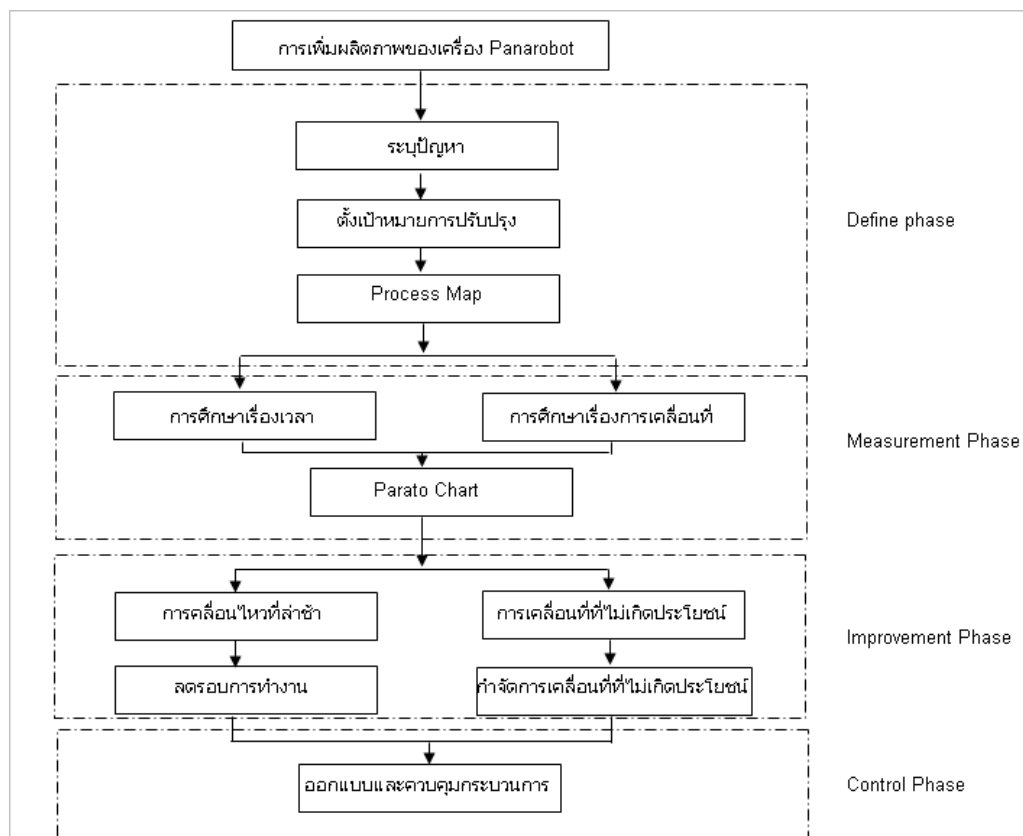


บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ วัดค่า ปรับปรุง และ ควบคุมกระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1

กระบวนการดำเนินงานวิจัย

3.2 การสำรวจสภาพการดำเนินการทางการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้น

3.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นกรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง บริษัททำการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดย เป็นโรงงานประกอบชิ้นส่วนบริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 191 หมู่ 2 นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน ต. คลองจิก อ. บางปะอิน จ. พระนครศรีอยุธยา 13160 โทรศัพท์ 0-3527-7000 เป็นบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ HARD DISK DRIVE หรือ HDD ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2544 โดยมีบริษัทแม่ตั้งอยู่ที่ เมือง San Jose ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะการดำเนินธุรกิจ เป็นการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศร้อยละแปดสิบโดย ในกรณีศึกษานี้มุ่งศึกษาในส่วนของการกระบวนการประกอบแผ่น PCBA เข้ากับ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA)

3.2.2 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในกระบวนการประกอบแผ่น PCBA เข้ากับ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA) ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 อย่างคือ

3.2.2.1 ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA) เป็นส่วนประกอบที่ทำการประกอบส่วนประกอบภายในจนเสร็จทุกอย่าง รวมทั้งได้ทำการกำหนดตำแหน่งการบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ตัวอย่าง ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA) ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2

ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA)

3.2.2.2 แผ่นวงจร (PCBA) เป็นส่วนประกอบที่ช่วยในการเชื่อมต่อรับส่ง และ ขยายสัญญาณระหว่าง ตัวหัวอ่านสัญญาณ และตัวประมวลผลของเครื่อง Computer ดังแสดงใน ภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3
แผ่นวงจร (PCBA)

3.2.2.3 แผ่นรองกันกระแทก (Gasket) เป็นส่วนประกอบที่ช่วยป้องกัน อุปกรณ์ อิเลคทรอนิกส์ ที่ติดอยู่กับแผ่นวงจรเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4
แผ่นกันกระแทก (Gasket)

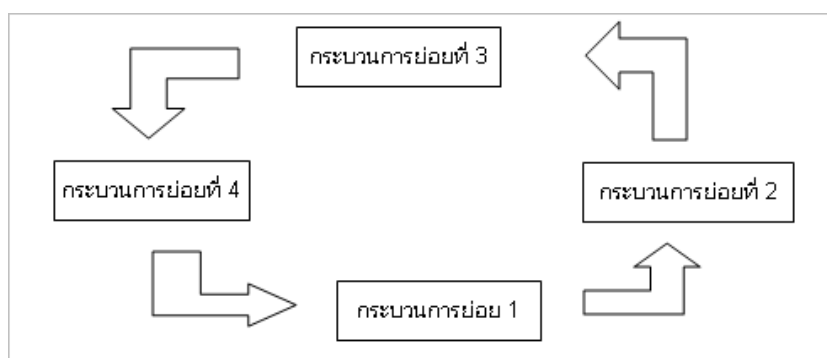
3.2.2.4 สกรู (Screw) เป็นส่วนประกอบที่ช่วยจับยึดแผ่นวงจรไม่ให้หลุดออกจากส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5

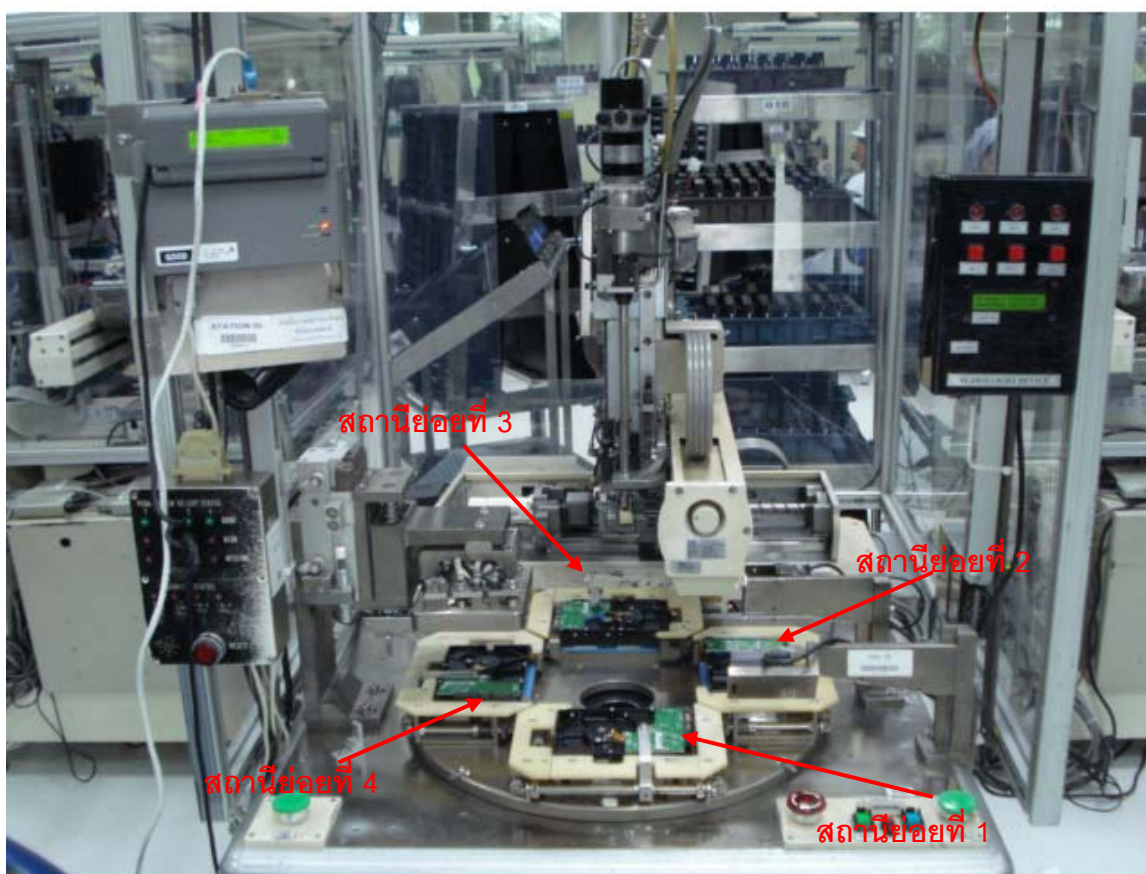
สกรู (Screw)

3.2.3 กระบวนการประกอบแผ่น PCBA เข้ากับ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDA) ประกอบด้วยกระบวนการย่อยแสดงดังภาพที่ 3.6 การทำงานของเครื่อง Panarobot จะมีการทำงานเป็นลำดับโดยเริ่มจาก กระบวนการย่อยที่ 1 ประกอบ แผ่นรองกันกระแทก และแผ่นวงจรเข้ากับ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และนำฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกหลังเสร็จสิ้นการประกอบ, กระบวนการย่อยที่ 2 สแกนหมายเลขของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ กระบวนการย่อยที่ 3 ชันสกรู, กระบวนการย่อยที่ 4 ตรวจสอบความสูงของหัวสกรู ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6

วงจรการทำงานของกระบวนการย่อยของเครื่อง Panarobot



ภาพที่ 3.7

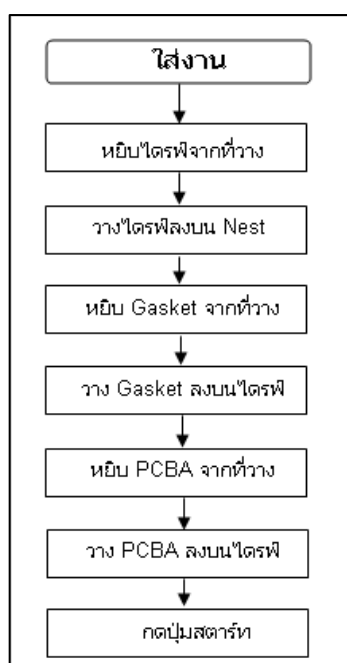
สถานีย่อยแต่ละสถานีของเครื่อง Panarobot

3.2.3.1 กระบวนการย่อยที่ 1, ประกอบ แผ่นรองกันกระแทก และ แผ่นวงจร เข้ากับ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Load/ Unload) ทำหน้าที่ประกอบส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ แผ่นรองกันกระแทก และ แผ่นวงจรเข้าด้วยกันเพื่อเตรียมความพร้อมในการขึ้นสกรู และนำงานออกหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการประกอบดังแสดงในภาพที่ 3.8 และการไหลของกระบวนการย่อยที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 3.9

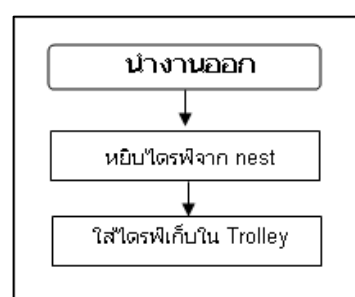


ภาพที่ 3.8

กระบวนการย่อยที่ 1, เองงานเข้า เองงานออก



ก) ขั้นตอนย่อยในการใส่งาน



ข) ขั้นตอนย่อยในการเอางานออก

ภาพที่ 3.9

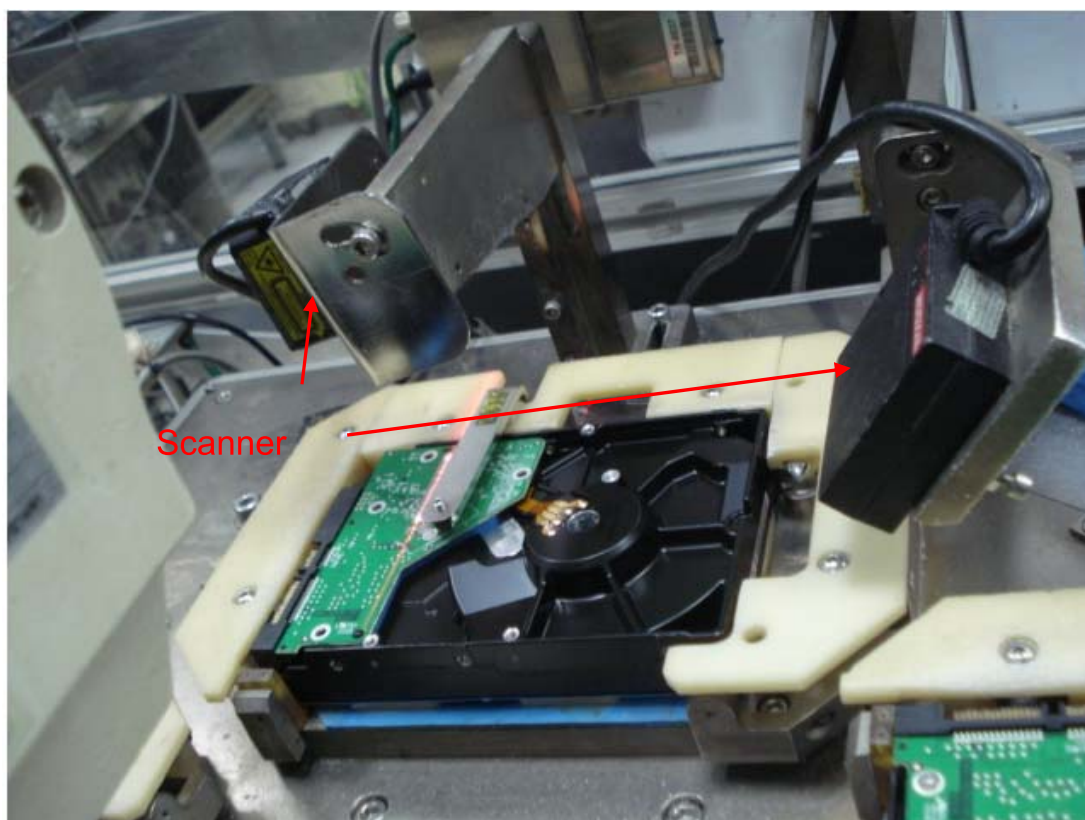
ขั้นตอนย่อยในกระบวนการย่อยที่ 1

ในกระบวนการย่อยนี้จะเป็นการทำงานของพนักงานที่ใช้เครื่อง Panarobot แบ่งออกเป็น 2 ตอนย่อยคือ

3.2.3.1.1 การใส่งาน พนักงานจะนำ ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์วางบนฟิกเจอร์ จากนั้นหยิบ แผ่นกันกระแทก (Gasket) มาวาง และตามมาด้วย แผ่นวงจร เมื่อ วางทุกส่วนประกอบลงบนฟิกเจอร์เสร็จแล้ว พนักงานจะกดปุ่มสตาร์ทเพื่อให้ฟิกเจอร์หมุนไปยังกระบวนการถัดไป ดังแสดงในภาพ 3.9 ก

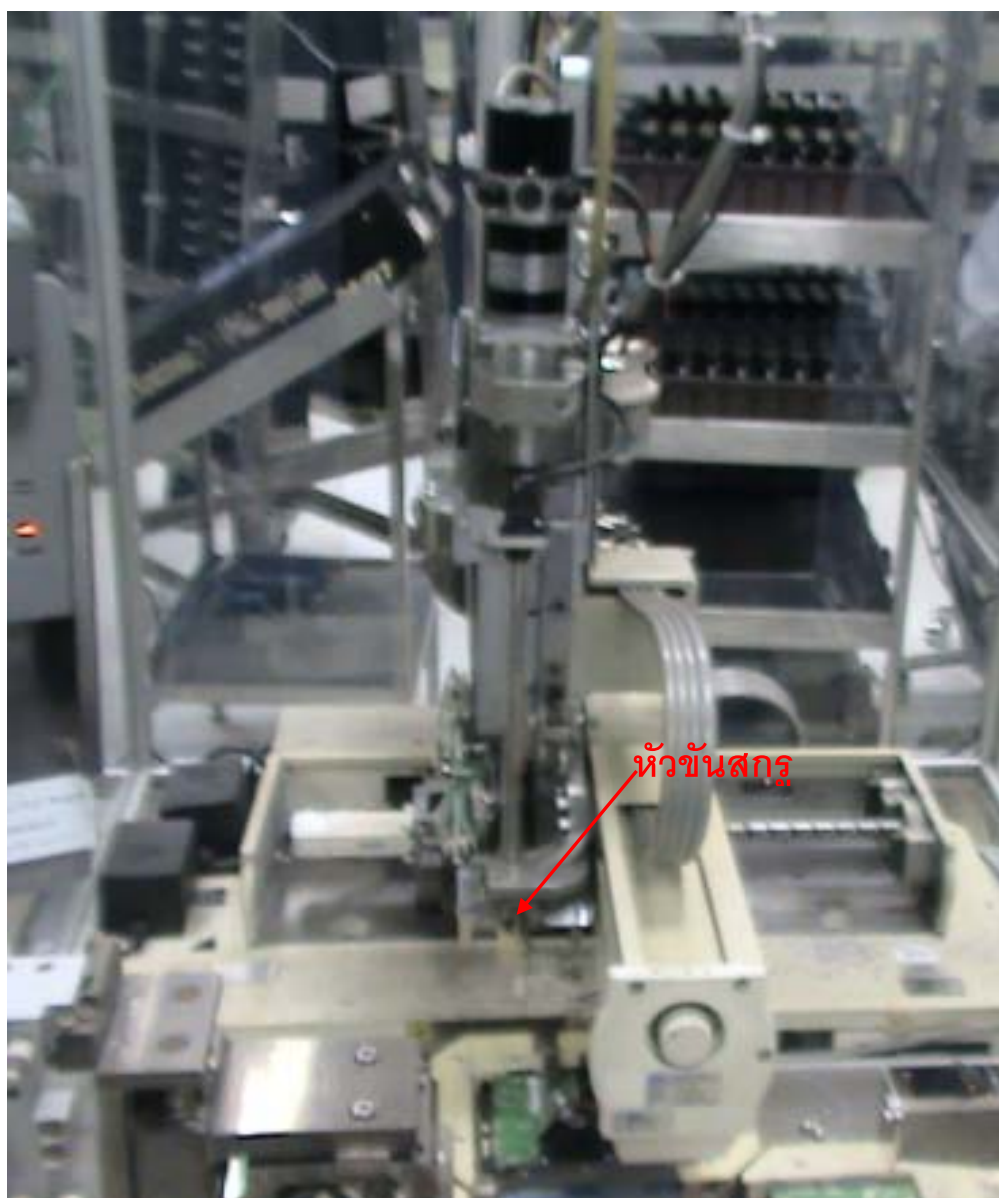
3.2.3.1.2 การนำงานออก เมื่อฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ผ่านกระบวนการประกอบเสร็จแล้วพนักงานจะหยิบ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกจากฟิกเจอร์เพื่อนำไปสู่กระบวนการถัดไปดังแสดง ในภาพ 3.9 ข

3.2.3.2 กระบวนการย่อยที่ 2, สแกนหมายเลขของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์กับแผ่นวงจรที่ประกอบเข้าด้วยกันถูกต้องตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 3.10

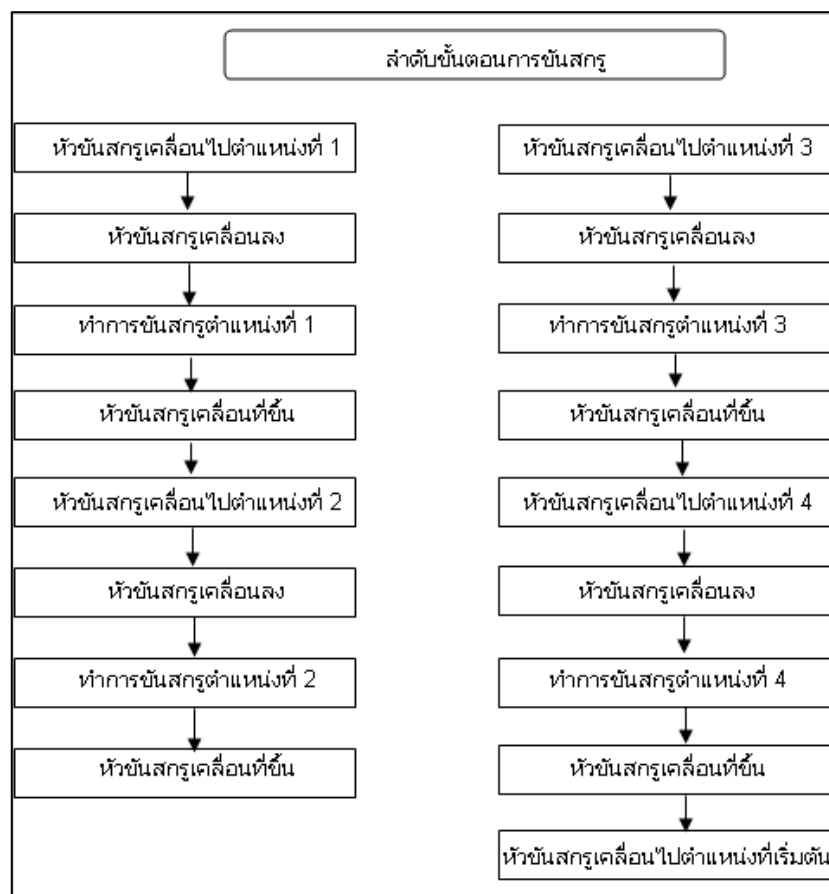


ภาพที่ 3.10
กระบวนการย่อยที่ 2

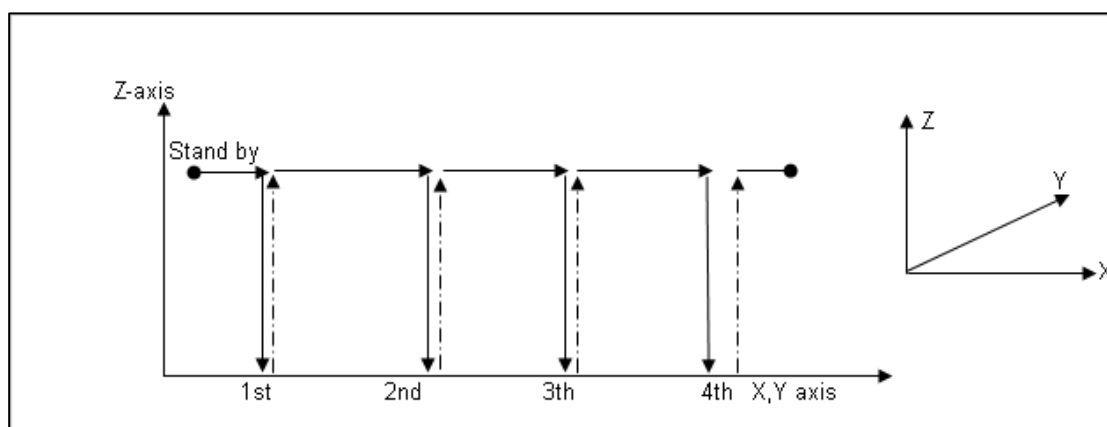
3.2.3.3 กระบวนการย่อยที่ 3 ชั้สกรู ทำหน้าที่ยึดแผ่นวงจรเข้ากับส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จำนวน 4 ตัว โดยใช้ค่าแรงขันสกรูเท่ากับ 6 นิว-ปอนด์ ดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11
กระบวนการย่อยที่ 3



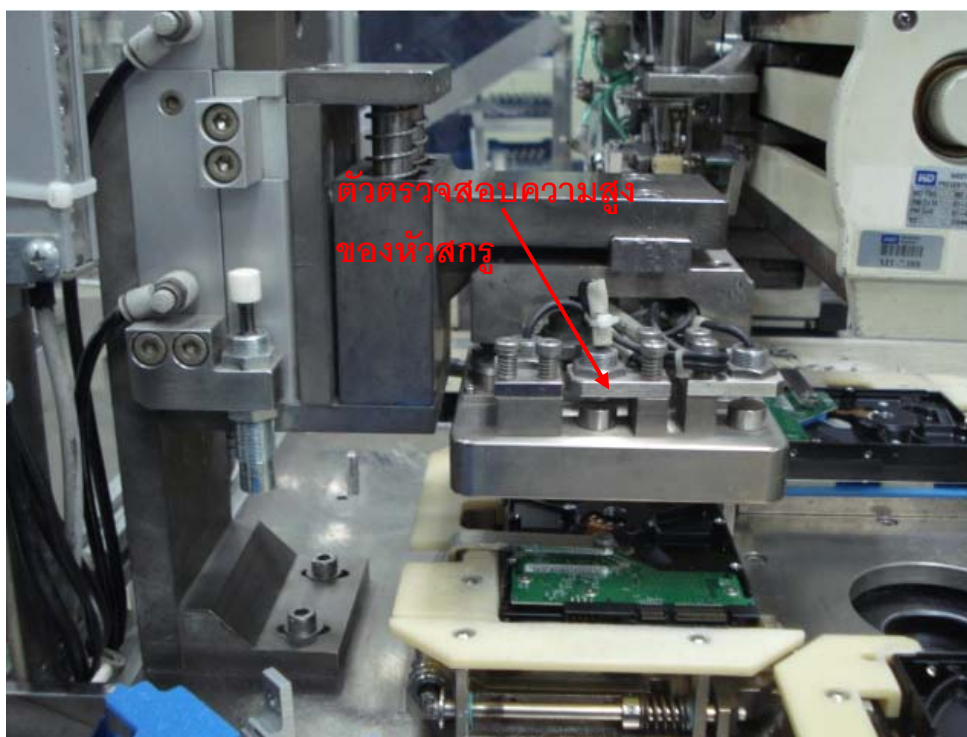
ภาพที่ 3.12
ลำดับขั้นตอนการขันสกรู



ภาพที่ 3.13
การเคลื่อนที่ของหัวขันสกรูในแนวแกน x, y และ z

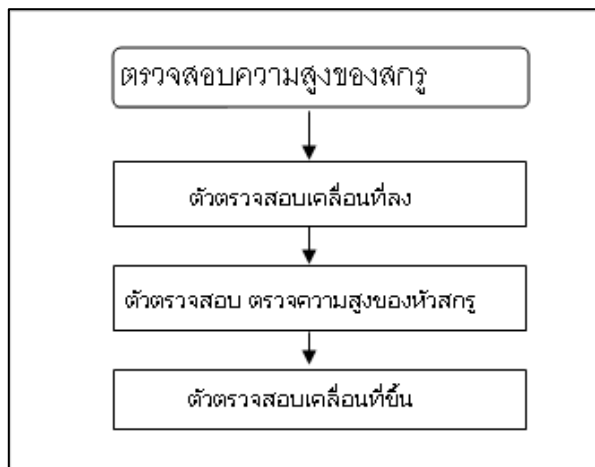
การเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูจะมีการเคลื่อนดังนี้คือ จากจุดเริ่มต้น แกน X แกน Y จะเคลื่อนที่พร้อมกันไปยังตำแหน่งที่ 1 จากนั้นหัวชั้นสกรูจะเคลื่อนที่ลงพร้อมทั้งดูดสกรูจากรางจ่ายมาเก็บไว้ที่หัวชั้นกรู เมื่อหัวชั้นสกรูเคลื่อนที่ลงมาถึงแผ่นวงจร ก็จะทำการหมุนเข้าไปยังรูสกรูของชั้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งกำหนดแรงยึดสกรูไว้ที่ 6 นิว-ปอนด์ เมื่อชั้นสกรูเสร็จแล้ว หัวชั้นสกรูก็จะเคลื่อนที่ขึ้นไปยังจุดเริ่มต้น จากนั้น แกน X และแกน Y ก็จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่อไปเพื่อชั้นสกรูดังแสดงในภาพที่ 3.12 และ 3.13 ตามลำดับ

3.2.3.4. กระบวนการย่อยที่ 3 ตรวจสอบความสูงของหัวสกรู ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าสกรูที่ได้ทำการขันยึดแน่นไปแล้วนั้นมีความสูงได้ตามที่ต้องการหรือไม่ คือ ไม่มีช่องว่างระหว่างด้านล่างของหัวสกรูกับด้านบนของแผ่นวงจร และ ตรวจสอบว่ามีการขันสกรูครบทั้ง 4 ตำแหน่งหรือไม่ หาก ตรวจสอบแล้วเป็นไปตามที่ระบุไว้ก็จะเตือนให้พนักงานรู้ว่า ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตัวนั้นเป็นงานดี ในทางตรงกันข้ามก็จะเตือนให้รู้ว่าเป็นงานเสียที่ต้องนำไปทำการแก้ไขต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14

ตัวความสูงของหัวสกรู



ภาพที่ 3.15

การทำงานของตัวตรวจความสูงของหัวสกรู

การทำงานของตัวตรวจความสูงของหัวสกรูนั้นคือ เมื่อฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์หมุนมาถึงตำแหน่งนี้ ตัวตรวจสอบจะเคลื่อนที่ลง และทำการตรวจความสูงต่ำของหัวสกรูเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ทำการตั้งเอาไว้และส่งผลที่ได้ไปยังระบบข้อมูล และส่งสัญญาณบอกพนักงานประจำเครื่องว่างานตัวนั้นเป็นงานดีหรืองานเสีย จากนั้น ตัวตรวจสอบนี้จะเคลื่อนที่ขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3.15

3.3 การกำหนดปัญหา (Define Phase)

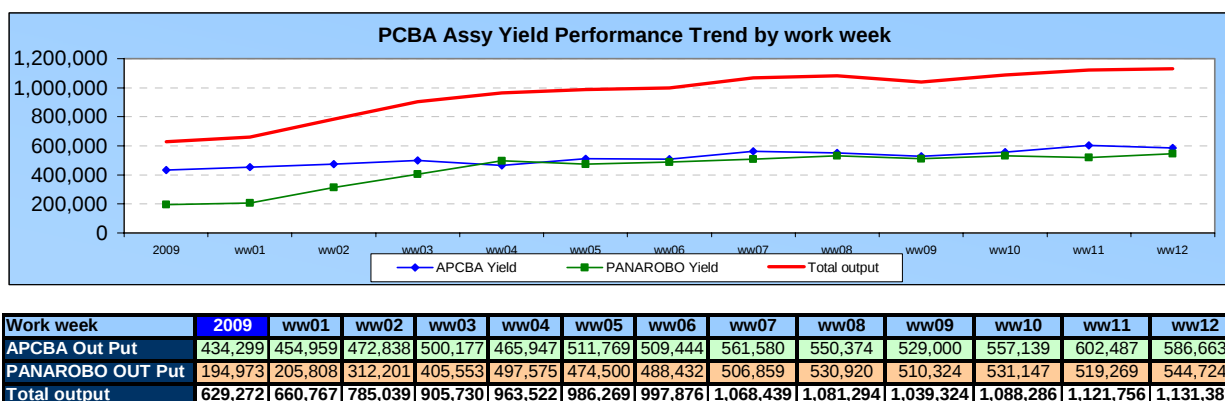
ขั้นตอนนี้เป็นการระบุปัญหาในการเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และคัดเลือกปัญหาที่ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

3.3.1 ข้อกำหนดของกำลังการผลิต

ข้อกำหนดของกำลังการผลิตของเครื่อง Panarobot ซึ่งมีรอบเวลาการทำงานในปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 16 วินาที ซึ่งไม่เพียงพอที่จะรองรับยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรอบเวลาการโดยรวมของกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ใช้เครื่อง Panarobot นี้แบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ รอบเวลาการทำงานที่มาจากพนักงานที่ใช้เครื่อง Panarobot และรอบเวลาที่มาจากตัวเครื่อง Panarobot

3.3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในปัจจุบันกำลังการผลิตของกระบวนการประกอบ แผ่นวงจรเข้ากับส่วนประกอบ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อยู่ที่ อาทิตย์ละ 1, 300,000 ไดรฟ์ ซึ่งแบ่งเป็นเครื่อง APCBA 580,000 ไดรฟ์และเครื่อง Panarobot 540,000 ไดรฟ์ ต่อสัปดาห์เป็นลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16

กำลังการผลิต ณ ปัจจุบัน

หากต้องการปริมาณในการผลิตเพิ่มขึ้นแต่เวลาที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละไดรฟ์ยังคงเท่าเดิมอยู่นั้นทำให้ต้องมีการสั่งซื้อเครื่องจักร และมีการจ้างพนักงานที่ใช้ในการใช้งานเครื่องเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ทางบริษัทได้กำไรจากปริมาณการผลิตที่ได้ต่อหน่วยการผลิตเพิ่มขึ้นได้ไม่มากตามที่ต้องการ

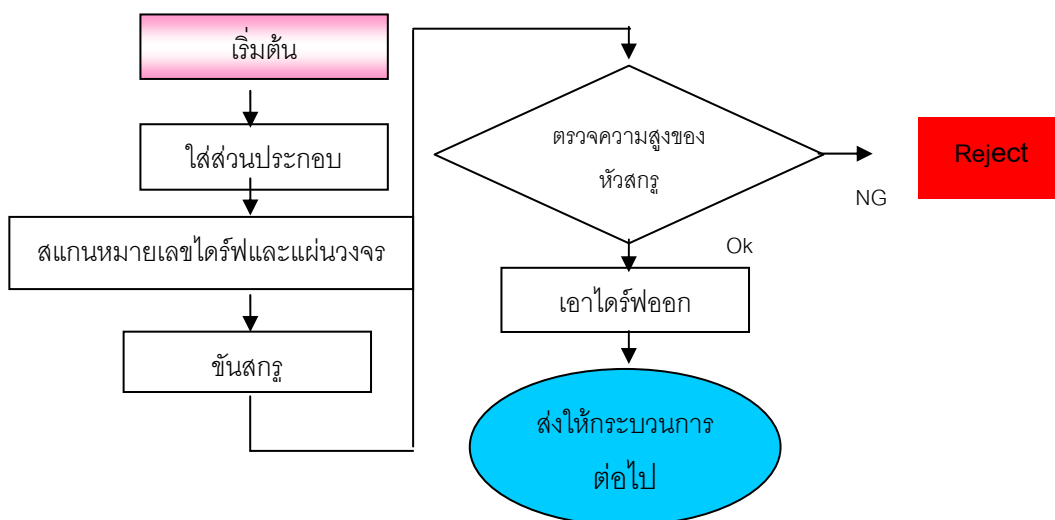
พื้นที่การใช้งานที่จำกัดก็เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญในการขยายกำลังการผลิต เพราะ ในกรณีที่เพิ่มเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตนั้น จำเป็นต้องหาพื้นที่ ซึ่ง ณ ปัจจุบันไม่เพียงพอ ดังนั้นหากต้องเพิ่มกำลังการผลิต โดยเพิ่มเครื่องจักรที่มีผลผลิตภาพเท่าเดิมนั้น ต้องทำการต่อเติม หรือสร้างโรงงานใหม่ที่มีเนื้อที่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณเครื่องจักรและพนักงานผ่านปฏิบัติการที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.3.4 เป้าหมายการดำเนินงานวิจัย

เป้าหมายของโครงการวิจัยนี้ คือ การลดรอบการทำงานของกระบวนการประกอบแผ่นวงจรกับส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ลงจากเดิม 30 เปอร์เซนต์ ซึ่งค่าเฉลี่ยรอบการทำงานที่ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ปัจจุบันอยู่ที่ 16 วินาทีต่อ 1 ไดรฟ์ มาเป็น 11.2 วินาทีต่อ 1 ไดรฟ์

3.4 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา(Measure Phase)

3.4.1 สร้างแผนที่กระบวนการผลิต (Process Map) เพื่อศึกษาถึงแหล่งที่มาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตในทุกๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เพื่อทำการศึกษาเพื่อค้นหาส่วนที่ใช้เวลามากที่สุดดังแสดงในภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17

ประกอบชิ้นส่วนของเครื่อง Panarobot

จากภาพที่ 3.17 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนของเครื่อง Panarobot จะเริ่มตั้งแต่การรับส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จากห้องสะอาด มาทำการประกอบลงในฟีกเจอร์ที่สถานีย่อยแรก และทำการประกอบแผ่นรองกันกระแทกและแผ่นวงจรรวมเข้าด้วยกัน จากนั้นฟีกเจอร์ก็จะหมุนไปยังสถานีย่อยที่ 2 คือสถานีสแกน ซึ่งจะทำการตรวจสอบว่าส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และแผ่นวงจรตรงตามที่ได้จับคู่กันมาหรือไม่ หากไม่เข้าคู่กันหัวชั้นสกรูจะไม่ทำงานในคู่นี้ หากตรงตามที่ระบุไว้ หัวสกรูก็จะทำการขันสกรู จากนั้นฟีกเจอร์จะหมุนไปยังสถานีย่อยที่ 3 คือ ชั้นสกรู สถานีย่อยนี้จะทำการขันสกรู จำนวน 4 ตำแหน่งเพื่อยึดให้ แผ่นวงจรยึดติดแน่นกับส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากนั้น ฟีกเจอร์จะหมุนไปยังสถานีย่อยที่ 4 คือสถานี ตรวจสอบความสูงของหัวสกรูหากมีสกรูที่สูงกว่ากำหนด หรือชั้นสกรูไม่ครบเครื่องก็จะทำการเตือนบอกให้พนักงานรู้ว่างานนี้เป็นงานดีหรืองานเสีย จากนั้นฟีกเจอร์ก็จะหมุนไปยังจุดเริ่มต้นคือสถานีย่อยที่ 1 เพื่อเอาไดรฟ์ออกส่งไปยังกระบวนการต่อไป

3.4.2 ทำการจับเวลาในแต่ละสถานีย่อย เพื่อหาว่าสถานีย่อยใดให้มีรอบเวลาการทำงานที่สูงกว่าสถานีอื่นเพื่อทำการระบุหาวิธีที่จะลดรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot เพราะหากลดรอบการทำงานที่สถานีย่อยที่มีรอบการทำงานที่มากที่สุดก็เท่ากับว่าได้ทำการลดรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot โดยรวม

การจับเวลานั้นการถ่ายเป็นภาพเคลื่อนไหวโดยใช้กล้องวีดีโอช่วยและทำการนับเวลาโดยใช้โปรแกรม Media player ในโปรแกรมย่อย Mplay32 เพื่อที่จะได้นับเวลาที่ละเอียดมากขึ้น ในการจับเวลาการทำงานของเครื่อง Panarobot มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมกล้อง วีดีโอ
- 2) เลือกเครื่อง Panarobot และ พนักงานฝ่ายผลิต ที่จะทำการวัดรอบการทำงาน
- 3) ทำการจับเวลาในขณะที่พนักงานฝ่ายปฏิบัติการและ เครื่อง Panarobot ทำงาน
- 4) ทำการนับเวลาโดยแบ่งย่อยออกเป็นกระบวนการย่อยแต่ละกระบวนการดังแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ

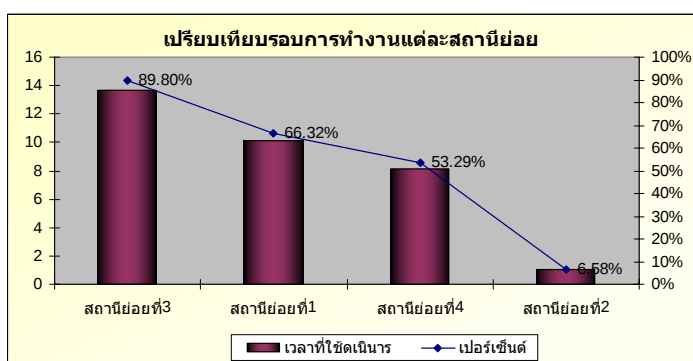
[illegible]

ตารางที่ 3.2

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณของเครื่อง Panarobot

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ							
Multiple Activity Chart							
แผนก: การประกอบแผ่น PCBA เข้ากับฮาร์ดิสก์ไดรฟ์					แผนภูมิหมายเลข 1		
กิจกรรม: การประกอบแผ่น PCBA เข้ากับฮาร์ดิสก์ไดรฟ์	1. เครื่องจักร 1 เครื่อง		สถานีย่อย	รายละเอียด	เวลา ปัจจุบัน	% การ	
	2. สถานีย่อย 4						
	3. พนักงาน 1 คน						
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน			สถานีย่อยที่1	เอางานออกและใส่งาน	10.08	59.7%	
วันที่ 10 กันยายน 2552			สถานีย่อยที่2	สแกน PCBA และฮาร์ด	1	5.9%	
วิเคราะห์โดย: นายพงศธร หนูศรีแก้ว			สถานีย่อยที่3	ขันสกรู	13.65	80.9%	
			สถานีย่อยที่4	ตรวจสอบสกรู	8.1	48.0%	
สถานีย่อยที่1	เวลา (วินาที)	สถานีย่อยที่2	เวลา (วินาที)	สถานีย่อยที่3	เวลา (วินาที)	สถานีย่อยที่4	เวลา (วินาที)
เอาไดรฟ์ออก/วาง	5.45	สแกน	1	ขันสกรูตำแหน่ง	2.58	ตัวตรวจสอบสกรู	2.68
วาง Gasket และ	3.46			ขันสกรูตำแหน่ง	3.69	ตรวจเงื่อนไข	2.89
กดปุ่มสตาร์ท	1.17			ขันสกรูตำแหน่ง	3.44	ตัวตรวจสอบสกรู	2.54
				ขันสกรูตำแหน่ง	3.94		
รวมเวลาทั้งหมด	10.08		1		13.65		8.11

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการจับเวลามาทำการวิเคราะห์หรือรอบเวลาการทำงานก่อนทำการปรับปรุงเรื่องการผลิตภาพของเครื่อง Panarobot จะเห็นว่ารอบเวลาที่ใช้ในการทำงานที่มากที่สุดคือการขันสกรู ที่สถานีย่อยที่3 ตามมาด้วยการเอาไดรฟ์ออก และการประกอบฮาร์ดิสก์ไดรฟ์ ที่สถานีย่อยที่ 1 ดังแสดงในภาพของ กราฟพาเรโต ดังภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18

เปรียบเทียบรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot

จากแผนภูมิพาเรโต ดังภาพที่ 3.18 จะเห็นว่าสถานีย่อยที่ 3 ซึ่งมีรอบการทำงานอยู่ที่ 13.65 วินาทีจากรอบการทำงานทั้งหมด 15.2 วินาที (รอบการทำงานทั้งหมดของเครื่อง

Panarobot 15.2 นาที คิดรวมเวลาหน่วยในกระบวนการย่อยต่างๆ ที่วัดออกมาไม่ได้ ดูได้จากตาราง ที่ 3.3) คิดเป็นการทำงาน 89.80 เปอร์เซ็นต์ เวลาว่าง 10.2 เปอร์เซ็นต์ อันดับสองรองลงมาคือ สถานีย่อยที่ 1 ซึ่งมีรอบการทำงาน อยู่ที่ 10.08 วินาที คิดเป็นการทำงาน 66.32 เปอร์เซ็นต์ เวลาว่างงาน 33.68 เปอร์เซ็นต์ อันดับสามคือ สถานีย่อยที่ 4 มีรอบการทำงานอยู่ที่ 8.11 วินาที คิดเป็นการทำงาน 53.39 เปอร์เซ็นต์ เวลาว่างงาน 46.61 เปอร์เซ็นต์ ท้ายสุดคือ สถานีย่อยที่ 2 มีรอบการทำงานอยู่ที่ 1 วินาที คิดเป็นการทำงาน 6.58 เปอร์เซ็นต์ เวลาว่างงาน 93.42 เปอร์เซ็นต์

3.4.3 การหาจำนวนการจับเวลาที่เหมาะสมในการจับเวลา เพื่อให้ได้ค่าความแม่นยำ +/- 5% ภายในความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อ n มีขนาดน้อยกว่า 30 ข้อมูล ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนน้อยกว่า 30 ค่า S^2 หรือ sample variance จะมีค่าแปรปรวนสูง ทำให้การแจกแจงของข้อมูลที่ได้ของข้อมูลเป็นรูปประังคว่ำ ในกรณีนี้ควรใช้ t-distribution แทน ดังแสดงตัวอย่างการหาจำนวนครั้งการจับเวลาของ การเอาไดรฟ์ออกและการวางไดรฟ์บนฟลิคเจอร์

จากการจับเวลาในชั้นเบื้องต้น 5 ครั้ง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังนี้

ข้อมูลของหน่วยงานย่อย เอาไดรฟ์ออก และวางไดรฟ์				
4.85	5.09	4.77	5.13	5.17

การคำนวณ

จากข้อมูลข้างต้นจะคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$\bar{x} = 5.00, \sum_{i=1}^5 x_i = 25.01, S_x = 0.18, S_x = \frac{S_x}{\sqrt{N}} = \frac{0.18}{\sqrt{5}} = 0.08$$

จากตารางการแจกแจง t เมื่อ $v = n-1 = 4$ นำไปเปิดตาราง t จะได้ค่า $t_{0.025,4} = 2.776$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อนำไปหาค่า } \mu \text{ จะได้ } \mu &= \bar{x} - \left(t_{\frac{\alpha}{2}} \times S_x\right) \\ &= 5.00 - (2.776 \times 0.08) \\ &= 4.78 \end{aligned}$$

และค่าความแม่นยำของ μ จะเท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล} &= \pm \frac{t_{\alpha} \times S_x}{\frac{2}{v} \times} \times 100\% \\ &= \pm ((2.776 \times 0.08) / 5.00) \times 100\% \\ &= \pm 4.46\%\end{aligned}$$

แสดงว่าข้อมูลที่ได้มา 5 ครั้งมีความเพียงพอที่ความเชื่อมั่น 95%

จากนั้นทำคำนวณหาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้มาทุกค่าว่ามีความเพียงพอหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

ค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มข้อมูล

รายการตรวจสอบ	Observed Time (Sec)					ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล	ความเพียงพอของข้อมูลที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
	A	B	C	D	E		
เอาไดรฟ์ออกวางไดรฟ์	4.85	5.09	4.77	5.13	5.17	+/- 4.5	เพียงพอ
วาง Gasket และ PCBA	3.06	5.09	4.77	5.13	5.17	+/-21.0	ไม่เพียงพอ
กดปุ่มสตาร์ท	0.99	1.19	1.07	1.15	0.95	+/-11.0	ไม่เพียงพอ
ขั้นสกรูตำแหน่งที่1	2.50	2.78	2.58	2.58	2.46	+/-4.9	ไม่เพียงพอ
ขั้นสกรูตำแหน่งที่2	3.38	3.58	3.54	3.78	4.17	+/-9.8	ไม่เพียงพอ
ขั้นสกรูตำแหน่งที่3	3.34	3.58	3.54	3.18	3.58	+/-10.0	ไม่เพียงพอ
ขั้นสกรูตำแหน่งที่4	3.86	3.98	3.90	3.78	4.17	+/-10.0	ไม่เพียงพอ
ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนลง	2.50	2.78	2.98	2.39	2.74	+/-11.0	ไม่เพียงพอ
ตรวจสอบเงื่อนไขของสกรู	2.50	2.78	2.78	2.58	3.78	+/-22.0	ไม่เพียงพอ
ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนขึ้น	2.50	2.39	2.74	2.66	2.39	+/-7.0	ไม่เพียงพอ

3.4.4 การหาจำนวนครั้งการจับเวลาที่ความเชื่อมั่นที่ 95% โดยพิจารณาที่กระบวนการที่มีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมากที่สุด คือ กระบวนการตรวจเงื่อนไขของสกรูซึ่งมี ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 22 % ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ทำการสมมุติค่า N เพิ่มขึ้น โดยให้ค่า mean และค่าเบี่ยงเบนคงเดิม จะสามารถทำการคำนวณหาความคลาดเคลื่อนใหม่ได้ดังนี้

เมื่อค่า N=10

$$s_x = 2.89, S_x = \frac{S_x}{\sqrt{N}} = \frac{0.2}{\sqrt{10}} = 0.063$$

จากตารางการแจกแจง t เมื่อ $v = n - 1 = 19$ นำไปเปิดตาราง t จะได้ค่า $t_{0.025,9} = 1.833$

$$\begin{aligned}\text{ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล} &= \pm \frac{t_{\alpha} \times S_x}{\frac{2}{2} \cdot \frac{v}{x}} \times 100\% \\ &= \pm ((1.833 \times 0.063) / 2.89) \times 100\% \\ &= \pm 4\%\end{aligned}$$

แสดงว่าต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มอย่างน้อย อีก 5 ข้อมูลถึงจะทำให้ข้อมูลที่ได้มามีความน่าเชื่อถือ อยู่ที่ 95%

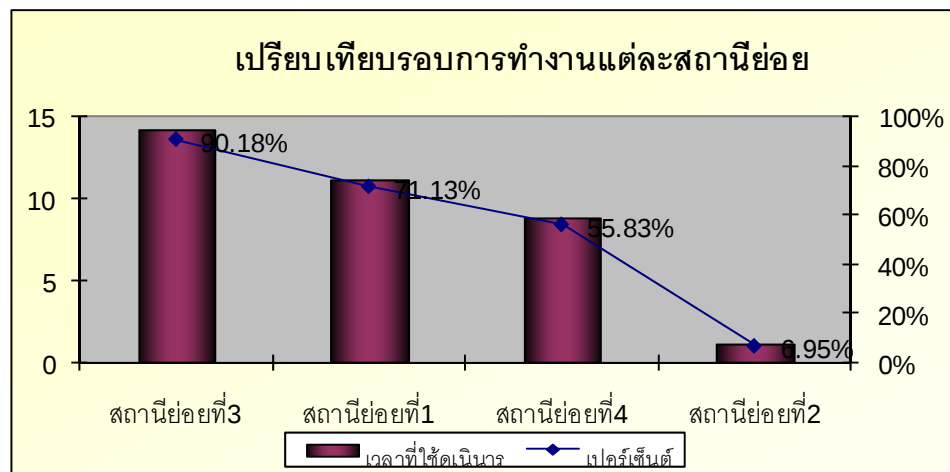
3.4.5. ทำการจับรอบเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการย่อยใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95% โดยต้องเพิ่มจำนวนครั้งที่ใช้ในการจับเวลาอีก 5 ข้อมูล เป็น 10 ข้อมูล ในแต่ละกระบวนการย่อยดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณของเครื่อง Panarobot ในการจับเวลา 10 ข้อมูล

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ								
Multiple Activity Chart								
แผนก: การประกอบแผ่น PCBA เข้ากับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์					แผนภูมิหมายเลข 1			
กิจกรรม: การประกอบแผ่น PCBA เข้ากับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	1. เครื่องจักร 1 เครื่อง			สถานีย่อย	รายละเอียด		เวลาปัจจุบัน (วินาที)	% การทำงาน
	2. สถานีย่อย 4 สถานีการประกอบ							
	3. พนักงาน 1 คน							
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน					สถานีย่อยที่1	เอางานออกและใส่งาน	11.16	71.1%
วันที่ 10 ตุลาคม 2552					สถานีย่อยที่2	สแกน PCBA และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	1.09	6.9%
วิเคราะห์โดย: นายพงศธร หนูศรีแก้ว					สถานีย่อยที่3	ขันสกรู	14.15	90.2%
					สถานีย่อยที่4	ตรวจสอบสกรู	8.76	55.8%
สถานีย่อยที่1	เวลา	สถานีย่อยที่2	เวลา (วินาที)	สถานีย่อยที่3	เวลา	สถานีย่อยที่4	เวลา (วินาที)	
เอาไดรฟ์ออก/วางไดรฟ์	5.60	สแกน PCBA	1.09	ขันสกรูตำแหน่งที่1	2.58	ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนลง	2.68	
วาง Gasket และ PCBA	3.48			ขันสกรูตำแหน่งที่2	3.74	ตรวจเงื่อนไขของสกรู	2.89	
กดปุ่มสตาร์ท	1.16			ขันสกรูตำแหน่งที่3	3.47	ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนขึ้น	3.19	
				ขันสกรูตำแหน่งที่4	4.36			
รวมเวลาทั้งหมด	10.24		1.09		14.15		8.76	

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการจับเวลามาทำการวิเคราะห์หรือจับรอบเวลาการทำงานก่อนทำการปรับปรุงเรื่องการผลิตภาพของเครื่อง Panarobot จะเห็นว่ารอบเวลาที่ใช้ในการทำงานที่มากที่สุดคือการขันสกรู ที่สถานีย่อยที่3 ตามมาด้วยการเอาไดรฟ์ออก และการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ที่สถานีย่อยที่ 1 ดังแสดงในภาพของ กราฟพาเรโต ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19

เปรียบเทียบรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot

3.5 แผนการปรับปรุงกระบวนการ (Planning Improve Phase)

เมื่อทำการจับเวลาที่ได้จากการทำงานมาแล้วจากนั้นมาทำการแยกแยะว่าการทำงานของเครื่องจักรกระบวนการใดที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มสำหรับกระบวนการ จากนั้นทำการลดรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรโดยดูตามกระบวนการทำงานผนวกกับเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละกระบวนการย่อย ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5
แผนภูมิการไหลของงาน

แผนภูมิหมายเลข 1			สรุปผล				
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ/ พนักงาน			กิจกรรม	ปัจจุบัน (Sec)	หลังปรับปรุง	ลดลง	
Hard disk drive 3.5 นิ้ว			ปฏิบัติงาน 	13.65			
			เคลื่อนย้าย 	19.61			
กิจกรรม: กระบวนการผลิต			ล่าช้า 	0			
ขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจรเข้ากับ			ตรวจสอบ 	3.89			
ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์			เก็บ 	0			
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน			ระยะทาง				
สถานที่: western digital (thailand)			เวลา	37.15			
บันทึกโดย นายพงศธร หนนุศรีแก้ว			ต้นทุน				
วันที่ 10/09/2010			ค่าแรง				
			ค่าวัสดุ				
คำอธิบาย	Qty	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์			
วางไดรฟ์			2.70				
วาง Gasket และ PCBA			3.46				
กดปุ่มสตาร์ท			1.17				
ฟีกเจอร์ล่าเสียงหมุน			1.09				
สแกน หมายเลข PCBA และ ไดรฟ์			1.00				
ฟีกเจอร์ล่าเสียงหมุน			1.09				
ชั้นสกรูตำแหน่งที่1			2.58				
ชั้นสกรูตำแหน่งที่2			3.69				
ชั้นสกรูตำแหน่งที่3			3.44				
ชั้นสกรูตำแหน่งที่4			3.94				
ฟีกเจอร์ล่าเสียงหมุน			1.09				
ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนลง			2.68				
ตรวจเงื่อนไขของสกรู			2.89				
ตัวตรวจสอบสกรูเคลื่อนขึ้น			2.54				
ฟีกเจอร์ล่าเสียงหมุน			1.09				
เอาไดรฟ์ออก			2.70				

จากตารางที่ 3.5 ทำการหาว่าที่กระบวนการย่อยใดมีรอบการทำงานที่มากที่สุด โดยทำการลำดับรอบเวลาในแต่ละกระบวนการย่อยจากมากที่สุดไปยังน้อยสุดเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการทำการลดรอบเวลา ซึ่งสามารถหาแนวทางการปรับปรุงได้ดังนี้

3.5.1 ระยะทางของการเคลื่อนที่ของหัวขั้วสกรูในแนวแกน Z เป็นระยะทางในการเคลื่อนที่ที่ไม่ได้ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากระยะทางในแนวแกน Z เดิมก่อนการปรับปรุงมีระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งหมด เท่ากับ 150 มิลลิเมตรทำให้กระบวนการเสียเวลาไปกับการเคลื่อนที่ในแนวแกนนี้มากเกินไป ดังนั้นจึงต้องทำการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกนนี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากการวิเคราะห์ทางด้านส่วนประกอบของเครื่องจักรเราสามารถทำการยกกระดานของตัวฟิกเจอร์ขึ้นมาอีกได้ 40 มิลลิเมตรซึ่งเป็นระยะที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้หากทำการยกกระดานมากกว่านี้จะทำให้เกิดปัญหาคือ ปัญหาในการเอางานเข้าและเอางานออกจากกระบวนการที่กระบวนการย่อยที่ 1 เพราะที่ระดับความสูงที่มากเกินไปของตัวฟิกเจอร์ทำให้ทำให้พนักงานฝ่ายปฏิบัติการทำงานไม่สะดวก ส่วนอีก 40 มิลลิเมตรก็จะทำการลดระดับของหัวขั้วสกรูลงมาให้มากที่สุด คือลดลงมาอีก 40 มิลลิเมตร หากทำการลดระดับให้ลงมามากกว่านี้จะทำได้เพราะชุดป้อนสกรูมายังหัวขั้วสกรูจะชนกับแกนของมอเตอร์แกน X ดังนั้นสรุปว่าแผนการปรับปรุงระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z นั้นสามารถทำการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ได้ทั้งหมดเท่ากับ 80 มิลลิเมตร คือ ทำการยกตัวฟิกเจอร์ขึ้น 40 มิลลิเมตรซึ่งเป็นระยะที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และทำการลดระดับของหัวขั้วสกรูลง 40 มิลลิเมตรซึ่งเป็นระยะที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เช่นเดียวกัน

การเคลื่อนที่ลงและขึ้นของหัวขั้วสกรู ซึ่งมีระยะ ในแนวแกน z อยู่ที่ 150 มิลลิเมตร จากเวลาที่ใช้ในการขันสกรูทั้งหมดที่ 14.15 วินาที การเคลื่อนที่ขึ้นลงของแกน z ทั้ง 4 ตำแหน่ง รวมกันเท่ากับ 10.3 วินาที (จากตารางที่ 3.4) และระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน z ทั้ง 4 รูสกรู เท่ากับ 1,200 มิลลิเมตร แสดงว่ามีความเร็วในการเคลื่อนที่ เท่ากับ 116.5 มิลลิเมตรต่อวินาทีหากสามารถลดระยะทางในการเคลื่อนที่ลงของหัวขั้วสกรูได้ในแต่ละตำแหน่งได้ 8 มิลลิเมตร จะทำให้เหลือเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวขั้วสกรูเท่ากับ

$$(150 \text{ มิลลิเมตร} * 2 * 4 \text{ ตำแหน่ง}) - (80 \text{ มิลลิเมตร} * 2 * 4 \text{ ตำแหน่ง}) = 560 \text{ มิลลิเมตร}$$

แสดงว่าเหลือเวลาที่หัวขั้วสกรูใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นลงทั้งหมด

$$560 \text{ มิลลิเมตร} / 116.5 \text{ มิลลิเมตรต่อวินาที} = 4.8 \text{ วินาที}$$

ตารางที่ 3.6

การจับเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวชั้นสกรูของเครื่อง Panarobot

TIME STUDY SHEET											
STUDY NO :		001	STUDIED BY :		Pongsathorn N.		SHIFT/GROUP :		A		
OPERATION :		Panarobot M	STUDIED ON :		10-ก.ย.-09		SHEET NO : PAGE		1	OF	1
PRODUCT :		All	COMPILED ON :		10-ก.ย.-09		RELAX ALLOWANCE : 9%				
MAI REVISION :		Rev. 01	MODULE / LINE :				S/W REVISION :				
No.	Element Description	Observed Time (Sec)					Freq. /Cycle	Avg./Unit (Sec)	Rating (%)	B.T (Sec)	S.T (Sec)
		A	B	C	D	E					
1	นำชั้นสกรูเคลื่อนที่ขึ้นลง	2.50	2.58	2.39	2.62	2.78		1.00	2.58	100.00	2.58

3.5.1.1. การหาจำนวนครั้งการจับเวลาของ การขึ้นสกรูตำแหน่งที่ 4

จากการจับเวลาในชั้นเบื้องต้น 5 ครั้ง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังตารางที่ 3.6

การคำนวณ

จากข้อมูลข้างต้นจะคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังนี้

$$\bar{x} = 2.574, \sum_{i=1}^5 x_i = 12.87, S_x = 0.14, S_x = \frac{S_x}{\sqrt{N}} = \frac{0.14}{\sqrt{5}} = 0.063$$

จากตารางการแจกแจง t เมื่อ $v = n-1 = 4$ นำไปเปิดตาราง t จะได้ค่า $t_{0.025,4} = 2.776$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อนำไปหาค่า } \mu \text{ จะได้ } \mu &= \bar{x} - (t_{\frac{\alpha}{2}} \times S_x) \\ &= 2.574 - (2.776 \times 0.063) \\ &= 2.4 \end{aligned}$$

และค่าความแม่นยำของ μ จะเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล} &= \pm \frac{t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_x}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \pm ((2.776 \times 0.063) / 2.547) \times 100\% \\ &= \pm 8.3\% \end{aligned}$$

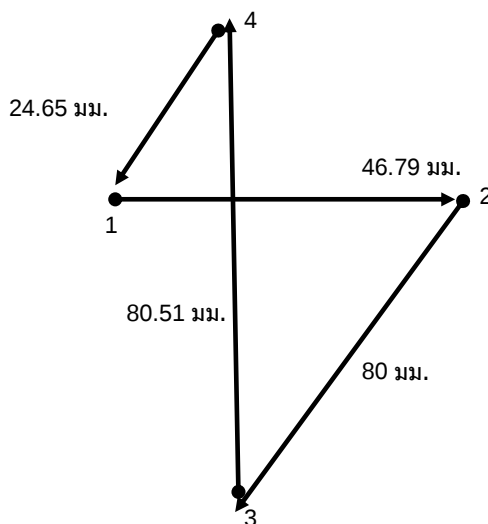
แสดงว่าข้อมูลที่เก็บมา 5 ครั้งไม่มีความเพียงพอที่ความเชื่อมั่น 95% ต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

3.5.2 ระยะการเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ 1 จนถึงตำแหน่งที่ 4 เป็นอีกส่วนหนึ่ง ที่ต้องการปรับปรุงรอบเวลาในการเคลื่อนที่ โดยทำการออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหัวขั้ว สกรูใหม่ให้มีระยะทางในการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะจากเดิมระยะทางในการ เคลื่อนที่ในแนวระนาบ (แกน x, y) ของหัวขั้วสกรูมีระยะทางในการเคลื่อนที่ทั้งหมดดังแสดงใน ภาพที่ 3.20 เท่ากับ 231.94 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงทำการออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่ของหัวขั้วสกรู ใหม่ให้มีระยะทางการเคลื่อนที่ให้สั้นที่สุดโดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.21 จะทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ลดลงจากเดิม 35.34 มิลลิเมตรจากเดิม 231.94 มิลลิเมตร เหลือเพียง 196.6 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงต้องทำการกำจัดหรือลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของหัว ขั้วสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) ลง ตามภาพที่ 13.20 เท่ากับ 231.94 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการ เคลื่อนที่ทั้งหมดเท่ากับ

เวลาในการเคลื่อนที่ของการขั้วสกรูทั้งหมด 14.15 วินาที – เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัว ขั้วสกรู 10.28 วินาที = 3.87 วินาที

ดังนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ในการเปลี่ยนตำแหน่งขั้วสกรูเท่ากับ

ระยะทางทั้งหมดในการเคลื่อนที่ 231.94 มิลลิเมตร / เวลาในการเคลื่อนที่ 3.87 วินาที = 59.93 มิลลิเมตรต่อวินาที

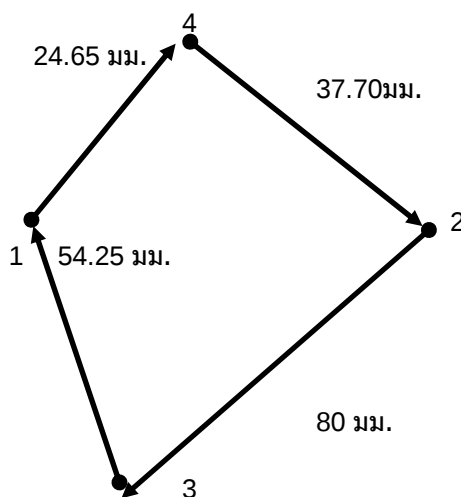


ภาพที่ 3.20

การเปลี่ยนตำแหน่งการขั้วสกรูของเครื่องก่อนปรับปรุง Panarobot

หากทำการหารระยะทางที่เคลื่อนที่ในการเปลี่ยนตำแหน่งของสกรูเพื่อทำการขันสกรูให้ครบทั้ง 4 ตำแหน่งโดยใช้ระยะทางในการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุดดังภาพที่ 3.21 เท่ากับ 196.6 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมดเท่ากับ 59.93 วินาที ดังนั้นเวลาในการเคลื่อนที่ของการขันสกรูทั้งหมด

ระยะทางทั้งหมดในการเคลื่อนที่ 196.6 มิลลิเมตร / ความเร็วในการเคลื่อนที่ 59.93 มิลลิเมตรต่อวินาที = 2.83 วินาที



ภาพที่ 3.21

การเปลี่ยนตำแหน่งการขันสกรูของเครื่อง Panarobot ตามแผนการปรับปรุง

รวมเวลาหลังการวางแผนการปรับปรุงจากการลดระยะในแนวแกน z เท่ากับ 4.8 วินาทีและการเปลี่ยนตำแหน่งการขันสกรู 2.83 วินาที แสดงว่ากระบวนการย่อยที่ 3 การขันสกรูใช้เวลาทั้งหมด 7.63 วินาทีจากเดิม 14.15 วินาที สามารถลดรอบการทำงานของกระบวนการย่อยนี้ลงได้ 6.52 วินาที

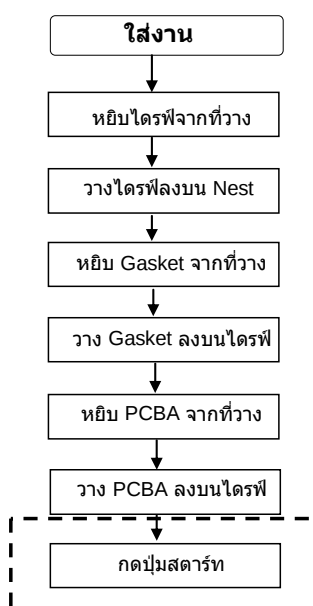
3.5.3 รอบเวลาของกระบวนการย่อยที่ 1 เอาไดรฟ์ออกและประกอบไดรฟ์ ซึ่งการเคลื่อนไหวของพนักงานที่ใช้ในการกดปุ่มสตาร์ท ดังแสดงในภาพที่ 3.22 นั้นสามารถทดแทน

ได้ด้วยการใช้ เซ็นเซอร์ม่านแสง (Light curtain sensor) ซึ่งสามารถลดรอบการทำงานในส่วนนี้ลงได้อีกส่วนหนึ่ง จากเดิม 10.24 วินาที เหลือ 9.08 วินาที โดยลดขั้นตอนการกดปุ่มสตาร์ทลง 1.16 วินาที ซึ่งสามารถลดการทำงานของพนักงานฝ่ายการผลิตได้อีกหนึ่งขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.22

การกดปุ่มสตาร์ทของพนักงานฝ่ายผลิต



ภาพที่ 3.23

ลดการทำงานของพนักงานฝ่ายผลิตที่ใช้เครื่อง Panarobot ตามแผนการปรับปรุง

ตามแผนการปรับปรุงจะได้ว่าเวลาในการทำงานในแต่ละสถานีย่อย รอบเวลาการทำงานที่นานที่สุดคือ สถานีย่อยที่ 1 เป็นการทำงานของพนักงาน ซึ่งจะอยู่ที่ 8.76 วินาที รวมกับเวลาที่ใช้ในการหมุนฟีกเจอร์อีก 1.09 วินาที เป็นรอบเวลาการทำงานโดยรวมของเครื่อง Panarobot เท่ากับ 9.89 วินาที ตามแผนการปรับปรุงนี้คาดว่าจะสามารถลดรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot จากเดิม 15.24 วินาที เหลือ 9.89 วินาที คิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8

เปรียบเทียบรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot ก่อนและตามแผนการปรับปรุง

ตารางเปรียบเทียบแผนการปรับปรุงรอบการทำงานของเครื่อง Panarobot				
	สถานีย่อยที่1	สถานีย่อยที่2	สถานีย่อยที่3	สถานีย่อยที่4
ก่อนการปรับปรุง	10.28 วินาที	1 วินาที	14.15 วินาที	8.15 วินาที
หลังการปรับปรุง	9.12 วินาที	1 วินาที	7.63 วินาที	8.15 วินาที
การปรับปรุง	1.16 วินาที	0 วินาที	6.52 วินาที	0 วินาที