสุด (งานที่มีระดับพิสัยสูงสุด จะให้จำนวนครั้งในการจับเวลามากที่สุด ซึ่งจะทำให้งานย่อยอื่นมีช่วงความเชื่อมั่น และ ความคลาดเคลื่อนที่ดีขึ้น) ดังนั้นใช้งานย่อยที่ 2 เป็นหลักในการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา

เวลาเป็นวินาที (x)	$x^2$
17	289
18	324
16	256
17	289
17	289
17	289
16	256
20	400
17	289
18	324
$\sum x = 173$	$\sum x^2 = 3005$

$$n = \left[ \frac{\frac{3}{0.5} \sqrt{10(3005) - (173)^2}}{173} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 15 (ต้องจับเวลาทั้งหมด 15 ครั้ง) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานที่ถูกศึกษาเวลา (Determining the Rating Factor)

หลังจากจับเวลา และคำนวณเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการหาประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน ในทางทฤษฎีแล้ว การเลือกพนักงานที่เป็นตัวอย่างในการจับเวลานั้น วิธีที่ดีที่สุดควรเลือกพนักงานที่มีทักษะในการทำงานอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย และใช้ความพยายามในการทำงานพอประมาณเมื่อเทียบกับพนักงานทั้งหมด และทำงานด้วยวิธีมาตรฐานกำหนด ควรจะเป็นพนักงานที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน 100 % แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การเลือกพนักงานดังกล่าวทำได้ยาก เนื่องจากความสามารถในการทำงานของพนักงานแต่ละคนก็แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความชำนาญและสภาพการทำงาน และบางครั้งในพนักงานคนเดียวกัน ก็ทำงานช้าบ้าง เร็วบ้าง แล้วแต่สภาพแวดล้อมและความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ดังนั้นในการจับเวลาการทำงานของคนงานแต่ละครั้งจะต้องมีการประเมินอัตราการการทำงานของคนงานในขณะนั้นเพื่อใช้เป็นค่าปรับเวลาที่ได้ให้เป็นเวลาในภาวะปกติ (ประสิทธิภาพ = 100 %)

การประเมินประสิทธิภาพว่าทำงานเท่าไรจึงจะเป็น 100 % นั้น บางครั้งอาศัยการวิเคราะห์โดยดูลยพินิจของผู้วิเคราะห์เป็นหลัก โดยประมาณหยาบๆ หากรู้สึกว่าการทำงานเร็วก็ประเมินให้มากกว่า 100 % และหากรู้สึกว่าการทำงานช้าก็ประเมินให้ต่ำกว่า 100 % โดยมีขั้นการประมาณขั้นละ 5 % เช่น 90, 95, 105 , 110 % เป็นต้น ดังนั้น ในขั้นการประเมินประสิทธิภาพนี้มักจะเป็นเรื่องที่ถกเถียงกันมากที่สุด

**อัตราการการทำงาน (Rating)**

อัตราการการทำงาน คือ ตัวปรับ / Factor (ตัวคูณ) ค่าของเวลาจริงให้เป็น เวลาปกติ (Normal Time) การกำหนดอัตราการการทำงานของคนงานๆ มีความสามารถในการทำงานแตกต่างกัน (ทำงานเร็ว / ช้า) เมื่อไปจับเวลาอาจได้ค่าที่ไม่แท้จริง

**ระบบการประเมินประสิทธิภาพ (Rating System)**

1.ระบบ SKILL & EFFORT  
โดย Charles E.Bedaux คิด Rating ให้ คะแนน / แต้ม (Point) โดย 60 คะแนน เทียบเท่าสมรรถภาพมาตรฐาน (Standard Performance)

ดังนั้น คนทำงานปกติมีค่า RATING = 60Bs ต่อ ชม.  
ถ้าทำงานเก่ง / เร็ว อาจจะมี RATING = 70-80Bs ต่อ ชม. อาจจะได้ค่าแรงเพิ่ม

2. Westinghouse System of Rating ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในโรงงาน Westinghouse Electric Company ซึ่งประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยอาศัยองค์ประกอบ 4 อย่าง การประเมินประสิทธิภาพโดยวิธี Westinghouse System ทำได้โดย แบ่งค่าปัจจัยในการให้คะแนนออกเป็น 4 ปัจจัย

เอกสารนี้เป็่ 2.1 Skill (ทักษะ) คือความสามารถในการทำงานตามวิธีที่กำหนดให้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Effort (ความพยายาม) คือความพยายาม ความตั้งใจที่จะทำงาน

2.3 Conditions (สภาพแวดล้อมในการทำงาน) คือสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ที่ทำงานที่มีผลต่อการทำงาน เช่น ความร้อน แสงสว่าง ความชื้น เสียง

2.4 Consistency (ความสม่ำเสมอ) คือความสม่ำเสมอในการใช้เวลาในการทำงานแต่ละรอบ

ตารางที่ 2.1 คะแนนขององค์ประกอบต่าง ๆ ในการประเมินอัตราความเร็วตามวิธีของ Westing House

Skill			Effort		
+0.15	A1	Superskill	+0.13	A1	Excessive
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
Conditions			Consistency		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfect
+0.04	B	Excellent	+0.03	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

3. Synthetic Rating คือการเปรียบเทียบความเร็วในการทำงานกับความเร็วมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นความเร็วมาตรฐานได้จากข้อมูลที่ได้ทราบล่วงหน้าแล้ว (Predetermined Motion Time)

$$R = \frac{P}{A}$$

R คือประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

P คือความเร็วมาตรฐานที่ทราบล่วงหน้า

A คือเวลาที่พนักงานใช้ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. Objective Rating แบ่งการประเมินได้ 2 แบบ

4.1 การประเมินโดยดูจากอัตราความเร็วโดยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของงาน

4.2 การปรับประสิทธิภาพโดยการพิจารณาความยากง่ายของงาน (Job Difficulty)

5. Physiological Evaluation คือการประเมินระดับการทำงานของร่างกาย โดยวัดค่าประสิทธิภาพทางสรีระ เช่น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดการใช้ออกซิเจนขณะทำงาน

6. Performance Rating คือการวัดอัตราการทำงานจากการทำงานจริง โดยใช้ความเร็วในการทำงานของคนงานเป็นตัวตัดสิน

#### การหาเวลาเผื่อและเวลามาตรฐาน (Determining Allowances and Standard Time)

การทำงานต่าง ๆ ต้องมีการหยุดพักหรือมีการล่าช้าเกิดขึ้น ดังนั้นการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานจึงต้องมีการเผื่อเวลาให้สำหรับกรณีต่าง ๆ ด้วย Allowance คือเวลาเผื่อสำหรับกรณีต่าง ๆ ได้แก่

1.เวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัว (Personal Allowance)

2.เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)

3.เวลาเผื่อสำหรับการล่าช้า (Delay Allowance)

##### 1.เวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัว (Personal Allowance)

เวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัว คือเวลาเผื่อให้พนักงานได้ทำภารกิจส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ ล้างมือ พักดื่ม น้ำ เป็นต้น ซึ่งแตกต่างกันสำหรับบุคคล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและชนิดของงานด้วย ปกติจะคิดเวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัวให้ 2-5% ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง คิดเป็น 10-24 นาที

##### 2.เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance)

เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า คือเวลาเผื่อสำหรับความเหนื่อยล้าเนื่องจากการทำงาน เวลาเพื่อประเภทนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความแข็งแรงของพนักงาน ระยะเวลาในการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีค่ามาตรฐานของเวลาเพื่อประเภทนี้

##### 3.เวลาเผื่อสำหรับการล่าช้า (Delay Allowance)

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า แบ่งได้เป็น

3.1.แบบหลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delay) มักเกิดจากพฤติกรรมในการทำงาน เช่น การทำความสะอาด การเปลี่ยนเครื่องมือ เป็นต้น

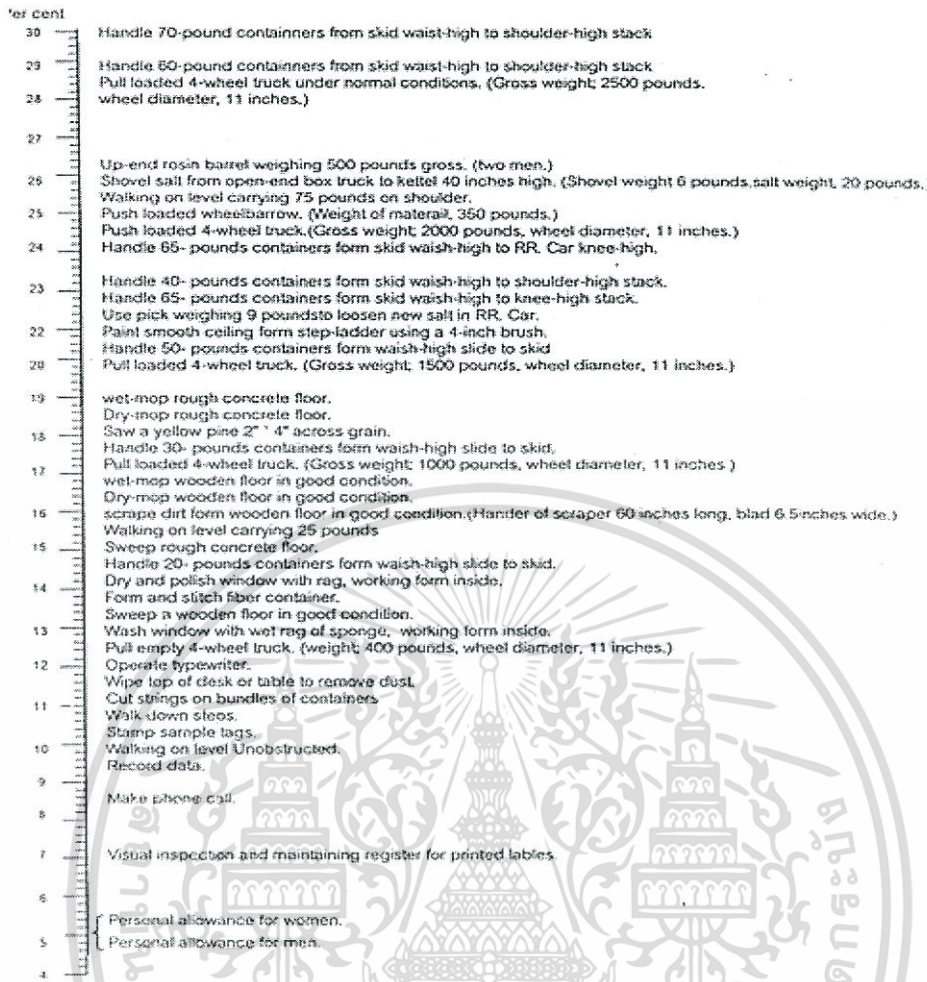
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.แบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delay) ซึ่งอาจเกิดได้ทุกขณะ เช่น เครื่องจักรเสีย  
วัสดุเสื่อมคุณภาพ

ตารางที่ 2.2 เวลาเพื่อสร้างความเครียดทางร่างกาย

Allowances	Men (%)	Women (%)
Standing allowance	2	4
Weight allowance :		
Weight encounter (1lb) : 5	0	1
10	1	2
20	3	4
40	9	13
50	13	20 (Max)
70	22	-
Bad light	2	2
Heat & humidity		
Cooling power (Kata thermometer) 12 or more	0	
10	3	
8	10	
6	21	
Fine or exacting work	2	
Noise level :		
Intermittent, loud	2	
Intermittent, very loud	5	
Mental strain :		
Fairly complex	1	
Very complex	8	
Monotony :		
Medium	1	
High	4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ค่าความลดหย่อนส่วนตัวและความลดหย่อนเมื่อยล้าที่ถูกกำหนดใช้โดยบริษัทหนึ่ง

การคำนวณค่าเวลาปกติ (Determining the Normal Time)

เมื่อได้เวลาจากการจับเวลาจริง (Selected Time) และประสิทธิภาพในการทำงานแล้ว ก็จะสามารถหาเวลาปกติในการทำงานได้

$$\text{Normal Time} = \text{Selected Time} * \text{Rating in Percent} / 100$$

เวลามาตรฐาน (Standard time)

การคำนวณเวลามาตรฐานทำได้โดยใช้สูตร

$$ST = NT + (NT * A)$$

หรือ  $ST = NT * 100 / (100 - A)$

โดยที่ ST = Standard Time

NT = Normal Time

A = Allowance in percent  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตัวอย่าง

ในการทำงานชั้นหนึ่ง พนักงานใช้เวลาทำงานจริง 0.80 นาที ถ้าพนักงานทำงานด้วยประสิทธิภาพ 110% เวลามาตรฐานควรจะเป็นเท่าไร ถ้าคิดเวลาลดหย่อนให้ 5%

## วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{จาก Std} &= NT(1+A) \\ NT &= 0.80 * 1.10 \\ &= 0.88 \quad \text{นาที} \\ A &= 5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น Std} &= 0.88(1 + 0.05) \\ &= 0.924 \quad \text{นาที} \end{aligned}$$

เวลาที่เหมาะสมที่ควรจะใช้กับงานนี้คือ 0.924 นาที



## 2.2 หุ่นยนต์

หุ่นยนต์ หรือ ไรบอต (robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่าง ๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบากเช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบหรืองานสำรวจดวง จันทร์ดาวเคราะห์ที่ ไม่มีสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรม การผลิต แตกต่างจากเมื่อก่อนที่หุ่นยนต์มักถูกนำไปใช้ ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานมากขึ้น เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้งานในอวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องเล่นของมนุษย์ จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ ได้มีการพัฒนาให้หุ่นยนต์นั้นมีลักษณะที่คล้ายมนุษย์ เพื่อให้อาศัยอยู่ร่วมกันกับมนุษย์ ให้ได้ในชีวิตประจำวัน

### หลักการการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประกอบด้วย ๒ ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ระบบทางกลของหุ่นยนต์ และระบบควบคุมหุ่นยนต์ระบบทางกล หมายถึง ส่วนที่เป็นโครงสร้าง และส่วนที่ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ ส่วนระบบควบคุม ประกอบด้วย ระบบบังคับการทำงานหุ่นยนต์ ระบบป้อนข้อมูลกลับ ตลอดจนการสอนหุ่นยนต์ให้ทำงานตามชุดคำสั่ง

### ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

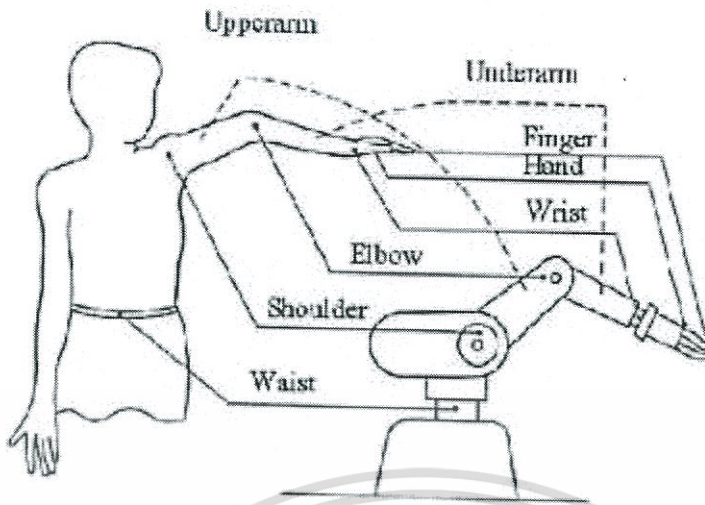
ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่สำคัญมี 3 ประการ คือ 1.ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์ 2.อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ และ 3.มือหุ่นยนต์

### หุ่นยนต์อุตสาหกรรม(Industrial Robot)

อุตสาหกรรมในประเทศไทยจะเห็นได้ว่าการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation Technology) เข้ามาใช้งานเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งในเรื่องราคา และคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องคุณภาพ อาจเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์อยู่บ่อยๆ ต้องใช้เวลาในการ Set Up ปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นสูง ได้แก่ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนการทำงานสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรม นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกัน

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่า “แขนกล” ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์ แสดงดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์

ปัจจุบันและในอนาคตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยจะทำงานแทนมนุษย์ในงานต่างๆ เหล่านี้งานที่อันตราย เช่น งานยกเหล็กเข้าเตาหลอม งานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี งานฆ่าซากน่าเบื่อ เช่น งานยกสินค้าจากสายงานการผลิต งานประกอบ งานบรรจุผลิตภัณฑ์ งานที่ต้องการคุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เช่น งานเชื่อม งานตัด งานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง เช่น งานเชื่อมแนว เชื่อมเลเซอร์ งานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต เช่น งานประกอบชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ งานตรวจสอบ (Inspection) ฯลฯ

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมใหม่ได้ ใช้งานเอนกประสงค์ โปรแกรมการเคลื่อนที่จะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างน้อย 3 แกนหรือมากกว่า หุ่นยนต์อาจจะยึดอยู่กับที่ (fixed robot) หรือย้ายตำแหน่ง (mobile robot) เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

### ประเภทของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะมี 2 ประเภทใหญ่นั้นคือ แบบอนุกรม (Serial Robot) และแบบขนาน (Parallel Robot)

### หุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบอนุกรม (Serial Robot)

Serial Robot เป็นหุ่นยนต์ที่เราเห็นกันค่อนข้างบ่อยครับ มีโครงสร้างคล้ายแขนมนุษย์ โดยเป็นการเชื่อมโยงระหว่างวัตถุแข็งเกร็งประกอบขึ้นมาเป็นเอว ไหล่ ข้อศอก แขน และ มือ ข้อต่อที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างแต่ละ link จะมี 2 ประเภท คือ 1) ข้อต่อเคลื่อนที่ในเชิงเส้น (Prismatic Joint) เป็นข้อต่อที่เคลื่อนที่ได้ตามแนวแกน XYZ 2) ข้อต่อเคลื่อนที่แบบหมุน (Revolute Joint) ซึ่งข้อต่อนี้จะเป็นการหมุนในลักษณะเชิงมุมหรือหมุนเป็นค่าองศา พื้นที่การทำงานก็จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของหุ่นยนต์แต่ละตัว เช่น มีพื้นที่การทำงานเป็น ทรงกลม ลูกบาศก์ เป็นต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- มีพื้นที่การทำงานที่ใหญ่ตามขนาดของตัวหุ่นยนต์

ข้อเสีย

- รับน้ำหนักของภาระงานได้น้อยกว่า Parallel Robot

การประยุกต์ใช้งาน

การใช้งานที่เห็นได้ชัด คือ อุตสาหกรรมรถยนต์ เช่น งานการพ่นสี การเคลื่อนย้ายตัวถัง การเชื่อม เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบอนุกรม (Serial Robot)

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบขนาน (Parallel Robot)

Parallel Robot เป็นหุ่นยนต์ที่มี link ในการทำงานตั้งอยู่บนฐานเดียวกันมากกว่า 1 link โดยมีหน้าที่การทำงานในจุดเดียวกัน ข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวยังมี 2 ลักษณะเหมือนกับ Serial Robot

ข้อดี

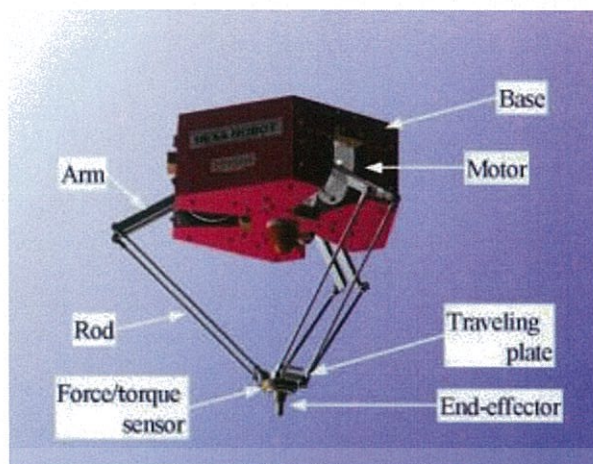
- มีความแม่นยำ เทียงตรง มีการทำงานที่รวดเร็ว สามารถรับภาระงานหนักได้

ข้อเสีย

- พื้นที่การทำงานมีการจำกัด และการคำนวณการเคลื่อนที่ทางจลศาสตร์ (Robot Kinematics) ยากกว่า Serial Robot

การประยุกต์ใช้งาน

- ที่เห็นได้ชัดคือ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การประกอบแผงวงจร เป็นต้น



ภาพที่ 2.6 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบขนาน (Parallel Robot)

### แบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน

1. หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (fixed robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถหยิบและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้น มักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์

2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะแตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง โดยการใช้ล้อหรือการใช้ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ปัจจุบันยังเป็นการศึกษาวิจัยทำการศึกษาอยู่ภายในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคารขององค์การนาซ่าปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์ให้มีลักษณะเป็นสัตว์เลี้ยงอย่างสุนัข เพื่อให้มาเป็นเพื่อนเล่นกับมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ IBO ของบริษัทโซนี่ หรือแม้กระทั่งมีการพัฒนาหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่แบบสองขาได้อย่าง มนุษย์ เพื่ออนาคตจะสามารถนำไปใช้ในงานที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายแทนมนุษย์ ในประเทศไทย สถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาหลายแห่งหรือองค์กรของภาครัฐ และเอกชน ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี หุ่นยนต์ และร่วมเป็นแรงผลักดันให้เยาวชนในชาติ พัฒนาองค์ความรู้ เพื่อให้ก้าวทันเทคโนโลยีของประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยการจัดให้มีการแข่งขันหุ่นยนต์ขึ้นในประเทศไทยหลายรายการ เพื่อให้ นักศึกษาได้สามารถ นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้งานได้ เป็นการเสริมสร้างและพัฒนาทักษะ เพื่อ นำความรู้ไปพัฒนาประเทศในอนาคต

### แบ่งประเภทตามความเหมาะสมในการทำงาน

1. มือกลบังคับด้วยมือ (manual manipulator) เป็นมือกลที่สามารถทำงานได้โดยการ บังคับด้วยมือของผู้ควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมต้องทำหน้าที่บังคับทำงานอยู่ตลอดเวลา สัญญาณที่ส่งจาก คันบังคับอาจส่งผ่านอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจเป็นสัญญาณวิทยุก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้ (fixed sequence robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ออกแบบให้ทำงานโดยมีเครื่องควบคุมแบบซีควนเซอร์ (sequencer) ซึ่งมีหน้าที่สั่งงานเรียงตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีซีควนเซอร์ 10 ตัว ตัวแรกสั่งทำงาน เมื่อทำงานเสร็จตามคำสั่งแล้ว ตัวที่ 2 จะเริ่มทำงาน โดยทำงานเรียงตามลำดับไปเครื่องควบคุมแบบซีควนเซอร์ อาจเป็นวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์นิวแมติก หรือไฮดรอลิกก็ได้เมื่อทำงานที่เปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่จะต้องเปลี่ยนวงจรควบคุมใหม่

3. หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับได้ (variable sequence robot) เป็นหุ่นยนต์ที่คล้ายกับกลุ่มที่ 2 ต่างกันที่สามารถปรับเปลี่ยนวงจรที่มีอยู่ได้โดยง่าย ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงชุดคำสั่งการทำงานมากกว่าแบบที่ 2

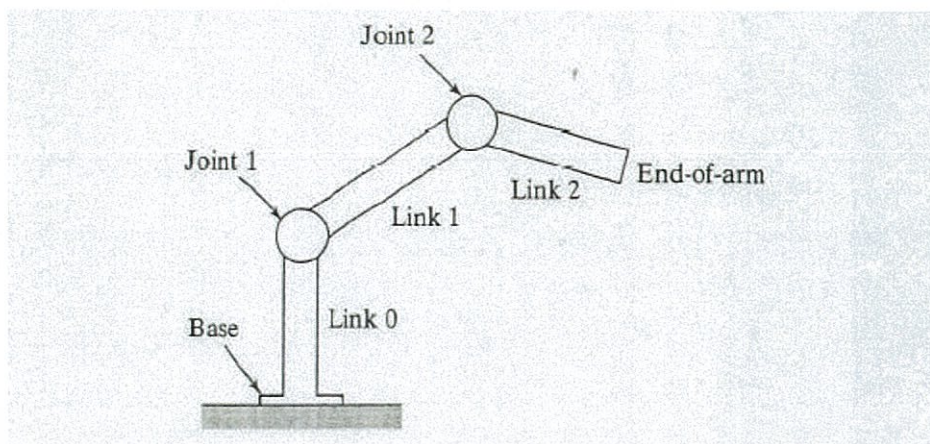
4. หุ่นยนต์ทำงานตามชุดคำสั่งที่บันทึกไว้ (play back robot) ชุดคำสั่งการทำงานจะถูกบันทึกไว้ในเครื่องบันทึกความจำ ตัวอย่างเช่น ชุดคำสั่งเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทำงาน และการปรับตำแหน่ง เป็นต้น ชุดคำสั่งดังกล่าวจะถูกเรียกออกมาสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ได้บันทึกไว้ การบันทึกความจำนั้นนิยมใช้วิธีสอนให้หุ่นยนต์ทำงานโดยผู้สอนจับมือหุ่นยนต์ให้ทำงานตามที่ต้องการ สมองหุ่นยนต์จะบันทึกข้อมูลได้ เมื่อสอนเสร็จหุ่นยนต์จะทำงานเลียนแบบที่เรียนมานั้นได้

5. หุ่นยนต์ควบคุมด้วยตัวเลข (numerical control robot) ในหุ่นยนต์แบบนี้คำสั่งบังคับการทำงานของหุ่นยนต์มีลักษณะเป็นตัวเลข (numerical data) ชุดคำสั่งที่ใช้บังคับหุ่นยนต์อาจอยู่ในแถบหรือจานแม่เหล็กหรืออื่นๆ

6. หุ่นยนต์คิดเองได้ (intelligent robot) เป็นหุ่นยนต์ที่มีประสาทรับความรู้สึก เช่น สามารถมองเห็นได้สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานได้ เป็นต้น

#### แบ่งประเภทตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ทำงาน (Envelope Geometric)

โดยการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์คล้ายกับข้อต่อในร่างกายมนุษย์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่สัมพันธ์ระหว่าง 2 ชิ้นส่วนของร่างกาย แต่ละ joint เรียกว่า degree-of-freedom (d.o.f.) ของการเคลื่อนที่ (1 d.o.f. สัมพันธ์กับ 1 joint) และ Robot ถูกแยกประเภทตามจำนวนของ d.o.f. โดยการเชื่อมต่อของแต่ละ joint มี 2 links คือ input link และ output link โดย Robot ส่วนมากจะยึดติดกับฐานที่อยู่กับที่และมีความมั่นคงซึ่งยึดติดกับพื้น ฐานซึ่งเชื่อมต่อกับ joint แรก เป็น link 0 มันเป็น input link ให้กับ joint 1 และ Output link ของ joint 1 คือ link 1 และ link 1 เป็น input link ให้กับ joint 2 ไปเรื่อยๆ ดังรูป



ภาพที่ 2.7 จุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์

การทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในชั้นพื้นฐานมี 2 ชนิด ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ชนิดของการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ชนิด	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
Revolute (R)		เป็นการหมุนรอบแกน (Rotary)
Prismatic (P)		เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear motion)

จุดต่อ (Joint) ทั้งสองแบบเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันอย่างน้อย 3 แกนหลักจะได้พื้นที่ทำงาน (Work envelope) ที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

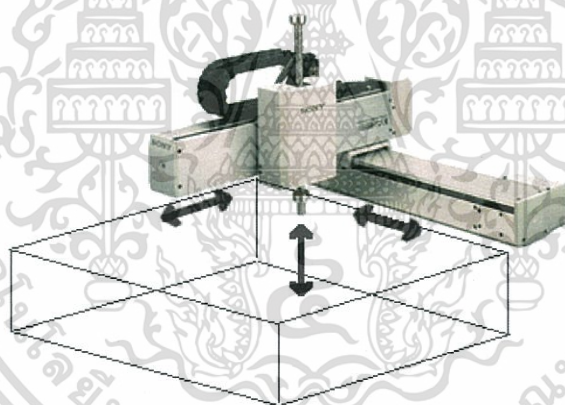
ตารางที่ 2.4 ชนิดของหุ่นยนต์ซึ่งจำแนกตามการเคลื่อนที่ของแกน

ชนิดของหุ่นยนต์	แกนที่1 (เอว)	แกนที่2 (หัวไหล่)	แกนที่3(ข้อศอก)
Cartesian (gantry)	P	P	P
Cylindrical	R	P	P
Spherical (Polar)	R	R	P
SCARA	R	P	R
Articulated	R	R	R

**R = Revolute , P = Prismatic**

### 1. Cartesian (Gantry) Robot

แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด Gantry แต่ถ้าหุ่นยนต์ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่น เรียกว่า ชนิด Cartesian



ภาพที่ 2.8 Cartesian robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่บนแกนตั้งฉากกัน 3 แกน คือ ขึ้น -ลง, ซ้าย - ขวา, หน้า - หลัง

#### ข้อดี

1. เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงทั้ง 3 มิติ
2. การเคลื่อนที่สามารถทำความเข้าใจง่าย
3. มีส่วนประกอบง่าย ๆ
4. โครงสร้างแข็งแรงตลอดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อเสีย

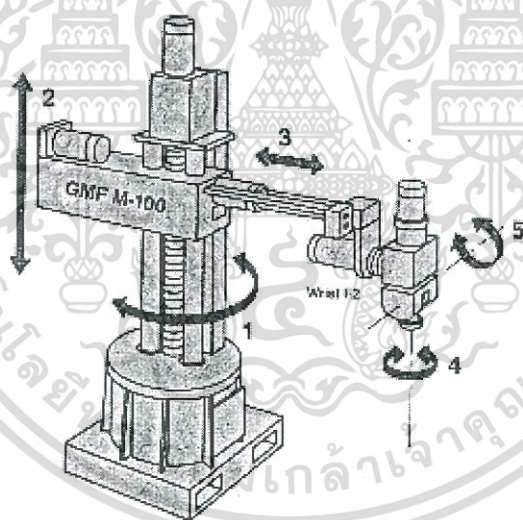
1. ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก
2. บริเวณที่หุ่นยนต์เข้าไปทำงานได้ จะเล็กกว่าขนาดของตัวหุ่นยนต์
3. ไม่สามารถเข้าถึงวัตถุจากทิศทางข้างใต้ได้
4. แขนแบบเชิงเส้นจะ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลวได้ยาก

### การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนักๆ หรือเรียกว่างาน Pick-and-Place เช่น ใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุน เช่น ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และงาน Test ต่างๆ

## 2. Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบ Prismatic ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (Revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้ในพื้นที่ทรงกระบอก



ภาพที่ 2.9 Cylindrical robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ทรงกระบอก คือ ขึ้น – ลง, เข้า-ออก ตามแนวรัศมี, หมุนรอบแกน

### ข้อดี

1. มีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่สามารถเข้าใจได้ง่าย
3. สามารถเข้าถึงเครื่องจักรที่มีการเปิด – ปิด หรือเข้าไปในบริเวณที่เป็นช่องหรือโพรงได้ง่าย (Loading) เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าเครื่อง CNC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. แกนที่เป็นเชิงเส้นมีความยุ่งยากในการ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลว

### การประยุกต์ใช้งาน

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็กๆ ได้สะดวก

### 3. Spherical Robot (Polar)

มีสองแกนที่เคลื่อนในลักษณะการหมุน (Revolute Joint) คือแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 2 (ไหล่) ส่วนแกนที่ 3 (ข้อศอก) จะเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง



ภาพที่ 2.10 Spherical robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ทรงกลม คือ หมุนซ้าย - ขวา, หมุนขึ้น - ลง, เลื่อนเข้า - ออกตามแนวรัศมี

### ข้อดี

1. มีปริมาตรการทำงานมากขึ้นเนื่องจากการหมุนของแกนที่ 2 (ไหล่)
2. สามารถที่จะก้มลงมาจับชิ้นงานบนพื้นได้สะดวก

### ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัด (Coordinate) และส่วนประกอบ ที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมมีความซับซ้อนขึ้น

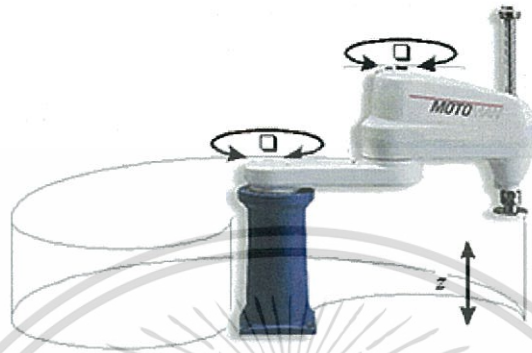
### การประยุกต์ใช้งาน

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องปั๊ม (Press) หรืออาจจะใช้งานเชื่อมจุด (Spot Welding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. SCARA Robot

หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) จะมีลักษณะแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) หมุนรอบแกนแนวตั้ง และแกนที่ 2 จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นลง (Prismatic) ดังรูป หุ่นยนต์ SCARA จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วในแนวระนาบ และมีความแม่นยำสูง



ภาพที่ 2.11 Scara robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่มีแกนหมุน 2 แกนขนานกัน เพื่อเคลื่อนที่ได้บนระนาบ และอีกแกนสำหรับขึ้น - ลง

##### ข้อดี

1. สามารถเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และขึ้นลงได้รวดเร็ว
2. มีความแม่นยำสูง

##### ข้อเสีย

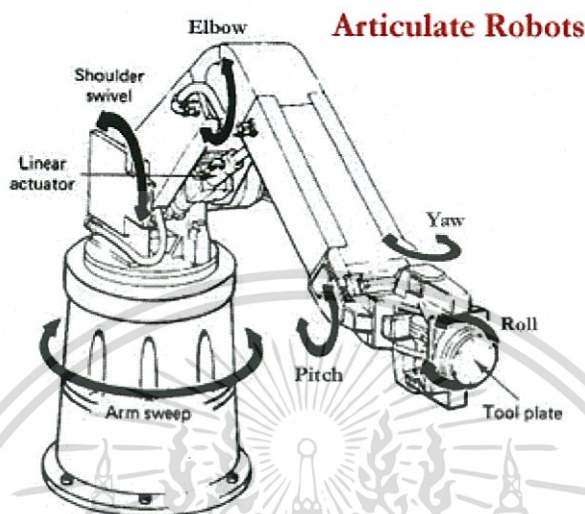
1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. ไม่สามารถหมุน (rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ ได้
3. สามารถยกน้ำหนัก (Payload) ได้ไม่มากนัก

##### การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ที่ไม่ต้องการการหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ SCARA Robot ยังเหมาะกับงานตรวจสอบ (Inspection) งานบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

## 5. Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงาน



ภาพที่ 2.12 Articulate robot arm เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ค่อนข้างเป็นทรงกลม คล้ายในพวกกรวดชุด/แบคโฮ คือ หมุนซ้าย - ขวา, และมีแกนหมุนอีก 2 แกนที่ขนานกันเพื่อเคลื่อนที่ในระนาบแนวดิ่ง

### ข้อดี

1. เนื่องจากทุกแกนจะเคลื่อนที่ในลักษณะ ของการหมุนทำให้มีความยืดหยุ่นสูงในการเข้าไปยังจุดต่างๆ
2. บริเวณข้อต่อ (Joint) สามารถ Seal เพื่อป้องกันฝุ่น ความชื้น หรือน้ำ ได้ง่าย
3. มีพื้นที่การทำงานมาก
4. สามารถเข้าถึงชิ้นงานทั้งจากด้านบน ด้านล่าง
5. เหมาะกับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นชุดขับเคลื่อน

### ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัด (Coordinate) ที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมทำความเข้าใจได้ยากขึ้น
3. ควบคุมให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear) ได้ยาก
4. โครงสร้างไม่มั่นคงตลอดช่วงการเคลื่อนที่ เพราะบริเวณขอบ Work Envelope ปลายแขนจะ
5. มีการสั่น ทำให้ความแม่นยำลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การประยุกต์ใช้งาน

หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางเพราะสามารถเข้าถึงตำแหน่งต่างๆ ได้ดี เช่น งานเชื่อม Spot Welding, Path Welding, งานยกของ, งานตัด, งานทากาว, งานที่มีการเคลื่อนที่ยากๆ เช่น งาน ฟันสี งาน Sealing ฯลฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 มอเตอร์ Cool Muscle

มอเตอร์ Cool muscle คือ นวัตกรรมใหม่ของระบบมอเตอร์ในงานอุตสาหกรรม โดยได้นำคุณสมบัติพิเศษของ Servo motor และ Stepping motor มาพัฒนาเพื่อลดช่องว่างระหว่างมอเตอร์ทั้งสอง ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ไว้ในมอเตอร์ และใช้เพียงแค่อุปกรณ์สั่งงาน นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับ Computer ด้วย USB โดยมีข้อดีดังนี้

1.คุณลักษณะที่เป็นแบบ Compact Size ทำให้ประหยัดพื้นที่ ง่ายต่อการติดตั้งและประหยัดเวลา

2.ด้วยระบบการทำงานแบบ Close loop control ทำให้มอเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้แม่นยำและมีประสิทธิภาพ

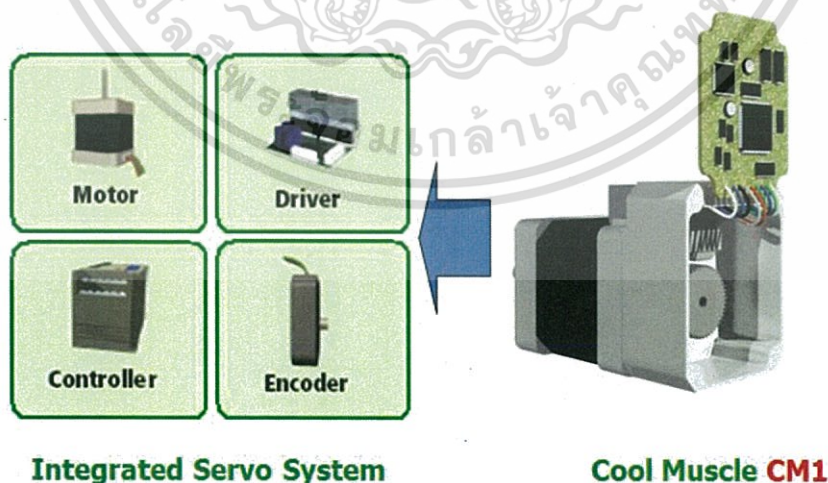
3.ระบบชุดขับเคลื่อนทำงานในรูปแบบ Vector Control ทำให้การเคลื่อนที่ได้รวดเร็วและมีการเคลื่อนที่ที่นุ่มนวล และแม่นยำ

4. Cool Muscle ได้ออกแบบระบบการเชื่อมต่อมาให้รองรับการทำงานทุกรูปแบบ ได้แก่ Pulse control, Analog Control, Command control

5.โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสั่งงาน ใช้คำสั่งที่ง่ายต่อการเข้าใจและใช้งาน ทำให้สะดวกต่อการนำ Cool muscle ไปใช้งานในหลายรูปแบบ

6.ในการสั่งงานให้มอเตอร์เคลื่อนที่ สามารถเขียนโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้ต่อเนื่องด้วยการสั่งงานเพียงครั้งเดียว และยังสามารถเคลื่อนที่แบบควบคุม torque ได้ด้วย

7.การใช้งานมอเตอร์แบบ Network สามารถใช้งานร่วมกับ Network Card ทำให้ควบคุมมอเตอร์ได้สูงถึง 15 ตัว ทำให้ประหยัดและลดเวลาในการติดตั้งและเขียนโปรแกรม



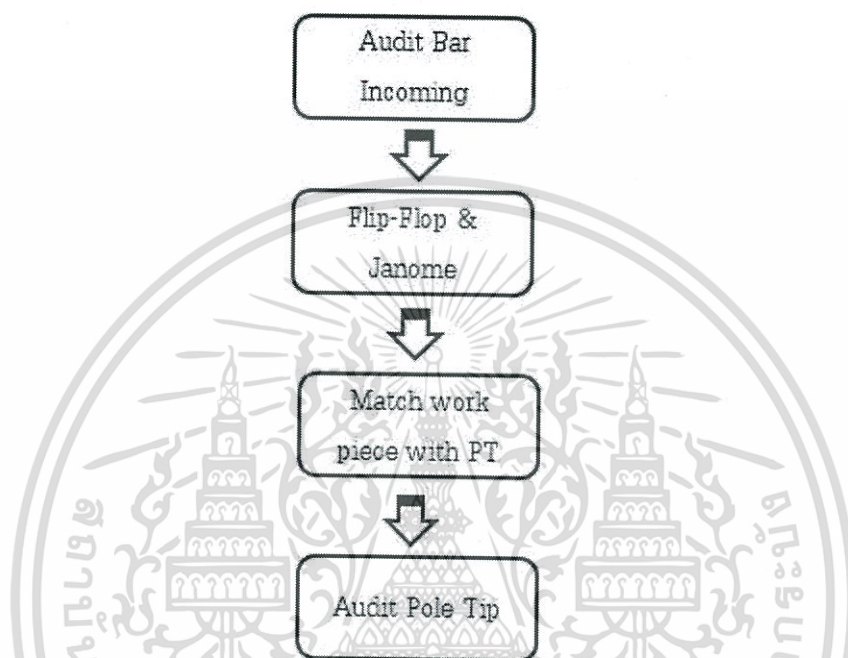
ภาพที่ 2.13 มอเตอร์ Cool Muscle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการ

#### 3.1 ศึกษากระบวนการทำงานของขั้นตอนการเตรียม Slider Bar เพื่อการทำความสะอาด

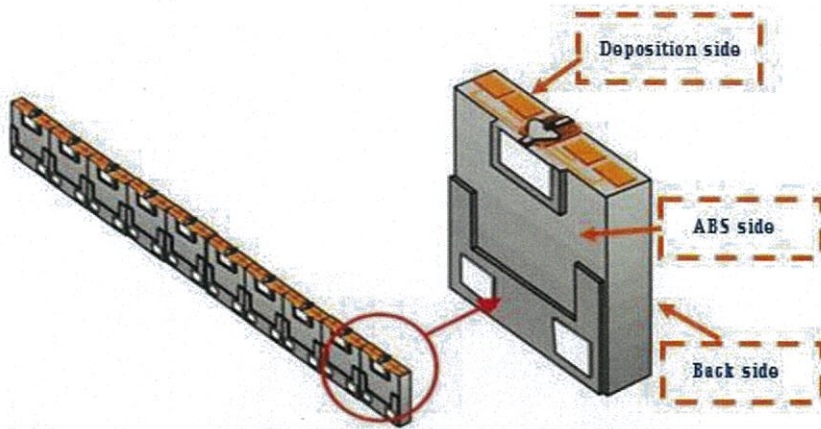


ภาพที่3.1 การทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาด

กระบวนการทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาดคือ การเตรียม Slider bar จาก Vertical tray(VT) ไปยัง Ceramic tray เพื่อที่จะทำความสะอาดพื้นผิว Slider bar ด้านหัวอ่าน(ABS side) ก่อนที่จะทำการเคลือบฟิล์มต่อไปโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. Audit Bar Incoming คือ การตรวจ Slider bar ว่าเป็นลือตอะไร เพื่อพนักงานจะได้สามารถทำงานตาม process traveler document
2. Flip-flop and Janome คือ การพลิก Slider bar จาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizontal tray (HT) โดยใช้อุปกรณ์สำหรับพลิกงาน หลังจากนั้นใช้เครื่องJanome สำหรับหยิบ Slider bar จาก Horizontal tray (HT) ไปวางยัง Ceramic tray
3. Match work piece with process traveler document คือ การจับคู่งานกับ process traveler document
4. Audit pole tip คือ การตรวจว่า Slider bar วางในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ด้านซ้ายแสดง Slider bar และด้านขวาแสดง Slider



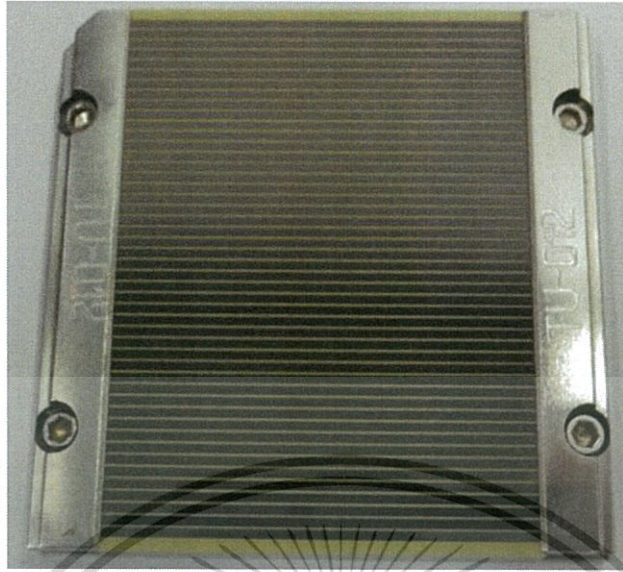
ภาพที่ 3.3 Vertical tray (VT) คือ ภาชนะที่มีไว้สำหรับใส่ Slider bar โดยวาง Slider bar ในแนวตั้ง



ภาพที่ 3.4 Horizontal tray (HT) คือ ภาชนะที่มีไว้สำหรับใส่ Slider bar โดยวาง Slider bar ใน

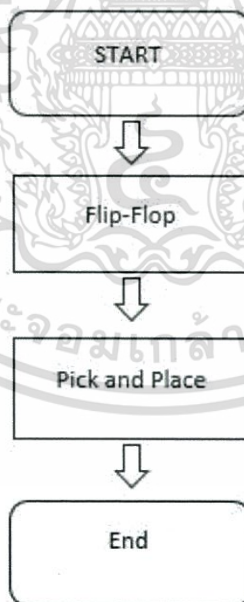
แนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 Ceramic tray คือ ภาชนะใส่ Slider bar เพื่อที่จะใช้ในกระบวนการผลิตหัวอ่านต่อไป

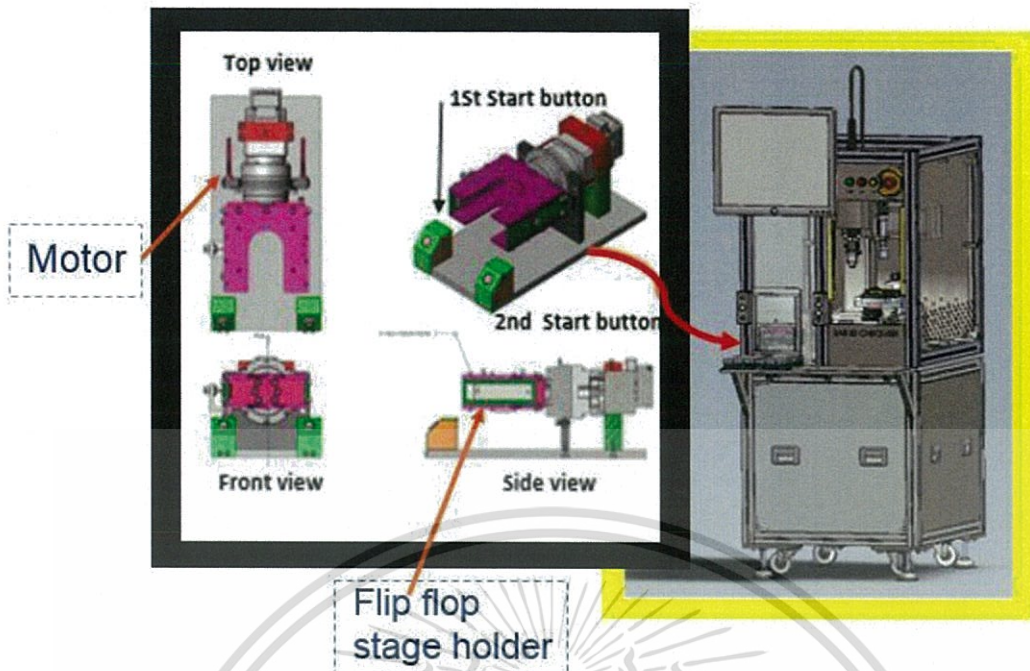
### 3.2 ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT)



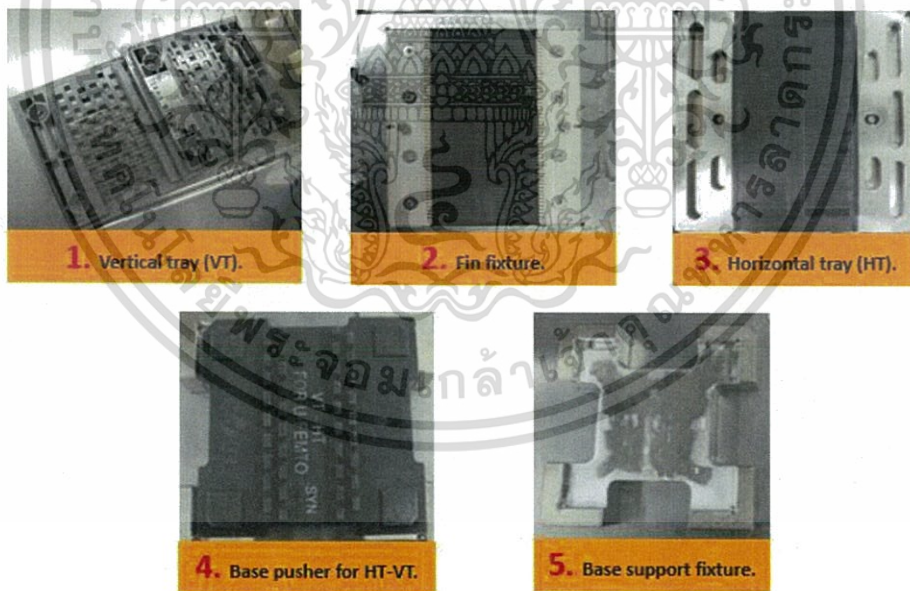
ภาพที่3.6 การทำงานของเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT)

1. Flip-Flop คือส่วนที่มอเตอร์ Cool muscle หมุนทวนเข็มนาฬิกาไปสิ้นสุดที่ 180 องศา เพื่อพลิก Slider bar จาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizontal tray (HT) โดยผ่านอุปกรณ์

พลิกงาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



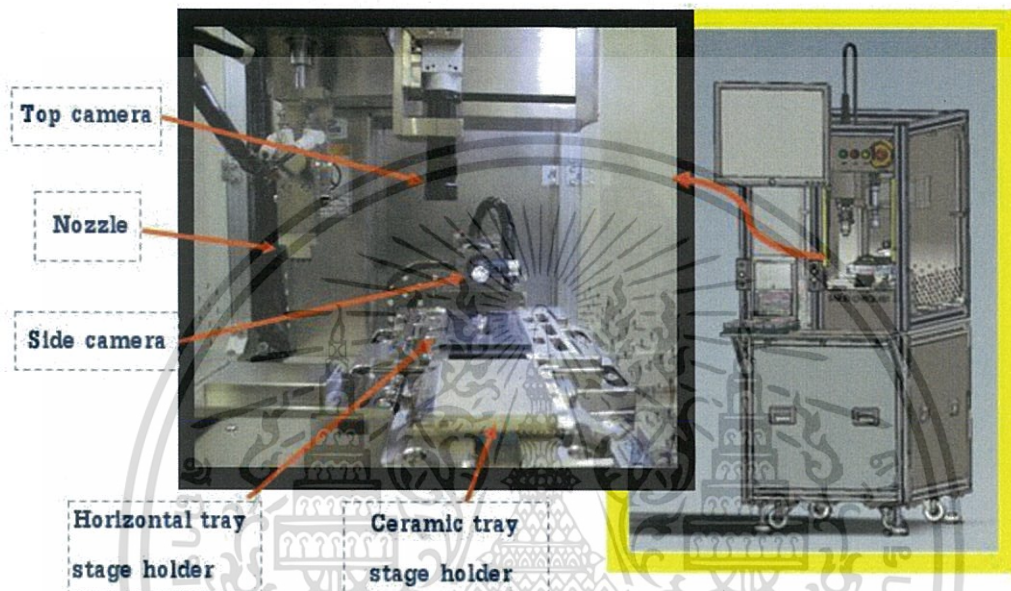
ภาพที่ 3.7 ส่วนประกอบของ Flip-Flop



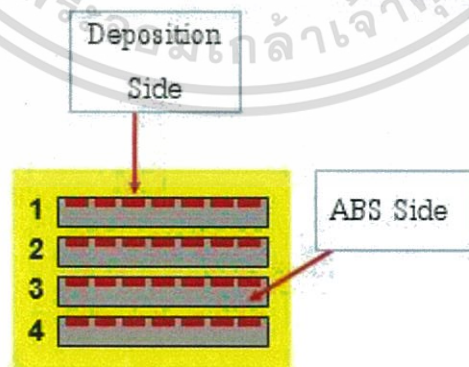
ภาพที่ 3.8 ส่วนประกอบของอุปกรณ์พลิกงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pick and Place คือ ส่วนที่ Nozzle จับ Slider bar จาก Horizontal tray (HT) ไปยัง กล้องด้านข้าง (Side camera) เพื่ออ่าน Slider serial number ที่อยู่ด้านเดโพซิชั่น (Deposition side) ของ Slider bar เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของ Slider bar ที่ถูกต้องโดยตรวจจากระบบของบริษัท แล้วจึงไปวางที่ Ceramic tray ตามตำแหน่ง Slider Bar ที่ถูกต้อง ส่วนกล้องด้านบน (Top camera) ใช้ในการตรวจว่า Slider bar วางในด้านที่ถูกต้องหรือไม่ ด้านที่ถูกต้องคือ ด้านเอบีเอส (ABS side) ของ Slider bar หายขึ้นและด้านเดโพซิชั่น (Deposition side) ชี้ไปด้านบน



ภาพที่3.9 ส่วนประกอบของ Pick and Place



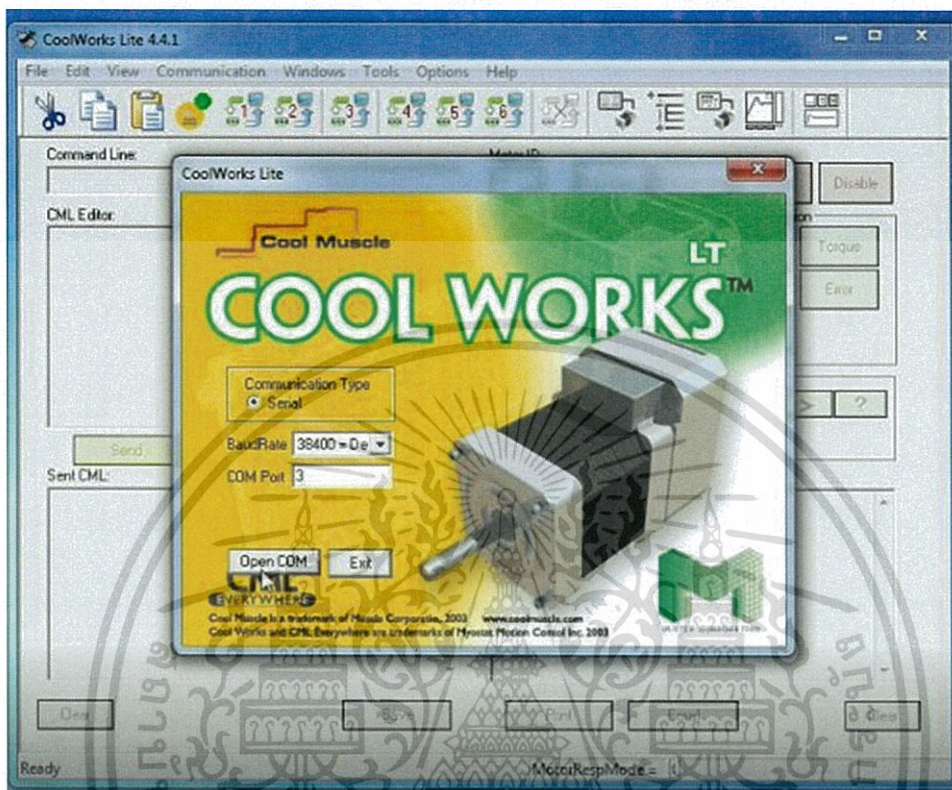
ภาพที่3.10 ด้านของ Slider bar ที่ถูกต้องเมื่อตรวจด้วยกล้องด้านบน(Top camera)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรม

#### 3.3.1 COOL WORKS LITE

โปรแกรมที่ใช้ในการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ COOL MUSCLE

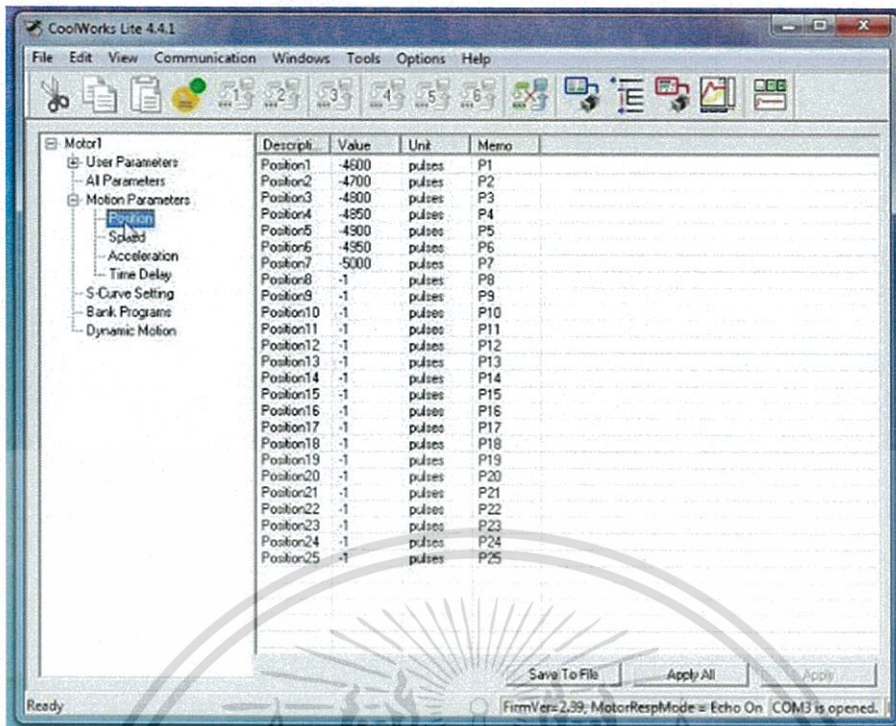


ภาพที่ 3.11 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม COOL WORKS LITE

#### วิธีการใช้งานโปรแกรม COOL WORKS LITE

1. ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของมอเตอร์ Cool Muscle
  - 1.1 ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด คือ ความเร็ว (speed) ความเร่ง (Acceleration) เวลาหน่วง (Time delay) และตำแหน่ง (Position)

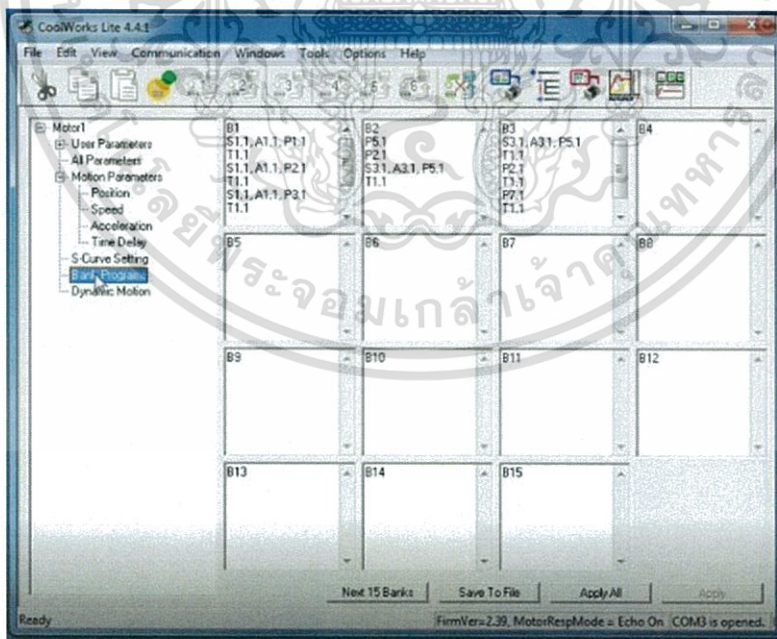
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์

## 2. กำหนดขั้นตอนการเคลื่อนที่ของมอเตอร์

2.2 โดยใช้ค่าที่กำหนดไว้ในขั้นตอน 1.1 มากำหนดขั้นตอนการเคลื่อนที่ของมอเตอร์

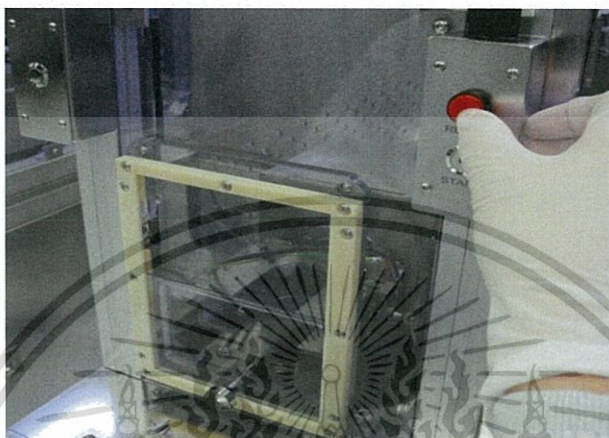


ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการกำหนดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ขั้นตอนการทำงาน

1. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ COOL MUSCLE โดยใช้โปรแกรม COOL WORKS LITE
2. ทดสอบการทำงานจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ COOL MUSCLE
  - 2.1 ปิดประตูและกดปุ่ม Reset เพื่อให้เครื่องเข้าสู่ตำแหน่งเริ่มต้น



ภาพที่3.14 กดปุ่ม Reset

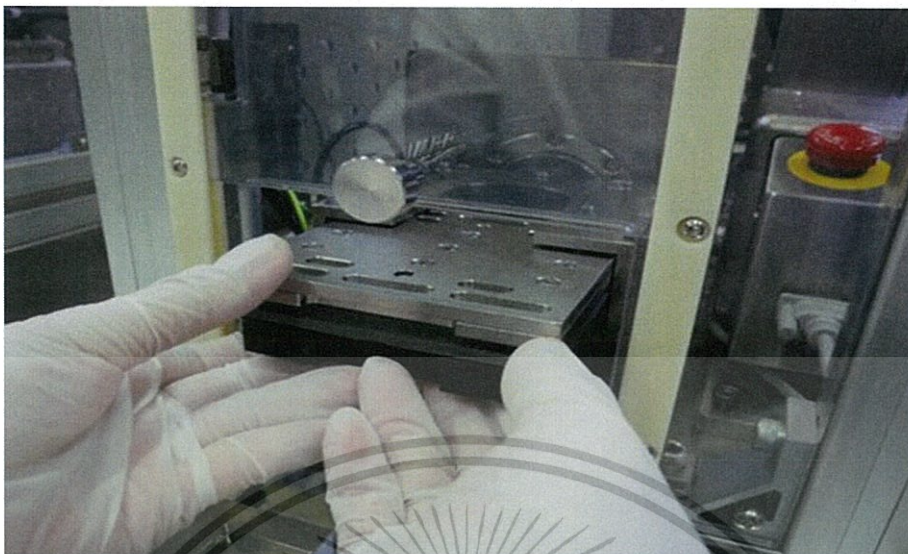
- 2.2 ใส่อุปกรณ์ที่ใช้ในการพลิกงานเข้าด้วยกันโดยจะเรียกว่า Sandwich tray



ภาพที่3.15 Sandwich tray คือรวมอุปกรณ์ที่ใช้ในการพลิกงานเข้าด้วยกัน

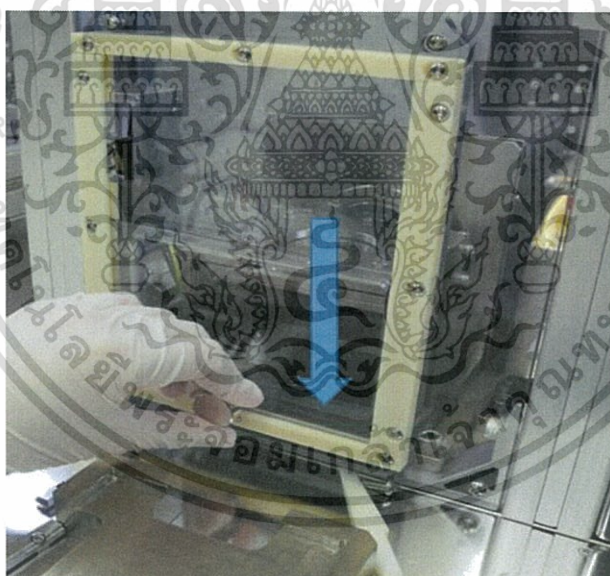
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 ใส่ Sandwich tray ไปยังเครื่องพลิกชิ้นงาน



ภาพที่3.16 ใส่ Sandwich tray ไปยังเครื่องพลิกชิ้นงาน

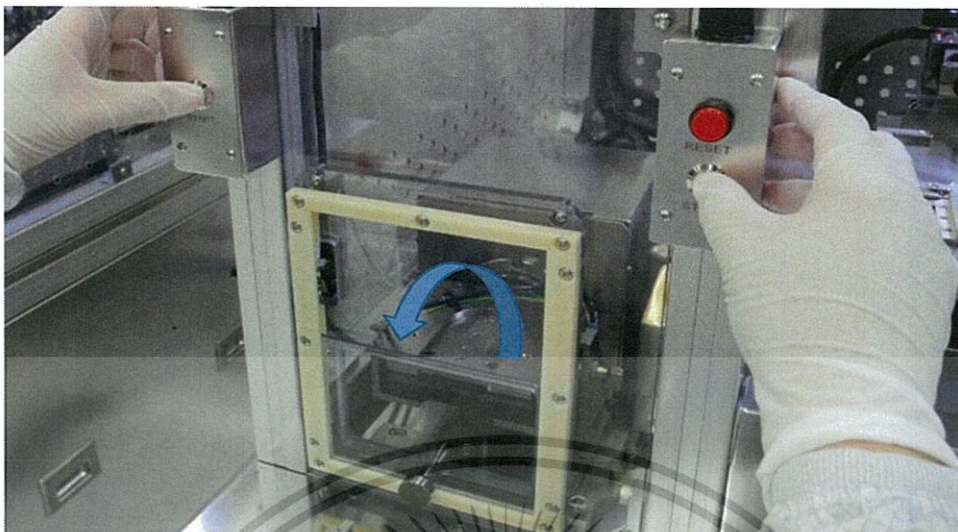
### 2.4 ปิดประตู



ภาพที่3.17 ปิดประตูเครื่องพลิกชิ้นงาน

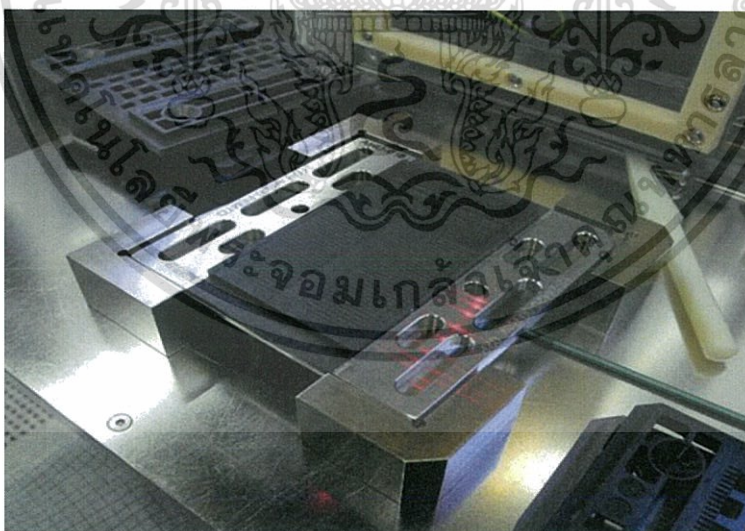
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 กดปุ่ม Start 2ด้านพร้อมกัน



ภาพที่3.18 กดปุ่ม Start

2.6 เปิดประตูแล้วนำ Sandwich tray ออกมาวางจากนั้นแยกอุปกรณ์การพลิกงาน ออกจนเหลือแค่ Horizontal tray (HT) แล้วจึงตรวจสอบ Slider Bar ว่าถูกด้านหรือไม่แล้ว ทำการบันทึกผลโดยด้านที่ถูกต้องคือ ด้านเอบีเอส (ABS side) ของSlider bar หายขึ้นและ ด้านเดโพสิชัน (Deposition side) ชี้ไปด้านบน



ภาพที่3.19 Horizontal tray (HT) ที่ได้จากการพลิกชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 การทดลองที่1

ปรับค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ Cool muscle ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) 002

##### 4.1.1 วิธีการทดลอง

- 1.เชื่อมต่อโปรแกรม Cool Works Lite กับมอเตอร์ Cool Muscle โดยใช้สายเคเบิลของมอเตอร์ โดยที่ด้านหนึ่งของสายเคเบิลต่อเข้ากับไฟ 24V และ 0V และอีกด้านหนึ่งต่อกับตัวมอเตอร์
- 2.กำหนดค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์โดยใช้โปรแกรม Cool Works Lite
- 3.กำหนดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์โดยใช้ค่าที่กำหนดไว้ในข้อ 2 โดยใช้โปรแกรม Cool Works Lite
- 4.ถอดสายเคเบิลออก
- 5.ทดสอบผลจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์โดยการใส่อุปกรณ์พลิกงานไปยังส่วน Flip-flop (ส่วนที่ใช้ในการพลิกชิ้นงานจาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizon tray (HT)
- 6.บันทึกผลที่ได้ว่าจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์สามารถพลิกงานจาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizon tray (HT) ได้ถูกต้องหรือไม่
- 7.ทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์

##### 4.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ต่างกัันทั้งหมด3

ครั้ง

M/C	Position (pulse)							Speed (kpps)	Acceleration (kpps <sup>2</sup> )	Time delay (msec)	%SUCCESS RATE
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7				
ABT02	-4600	-4700	-4800	-4850	-4900	-4950	-5000	50	20	500	91.5972
ABT02	-4600	-4700	-4800	-4850	-4900	-4950	-5000	100	80	500	98.3333
ABT02	-4800	-4830	-4860	-4900	-4960	-4960	-5000	100	80	500	99.5139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การทดลองที่ 2

นำค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาตั้งค่าในมอเตอร์ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) 001 และ 003

### 4.2.1 วิธีการทดลอง

1. เชื่อมต่อโปรแกรม Cool Works Lite กับมอเตอร์ Cool Muscle โดยใช้สายเคเบิลของมอเตอร์ โดยที่ด้านหนึ่งของสายเคเบิลต่อเข้ากับไฟ 24V และ 0V และอีกด้านหนึ่งต่อกับตัวมอเตอร์
2. ตั้งค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Cool Works Lite
3. กำหนดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์โดยใช้ค่าที่ตั้งไว้ในข้อ 2 โดยใช้โปรแกรม Cool Works Lite
4. ถอดสายเคเบิลออก
5. ทดสอบผลจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์โดยการใส่อุปกรณ์พลิกงานไปยังส่วน Flip-flop (ส่วนที่ใช้ในการพลิกชิ้นงานจาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizon tray (HT))
6. บันทึกผลที่ได้ว่าจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์สามารถพลิกงานจาก Vertical tray (VT) ไปยัง Horizon tray (HT) ได้ถูกต้องหรือไม่
7. ทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนเครื่องแต่ใช้ค่าพารามิเตอร์เดิม

### 4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ด้วยค่าที่เหมือนกันของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) 001 , 002 และ 003

M/C	Position (pulse)							Speed (kpps)	Acceleration (kpps <sup>2</sup> )	Time delay (msec)	%SUCCESS RATE
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7				
ABT01	-4800	-4830	-4860	-4900	-4960	-4960	-5000	100	80	500	99.7222
ABT02	-4800	-4830	-4860	-4900	-4960	-4960	-5000	100	80	500	99.5139
ABT03	-4800	-4830	-4860	-4900	-4960	-4960	-5000	100	80	500	99.6528

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การทดลองที่ 3

การวัดผลของงานโดยการจับเวลาโดยตรงเพื่อหาเวลาการผลิต(Cycle time)

#### 4.3.1 วิธีการทดลอง

- 1.เลือกคนงานที่เหมาะสม ทำความเข้าใจ ศึกษาพร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของงานที่ต้องการ
- 2.แบ่งงานที่ต้องการจับเวลาโดยตรงออกเป็นงานย่อย
- 3.สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของคนงานโดยการจับเวลาทั้งหมด30ครั้งต่อแต่ละงานย่อยโดยใช้นาฬิกาจับเวลาที่มีความละเอียด 0.01 นาที
- 4.หาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลา
- 5.ประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานที่ถูกศึกษาเวลา (Determining the Rating Factor)
- 6.หาเวลาเผื่อ (Allowances time)
- 7.หาเวลาปกติ (Normal time)
- 8.หาเวลามาตรฐาน (Standard time)
- 9.หาเวลาการผลิต (Cycle time)

#### 4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการจับเวลาจากกระบวนการ Audit bar incoming

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	36.73
2	1.50
3	1.78
4	5.11
5	6.09
6	1.52
7	3.24
8	16.18
9	2.02
10	2.62
11	6.05
รวม	82.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการจับเวลาจากกระบวนการ Flip-flop and Janome

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	18.24
2	6.87
3	1.39
4	3.20
5	14.53
6	112.39
7	6.17
8	1.61
9	3.09
10	11.30
11	1.47
12	5.51
13	13.97
14	10.73
15	5.89
รวม	216.35

ตารางที่ 4.5 ผลการจับเวลาจากกระบวนการ Match work piece with process traveler document

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	17.92
2	6.35
รวม	24.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการจับเวลาจากกระบวนการ Audit Pole tip

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	16.45
2	4.78
3	1.59
4	100.65
5	1.52
6	6.24
7	5.84
รวม	137.07

ตารางที่ 4.7 ผลการจับเวลาจากส่วนFlip-flop ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT)

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	47.94
รวม	47.94

ตารางที่ 4.8 ผลการจับเวลาจากส่วนPick-place ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT)

ลำดับงานย่อย	Cycle time(sec)
1	581.18
รวม	581.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ Cool muscle ที่ใช้ใน ส่วน Flip flop ของเครื่อง Auto Bars Transfers (ABT) ที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 ครั้งพบว่าค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ Cool muscle ที่ยอมรับได้ในปัจจุบันคือ ตำแหน่ง(Position) P1 = -4,800 pulse , P2 = -4,830 pulse , P3 = -4,860 pulse , P4 = -4,900 pulse , P5 = -4,930 pulse , P6 = -4,960 pulse , P7 = -5,000 pulse ความเร็ว (Speed) คือ 100 kilo pulse per second (kpps) ความเร่ง (Acceleration) คือ 80 kilo pulse per second squared (kpps<sup>2</sup>) และเวลาหน่วง (Time delay) คือ 500 millisecond (msec) ซึ่งส่งผลให้ค่า Success rate ดีที่สุด คือ 99.5139% โดยได้จากการปรับค่าในครั้งที่ 3 ซึ่งพัฒนาจากการปรับค่าในครั้งที่ 1 7.9221%

การทดลองที่ 2 ได้มีการประยุกต์จากการทดลองที่ 1 โดยการนำค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ Cool muscle ที่ดีที่สุดมาตั้งค่าในเครื่อง Auto Bars Transfers (ABT) 001 002 และ 003 ซึ่งผลที่ออกมาคือ เครื่อง Auto Bars Transfers (ABT) 001 ให้ค่า Success rate มากที่สุดคือ 99.7222% รองลงมาคือ 99.6528% จากเครื่อง 003 และ 99.5139% จากเครื่อง 002 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าจะตั้งค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ Cool muscle ด้วยค่าเดียวกัน แต่ค่า Success rate ที่ได้ต่างกัน

การทดลองที่ 3 คือการวัดผลของงานโดยการจับเวลาโดยตรงเพื่อหารอบเวลาการผลิต (Cycle time) ผลจากการทดลองเพื่อหารอบเวลาการผลิต (Cycle time) ของกระบวนการทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาดซึ่งมี 4 ขั้นตอน ประกอบไปด้วยขั้นตอนที่หนึ่ง Audit Bar Incoming มีรอบเวลาการผลิต (Cycle time) คือ 82.84 วินาที ขั้นตอนที่สอง Flip-flop and Janome 216.35 วินาที ขั้นตอนที่สาม Match work piece with process traveler document 24.27 วินาที และขั้นตอนที่สี่ Audit Pole tip 137.07 วินาที ซึ่งหลังจากที่ได้มีการนำเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT) มาแทนกระบวนการทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาดทั้งสี่ขั้นตอนดังกล่าวไปข้างต้น ผลจากการทดลองเพื่อหารอบเวลาการผลิต (Cycle time) ของเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT) โดยในส่วน Flip-flop ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) มีรอบเวลาการผลิต (Cycle time) คือ 47.94 วินาที และในส่วน Pick-place ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) คือ 581.18 วินาที ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่อง Auto Bar Transfers (ABT) มีรอบเวลาการผลิต (Cycle time) คือ 629.12 วินาที ซึ่งมากกว่ากระบวนการทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาดที่มีรอบเวลาการผลิต (Cycle time) คือ 469.53 วินาที

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบเจอ

การตั้งค่ามอเตอร์ Cool muscle ในส่วนFlip-flop ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) มีความล่าช้า เนื่องจากไม่มีความรู้ด้านมอเตอร์ Cool muscle และโปรแกรม Cool Works Lite มาก่อนเลย จึงต้องมีการหาความรู้เพิ่มเติมทั้งจาก vender และศึกษาด้วยตัวเอง

ขณะที่ตั้งค่าโปรแกรม Cool Works Lite ได้มีการตั้งค่าการใช้งานผิดพลาด ส่งผลให้มอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ จึงได้แจ้งพี่เลี้ยงและขอความช่วยเหลือจากvender ให้ตั้งค่าเริ่มต้นของโปรแกรมให้ใหม่

ในส่วน Pick-place ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) ได้มีการทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม จึงใช้เวลานานเพราะต้องทดสอบหลายรอบ และพบข้อผิดพลาดของโปรแกรมเรื่อยๆ

ในการวัดผลของงานโดยการจับเวลาโดยตรงเพื่อหารอบเวลาการผลิต(Cycle time) ตอนแรกไม่มีความรู้เลย ซึ่งในการทำงานจริงต้องใช้ทฤษฎีและความรู้ทางด้าน Industrial Engineering (IE) ซึ่งได้พี่แผนก IE ช่วยแนะนำ จึงได้มีการหาข้อมูลเรื่องที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

ในกระบวนการทำงานของการเตรียม Slider bar เพื่อการทำความสะอาดพนักงานทำงานเร็วเนื่องจากมีความชำนาญ ส่งผลให้ไม่สามารถจับเวลาตามการแบ่งงานย่อยได้ทัน จึงต้องมีการจับซ้ำ ซึ่งทำให้ใช้เวลามาก

เครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) เนื่องจากยังไม่สมบูรณ์และพนักงานยังไม่ชำนาญในการใช้เครื่อง ทำให้ไม่สามารถจับเวลาโดยตรงได้แม่นยำ ส่งผลให้รอบเวลาการผลิต(Cycle time) มีค่ามาก

## 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ถ้าเขย่า sandwich tray หลังจากนำออกจากส่วน Flip-flop ของเครื่อง Auto Bars Transfer (ABT) ผล success rate ที่ได้จะมีค่าที่ดีขึ้นเนื่องจากการเขย่าจะช่วยให้ Slider bar ที่ติดร่องของ Fin fixtureอยู่ไหลลงตามร่อง

จากการทดลองโดยใช้อุปกรณ์พลิกงานพบว่า มี Slider bar หักและมี Slider barติดอยู่ที่ร่องของ Fin fixture ด้วยควรแก้อุปกรณ์พลิกงาน

## เอกสารอ้างอิง

- [1] จักรกฤษณ์ ศรีจำปา.(2556).ROBOT.ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก [http://ja014723.blogspot.com/2013\\_09\\_01\\_archive.html](http://ja014723.blogspot.com/2013_09_01_archive.html)
- [2] ชิต เหล่าวัฒนา. (2552).ความสำคัญของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไทย (1).ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9520000065947>
- [3] บุญลือ บุญคง . (ม.ป.ป.). ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม(Industrial Robot type). ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.9engineer.com>
- [4] รัฐพล พัฒนศิริ.(2554).บทที่1 หลักการพื้นฐานของเวลาดมาตรฐาน.ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://mpa-r1.blogspot.com/2011/05/1.html>
- [5] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559).สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2558 และแนวโน้มปี 2559(อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์). ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.ryt9.com/s/oi/2347271>
- [6] หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ประเภทต่างๆ.(2553).ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.engineer007.com/index.php?lite=article&qid=507474>
- [7] หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type) . (ม.ป.ป.).ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.applicadthai.com/articles/หุ่นยนต์อุตสาหกรรม-industrial-robot-type>
- [8] "ฮาร์ดดิสก์ไทยต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการ และโอกาสใหม่ คาดปี'58 ปริมาณส่งออกชะลอตัวลดลง" (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย). (2558). ค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.hooninside.com/news-detail.php?id=458680>
- [9] COOL MUSCLE. (ม.ป.ป.).ค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.profess.co.th/15200294/cool-muscle>
- [10] COOL MUSCLE. (ม.ป.ป.).ค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2559, จาก [http://www.smart-motion.co.th /index.php?lay=boardshow&ac=webboard\\_show&WBntype=1&No=1618556](http://www.smart-motion.co.th /index.php?lay=boardshow&ac=webboard_show&WBntype=1&No=1618556)
- [11] Cool Muscle Integration Servo System. (ม.ป.ป.).ค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.smart-motion.co.th /index.php?lay=show&ac=article&Id=539652297&Ntype=3>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] COOL WORKS LITE USER'S MANUAL. (ม.ป.ป.).ค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2559, จาก [http://www.musclecorp.com/download/data/users\\_guide/cwl\\_usersguide08225e\\_01.pdf](http://www.musclecorp.com/download/data/users_guide/cwl_usersguide08225e_01.pdf)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

### สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

#### อัตราการเกิดผลิตผลดี (Success rate)

การประเมินผลระดับสายการผลิตมักแสดงด้วยความถี่หรือจำนวนครั้งความผิดพลาดที่ส่งผลให้เกิด

ของเสียและต้นทุนการแก้ไขงาน ดังนั้นการวัดผลคุณภาพกระบวนการด้วยอัตราการเกิดของเสียจึงแสดงด้วยอัตราผลิตผลดี(Success rate) ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดผลิตผลดี (Success rate)} = \frac{\text{ปริมาณผลิตผลดีที่ผ่านการทดสอบ}}{\text{ปริมาณหน่วยผลิตผลที่ถูกใช้ทดสอบ}}$$

#### การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

การบันทึกเวลาถือได้ว่าเป็นกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ(Sampling Process)ยิ่งจำนวนครั้งที่จับเวลามากเท่าไร ยิ่งมีความเชื่อถือได้ของข้อมูลมากยิ่งขึ้น ถ้าเวลาของงานย่อยใดมีความผันแปร(Variance) มาก ยิ่งต้องจับเวลาหลายๆครั้งเพื่อที่จะได้ผลที่แม่นยำ ปัญหาจึงมีอยู่ว่าถ้าต้องการระดับความเชื่อถือได้ หรือ ความแม่นยำที่ต้องการควรจะต้องจับเวลาทั้งหมดกี่ครั้ง

$$n = \left[ \frac{k \sqrt{n} \sum x^2_i - (\sum xi)^2}{\sum xi} \right]^2$$

เมื่อ

$n'$  = จำนวนครั้งในการจับเวลาตัวอย่าง

$n$  = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา (เพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นและความคลาด

เคลื่อนที่กำหนด)

$k$  = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

ตัวประกอบของความเชื่อมั่นที่นิยมใช้มีดังนี้

ระดับความเชื่อมั่น (%)	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.7	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของคนที่ถูกศึกษาเวลา (Determining the Rating Factor) และ การหาเวลาเผื่อ (Determining Allowances Time)

Performance Factor:	0.00	A. Consistent allowances :	5
Skill	0.08	1/ Personal allowance	5
Excellent	0.03	2/ Basic fatigue allowance	4
Good	0.00		
Average	-0.10	B. Variable allowance:	10
Fair	-0.22	1/ Standing allowance	2
Poor		2/ Abnormal position allowance	
Effort Speed which s	0.00	a. Slightly awkward	0
Excellent	0.08	b. Awkward (bending)	2
Good	0.02	c. Very fine or very exacting (eg. Visual inspection)	7
Average	0.00	3/ Close attention	
Fair	-0.08	a. Fairly fine work	0
Poor	-0.17	b. Fine or exacting	2
Consistency	0.00	c. Very fine or very exacting (eg. Visual inspection)	5
Excellent	0.03	4/ Noise level	
Good	0.01	a. Continues	0
Average	0.00	b. intermittent - loud	2
Fair	-0.02	c. intermittent - vary load	5
Poor	-0.04	d. High-pitched d-load	5
Rating factor	100%	5/ Mental strain	
Performance rating factor = 1+ (Skill + Effort + Consistency)		a. Fairly complex process (eg. Profile measuring)	1
		b. Complex or wide span of attention	4
		c. Very complex	8
		Allowance	15%

เวลาปกติ (Normal time)

เมื่อได้เวลาจากการจับเวลาจริง (Selected Time) และประสิทธิภาพในการทำงานแล้ว ก็จะสามารถหาเวลาปกติในการทำงานได้

$$\text{Normal Time} = \text{Selected Time} * \text{Rating in Percent} / 100$$

เวลามาตรฐาน (Standard time)

การคำนวณเวลามาตรฐานทำได้โดยใช้สูตร

$$ST = NT + (NT * A)$$

หรือ  $ST = NT * 100 / (100 - A)$

โดยที่ ST = Standard Time

NT = Normal Time

A = Allowance in percent

รอบเวลาการผลิต (Cycle time)

Slider / Slider bar	Bar / tray	Tray / run	Slider / run
54	48	1	2,592

$$\text{Cycle time} = (\text{Slider} / \text{run}) * (\text{Standard time (sec/slider)})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวทิพวรรณ บุญช่วย  
วัน เดือน ปีเกิด 20 เมษายน 2538  
ที่อยู่ 119/5 เทอดไท77 แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ จ.กรุงเทพมหานคร  
10160  
Email: tippawan.boonchuai@gmail.com

ประวัติการศึกษา 2556-ปัจจุบัน กำลังศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย  
2559 แผนก Slider Fabrication Process  
บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้