

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามาก ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา การกีฬา อุตสาหกรรม และอื่นๆ อีกมากมายเพื่อความสะดวกสบาย รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำในการทำกิจกรรมต่างๆ จึงมีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีช่วยในการจัดการและพัฒนาในแต่ละด้าน อีกทั้งยังช่วยลดทรัพยากรธรรมชาติหลายๆ อย่างอีกด้วย

ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในด้านการผลิต การตลาด การจ้างงาน การพัฒนาเทคโนโลยี และความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ อีกหลายประเภท ซึ่งในด้านการลงทุน ประเทศไทยเป็นศูนย์รวมของผู้ผลิตรายานยนต์ทั่วโลก ทั้งค่ายญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกาเหนือ เป็นฐานการผลิตอันดับ 1 ของอาเซียน และเป็นผู้ส่งออกรายานยนต์รายใหญ่ระดับ 1 ใน 10 ของโลก ได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย สหรัฐอเมริกา บราซิล ไทย เยอรมนี ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส เม็กซิโก และอินโดนีเซีย โดยไทยมีศักยภาพในการผลิตรถยนต์ที่มีความเฉพาะใน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รถปิกอัพ 1 ตัน รถยนต์ประหยัดพลังงาน (Eco-Car) และ รถยนต์ขนาดเล็กคุณภาพสูง ซึ่งในส่วนของรถจักรยานยนต์ ไทยมีการผลิตเป็นอันดับ 3 รองจากอินโดนีเซีย และเวียดนาม

ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ นั้นมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น นั้นหมายความว่า การควบคุมคุณภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งชิ้นส่วนที่มีคุณภาพย่อมมีความสำคัญและมีบทบาทมากขึ้นด้วย การออกแบบ การเลือกชนิดและวิธีการของการควบคุมคุณภาพ จึงเป็นเรื่องจำเป็นและมีความสำคัญสอดคล้องกับกระบวนการผลิต การผลิตชิ้นส่วนอย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องมีการบันทึกผลการวัดและตรวจสอบตามช่วงเวลาเพื่อนำมาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตและเป็นข้อมูลในการรับประกันคุณภาพสินค้าเมื่อส่งมอบ ดังนั้นการจัดการข้อมูลที่ได้จากการวัดและการตรวจสอบ จึงมีความสำคัญเพราะมีความจำเป็นในการเก็บบันทึก ถ้าข้อมูลเหล่านี้สูญหายหรือจัดเรียงไม่เป็นระบบ อาจส่งผลกระทบกับการผลิตในช่วงเวลานั้นๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบสื่อสารข้อมูลการวัดแบบไร้สายยูเอฟของบริษัทโตโย
2. เพื่อศึกษานำฐานข้อมูลโพสต์เกรสคิวแอลมาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการวัดในกระบวนการผลิต
3. เพื่อนำเทคโนโลยีการจัดการและเครื่องมือทางสถิติคิวซีเซเวนทูลส์ข้อมูลมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ วิเคราะห์และแสดงผลสำหรับการวัดเชิงมิติ
4. เพื่อนำเทคโนโลยีมาช่วยในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้เกิดความเสถรมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. รองรับการทำงานเชื่อมต่อกับระบบยูเอฟของบริษัทโตโย
2. สามารถใช้ได้กับดิจิตอลคาลิเปอร์ ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ และดิจิตอลไฮเกจ ของบริษัทโตโย
3. รองรับการทำงานเชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดที่อยู่ยูเอฟพร้อมกันไม่น้อยกว่าสี่ตัว
4. ใช้แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์
5. ใช้ฐานข้อมูลโพสต์เกรสคิวแอลในการจัดเก็บข้อมูลการวัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้การทำงานของระบบสื่อสารข้อมูลการวัดแบบไร้สายยูเอฟของบริษัทโตโย
2. ได้เรียนรู้การนำฐานข้อมูลโพสต์เกรสคิวแอลมาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการวัดในกระบวนการผลิต
3. ได้เรียนรู้การนำเทคโนโลยีการจัดการข้อมูลและเครื่องมือทางสถิติคิวซีเซเวนทูลส์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ วิเคราะห์และแสดงผลสำหรับการวัดเชิงมิติ
4. ได้เรียนรู้การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้เกิดความเสถรมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ โดยส่วนประกอบหลักของโครงงานปริญญานิพนธ์ประกอบด้วย

- ระบบสื่อสารข้อมูลการวัดแบบไร้สายยูเวฟของมิตูโตโย (U-WAVE)
- โปรแกรมฐานข้อมูลโพสต์เกรสคิวแอล (PostgreSQL)
- คิวซีเซเวนทูลส์ (QC 7 Tools)
- ดิจิตอลคาลิเปอร์ (Digital Caliper)
- ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Micrometer Digital)
- ดิจิตอลไฮเกจ (Digital Height Gauge)

2.1 ระบบสื่อสารข้อมูลการวัดแบบไร้สายยูเวฟของบริษัทมิตูโตโย

ยูเวฟ (U-WAVE) เป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลการวัดด้วยการเชื่อมต่อแบบไร้สาย สามารถบันทึกข้อมูลกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ทันที โดยหลักการทำงานเหมือนการป้อนข้อมูลโดยใช้คีย์บอร์ด ทำให้การบันทึกข้อมูลทำได้ในทุกโปรแกรมพื้นฐาน เช่น โปรแกรมเอ็กเซล (Excel) หรือเวิร์ด (Word) ลดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล และยังสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดพร้อมกันได้ถึง 100 ตัว

ยูเวฟช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลแบบไร้สายจากเครื่องมือวัดสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปได้ง่าย โดยใช้โปรโตคอลแบบดิจิตอล (Digimatic Protocol) กระบวนการทำงานการวัดมีความสะดวกมากขึ้นเพราะช่วยขจัดปัญหาระยะการเดินทางของข้อมูลผ่านระบบสาย ที่ยาวและยุ่งยากให้หมดไปใช้งานได้ง่ายทำให้สามารถโหลดข้อมูลใส่โปรแกรมซอฟต์แวร์ทุกชนิดที่รองรับการทำงานจากคีย์บอร์ด เช่น โปรแกรมเอ็กเซล (Excel) หรือแผ่นจดบันทึก (Notepad) โดยมีระยะการรับสัญญาณได้ไกลถึง 20 เมตร และระบบยังให้ความยืดหยุ่นของการบันทึกข้อมูลไว้ในหลายกรณี

ด้วยคุณสมบัติของยูเวฟ จุดที่ทำการวัดและเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กัน จึงช่วยให้สามารถออกแบบผังของสถานที่ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นยิ่งไปกว่านั้นยูเวฟ ไม่มีข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้จึงสามารถทำการวัดชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้โดยสะดวก ทำให้ยูเวฟเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดที่มีรูปร่างยาว ซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังในการใช้งาน และผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มปริมาณข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บในช่วงเวลาหนึ่งๆ ได้

ประสิทธิภาพการทำงานของยูเวฟ

1. มีความสะดวกสบายในการใช้งานมากขึ้น เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณแบบไร้สาย
2. ระบบไร้สายที่มีเสถียรภาพสูงด้วยมาตรฐานกำหนดพื้นที่ของเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล IEEE802.15.4
3. แสดงผลการเก็บข้อมูลด้วยไฟ LED และระบบเสียงแจ้งเตือน
4. การป้องกันดีเยี่ยมด้วยประสิทธิภาพการกันฝุ่น และกันน้ำตามมาตรฐาน IP67

2.1.1 ยูเวฟที (U-Wave-T)

ยูเวฟทีเป็นตัวส่งสัญญาณจากเครื่องมือวัดไปยังตัวรับสัญญาณ ในเชิงการทำงาน เครื่องยูเวฟทีจะส่งสัญญาณดิจิทัล (เครื่องยูเวฟทีสามารถเสียบต่อเข้ากับดิจิทัลพอร์ตหรือสายเคเบิลขนาดสั้นได้) ไปยังยูเวฟอาร์ (U-Wave-R) ทั้งนี้ตัวยูเวฟทีมีทั้งไฟแอลอีดี (LED) และเสียงออด (Buzzer) เพื่อแจ้งเตือนผลการรับส่งข้อมูล

ยูเวฟทีแบบ IP67 มีระบบป้องกันฝุ่นและน้ำระดับมาตรฐาน IP67 และสามารถใช้ได้กับเครื่องมือวัดอื่นๆ ที่ได้รับการรองรับมาตรฐาน IP67 เพื่อใช้ในสภาพการทำงานที่มีความต้องการทางการผลิตสูง สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดได้ถึง 100 ตัวผ่านยูเวฟอาร์ (U-Wave-R) หนึ่งชุด ขณะเดียวกันก็ยังสามารถเพิ่มชุดเชื่อมต่อยูเวฟอาร์นี้ได้ถึง 16 เครื่องโดยใช้ตัวขยายการเชื่อมต่อ (USB hub) เสริม ตัวอย่างยูเวฟทีแสดงดังรูปที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ยูเวฟที (U-WAVE-T)

2.1.2 ยูเวฟอาร์ (U-WAVE-R)

ยูเวฟอาร์เป็นตัวรับสัญญาณจากยูเวฟที่แปลงสัญญาณคอมพิวเตอร์เพื่อป้อนข้อมูล ซึ่งจะรับข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมเอ็กเซล (Excel) หรือซอฟต์แวร์การควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ (Statistical Process Control : SPC) ผ่านซอฟต์แวร์ยูเวฟแพ็ก (U-Wavepak) ที่มาพร้อมอุปกรณ์เพื่อวิเคราะห์ผลการวัดต่อไปยูเวฟอาร์หนึ่งตัวสามารถใช้ร่วมกับยูเวฟที่ได้มากถึง 100 ตัว ตัวอย่างยูเวฟอาร์แสดงดังรูปที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ยูเวฟอาร์ (U-WAVE-R)

2.1.3 อุปกรณ์ป้อนข้อมูลยูเอสบีโดยตรง (USB Input Tool Direct: USB-ITN)

ในกระบวนการตรวจวัดขนาดของชิ้นงานซึ่งมีขั้นตอนการวัดที่ซับซ้อนเนื่องจากความหลากหลายด้านมิติของรูปร่างชิ้นงาน ตลอดจนความเข้าใจ ความพิถีพิถัน รวมทั้งทัศนคติของพนักงานที่ทำการวัดองค์ประกอบทั้งหลายที่กล่าวมาล้วนมีผลต่อความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบการวัดทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้บริษัทมิตุโตโยจึงทำการพัฒนาอุปกรณ์ป้อนข้อมูลยูเอสบีโดยตรง และยูเวฟขึ้นมาเพื่อลดความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการวัด

อุปกรณ์ป้อนข้อมูลยูเอสบีโดยตรงของบริษัทมิตุโตโย ประกอบด้วยสายเคเบิลยาว 2 เมตร ปลายด้านหนึ่งเป็น ปลั๊ก (มีลักษณะต่างกับชิ้นอยู่กับชนิดเครื่องมือวัด A-G ในภาพ) ต่อเข้ากับเครื่องมือวัด ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเป็นหัวยูเอสบีสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับยูเอสบีพอร์ตของคอมพิวเตอร์ ลักษณะการทำงานไม่ยุ่งยากเพียงแค่นำสวิตช์ข้อมูลที่ปลั๊ก ข้อมูลการวัดก็จะถูกส่งไปยังโปรแกรมเอ็กเซล (Excel) หรือแผ่นจดบันทึก (Notepad) บนคอมพิวเตอร์ทันที สามารถใช้ได้กับวินโดวส์ (Windows) ทั่วไป Windows 7, Vista, XP SP2 หรือ 2000 โดยไม่ต้องลงไดรฟ์เวอร์เพราะเป็นอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับวินโดวส์อยู่แล้ว ตัวอย่างอุปกรณ์ป้อนข้อมูลยูเอสบีโดยตรง (USB Input Tool Direct: USB-ITN) แสดงดังรูปที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์ USB Input Tool Direct: USB-ITN

2.2 โปรแกรมฐานข้อมูลโพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL)

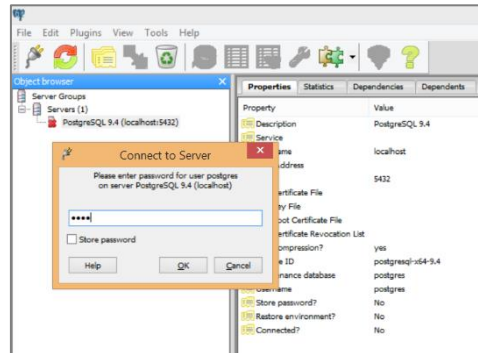
ในยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญต่อความก้าวหน้าขององค์กร สำหรับองค์กรธุรกิจที่มีข้อมูลมากกว่าถือว่านำหน้าธุรกิจอื่นๆ อยู่เสมอ ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลเชิงเศรษฐกิจ หากเป็นข้อมูลในระบบจำเป็นต้องมีโปรแกรมสำหรับการจัดการข้อมูล โดยโปรแกรมสำหรับการจัดการฐานข้อมูลจะมีลักษณะการใช้งานที่ต่างกัน อยู่ที่แต่ละองค์กรเลือกใช้ สำหรับโปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอล เป็นอีกโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่ทันสมัย และยังไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย รองรับระบบปฏิบัติการหลายรูปแบบ

โพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL) หรือนิยมเรียกว่า โพสท์เกรส (Postgres) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลในลักษณะของซอฟต์แวร์เสรีภายใต้สัญญาอนุญาตบีเอสดี ชื่อเดิมของซอฟต์แวร์คือ โพสท์เกรส ซึ่งต่อมาได้ถูกเปลี่ยนเป็นโพสท์เกรสคิวแอล โดยประกาศออกมาจากทีมหลักในปี 2550 ชื่อของโพสท์เกรสมาจากชื่อโพสท์อินเกรส (post-Ingres) ซึ่งหมายถึงตัวซอฟต์แวร์ที่พัฒนาต่อจากซอฟต์แวร์ชื่ออินเกรส

โพสท์เกรสคิวแอล เรียกได้ว่าเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (object-relational) แบบ ORDBMS โดยสามารถใช้รูปแบบคำสั่งของภาษาเอสคิวแอล (SQL) ได้เกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังเป็นระบบฐานข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดของซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ดังนั้น โพสท์เกรสคิวแอลเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลอีกหนี่งทางเลือกสำหรับหลายๆองค์กร เพื่อช่วยในการจัดการฐานข้อมูลต่างๆให้เป็นไปตามแผนการดำเนินการที่วางไว้ โปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอลเป็นที่นิยมอย่างมากเพราะสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และยังมีการอัปเดตให้ทันสมัยอยู่เสมอแล้ว ตัวอย่างสัญลักษณ์โปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL) และตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL) แสดงดังรูปที่ 24-25



ภาพที่ 2.4 สัญลักษณ์โปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL)



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมโพสท์เกรสคิวแอล (PostgreSQL)

2.3 คิวซีเซเวนทูลส์ (QC 7 Tools)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้ มีที่มาจากองค์กรหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น ชื่อว่า Union of Japanese Scientists and Engineers และกลุ่ม Quality Control Research Group ซึ่งได้ถูกจัดตั้งขึ้น ในปี ค.ศ. 1946 เพื่อค้นคว้าและทำการศึกษา ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมภายในประเทศของญี่ปุ่น โดยมีจุดหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าของญี่ปุ่นให้สามารถเข้าสู่การแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างทัดเทียมประเทศผู้นำทางเศรษฐกิจในสมัยนั้นอย่างอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก

จากนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards) หรือ JIS marking system ได้นำมาบังคับใช้เป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 และยังได้มีการเปิดสัมมนาทางวิชาการด้านการควบคุมคุณภาพให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ โดยมีผู้เชี่ยวชาญระดับโลกอย่าง Dr. W. E. Deming เป็นผู้นำในโครงการ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาคุณภาพ ซึ่งต่อมาก็ได้มีการตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียงทั่วโลก เพื่อมอบให้กับองค์กรอุตสาหกรรมหรือโรงงานที่มีการพัฒนาด้านคุณภาพดีเด่นของญี่ปุ่น

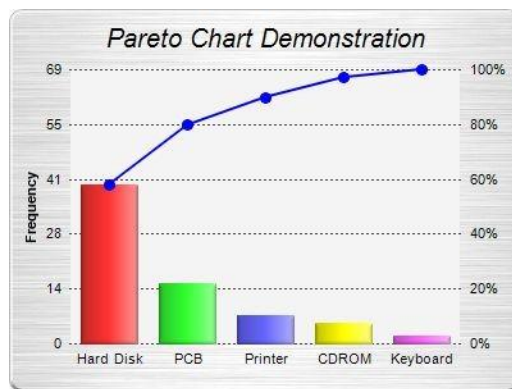
ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 ทางญี่ปุ่นได้เชิญ Dr. J. M. Juran มาทำการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักการควบคุมคุณภาพ เพื่อสร้างรากฐานความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกฝ่าย นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและ

รวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ ทั้ง 7 ชนิด ที่เรียกกันว่า 7 QC Tools มาใช้อย่างแพร่หลายจนทุกวันนี้

เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิดที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้ทั่วโลกนั้น มีดังต่อไปนี้

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

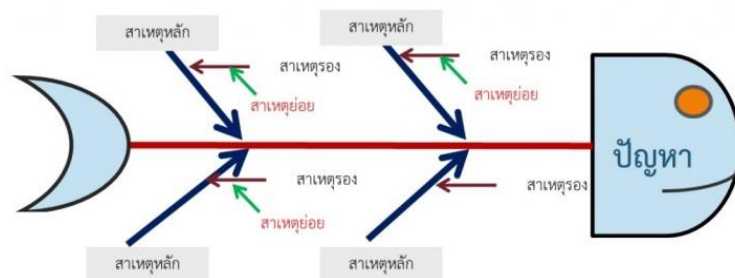
แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือ แผนภูมิแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ชื่อแผนภูมิมิที่มาจากชื่อของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ Vilfredo Federico Damaso Pareto ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการนี้ขึ้นเอง ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตแสดงดังรูปที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

2. ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

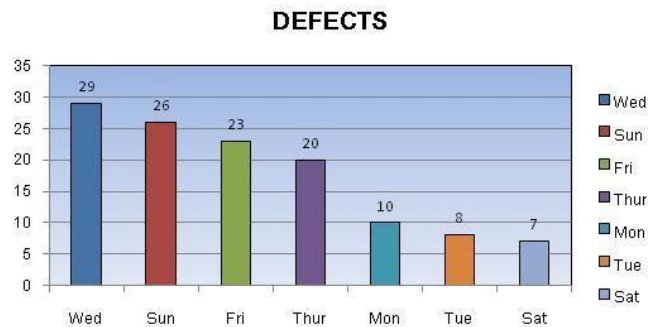
เรียกอีกอย่างว่า ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังก้างปลาเข้ามาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผล แสดงดังรูปที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

3. กราฟ (Graph)

กราฟ (Graph) คือ แผนภาพประเภทใดประเภทหนึ่งที่เป็น การนำเสนอข้อมูลเป็นรูปภาพ แทนคำบรรยาย โดยมีเป้าหมายหลักคือ ต้องทำให้ผู้ที่ดูกราฟสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด ตัวอย่างกราฟแสดงดังรูปที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟ (Graph)

4. ใบตรวจสอบ (Checksheet)

ใบตรวจสอบ (Checksheet) หรือที่นิยมเรียกกันว่า Check Sheet เป็นแผ่นงานที่ได้ ออกแบบมาอย่างเฉพาะเจาะจงต่องานนั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลสำคัญ ๆ ได้ง่ายและเป็น ระบบ ตัวอย่างใบตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 2.9

บริษัท ก อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด
ใบตรวจสอบการพบการปนเปื้อนในกระบวนการ

ชื่อผลิตภัณฑ์: ข้าวโอ๊ตเสริมใยอาหาร ผู้ตรวจสอบ: วิศวกร วันที่: 15-22 เมษายน 39

ข้อกำหนดเฉพาะ: 505 ± 10 กรัม ช่วงเวลา: 15-22 เมษายน 39

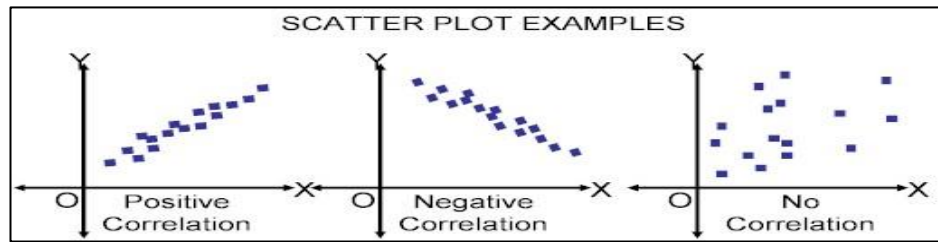
เครื่องจักร	พนัก งาน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
# 01	ก	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ข	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
# 02	ค	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ง	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

หมายเหตุ: ● น้ำหนักผิดข้อกำหนด ○ ปริมาณผิดปกติ □ อื่น ๆ

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Checksheet)

5. ผังการกระจาย (Scatter Diagram)

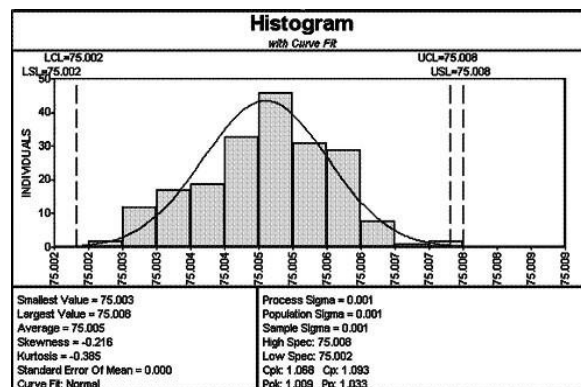
ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจาก ความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง ตัวอย่างผังการกระจายแสดงดังรูปที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างผังการกระจาย (Scatter Diagram)

6. ฮิสโตแกรม (Histogram)

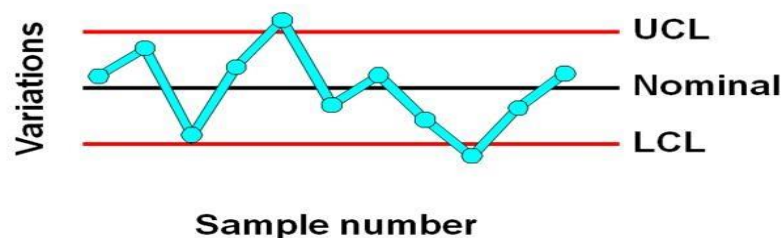
เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่นั้น ๆ โดยแต่ละแท่งจะวางเรียงติดกัน แขนงอนจะกำกับด้วยค่าขอบบนและขอบล่างของชั้นนั้นหรือใช้ค่ากลาง (Midpoint) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าความถี่ในแต่ละชั้น ความสูงของแต่ละแท่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น ตัวอย่างฮิสโตแกรมแสดงดังรูปที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างฮิสโตแกรม (Histogram)

7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

เป็นแผนภูมิที่มีการแสดงค่าที่ยอมรับได้ตาม (ข้อกำหนดทางเทคนิค : Specification) เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการโดยการติดตามผลของข้อมูลที่เกิดขึ้น เทียบกับสเปคและขีดจำกัดบน - ล่าง (Control limit) ที่ได้ทำการคำนวณไว้ตามวิธีการทางสถิติ ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมแสดงดังรูปที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

2.4 ดิจิตอลคาลิเปอร์ (Digital Caliper)

เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานมีการใช้งานมากที่สุดในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้สำหรับวัดขนาดทางด้านมิติ ที่ให้ความละเอียดในการวัดเป็นค่าตัวเลขออกมาเป็นหน่วยมิลลิเมตรและนิ้ว และสามารถใช้วัดได้หลากหลายลักษณะรวมอยู่ในเครื่องมือชิ้นเดียวทั้งขนาด ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง รวมถึงความลึกของวัสดุ นอกจากนี้ยังถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้อย่างสะดวกและให้ค่าที่แม่นยำ เหมาะกับงาน เช่น งานกลึง งานประกอบชิ้นส่วน และจะมีหน้าจอสำหรับโชว์ค่าตัวเลขให้อ่านได้เลย ก็จะสะดวกสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยชำนาญในการอ่านค่าเอง หรือมีปัญหาเรื่องสายตาที่มองเส้นเล็กๆ ไม่ชัดเจน ตัวอย่างดิจิตอลคาลิเปอร์แดงดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ดิจิตอลคาลิเปอร์ (Digital Caliper)

2.4.1 ส่วนประกอบของเวอร์เนียคาลิเปอร์



ภาพที่ 2.14 ส่วนประกอบของเวอร์เนียคาลิเปอร์

1. ปากวัดนอก ใช้วัดขนาดของชิ้นงานด้านนอก เช่น ความโตของต่าง ๆ
2. ปากวัดใน เป็นส่วนที่สัมผัสภายในของชิ้นงาน ใช้ในการวัดขนาดความโตของรูภายในชิ้นงาน
3. แกนวัดลึก เป็นส่วนที่ติดอยู่กับด้านหลังของตัวเลื่อน มีหน้าที่วัดความลึกของชิ้นงาน
4. สเกลหลัก เป็นขีดสเกลที่อยู่บนตัวเวอร์เนีย มีทั้ง 2 ระบบ คือระบบเมตริก และระบบอังกฤษ
5. สเกลเลื่อน เป็นสเกลที่ช่วยในการอ่านค่าให้ละเอียดยิ่งขึ้น
6. เกลียวยึด ใช้ล็อกปากวัดในตำแหน่งที่ต้องการได้สะดวกขึ้น

2.4.2 ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐาน

1. การเตรียมความพร้อมก่อนที่จะใช้วัดให้คลายสกรูล็อกและเลื่อนแถบเลื่อนเพื่อตรวจสอบว่าเวอร์เนียสเกลทำงานอย่างถูกต้อง ก่อนที่จะวัดการทำให้แน่ใจว่าคาลิเปอร์อ่าน 0 เมื่อเลื่อนปิดอย่างเต็มที่ ถ้าอ่านไม่ได้เป็น 0 ปรับขากรรไกรจนกระทั่งอ่านได้ค่าศูนย์ ถ้าไม่สามารถปรับคาลิเปอร์ได้ จะต้องเพิ่มลบที่ถูกต้องชดเชยจากการอ่านครั้งสุดท้าย ทำความสะอาดพื้นผิวที่วัดของทั้งสองเวอร์เนียคาลิเปอร์และวัตถุที่ใช้ในการวัด
2. ปิดขากรรไกรเบา ๆ บนสิ่งที่ต้องการที่จะวัด หากกำลังวัดบางสิ่งบางอย่างให้แน่ใจว่าแกนของส่วนหนึ่งจะตั้งฉากกับคาลิเปอร์ กล่าวคือให้แน่ใจว่ามีการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเต็มรูปแบบ เวอร์เนียมีขากรรไกรสามารถวางรอบวัตถุและขากรรไกรด้านอื่น ๆ ที่ทำเพื่อให้พอดีกับภายในวัตถุ เหล่านี้ขากรรไกรรองสำหรับการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของวัตถุ นอกจากนี้ยังมีบาร์แข็งยื่นออกมาจากคาลิเปอร์ในขณะที่เปิดที่สามารถใช้ในการวัดความลึก

2.4.3 คาลิเปอร์แบบต่าง ๆ

คาลิเปอร์ภายใน

คาลิเปอร์ภายใน ใช้สำหรับวัดความกว้างภายในของวัตถุ มักมีสปริงเป็นตัวช่วยให้ขาทั้งสองของคาลิเปอร์ถ่างออกจากกันได้สะดวก จากภาพ คาลิเปอร์อันบนใช้การถ่างด้วยมือให้ตรงกับขนาดของวัตถุ ส่วนอันล่างใช้สกรูเป็นตัวช่วยดันไม่ให้คาลิเปอร์ที่มีสปริงอยู่แล้วตีกว้างเกินกว่าขนาดวัตถุ

คาลิเปอร์ภายนอก

คาลิเปอร์ภายนอก ใช้สำหรับวัดขนาดวัตถุจากภายนอก ตัวคาลิเปอร์ทำจากเหล็กที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมสูง

คาลิเปอร์แบ่งส่วน หรือวงเวียน

คาลิเปอร์แบ่งส่วน (divider caliper) หรือคาลิเปอร์วงเวียน นิยมใช้ในการกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ในงานช่างโลหะ ปลายของคาลิเปอร์นิยมทำให้แหลมและแข็ง สามารถใช้กำหนดจุดตำแหน่งและวาดวงกลมบนแผ่นโลหะเพื่อเตรียมตัดเป็นรูปโค้งหรือวงกลมต่อไปตามต้องการ นอกจากนี้ยังนิยมใช้ในการวัดระยะทางระหว่างจุดสองจุดบนแผนที่หรือกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EMG) อีกด้วย[6]

คาลิเปอร์ขาอ

คาลิเปอร์ขาอ (Oddleg caliper) หรือคาลิเปอร์กะเทย (hermaphrodite calipers) เป็นคาลิเปอร์ที่มีลักษณะทั่วไปคล้าย ๆ กับคาลิเปอร์แบ่งส่วน แตกต่างกันตรงที่ขาหนึ่งของคาลิเปอร์จะหักงอไป ซึ่งขาที่หักงอนั้นใช้สำหรับหาบนขอบชิ้นงานที่ต้องการวัด ส่วนอีกขาหนึ่งใช้วัดระยะจากจุดอ้างอิง จากภาพ คาลิเปอร์อันบนมีขาส่วนงอขนาดเล็กมาก ส่วนคาลิเปอร์อันล่างมีขาอใหญ่ ทำให้ต้องมีขาตรงที่เปลี่ยนใหม่ได้เมื่อสึกหรอ

เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper)

เป็นคาลิเปอร์ชนิดที่ดัดแปลงจากคาลิเปอร์ทั้งสามชนิดที่กล่าวมาแล้ว คือ เป็นก้ามปูที่ข้างหนึ่งติดไม้บรรทัดยาว อีกข้างติดไม้บรรทัดอันเล็กที่เลื่อนได้ ไม้บรรทัดทั้งสองมีขีดวัดที่เอียงกันตามที่กำหนด การวัดใช้วิธีถ่างเวอร์เนียรออกแล้วปรับให้ตรงกับขนาดสิ่งที่ต้องการวัด ลงสลักยึด แล้วจึงอ่านค่า โดยดูว่า เส้นบนไม้บรรทัดรองเส้นใดตรงกับเส้นที่อยู่บนไม้บรรทัดหลัก ให้ถือเส้นนั้นเป็นทศนิยมตัวท้ายสุดที่จะนำมาต่อกับค่าที่วัดได้จากไม้บรรทัดหลัก

คาลิเปอร์แบบเข็ม (dial caliper)

คาลิเปอร์แบบเข็ม (dial caliper) พัฒนามาจากเวอร์เนีย โดยเปลี่ยนแปลงจากไม้บรรทัดสองอันเลื่อนได้ เป็นเฟืองตรง (pinion) และเฟืองสะพาน (rack) เมื่อขยับคาลิเปอร์ เฟืองสะพานซึ่งเป็นแท่งตรงมีเข็มจะเลื่อน ส่งผลให้เฟืองตรงที่ขั้วอยู่หมุนกลไกที่อยู่บนหน้าปัด โดยมากมักกำหนดให้ครบรอบถ้าเลื่อนเฟืองสะพานไปได้หนึ่งนิ้ว หรือหนึ่งมิลลิเมตร จากความจริงดังกล่าวทำให้เมื่อจะอ่านคาลิเปอร์หน้าปัด จะต้องนำค่าที่อยู่บนไม้บรรทัดหลักมารวมกับค่าที่เข็มชี้บนหน้าปัดด้วย

2.4.4 วิธีการบำรุงรักษาคาลิเปอร์

1. ทำความสะอาดเวอร์เนียคาลิเปอร์ หรือ เวอร์เนียดิจิตอล ทุกครั้ง หลังจากการใช้งานเสร็จ
2. ควรวางเวอร์เนียคาลิเปอร์ หรือ เวอร์เนียดิจิตอล แยกจากเครื่องมืออื่น โดยจะต้องมีบริเวณเฉพาะสำหรับวางเวอร์เนียคาลิเปอร์ ควรเก็บเวอร์เนียไว้บนผ้า ฟองน้ำ หรือกล่องเฉพาะ
3. อย่าเก็บเวอร์เนีย หรือ เวอร์เนียดิจิตอล ในที่ร้อน หรือเย็นจัดเกินไป
4. ไม่ควรนำเวอร์เนียใส่กระเป๋าหลังของกางเกง อาจทำให้คดงอได้
5. ต้องทำความสะอาด และเช็ดน้ำมันกันสนิมทุกครั้งหลังการใช้งาน
6. ก่อนเก็บเวอร์เนียคาลิเปอร์ หรือ เวอร์เนียดิจิตอล ควรหมุนล้อคตั้งระยะห่างของปากวัดประมาณ 2 – 3 มม. ทุกครั้ง
7. ในการเก็บควรแยกเก็บเวอร์เนียไว้ต่างหาก ห้ามวางปนกับเครื่องมือมีคม
8. อย่าให้เวอร์เนียตกกระแทกพื้นจะทำให้ค่าที่วัดผิดพลาด
9. ในหนึ่งสัปดาห์ควรเช็ดน้ำมันอย่างน้อย 1 ครั้ง

2.5 ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Micrometer Digital)

เป็นเครื่องมือวัดความละเอียดที่สามารถวัดได้ทั้งความกว้าง ยาว หรือความหนาของวัตถุที่มีขนาดเล็กและต้องการความละเอียดสูง โดยพื้นฐานการทำงานของไมโครมิเตอร์อาศัยหลักการเคลื่อนที่ตามเส้นรอบวงของเกลียว แล้วแสดงผลจากกระยะที่เคลื่อนไปได้ออกมาเป็นตัวเลขของขนาดวัตถุที่ทำการวัด และจะมีหน้าจอสำหรับโชว์ค่าตัวเลขให้อ่านได้เลย ก็จะสะดวกสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยชำนาญในการอ่านค่าเอง หรือมีปัญหาเรื่องสายตาที่มองเส้นเล็กๆ ไม่ชัดเจน ตัวอย่างดิจิตอลไมโครมิเตอร์ ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Micrometer Digital)

2.5.1 ส่วนประกอบของดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Micrometer Digital)



ภาพที่ 2.16 ส่วนประกอบของดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Micrometer Digital)

1. โครงสร้างลำตัว
2. Anvil
3. Spindle
4. ลูกบิดล็อก
5. Thimble
6. ฉนวนกันความร้อน
7. ปุ่มสั่งงาน
8. จอ LCD
9. ช่องส่งข้อมูลออก (SPC Output)

2.5.2 ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐาน

ไมโครมิเตอร์ทำงานโดยใช้หลักการของสกรู ซึ่งเป็นเครื่องมือกลอย่างง่ายที่ย่อระยะทางยาวไว้บนตัวเกลียวของสกรู การขันสกรูให้ขยับออกหรือเข้าเพียงระยะทางสั้น ๆ ย่อมหมายถึงระยะทางบนเกลียวได้เคลื่อนที่ไปมาก ระยะทางที่เคลื่อนได้บนเกลียวนี้ สามารถนำไปขยายให้เป็นค่าความยาวที่อ่านได้โดยอาศัยหลักการของสกรูเปลี่ยนระยะ (differential screw) ซึ่งเป็นสกรูสองชุดเชื่อมต่อกันแน่นด้วยตัวยึด เมื่อสกรูตัวแรกเลื่อน สกรูตัวหลังจะเลื่อนด้วยระยะทางเท่ากับสกรูตัวแรก แต่อาจมีระยะทางตามเกลียวสูงหรือต่ำกว่าก็ได้ โดยมากมักจะให้สกรูตัวแรก คือตัวที่ต่อกับปากกามีขนาดเล็กกว่าสกรูตัวหลังที่ต่อกับมาตรวัด

ไมโครมิเตอร์บางชนิดต่อสกรูวัดเข้ากับตัวต้านทานปรับค่าได้ ซึ่งความต้านทานที่ได้สามารถนำไปคำนวณเป็นความกว้างของวัตถุด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5.3 ไมโครมิเตอร์แบบต่างๆ

ปัจจุบันไมโครมิเตอร์มีการพัฒนาออกเป็นหลายชนิดเพื่อให้สามารถวัดวัตถุในลักษณะต่าง ๆ ตามความสะดวก จากภาพ มีไมโครมิเตอร์ทั้งหมดสามชนิดได้แก่

ไมโครมิเตอร์ชนิดวัดภายนอก (Outside micrometer) ใช้ในการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของวัตถุปลายไมโครมิเตอร์ขยับเข้า ๆ เข้าด้วยกันผ่านทางกลไกสกรูในการจัดการของคาลิเปอร์ ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของสกรูปรับนาฬิกาที่จะสะท้อนให้เห็นในระดับ ประเภทของการไมโครมิเตอร์ก็คือไมโครมิเตอร์เกลียวซึ่งจะใช้ในการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสกรู

ไมโครมิเตอร์ชนิดวัดภายใน (Inside Micrometer) จะใช้ในการวัดระยะทางภายในของวัตถุเช่นภายในของท่อหรือหัวถังคาลิเปอร์จะต้องพอดีภายในวัตถุและจะต้องมีห้องพักเพื่อให้มีการปรับ ปลายด้านหนึ่งของคาลิเปอร์อยู่กับขอบด้านในและแขนยื่นออกมาคือเม้าออกไปจนกว่าจะสัมผัสด้านอื่นๆขนาด ถูกอ่านในลักษณะเดียวกับคาลิเปอร์นอก

ไมโครมิเตอร์ชนิดวัดความลึก (Depth Micrometer) ถูกใช้บ่อยในการวัดความลึกของหลุมหรือช่อง เพื่อให้แน่ใจว่าการวัดที่แม่นยำฐานหนาต้องอยู่อย่างปลอดภัยบนพื้นผิวเรียบแขนยื่นออกมาเรียกว่าแกนเป็นเม้าเป็นพักผ่อนจนกว่าจะสัมผัสด้านล่าง วัดเป็นระยะทางปลายของแขนได้ย้ายจากฐานของคาลิเปอร์ แขนแทนกันของความยาวที่แตกต่างกันเพื่อเพิ่มช่วงการวัดความลึกของไมโครเมตร

2.5.4 วิธีการบำรุงรักษาไมโครมิเตอร์

1. ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและชิ้นงานก่อนทำการวัด
2. อย่าใช้ไมโครมิเตอร์กับชิ้นงานผิวดิบ หรือหยาบเกินไป
3. เมื่อต้องการหมุนเข้าออกอย่างรวดเร็ว ให้เลื่อนกับฝามือ
4. ใช้หัวหมุนกระทบเลื่อนในการวัดชิ้นงานทุกครั้ง
5. เลือกไมโครมิเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสมกับงาน
6. อย่าหมุนปลดกนกหมุนวัดออกมา เพราะอาจมีฝุ่นเข้าไปได้
7. อย่าวัดชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่
8. อย่าวัดชิ้นงานที่ร้อน เพราะจะทำให้ค่าวัดผิดพลาดได้
9. อย่าเก็บไมโครมิเตอร์รวมกับเครื่องมืออื่น ควรวางบนผ้านุ่ม
10. ควรตรวจสอบผิวสัมผัสแกนรับและแกนวัดอยู่เสมอ
11. ก่อนที่แกนวัดจะสัมผัสชิ้นงาน ควรหมุนหัวหมุนกระทบเลื่อนช้าๆ

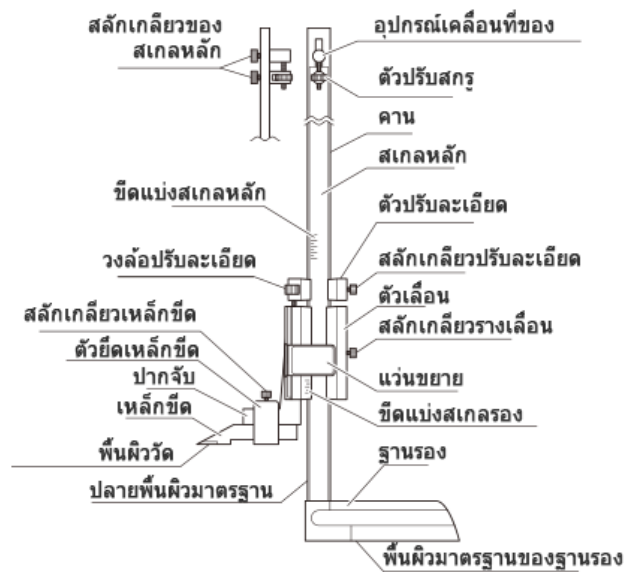
2.6 ดิจิตอลไฮเกจ (Digital Height Gauge)

เป็นเครื่องมือวัดขนาดความสูงสำหรับงานโมเดลหรืองานร่างแบบ (Lay-out) ก่อนทำการผลิตจริง โดยที่ผู้ทำการวัดสามารถขีดรอยเพื่อกำหนดระยะ ขนาด หรือความสูง บนผิวงานได้ด้วย เหล็กฉาก สามารถใช้งานคู่กับโต๊ะระดับหรือแท่นระดับ (Surface Plate) เพื่อให้ได้ระนาบผิวอ้างอิงในการวัด และจะมีหน้าจอสำหรับโชว์ค่าตัวเลขให้อ่านได้เลย ก็จะสะดวกสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยชำนาญในการอ่านค่าเอง หรือมีปัญหาเรื่องสายตาที่มองเห็นเล็กๆ ไม่ชัดเจน ตัวอย่างดิจิตอลไฮเกจ ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 ดิจิตอลไฮเกจ (Digital Height Gauge)

2.6.1 ส่วนประกอบของไฮเกจ (Height Gauge)



ภาพที่ 2.18 ส่วนประกอบของไฮเกจ (Height Gauge)

2.6.2 ขั้นตอนการใช้งานพื้นฐาน

1. การใช้เวอร์เนียร์ส่วนมากจะใช้ทำงานบนแท่นระดับ
2. การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเวอร์เนียร์ไฮเกจทำได้โดยเลื่อนเหล็กขีดลงต่ำสุดให้เหล็กขีดสัมผัสกับแท่นระดับ ให้อ่านค่าขีด 0 ของสเกลหลักตรงกับสเกลเลื่อนหรือไม่ ถ้าไม่ตรงจะต้องปรับให้ตรงก่อนใช้งาน
3. วิธีตรวจสอบโดยใช้แท่งเกจบล็อกตรวจสอบขนาด และอ่านค่าที่เวอร์เนียร์ไฮเกจตรงกับขนาดของเกจบล็อกที่นำมาตรวจสอบหรือไม่
4. การเคลื่อนเวอร์เนียร์ไฮเกจให้จับที่ฐานของเวอร์เนียร์ไม่ควรจับที่สเกลหลัก
5. แท่นระดับที่ใช้ร่างแบบงาน (Lay out) งานควรมีความราบเรียบ
6. การขีดเส้นโดยใช้เวอร์เนียร์ไฮเกจเส้นที่ขีดได้จะขนานกับแท่นระดับเท่านั้น
7. เส้นที่ขีดได้จะมีความคมชัด และได้ขนาดตามต้องการใช้ขีดได้ทั้งโลหะอ่อน และโลหะแข็ง ปลายของเหล็กขีดทำด้วยเหล็กไฮสปีด (High speed) หรือทำด้วยคาร์ไบด์ (Carbide)
8. เวอร์เนียร์ไฮเกจสามารถใช้ประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น นาฬิกาวัด

2.6.3 ไฮเกจแบบต่างๆ

ในปัจจุบันไฮเกจได้ถูกพัฒนามากขึ้นตามลักษณะเฉพาะของโครงสร้างและระบบการทำงาน โดยยังมีลักษณะการใช้งานพื้นฐานที่ไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่ก็มีจุดเด่นที่ต่างกันออกไปในแต่ละประเภท โดยจะถูกแบ่งออก 3 ชนิด ได้แก่

1. เวอร์เนียไฮเกจ (Vernier Height Gauge)

เวอร์เนียไฮเกจ เป็นไฮเกจรูปแบบดั้งเดิม ใช้สำหรับงานวัดความสูงหรือร่างแบบทั่วไป มีการแบ่งสเกลและค่าละเอียดดังนี้

- ระบบเมตริก: มีขนาด 200, 300, 450, 600, 1000 และ 1500 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีค่าความละเอียดที่ 0.02 และ 0.05 มิลลิเมตร
- ระบบนิ้ว: มีขนาด 8, 12, 18, 24 และ 40 นิ้ว ตามลำดับ มีค่าความละเอียดที่ 0.001 นิ้ว

ปัจจุบันมีการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างเป็นแบบไดอัล และดิจิทัลไฮเกจ ที่มีค่าความละเอียดสูงกว่า และสามารถวัดผลได้แม่นยำมากกว่า

2. ไดอัลไฮเกจ (Dial Height Gauge)

ไดอัลไฮเกจ เป็นรูปแบบที่พัฒนาแล้วของไฮเกจแบบธรรมดา โดยจะมีหน่วยวัดเป็นหน้าปัดและสเกลคล้ายกับนาฬิกา โดยแต่ละสเกลมีค่าความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร ทำให้สามารถวัดค่าได้ละเอียด และเที่ยงตรงยิ่งกว่าไฮเกจแบบธรรมดา ทำให้เป็นที่นิยมมากๆ ในสายงานการผลิต

3. ดิจิทัลไฮเกจ (Digital Height Gauge)

ดิจิทัลไฮเกจ เป็นอีกขั้นของการพัฒนาของไฮเกจ โดยเปลี่ยนระบบการวัดเป็นแบบไฟฟ้า วัดผลและแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลขผ่านทางจอแสดงผล มีค่าความละเอียดที่ 0.01 และ 0.005 มิลลิเมตร จึงทำให้มีความแม่นยำสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอื่นๆ

นอกจากประสิทธิภาพที่เหนือกว่าไฮเกจตัวอื่นๆ แล้ว ดิจิทัลไฮเกจยังสามารถใส่ฟังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เข้ามาเพื่อช่วยให้การใช้งานที่สะดวกขึ้นอีกด้วย เช่น การส่งผลการวัดเข้าระบบคอมพิวเตอร์

2.6.4 วิธีการบำรุงรักษาไฮเกจ

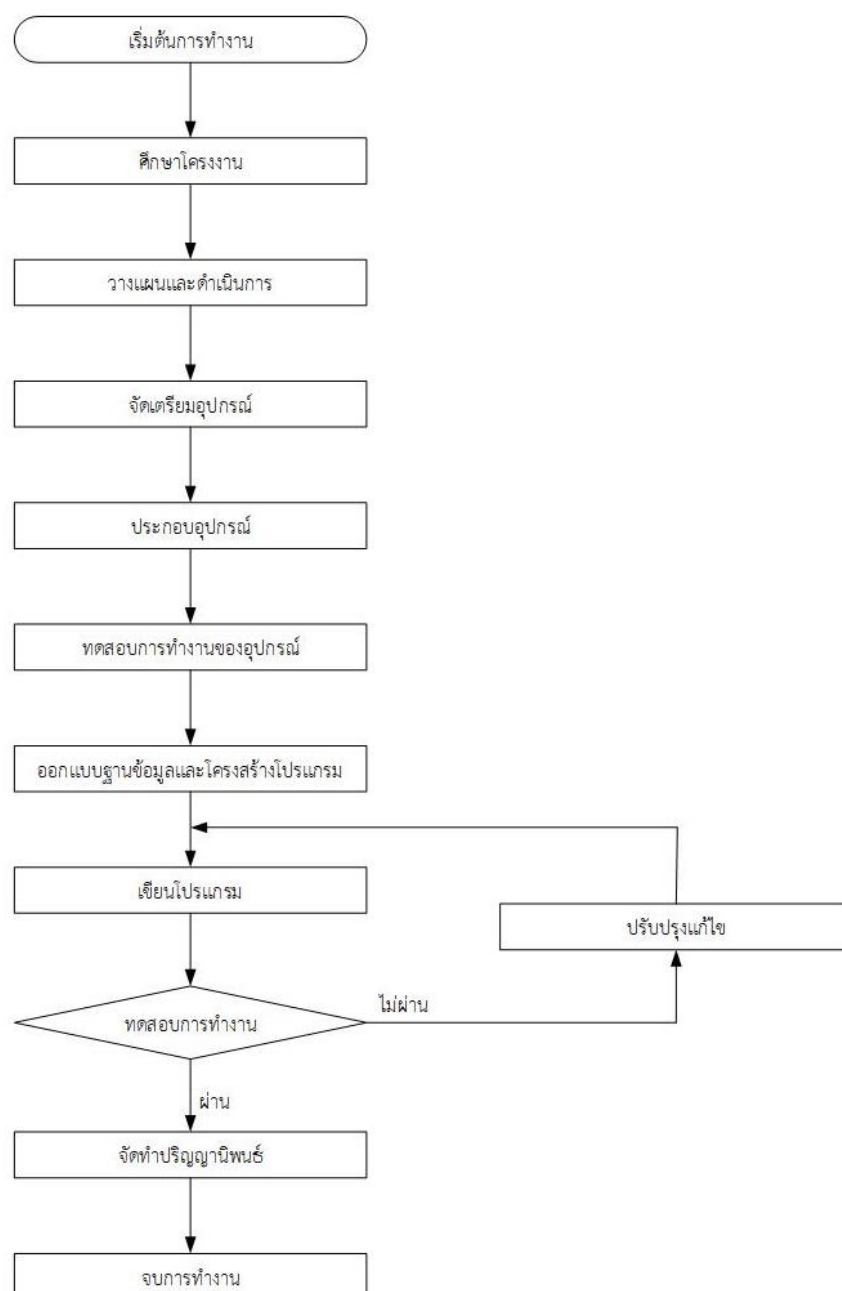
1. หากใช้วัดในชิ้นงานหรือบริเวณที่มีการใช้น้ำมัน ให้ใช้ผ้าเช็ดส่วนที่เลอะออก และเคลือบน้ำมันกันสนิมหลังทำความสะอาด
2. เมื่อต้องจัดเก็บเครื่องมือเป็นเวลานานให้ครอบตัวอุปกรณ์ด้วยถุงก่อนจัดเก็บเพื่อป้องกันการเกิดสนิม
3. ควรจัดเก็บเครื่องมือในท้องที่ไม่มีความร้อนหรือความชื้นสูง รวมถึงฝุ่นละอองและคราบน้ำมัน
4. สำหรับดิจิทัลไฮเกจ หากต้องจัดเก็บเครื่องมือเป็นเวลานานให้ถอดถ่านออกก่อน แล้วจึงคลุมผ้าเก็บ
5. ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) เมื่อถึงเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของอุปกรณ์อยู่เสมอ

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานการจัดทำปฏิญานิพนธ์เรื่องระบบควบคุมคุณภาพเชิงมิติของผลิตภัณฑ์ด้วยแผนภูมิควบคุม มีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

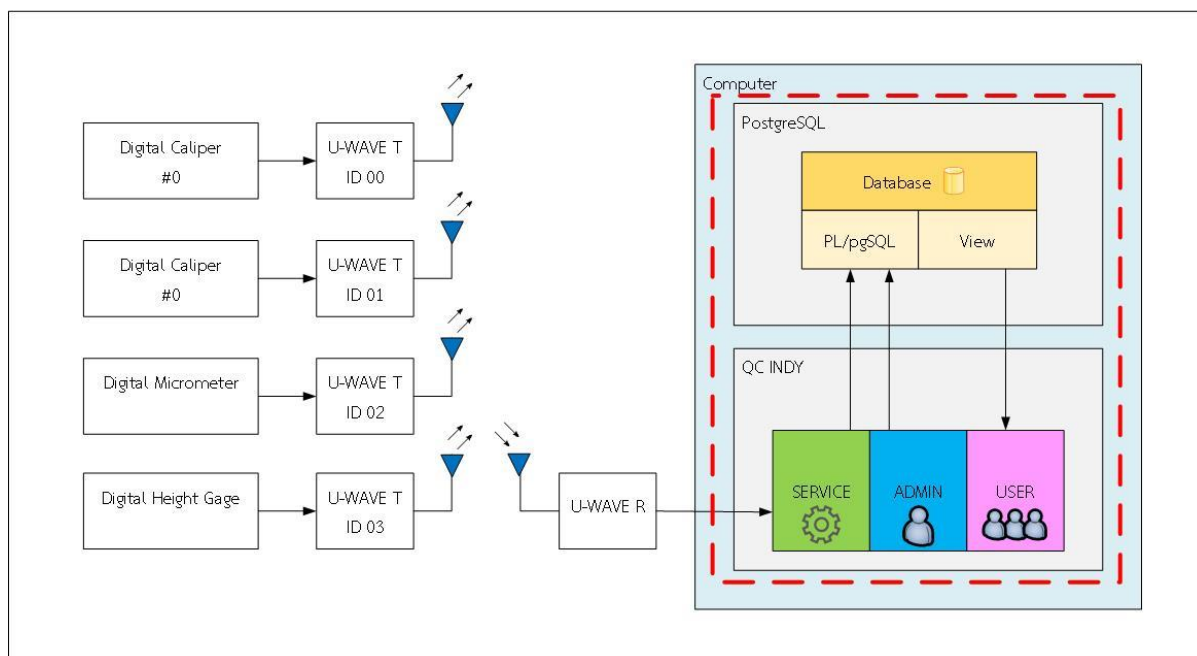


ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานแบบมีเงื่อนไข

3.2 Block Diagram การทำงานของระบบควบคุมคุณภาพเชิงมิติของผลิตภัณฑ์ด้วยแผนภูมิ

ควบคุม

การทำงานของระบบควบคุมคุณภาพเชิงมิติของผลิตภัณฑ์ด้วยแผนภูมิควบคุม ประกอบด้วยเครื่องมือวัดจำนวน 4 ตัว ได้แก่ ดิจิตอลคาลิเปอร์ (Digital Caliper) จำนวน 2 ตัว ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Digital Micrometer) และดิจิตอลไฮเกจ (Digital Height Gage) ซึ่งเครื่องมือวัดทั้ง 4 ตัวเชื่อมต่ออยู่กับยูเวฟที (U-Wave-T) และเมื่อจัดส่งข้อมูลที่ตัวยูเวฟที ยูเวฟทีจะทำหน้าที่นำข้อมูลที่ได้ออกจากการวัดส่งไปยังตัวรับยูเวฟอาร์ (U-Wave-R) ซึ่งยูเวฟทีและยูเวฟอาร์ติดต่อกันแบบไร้สาย รับส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ (RF) ความเร็วในการส่งข้อมูล 57,600 bps. และยูเวฟอาร์จะทำหน้าที่รับและแปลงข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ไปยังโปรแกรมคิวซีอินดี้ (QC INDY) ซึ่งภายในโปรแกรมคิวซีอินดี้จะประกอบด้วยส่วนของเซอร์วิส (SERVICE) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวยูเวฟอาร์และส่งไปเก็บยังฐานข้อมูล (Database) ซึ่งภายในฐานข้อมูลจะมีส่วนของวิว (View) ที่ทำหน้าที่แสดงค่าที่ได้จากการวัดไปยังส่วนของยูเซอร์ (USER) ส่วนยูเซอร์นี้มีหน้าที่เพียงสามารถมองเห็นค่าที่ได้จากการวัดเท่านั้น และส่วนของแอดมิน (ADMIN) เป็นส่วนที่กำหนดคุณสมบัติของเครื่องมือวัดและปรับตั้งจำนวนครั้งในการวัดได้ ตัวอย่าง Block Diagram การทำงานของระบบควบคุมคุณภาพเชิงมิติของผลิตภัณฑ์ด้วยแผนภูมิควบคุมแสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 Block Diagram

บทที่ 4

ผลการทดลอง

- เกริ่น -

4.1 การทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์ยูเอฟอาร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมยูเอฟแพ็ก

เพื่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานและวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ อุปกรณ์ยูเอฟที และโปรแกรมยูเอฟแพ็ก การทดลองนี้เป็นการทดสอบการทำงานระหว่างอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ อุปกรณ์ยูเอฟที และโปรแกรมยูเอฟแพ็ก โดยติดตั้งโปรแกรมยูเอฟแพ็กลงในคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่ออุปกรณ์ยูเอฟอาร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมยูเอฟแพ็กสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ได้ และติดตั้งอุปกรณ์ยูเอฟทีเข้ากับเครื่องมือวัด เพื่อทดลองส่งข้อมูลการวัด การทดลองนี้ใช้เครื่องมือวัดหนึ่งชนิดคือ ดิจิตอลไมโครมิเตอร์ และได้ทดลองส่งข้อมูลการวัดจำนวน 100 ครั้ง ซึ่งในการทดลองนี้เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลในการแสดงผล เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ อุปกรณ์ยูเอฟที และโปรแกรมยูเอฟแพ็ก มีการทำงานตรงตามการนำไปใช้งานจริง

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 4.1.1.1 คอมพิวเตอร์
- 4.1.1.2 ยูเอฟอาร์
- 4.1.1.3 ยูเอฟที
- 4.1.1.4 โปรแกรมยูเอฟแพ็ก
- 4.1.1.5 ดิจิตอลไมโครมิเตอร์
- 4.1.1.6 สายเชื่อมต่อสำหรับดิจิตอลไมโครมิเตอร์

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 คือ ทำการติดตั้งโปรแกรมยูเวฟแพ็กและลงไดรฟ์เวอร์ของอุปกรณ์ยูเวฟอาร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ยูเวฟอาร์ได้

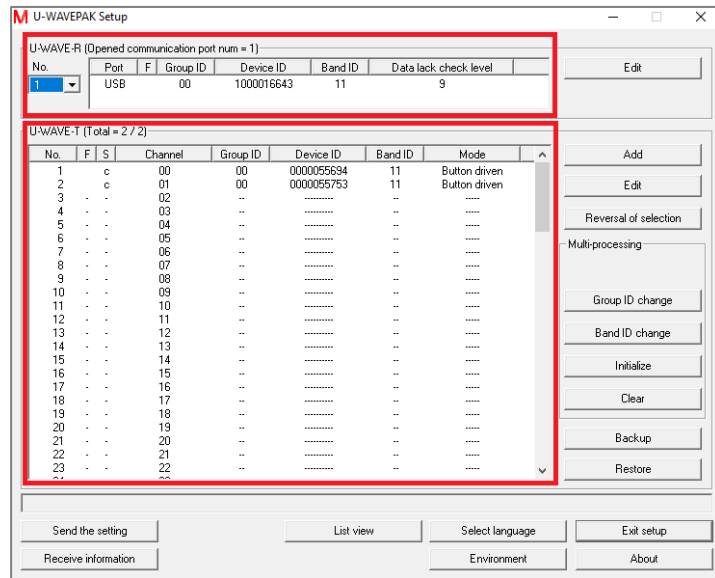


ภาพที่ 4-1 การใส่ซีดีโปรแกรม U-WAVEPAK ในคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 2 คือ เมื่อติดตั้งโปรแกรมยูเวฟแพ็กเรียบร้อยแล้วทำการเปิดโปรแกรมยูเวฟแพ็กเพื่อดูว่าโปรแกรมยูเวฟแพ็ก อุปกรณ์ยูเวฟอาร์ และอุปกรณ์ยูเวฟที่ เชื่อมต่อกันได้สำเร็จหรือไม่ แสดงผลดังภาพที่ 4-2 ถึงภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-2 หน้าต่างโปรแกรม U-WAVEPAK



ภาพที่ 4-3 หน้าต่างแสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ยูเวฟอาร์กับอุปกรณ์ยูเวฟที

ขั้นตอนที่ 3 คือ ทำการติดตั้งอุปกรณ์ยูเวฟที เข้ากับดิจิตอลไมโครมิเตอร์เพื่อทดลองส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดผ่านทางอุปกรณ์ยูเวฟทีไปยังอุปกรณ์ยูเวฟอาร์ แสดงได้ดังภาพที่ 4-24

ภาพที่ 4-4 การเชื่อมต่อระหว่างดิจิตอลไมโครมิเตอร์กับอุปกรณ์ยูเวฟที



ขั้นตอนที่ 4 คือ กดส่งข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ยูเอฟที ที่ติดตั้งอยู่กับดิจิตอลไมโครมิเตอร์ไปยังอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ และข้อมูลที่ได้รับการวัดจะไปแสดงผลในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล แสดงดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 แสดงการกดส่งข้อมูลการวัด

4.1.3 ผลการทดลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์ยูเอฟอาร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมยูเอฟแพ็ก

เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมยูเอฟแพ็กและลงไดรฟ์เวอร์ของอุปกรณ์ยูเอฟทำให้อุปกรณ์ยูเอฟอาร์และอุปกรณ์ยูเอฟทีสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และโปรแกรมยูเอฟแพ็กสามารถเปิดใช้งานได้ แล้วทำการทดลองกดส่งข้อมูลการวัดจากดิจิตอลไมโครมิเตอร์ไปยังอุปกรณ์ยูเอฟอาร์ โดยอุปกรณ์ยูเอฟอาร์สามารถรับข้อมูลการวัดจากอุปกรณ์ยูเอฟทีและนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลผ่านโปรแกรมยูเอฟแพ็กได้ จากนั้นทำการทดลองกดส่งข้อมูลการวัดจำนวน 100 ครั้ง ผลการทดลองปรากฏว่า อุปกรณ์รับ(อุปกรณ์ยูเอฟอาร์) - ส่ง(อุปกรณ์ยูเอฟที) และแสดงผลข้อมูลได้สำเร็จทุกครั้ง แสดงดังภาพที่ 4-6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114	5.114			
2	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259	5.259			
3	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315			
4	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406	5.406			
5	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555	5.555			
6	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612			
7	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72			
8	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816	5.816			
9	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916			
10	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031	6.031			
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

ภาพที่ 4-6 แสดงผลการกดส่งข้อมูลการวัด

4.1.4 สรุปผลการทดลอง

จากภาพผลการทดลองข้างต้น ภาพที่ 4-6 สามารถสรุปได้ว่า อุปกรณ์ยูเอฟอาร์ และอุปกรณ์ยูเอฟที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์และสามารถรับ-ส่งและแสดงผลข้อมูลที่ได้จากวัดผ่านโปรแกรมยูเอฟแพ็กได้