# การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิว

# Development of Surface Roughness Tester


นายกีรติ พานรินทร์

MR. KEERATI PANARIN

นายรณกฤต บุญเกียน

MR. RORNNAKRIT BOONKIAN

นายวนิปิติ เวชกรณ์

MR. WANPITI WEJCHAKORN



โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๖๔

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิว

# Development of Surface Roughness Tester

นาย กีรติ พานรินทร์

MR.KEERATI PANARIN

นาย รณกฤต บุญเขียน

MR.RORNNAKRIT BOONKIAN

นาย วันปิติ เวชกรณ์

MR.WANPITI WEJCHAKORN

ปพ.
ก695ก
2554

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 121799
วัน,เดือน,ปี 23 ก.ค. 2555

b.12415079
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Development of Surface Roughness Tester

MR.KEERATI PANARIN

MR.RORNNAKRIT BOONKIAN

MR.WANPITI WEJCHAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ใบรับรองปริญญานิพนธ์**

| | | |
|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิว<br>Development of Surface Roughness Tester | |
| **นักศึกษา** | นาย กีรติ พานรินทร์ | รหัสประจำตัว 51010082 |
| | นาย รณกฤต บุญเขียน | รหัสประจำตัว 51011177 |
| | นาย วันปีติ เวชกรณ์ | รหัสประจำตัว 51011184 |
| **หลักสูตร** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ | |

**อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์**

_____

( อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิว |
| **นักศึกษา** | นาย กีรติ พานรินทร์ |
| | นาย รณกฤต บุญเขียน |
| | นาย วันปีติ เวชกรณ์ |
| **หลักสูตร** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ |
| **ปีการศึกษา** | 2554 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์** | อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล |

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิวให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีสามารถวัดความเรียบของผิวชิ้นงานได้หลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น และ สร้างอุปกรณ์เสริมในการใช้งานเครื่องวัดความเรียบผิว โดยศึกษาเทคนิคการทำงานของเครื่องวัดความเรียบผิว ออกแบบฐานวางเครื่อง ปากกาจับชิ้นงาน โต๊ะวางฐานวางเครื่อง ให้เครื่องสามารถวัดค่าความเรียบของผิวชิ้นงานได้หลายระดับในแนวดิ่ง โดยชิ้นทดสอบ มีพื้นที่รองรับชิ้นทดสอบสูงสุด 150x200 ตารางมิลลิเมตร รวมทั้งชิ้นงานทรงกระบอก รัศมีสูงสุด 20 มิลลิเมตร รวมทั้งได้พัฒนาโปรแกรม เพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากเครื่องวัดความเรียบผิวและแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมสามารถสั่งงานเครื่องวัดความเรียบผิวและรับข้อมูลกลับมาอย่างอัตโนมัติ โดยการทำงานได้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานและอุปกรณ์ปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว และส่วนของซอฟแวร์ในการควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิวด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Development of Surface Roughness Tester |
| **Student** | Mr. Keerati Panarin |
| | Mr. Rornnakrit Boonkian |
| | Mr. Wanpiti Wejchakorn |
| **Degree** | Bachelor of Engineering Industrial Engineering |
| | King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang |
| **Academic Year** | 2011 |
| **Thesis Advisor** | Mr. Pholachai Chotipraynakul |

## ABSTACT

The thesis aims to study and develop a surface roughness tester in order to improve its ability for measuring different speciment shapes and its connectivity to a computer. Two major processes of this thesis are : 1) developing the speciment fixtures and the table base of the surface roughness tester. The table base must have area of 150×200 square millimeters at least available for place a flat speciment. The fixture must support maximum diameter of 20 millimeter for a cylindrical speciment. The software that is developed to interface to the tester can command all functions in the tester and retrieve the raw data of the surface roughness to show as image of the surface profile.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิวสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณคือ อาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาผู้สอนที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน

ขอขอบคุณ คุณปราโมทย์ ชายทองแก้ว และคุณทวีศักดิ์ บุรินทรโกษฐ์ สำหรับความช่วยเหลือในเรื่องของเทคนิคในการใช้เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในกระบวนการสร้างชิ้นงาน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ตลอดมา

นายกีรติ พานรินทร์
นายรณกฤต บุญเขียน
นายวันปีติ เวชกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อภาษาไทย** ..... ก

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** ..... ข

**กิตติกรรมประกาศ** ..... ค

**สารบัญ** ..... ง

**สารบัญตาราง** ..... ช

**สารบัญภาพ** ..... ซ

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา ..... 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา ..... 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

**บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** ..... 3

2.1 ความสำคัญของความหยาบผิว ..... 4

2.1.1 ความหยาบผิว ..... 4

2.1.2 การเกิดสภาพของผิว ..... 4

2.1.3 ลักษณะการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน ..... 4

2.1.3.1 บกพร่องทางด้านความราบ ความกลม ..... 4

2.1.3.2 การเบี่ยงเบนที่เกิดจากลอนคลื่น ..... 5

2.1.3.3 การเบี่ยงเบนจากร่องโค้ง ..... 5

2.1.3.4 ความไม่เรียบ ขรุขระเป็นจุดหยาบ ..... 5

2.1.4 รายละเอียดของเครื่องวัดค่าความหยาบผิว ..... 7

2.1.4.1 หลักการทำงานของเครื่องวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน ..... 7

2.1.4.2 วิธีการทำงานของเครื่องวัดค่าวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน ..... 8

2.1.5 แผ่นเทียบผิว ..... 8

2.1.6 ลักษณะโครงสร้างแผ่นเทียบผิว ..... 8

2.1.7 การใช้แผ่นเทียบผิวตรวจสอบผิวงาน ..... 8

2.1.7.1 วิธีที่ 1 การใช้สายตาตรวจสอบโดยอาศัยหลักการสะท้อนแสง ..... 8

2.1.7.2 วิธีที่ 2 การใช้ความรู้สึกสัมผัส ..... 9




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า


2.1.8 ข้อควรระวังและการดูแลรักษาแผ่นเทียบผิว 9
2.1.9 ค่าที่เกี่ยวข้องกับความหยาบผิว 9
2.1.9.1 ความหยาบผิว 9
2.1.9.2 ความยาวอ้างอิง 9
2.1.9.3 เส้นค่าเฉลี่ย 9
2.1.9.4 รูปหน้าตัดที่เป็นผลและรูปหน้าตัดคัดแปลง 10
2.2 พอร์ต RS232 10
2.2.1 ระดับสัญญาณของ RS232 และ รูปแบบการส่งสัญญาณ 14
2.2.2 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) และ ลักษณะการรับส่งสัญญาณ 16
2.2.3 การใช้ตัวควบคุมพอร์ตอนุกรม ใน Visual Basic .NET เพื่อเข้าถึงพอร์ตอนุกรม 16

**บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ** 18
3.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิว 18
3.1.1 รายละเอียดของเครื่องวัดความเรียบผิวรุ่น PDA-400 18
3.1.2 การออกแบบด้าน โปรแกรม 18
3.1.3 การดำเนินการด้าน โปรแกรม 18
3.1.4 หลักการทำงานโดยสังเขป 22
3.2 อุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว 23
3.2.1 ศึกษาหาข้อมูลอุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว 23
3.2.2 ออกแบบอุปกรณ์จับยึดและ ปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว 23
3.2.3 การดำเนินการสร้างอุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว 23
3.2.3.1 ส่วนของโต๊ะและฐานวางชิ้นงาน 23
3.2.3.2 ส่วนของอุปกรณ์ในการปรับระดับ 24

**บทที่ 4 ผลการดำเนินการ** 35
4.1 ผลการทดลองด้านโปรแกรม 35
4.2 ผลการทดลองด้านฮาร์ดแวร์ 40

**บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และแนวทางแก้ไข** 41
5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้าน ฮาร์ดแวร์ 41




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)


หน้า

5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้าน ซอฟแวร์ ..... 41

5.3 แนวทางในการพัฒนา ..... 41

หนังสืออ้างอิง ..... 42

ภาคผนวก ก ..... ผก1

ภาคผนวก ข ..... ผก10




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน ..... 5
ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อร่องลึกความหยาบผิว ..... 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า


รูปที่ 2.1 ช่วงของการเบี่ยงเบนผิวชิ้นงาน ..... 6

รูปที่ 2.2 ลักษณะความแตกต่างระหว่างหัวลาก (รูปด้านขวา) กับหัวสัมผัส (รูปด้านซ้าย) ..... 6

รูปที่ 2.3 จำแนกลักษณะการเบี่ยงเบนผิวชิ้นงาน ..... 7

รูปที่ 2.4 รูปหน้าตัดที่เป็นผลและรูปหน้าตัดดัดแปลง (Effective Profile and Modified Profile) ลักษณะพื้นผิวของชิ้นงาน ..... 10

รูปที่ 2.5 ลักษณะของพอร์ตตัวผู้และตัวเมียตามลำดับ ..... 10

รูปที่ 2.6 รูปแบบการส่งข้อมูล ..... 11

รูปที่ 2.7 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง ..... 12

รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem และ การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น ..... 13

รูปที่ 2.9 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL ..... 14

รูปที่ 2.10 รูปแบบการสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) ..... 15

รูปที่ 2.11 รูปแบบการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ..... 15

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม ..... 19

รูปที่ 3.2 รูปแบบของฟอร์มหน้าแรกของโปรแกรม ..... 20

รูปที่ 3.3 รูปแบบของปุ่มควบคุมโปรแกรม ..... 21

รูปที่ 3.4 รูปแบบของปุ่มวิธีใช้โปรแกรม ..... 21

รูปที่ 3.5 รูปหน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดความเรียบผิว ..... 22

รูปที่ 3.6 รูปแสดงกราฟที่วาดได้จากข้อมูลที่รับจากเครื่องวัดความเรียบผิว ..... 22

รูปที่ 3.7 รูปแสดงฐานตั้งเครื่องแบบจำลอง ..... 23

รูปที่ 3.8 แสดงการกลึงเสาให้ได้ขนาดความยาวตามที่กำหนด ..... 25

รูปที่ 3.9 แสดงการเจาะปลายเสาเพื่อยึดสกรูทั้งสองด้าน ..... 26

รูปที่ 3.10 แสดงการทำเกลียวที่ปลายเสาทั้งสองด้าน ..... 26

รูปที่ 3.11 แสดงการกลึงที่ปลายทั้งสองด้านของแท่งเกลียวสเตนเลส ..... 26

รูปที่ 3.12 แสดงการกลึงเหล็กเพื่อใช้เป็นแป้นหมุน ..... 27

รูปที่ 3.13 แสดงการเจาะรูด้านบนแป้นหมุนเพื่อทำเกลียว ..... 27




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า


รูปที่ 3.14 แสดงการเจาะรูด้านข้างแป้นหมุนเพื่อทำเกลียว ..... 27
รูปที่ 3.15 แสดงการทำเกลียวรูด้านข้างเพื่อใส่เกลียวตัวหนอน ..... 28
รูปที่ 3.16 แสดงการทำเกลียวรูด้านบนเพื่อใส่มือหมุน ..... 28
รูปที่ 3.17 แสดงการกลึงเหล็กเพื่อใช้เป็นแป้นยึดปลายเสาด้านล่าง ..... 28
รูปที่ 3.18 แสดงการเจาะรูแป้นยึดเสาเพื่อยึดสกรู ..... 29
รูปที่ 3.19 แสดงการกำหนดขนาดแผ่นอลูมิเนียม ..... 29
รูปที่ 3.20 แสดงการกัดแผ่นอลูมิเนียมให้ได้ขนาดตามที่กำหนด ..... 29
รูปที่ 3.21 แสดงการเจาะรูแผ่นอลูมิเนียมตามตามตำแหน่งที่กำหนด ..... 30
รูปที่ 3.22 แสดงการกัดแผ่นสเตนเลสให้ได้ขนาดตามที่กำหนด ..... 30
รูปที่ 3.22 แสดงการเจาะรูแผ่นสเตนเลสตามระยะที่กำหนด ..... 30
รูปที่ 3.23 แสดงรูปโครงเหล็กกล่องที่นำมาเชื่อมต่อกัน ..... 31
รูปที่ 3.24 แสดงการพ่นสีรองพื้นโครงเหล็ก ..... 31
รูปที่ 3.25 แสดงการพ่นสีโครงเหล็ก ..... 31
รูปที่ 3.26 แสดงการยึดแผ่นสเตนเลสกับโครงเหล็กเพื่อเจาะรูโครงเหล็ก ..... 32
รูปที่ 3.27 แสดงการทำเกลียวที่โครงเหล็กสำหรับใส่สกรูยึด ..... 32
รูปที่ 3.28 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่เกลียวสเตนเลสส่วนบน ..... 32
รูปที่ 3.29 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่เกลียวสเตนเลสส่วนล่าง ..... 33
รูปที่ 3.30 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่แท่งสเตนเลสที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นลง ..... 33
รูปที่ 3.31 แสดงการตัดแผ่นสเตนเลสด้วยหัวตัดพลาสมา ..... 33
รูปที่ 3.31 แสดงฐานตั้งเครื่องและอุปกรณ์ปรับระดับที่เสร็จสมบูรณ์ ..... 34
รูปที่ 4.1 รูปแบบฟอร์ม (Form) ของโปรแกรมก่อนกดปุ่มคอนโทรล ..... 35
รูปที่ 4.2 รูปแบบฟอร์ม พร้อมข้อมูลที่ได้หลังทำการสแกนผิวชิ้นงาน ..... 36
รูปที่ 4.3 รูปแบบฟอร์ม พร้อมข้อมูลหลังจากกดปุ่ม PARAM ..... 36
รูปที่ 4.4 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มล้างหน้าจอ ..... 37
รูปที่ 4.5 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มรับข้อมูล ..... 37
รูปที่ 4.6 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มประมวลผล ..... 38




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.7 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มวาดกราฟ ..... 38
รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบผิวชิ้นงานจริงกับกราฟพื้นผิวที่สามารถวัดได้ ..... 39
รูปที่ 4.9 ฐานวางเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์ ..... 40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมมีเทคโนโลยีใหม่ๆเกิดขึ้นมากมาย เพื่อนำมาเพิ่มปริมาณการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพ รวมทั้งยังช่วยลดเวลาในการทำงาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ในเวลาที่น้อยลง จุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ การที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาดเป็นที่ยอมรับ และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค หากพิจารณาถึงผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เราใช้ในชีวิตประจำวันในปัจจุบันล้วนแล้วผลิตด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัย ส่วนสำคัญที่ควรพิจารณา คือ ความหยาบผิวชิ้นงานที่เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตออกมาหากพิจารณาไปตอนเริ่มต้นผลิตชิ้นงานที่ได้จากการปั๊มขึ้นรูป การฉีดขึ้นรูป การกลึง การกัด การปรับปรุงความหยาบละเอียดของผิวหน้าชิ้นงานที่ดี มีส่วนสำคัญที่จะยืดอายุความล้า และเพิ่มคุณสมบัติต่อการทนทานและการสึกหรอ เนื่องจากทางสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ได้มีเครื่องมือวัดความเรียบผิวอยู่แล้วทางกลุ่มข้าพเจ้าจึงนำเครื่องนี้มาพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

จากความสำคัญของความเรียบผิวดังกล่าวข้างต้น ทางกลุ่มจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือวัดความเรียบผิว เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับเครื่องมือวัดความเรียบผิวให้วัดชิ้นงานได้หลายๆรูปแบบ เช่นแผ่นเรียบขนาดต่างๆ หรือ ชิ้นงานทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กัน และควบคุมการทำงานของเครื่องแสดงผลการวัดออกมาได้ทางคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ในการศึกษาความเรียบผิวชิ้นงานต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาเรื่องความเรียบผิว
2. ออกแบบและสร้างฐานรองเครื่องเพื่อปรับระดับให้เหมาะสมในการวัดความเรียบผิว และ ปากกาจับชิ้นงานสำหรับยึดชิ้นงานหลายรูปแบบ
3. ออกแบบซอฟแวร์เพื่อควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิวด้วยคอมพิวเตอร์

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. สร้างฐานเหล็กเพื่อเป็นโครงสำหรับวางตัวเครื่องวัดความเรียบผิว ขนาด 250x600 ตารางมิลลิเมตร สูงจากพื้น 360มิลลิเมตร และปากกาจับยึดชิ้นงาน ตัววัดความเรียบผิวสามารถปรับระดับความสูงเมื่อเทียบกับฐานวางเครื่องได้ 370 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดสร้างปากกาจับยึดชิ้นงาน ที่มีพื้นที่รองรับขนาดสูงสุดได้ 250x150 ตารางมิลลิเมตร แต่สามารถปรับขนาดให้เหมาะสมตามขนาดของชิ้นงานได้
3. สร้างโปรแกรมเพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากเครื่องวัดความเรียบผิวโดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก( Visual Basic)

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมวิชวลเบสิกเพื่อรับ-ส่งข้อมูลจากเครื่องวัดความเรียบผิว และแสดงผลออกมาได้
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้เครื่องวัดความเรียบผิวทำการวัดชิ้นงานที่หลากหลายรูปแบบมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความสำคัญของความหยาบผิว

ความสำคัญของความหยาบผิวมีส่วนสำคัญต่อคุณภาพสูงสุดและความน่าเชื่อถือสูงสุดของผลิตภัณฑ์ เมื่อนำไปใช้งานผลของความเรียบของผิวงานสำเร็จมีส่วนสำคัญโดยค่าความเรียบผิว (Surface Roughness) จะมีผล หรือสามารถวิเคราะห์หาผลของกรรมวิธีการผลิต เช่น การควบคุมสภาพแวดล้อม ผลของประสิทธิภาพการทำงาน มองผ่านชิ้นงานที่เข้าสู่หรือที่ผ่านการผลิตเสร็จสิ้น ความเหมาะสมของขบวนการผลิต ที่จะทำให้สภาพแวดล้อมการผลิตเหมาะสมต่องาน ขนาดแท้จริงของชิ้นงาน หลังจากชิ้นงานผ่านการใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง ค่าความเรียบผิวที่เหมาะสมและค่าคุณสมบัติของผิว (Surface Parameter) และวิธีการผลิตที่ถูกต้อง จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง หรือไม่สูงเกินไป จากการออกแบบขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสมถูกต้อง เนื่องจาก การมีความเข้าใจอย่างถูกต้องต่อรูปทรงแบบต่างๆของคุณสมบัติของผิวและวิธีการวัดผิว/วิเคราะห์จะทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกกำหนดค่าและวิธีการวัดความหยาบที่เหมาะสม ซึ่งไม่เพียงแต่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ แต่จะทำให้เกิดขบวนการผลิตที่เหมาะสมและต้นทุนการผลิตที่ถูกต้อง

การพัฒนาของเทคโนโลยีสมัยใหม่ไม่ได้ต้องการเฉพาะการควบคุมปรับปรุงความละเอียดเที่ยงตรงเท่านั้นแต่ต้องการปรับปรุงความหยาบ ละเอียดของผิวหน้าบนชิ้นส่วนที่ถูกใช้ทั้งที่ทำงานและไม่ทำงาน มีปฏิกิริยารากฐานอยู่ 3 ประการ ซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่ควบคุมความหยาบ ละเอียดของผิวมีความสำคัญซึ่งก็คือ อายุการล้า คุณสมบัติการทนทานและการสึกหรอ

1. อายุการล้าตัว (Fatigue Life) ถ้าชิ้นส่วนชิ้นหนึ่งเป็นส่วนที่ได้รับความเครียดย้อนกลับซ้ำๆ กัน มันก็จะเกิดการล้าตัวขึ้นและอายุของมันก็จะสั้นกว่าชิ้นงานที่ได้รับน้ำหนักคงที่เท่ากัน จำนวนของความเครียดย้อนกลับที่มันสามารถต้านทานต่อความเครียดที่ให้ไปจะถูกเรียกว่า อายุการล้าตัว การแตกหักที่เนื่องจากการล้าตัวจะพบเห็นอยู่เสมอว่าจะพบเห็นอยู่เสมอว่าเริ่มต้นที่มุมแหลมคมก่อนที่ซึ่งเกิดความเครียดรวมขึ้น ดังเช่น ตรงส่วนของผิวหน้าที่ไม่เรียบแม้ว่าจะเป็นผิวหน้าที่ไม่ได้ทำงานก็ตามที

2. คุณสมบัติการทนทาน (Bearing Properties) ผิวหน้าที่ดีเลิศทุกประการ เช่น ไม่มีสิ่งบกพร่องใดๆเลย และมีความเรียบอย่างดีมากไม่ได้มีการทนทานที่ดี ในความเป็นจริงที่เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นการบำรุงรักษาแผ่นบางๆ ของการหล่อลื่น ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการหล่อลื่น ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการสัมผัสกันระหว่างโลหะกับโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การสึกหลอ (Wear) กฎที่รู้ดีกันทางฟิสิกส์ก็คือความเสียดทาน (Friction) ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับพื้นที่สัมผัสอย่างไรก็ตามอย่างไรก็ตามอัตราการสึกหรอจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการสัมผัส เมื่อพื้นที่มากน้ำหนักน้อยต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้นอัตราการสึกหรอก็น้อยด้วย

**2.1.1 ความหยาบผิว**

ความหยาบผิว (Surface Roughness) คือ ความหยาบผิวดูได้จากชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น งานกลึง งานกัด งานไส เป็นต้น ผ่านการตรวจจะสังเกตได้ว่าชิ้นงานขรุขระเป็นลอนคลื่น ชิ้นที่ลอนคลื่นสูงแสดงว่าชิ้นงานดังกล่าวมีผิวหยาบส่วนที่ลอนต่ำแสดงว่าผิวชิ้นนั้นเรียบ ความหยาบผิวชิ้นงานมีผลต่อการใช้งานอย่างมาก เมื่อการผลิตมีคุณภาพผิวชิ้นงานไม่ตรงกับสภาพที่แท้จริงขณะทำงาน จะทำให้อายุการใช้งานของชิ้นงานสั้นลงหรือชิ้นงานบางชิ้นที่ผลิตขึ้นมามีผิวที่ละเอียด แต่สภาพใช้งานจริงไม่จำเป็น เพราะจะให้เสียเวลาในการทำงานโดยเปล่าประโยชน์

หากนำเอาผิวของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแปรรูป โดยชิ้นงานได้รับการแปรรูปจาก งานกลึง งานกัด งานไส งานเจียระไน งานเลเซอร์ (Laser) เป็นต้น ผ่านการตรวจด้วยแว่นขยายจะพบว่าผิวของชิ้นงานขรุขระเป็นลอนคลื่น ชิ้นงานใดมีลอนคลื่นสูงแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานดังกล่าวมีผิวหยาบส่วนที่มีลอนคลื่นต่ำแสดงว่าผิวชิ้นงานนั้นเรียบ จะทำให้อายุการใช้งานของชิ้นงานสั้นลง หรือชิ้นงานบางชิ้นที่ผลิตขึ้นมามีผิวที่ละเอียด แต่สภาพใช้งานจริงไม่จำเป็น เพราะจะให้เสียเวลาในการทำงานโดยเปล่าประโยชน์

**2.1.2 การเกิดสภาพของผิว**

ภายใต้ขบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร เช่น กลึง กัดไส บริเวณผิวงานสำเร็จที่มองเห็นและสัมผัสได้นั้นจะเป็นแหล่งที่รวมและสามารถบ่งบอกผลจากแหล่งกำเนิดหลายอย่างปะปนกันอยู่ โดยจะทราบได้ต่อเมื่อได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ผิว (Surface Analysis)

ความหยาบผิว (Surface Roughness) จะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุดิบถูกกระทำด้วยเครื่องจักร (Machining) โดยจะเกิดรอยทางเดินของเครื่องมือตัด (Tool) บริเวณเนื้อชิ้นงาน หากได้มีการขยายบริเวณพื้นผิวขึ้นมาดูจะพบรอยหยาบ ที่เกิดจากทางเดินของเครื่องมือกำจัดเนื้อวัสดุซึ่งบ่งบอกส่วนประกอบความหยาบผิว (Roughness Component) โดยปัจจัยที่ทำให้เกิด ความหยาบผิว (Surface Roughness) ได้แก่ค่าความลึกของการตัด (Depth of Cut) และค่าความเร็วรอบ (Speed) และ ค่าอัตราการป้อนชิ้นงาน (Feed Rate) ของเครื่องมือกำจัดเนื้อวัสดุ

**2.1.3 ลักษณะการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน**

การเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ บกพร่องทางด้านความราบ การเบี่ยงเบนผิวชิ้นงานที่เกิดจากลอนคลื่น การเบี่ยงผิวจากร่องโค้ง การเบี่ยงเบนผิวชิ้นงานจากแอ่งหรือรอยแตกเป็นจุดหยาบ ดังตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนผิวของชิ้นงานซึ่งบอกสาเหตุต่างๆที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน

2.1.3.1 <u>บกพร่องทางด้านความราบ ความกลม</u>

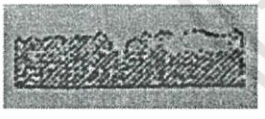
บกพร่องทางด้านความราบ ความกลม (Form Error) อีกส่วนประกอบหนึ่งของความหยาบผิวงาน เกิดจากการที่รางขับเคลื่อน หรือ รางที่รองรับชุดเคลื่อนมี่ของป้อมมีด เกิดสึกหรอ ค่าความตรง (Straightness) ลดลง ผลที่ได้มักจะเป็นคลื่นที่มีช่วงความยาวมาก อาจมากกว่าความยาวของรางเคลื่อนที่ โดยจะปรากฏรวมอยู่ในความหยาบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 การเบี่ยงเบนที่เกิดจากลอนคลื่น

การเบี่ยงเบนที่เกิดจากลอนคลื่น (Waviness) คุณลักษณะผิว คือความเป็นคลื่น (Waviness) ซึ่งมักจะเกิดจากการสั่นสะเทือนจากแหล่งกำเนิดต่างๆ โดยรอบ เช่น เครื่องมือไม่ได้วางแผ่นป้องกันการสะเทือน หรือเกิดจากเครื่องเอียง เกิดจากการสึกของลูกปืน (Bearing) คอเครื่อง เกียร์ทด ชุดจับยึด หรือ ส่วนอื่นๆ ที่เริ่มสั่นคลอนตามอายุหรือกาลเวลาที่ใช้งาน ความสั่นสะเทือนเหล่านี้จะปรากฏแฝงอยู่ในลักษณะของผิวงาน

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน

| แสดงการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงาน | | ตัวอย่างการเบี่ยงเบนผิวของชิ้นงาน | สาเหตุที่ทำให้เบี่ยงเบน |
|---|---|---|---|
| | Form Error | บกพร่องทางด้านความราบความกลม | - ผิดพลาดจากระบบนำเคลื่อนเครื่องมือ<br>- การโก่งงอของเครื่องมือหรือชิ้นงาน |
| | Waviness | การเบี่ยงเบนที่เกิดการลอนคลื่น | - การจับยึดที่เยื้องศูนย์ของชิ้นงาน<br>- การเบี่ยงเบนจากรูปทรงหรือการหมุนของคมตัด |
| | Roughness | การเบี่ยงเบนจากร่องโค้ง | - รูปทรงคมตัด<br>- การตั้งค่าอัตราป้อนชิ้นงานหรือตั้งค่าความเร็วลึกมุมตัด |
|  | Crack | ความไม่เรียบ ขรุขระเป็นจุดหยาบหรือรอยแตก | - การไหลหรือการขาดของเศษงาน<br>- การเตรียมผิวด้วยกรรมวิธียิงทราย |

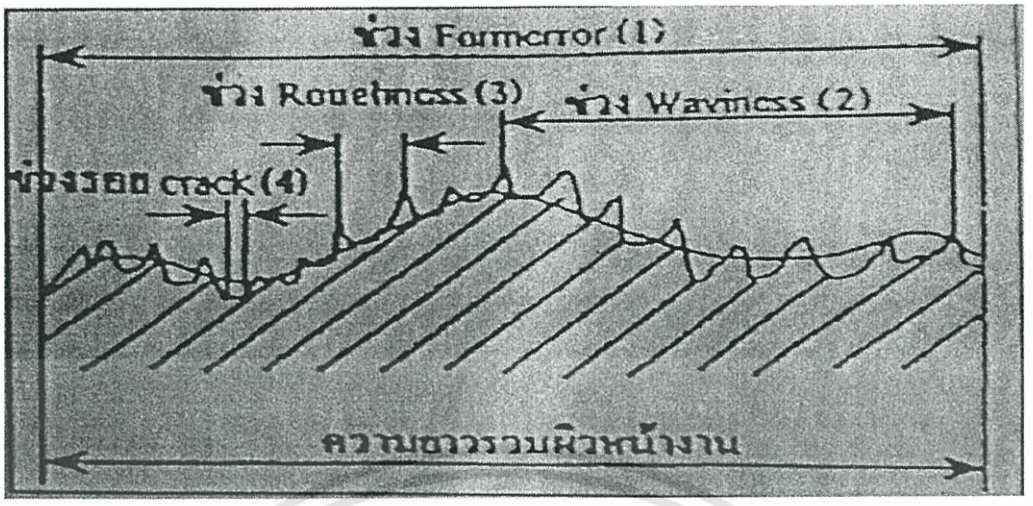
2.1.3.3 การเบี่ยงเบนจากร่องโค้ง

การเบี่ยงเบนจากร่องโค้ง (Roughness) ความหยาบ ความเป็นคลื่น หรือ ความผิกเพี้ยนของรูปทรง อันเกิดขึ้นในระหว่างที่ทำงาน ผสมปนกันอยู่ในภาพของผิวงานที่เห็นหรือสัมผัสได้

2.1.3.4 ความไม่เรียบ ขรุขระเป็นจุดหยาบ

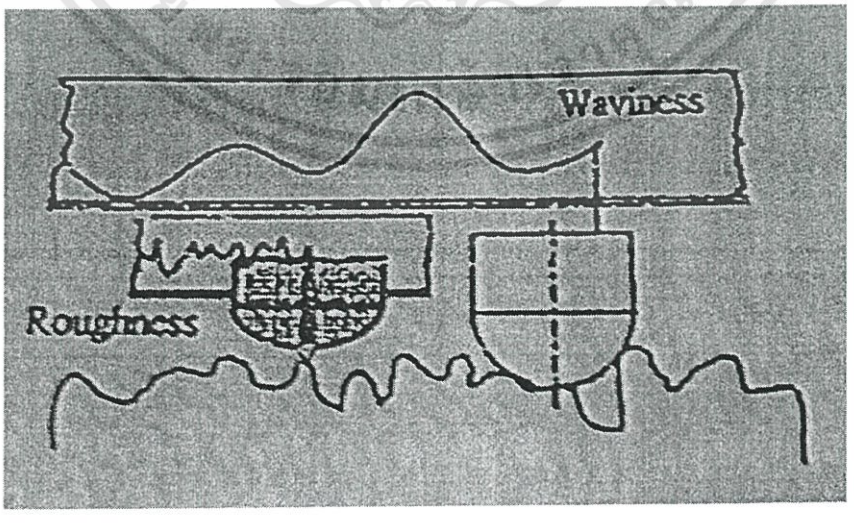
ไม่เรียบ ขรุขระเป็นจุดหยาบ (Crack) ลักษณะจะคล้ายกับการเบี่ยงเบนร่องโค้ง (Roughness) แต่จะมีความหยาบผิวที่มากกว่า (วชิระ มีทอง,2544,วิศวกรรมการวัดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.1 ช่วงของการเบี่ยงเบนผิวชิ้นงาน

ข้อบกพร่องของผิวหน้าชิ้นงานที่มีขนาดเป็นตัวกำหนดให้มีรูปแบบความเบี่ยงเบนผิวชิ้นงานแบบต่างๆ ดังรูป 2.4 ช่วงการเบี่ยงเบนซึ่งจะแสดงให้เห็นลักษณะของช่วงความเบี่ยงเบนผิวชิ้นงานแบบต่างๆ จากตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนของผิวชิ้นงานในแบบรูปบกพร่องทางด้านความราบความกลม (Form Error) และรูปแบบ การเบี่ยงเบนที่เกิดจากลอนคลื่น (Waviness) เป็นไปในลักษณะมหภาค (Macro) ส่วนการเบี่ยงผิวชิ้นงานรูปแบบ การเบี่ยงเบนจากร่องโค้ง (Roughness) และรูปแบบไม่เรียบขรุขระเป็นจุดหยาบ (Crack) เป็นไปในลักษณะจุลภาค (Micro) ซึ่งมีร่องหรือช่องความหยาบแคบมาก ดังนั้นการวัดตรวจสอบเพื่อหาที่ต้องการต้องใช้อุปกรณ์เครื่องวัดความหยาบผิว ซึ่งมีหลักการและส่วนประกอบเบื้องต้นในรูปที่ 2.5 ซึ่งเป็นลักษณะของหัวลากกับหัวสัมผัสของเครื่องวัดความหยาบที่ใช้ในการวิจัย

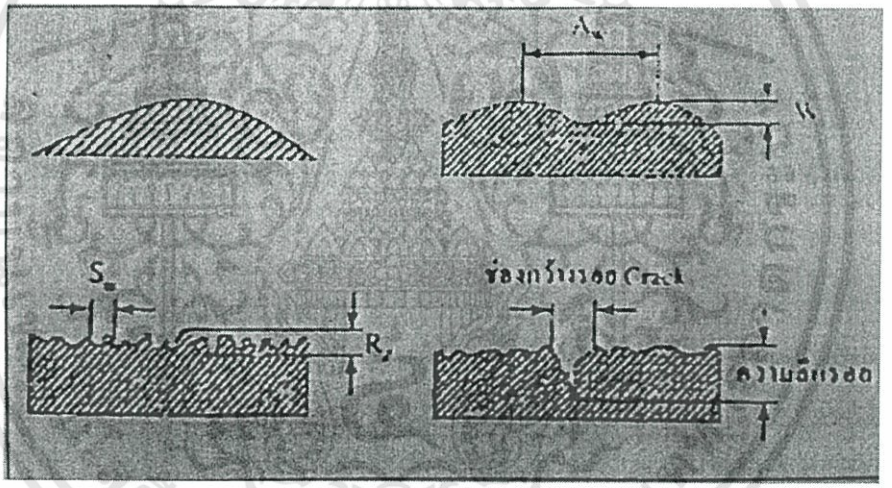



รูปที่ 2.2 ลักษณะความแตกต่างระหว่างหัวลาก (รูปด้านขวา) กับหัวสัมผัส (รูปด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อบกพร่องผิวหน้าชิ้นงาน เกิดมาจากกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานผิวหน้ามักจะมีการเบี่ยงเบนตลอดเวลาที่ทำการผลิตชิ้นงาน จากความคิดที่เกี่ยวกับรูปทรงต่างๆ ทางเรขาคณิต ซึ่งข้อเท็จจริงทั้งหลายความเบี่ยงเบนจากรูปแบบ ไม่เป็นความจริงของผิวชิ้นงานด้วยเหตุนี้ผิวชิ้นงานเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นที่ของชิ้นส่วนจักรกลพฤติกรรมการกัดกร่อน ความสามารถในการแบ่งชั้น ความสามารถทำให้เกิดการลื่นการเสียดสีมักอยู่ที่การควบคุมคุณภาพผิวหน้า ซึ่งตามมาตรฐาน DIN 4760 มีการแบ่งรูปแบบการเบี่ยงเบนออกเป็น 6 แบบ สำหรับแบบที่ 5 และแบบที่ 6 เป็นองค์ประกอบที่หลอกอยู่ในโครงสร้างแบบที่ 1 ถึงแบบที่ 4 และเกิดเป็นโครงสร้างแบบตาข่าย และไม่มีตัวอย่างอธิบายที่แน่ชัด ขนาดเป็นตัวกำหนดให้มีรูปแบบเบี่ยงเบน ซึ่งมีทั้งหมด 4 รูปแบบ อาจจะไม่เกี่ยวเนื่องกับหน้าที่ของผิวหน้า ณ เวลา ผิวหน้าที่ด้านไม่ควรจะมีหลายส่วนของรูปแบบเบี่ยงเบน ผิวหยาบต้องการความหยาบต่ำ ผิวหน้าที่เปลี่ยนแปลงควรจะมีรูปคลื่นที่ชัดเจน

จากข้อมูลทำให้สามารถจำแนกลักษณะการเบี่ยงเบนผิวงานทั้ง 4 รูปแบบตามอัตราส่วนระหว่างความยาว (L) ต่อรองลึก (t) แสดงดังรูปที่ 2.6 (วชิระ มีทอง,2544,วิศวกรรมการการวัดละเอียด) และตารางที่ 2.2




รูปที่ 2.3 จำแนกลักษณะการเบี่ยงเบนผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อร่องลึกความหยาบผิว

| ลักษณะการเบี่ยงเบน | Form Error | Waviness | Roughness | Crack |
|---|---|---|---|---|
| อัตราส่วน L/tไมโครเมตร | >1000 | 100-1000 | 5-100 | <5 |

**2.1.4 รายละเอียดของเครื่องวัดค่าความหยาบผิว**

2.1.4.1 <u>หลักการทำงานของเครื่องวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน</u>

การทำงานของเครื่องวัดค่าความหยาบผิวจะเป็นการทำงานร่วมกันของหัวทดสอบกับชุดขยายสัญญาณและควบคุมที่จะแปลงผลการสัมผัสของปลายวัด ซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นลงตามลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางไฟฟ้ารวม ที่มีคลื่นความถี่สูงและต่ำผสมกันอยู่ อันมีผลมาจากลักษณะโครงสร้างรวมของพื้นผิวที่วัดได้ ซึ่งการประมวลผลของผิว ตามคุณสมบัติการวัดจำเป็นต้องแยกลักษณะสัญญาณความถี่สูงและต่ำนี้ออกจากกัน เนื่องจากแต่ละลักษณะเป็นค่าที่แทนคุณสมบัติที่ต่างกัน คือ

- ย่านความถี่สูงจะเป็นค่าคุณสมบัติของความหยาบผิว (Roughness)
- ย่านความถี่ต่ำจะเป็นค่าคุณสมบัติของความเป็นลอนคลื่น (Waviness)

2.1.4.2 วิธีการทำงานของเครื่องวัดค่าวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน

โดยตัวที่เป็นตัวทดสอบวัดค่าความหยาบผิวคือ หัวทดสอบใช้วัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงานโดยจะมีแท่งโลหะด้านในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดเล็กจะเชื่อมต่อกับหัวทดสอบคล้ายปากกาแหลมและแท่งโลหะด้านนอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดใหญ่โดยใช้หัวทดสอบลากสัมผัสกับผิวชิ้นงาน โดยชิ้นงานที่นำมาหาค่าความหยาบผิวนั้นต้องมีขนาดของร่องทดสอบที่สามารถให้หัวทดสอบเข้าไปสัมผัสวัดค่าได้แต่ก่อนที่จะวัดค่าความหยาบผิวได้นั้นต้องมีการปรับค่าการวัดค่าความหยาบผิว (Calibrate) ก่อนทุกครั้งที่ทำการวัดค่าเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

**2.1.5 แผ่นเทียบผิว**

แผ่นเทียบผิว (Comparator Gages) เป็นเครื่องมือวัดความหยาบผิวงานที่สามารถใช้งานได้รวดเร็วก่อนที่จะศึกษาเรื่องแผ่นเทียบผิว จำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ความหยาบผิวตามมาตรฐานต่างๆ เสียก่อนจึงจะสามารถเข้าใจถึงลักษณะของผิวงานได้ถูกต้อง

แผ่นเทียบผิวเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความหยาบความละเอียดของผิวงานที่ผ่านการ ตะไบ การกลึง การกัด การเจียระไน ซึ่งสามารถทำการตรวจสอบได้สะดวกรวดเร็ว

**2.1.6 ลักษณะโครงสร้างแผ่นเทียบผิว**

แผ่นเทียบผิวมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม วางเรียงกันเป็นชุดตามลำดับความหยาบ ในแต่ละแผ่นจะมีสัญลักษณ์บอกระดับความหยาบกำกับไว้ แผ่นเทียบผิวชุดหนึ่งจะมีแผ่นเทียบผิว 8 แผ่น แผ่นเทียบผิวแต่ละชุดใช้สำหรับตรวจสอบความหยาบของผิวงานแต่ละชนิดต่างกัน เช่น ผิวงานตะไบ ผิวงานกลึง งานกัด และผิวงานเจียระไน

**2.1.7 การใช้แผ่นเทียบผิวตรวจสอบผิวงาน**

การใช้แผ่นเทียบผิวตรวจสอบความหยาบผิวงาน ต้องเลือกแผ่นเทียบผิวให้ตรงกับผิวชิ้นงานที่จะตรวจสอบ เช่น แผ่นเทียบผิวงานกัด ใช้สำหรับเทียบความหยาบของผิวงาน วิธีการใช้แผ่นเทียบผิวมี 2 วิธีคือ

2.1.7.1 วิธีที่ 1 การใช้สายตาตรวจสอบโดยอาศัยหลักการสะท้อนแสง

การใช้สายตาตรวจสอบโดยอาศัยหลักการสะท้อนแสง จากผิวงานเปรียบเทียบผิว ผิวงานที่มีความเรียบมากจะสะท้อนแสงได้ดีกว่า แต่หากชิ้นงานมีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายมาใกล้ที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอจำเป็นต้องใช้โคมไฟส่องที่ผิวงานและแผ่นเทียบผิว และสังเกตการณ์สะท้อนแสงจากผิวงานกับแผ่นเทียบผิวว่ามีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงที่สุดในช่วงใด จากนั้นจึงอ่านค่าความหยาบผิวชิ้นงานออกมาเป็นตัวเลข หรือบอกเป็นสัญลักษณ์ที่กำหนดบนแผ่นเทียบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7.2 วิธีที่ 2 การใช้ความรู้สึกสัมผัส

วิธีนี้ใช้ในกรณีที่บางครั้งเกิดความไม่เชื่อมั่นในสายตาตนเอง ไม่สามารถบอกค่าความหยาบผิวได้ถูกต้องหรือผิวงานที่นำมาตรวจสอบไม่สะท้อนแสงหรือสะท้อนแสงน้อยมาก เช่น ผิวเหล็กหล่อ จำเป็นต้องอาศัยความรู้สึกสัมผัสโดยใช้นิ้วมือลูบเปรียบเทียบระหว่างผิวงานกับแผ่นเทียบผิวว่ามีความหยาบเท่ากันในช่วงใดของแผ่นเทียบผิวจากนั้นจึงอ่านค่าความหยาบผิว หรือกำหนดเป็นสัญลักษณ์ความหยาบผิวตามที่ปรากฏบนแผ่นเทียบผิว

**2.1.8 ข้อควรระวังและการดูแลรักษาแผ่นเทียบผิว**

เลือกใช้แผ่นเทียบผิวให้ตรงกับชนิดของความหยาบผิวงานที่ต้องการเปรียบเทียบ

1. เช็ดคราบน้ำมันที่แผ่นเทียบผิวออกให้หมด และทำความสะอาดผิวชิ้นงานที่ต้องการเปรียบเทียบ
2. ระวังไม่ให้ของแข็งขูดขีดแผ่นเทียบผิว
3. ตรวจสอบในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ
4. หลังการใช้งานต้องรีบเช็ดทำความสะอาด ทาน้ำมันกันสนิม และนำเก็บใส่ซอง

**2.1.9 ค่าที่เกี่ยวข้องกับความหยาบผิว**

2.1.9.1 ความหยาบผิว

ความหยาบผิว (Surface Rounghness) คือ ปริมาณของลักษณะบนพื้นผิวชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปด้วยเครื่องจักรและกำหนดเป็นสเกลด้วยค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (Arithmetical Mean Deviation) ของพื้นที่หน้าตัด ($R_a$) ความสูงของส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง 10 จุด ($R_z$) และค่าสูงที่สุดของส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง ($R_t$)

2.1.9.2 ความยาวอ้างอิง

ความยาวอ้างอิง (Reference Length) ความยาวอ้างอิง ($l_e$) กำหนดให้เป็นความยาวซึ่งจำเป็นต่อการหาค่าที่สุด ระยะระหว่างจุดสูงสุดและปริมาณค่าสูงที่สุดของส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง ($R_t$) หรือความสูงสุดของส่วนที่เปลี่ยนแปลง 10 จุด ($R_z$) จากพื้นที่หน้าตัดคัดแปลงค่าความยาวของความยาวอ้างอิง ไม่มีผลต่อความเรียบของผิวชิ้นงานปกติ

2.1.9.3 เส้นค่าเฉลี่ย

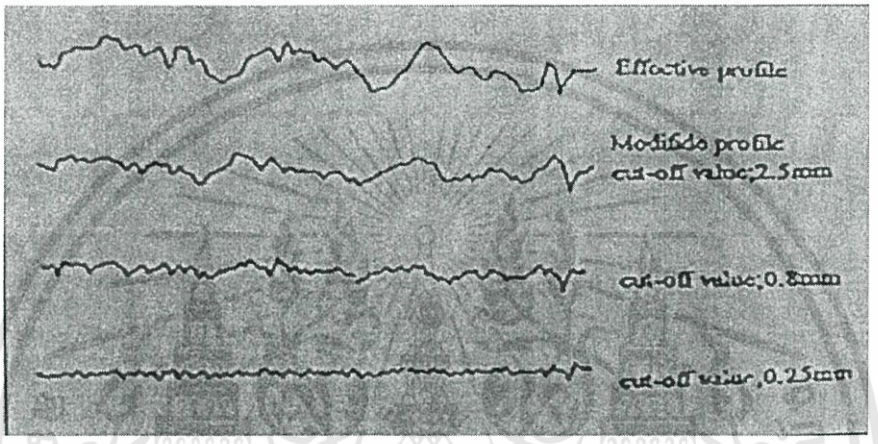
เส้นค่าเฉลี่ย (Mean Line) ถูกกำหนดให้เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งซึ่งเป็นผลรวมทั้งหมดของค่ายกำลัง 2 ของความสูงจากเส้นค่าเฉลี่ยถึงส่วนโค้งจากการวัดโดยแสดงเป็นค่าต่ำสุด เส้นเฉลี่ยถูกใช้เป็นเส้นอ้างอิง เพื่อหาค่าตัวแปรของความหยาบของผิวชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9.4 รูปหน้าตัดที่เป็นผลและรูปหน้าตัดดัดแปลง

รูปหน้าตัดที่เป็นผลและรูปหน้าตัดดัดแปลง (Effective Profile and Modified Profile) ลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานที่ผ่านการแปรรูปด้วยเครื่องอีดีเอ็มจะมีลักษณะนูนขึ้นเป็นแอ่งด้วยความสูง ช่วงห่าง และความเอียงแตกต่างกันมากมาย เมื่อความเรียบของผิวเหล่านี้ถูกวัดด้วยส่วนสัมผัสทางไฟฟ้าหรือหัวทดสอบ แล้วขจัดคลื่นความถี่ออกไปด้วย

รูปหน้าตัดดัดแปลงจะเกิดเส้นโค้งที่ลากด้วยปลายหัวทดสอบ ซึ่งมีความหมายและมีความแตกต่างจากเส้นโค้งที่ลากโดยผ่าน Low Band Cut-off Filter หรือที่เรียกว่า รูปหน้าตัดดัดแปลง ค่าของความถี่ที่ได้ค่าวัดออกด้วย Filter เรียกว่า ค่าตัดออก และรูปร่างของเส้นโค้งมีความแตกต่างกัน (วชิระ มีทอง,2554,วิศวกรรมการวัดละเอียด)

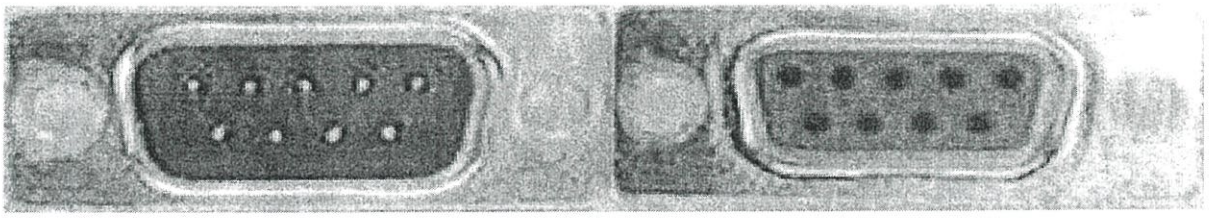



รูปที่ 2.4 รูปหน้าตัดที่เป็นผลและรูปหน้าตัดดัดแปลง (Effective Profile and Modified Profile) ลักษณะพื้นผิวของ

## 2.2 พอร์ต RS232

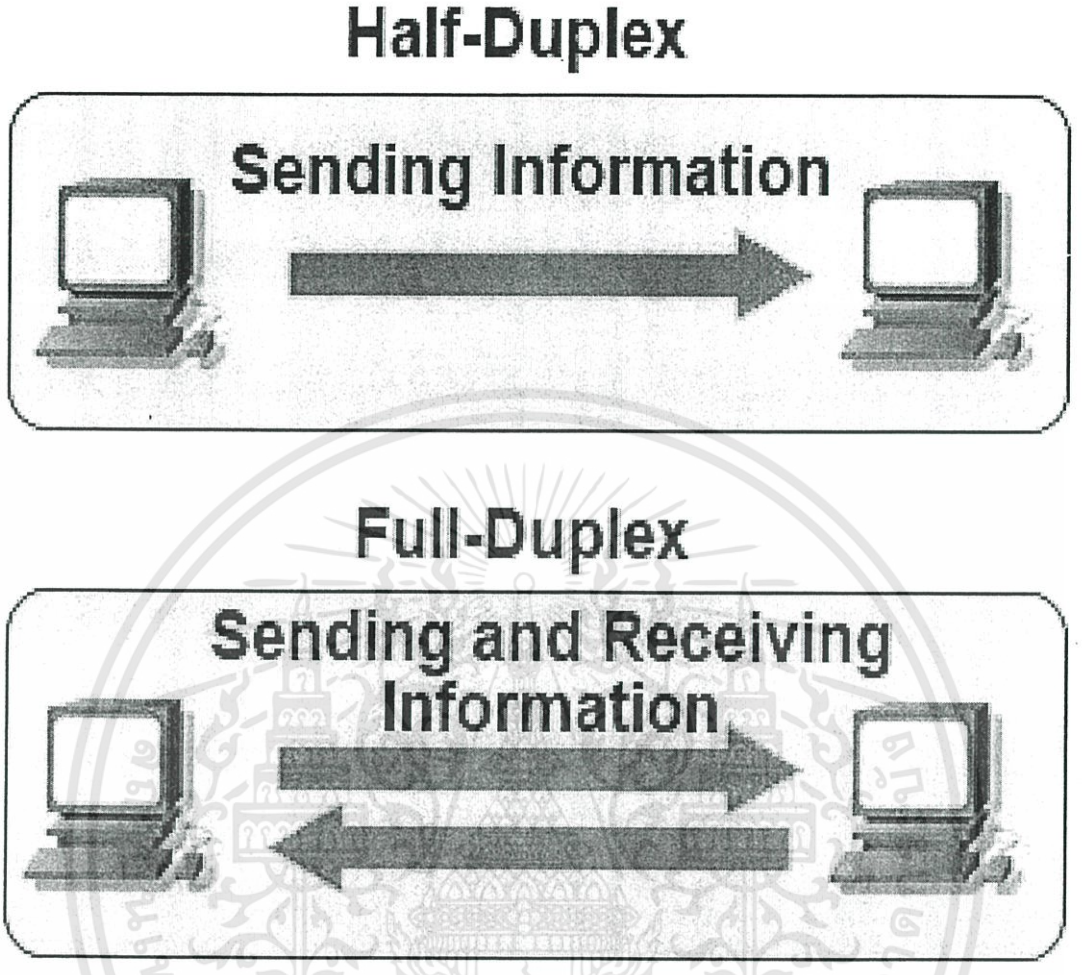
RS-232 ย่อมาจาก Recommended Standard-232 (มาตรฐานแนะนำรุ่น 232) เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูล แบบอนุกรม (Serial Port) กำหนดโดย

EIA (Electronics Industry Association) หรือ สมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ใช้กับการสื่อสารแบบจุดต่อจุด โดยใช้สายเชื่อมต่อ DB แบบ 25 และ 9 เข็ม ที่ไม่ประสานจังหวะระหว่างคอมพิวเตอร์กับ อุปกรณ์ต่อพ่วง มีการทำงานแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมด้วย เพื่อทำแฮนด์เชค (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้



รูปที่ 2.5 ลักษณะของพอร์ตตัวผู้และตัวเมียตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

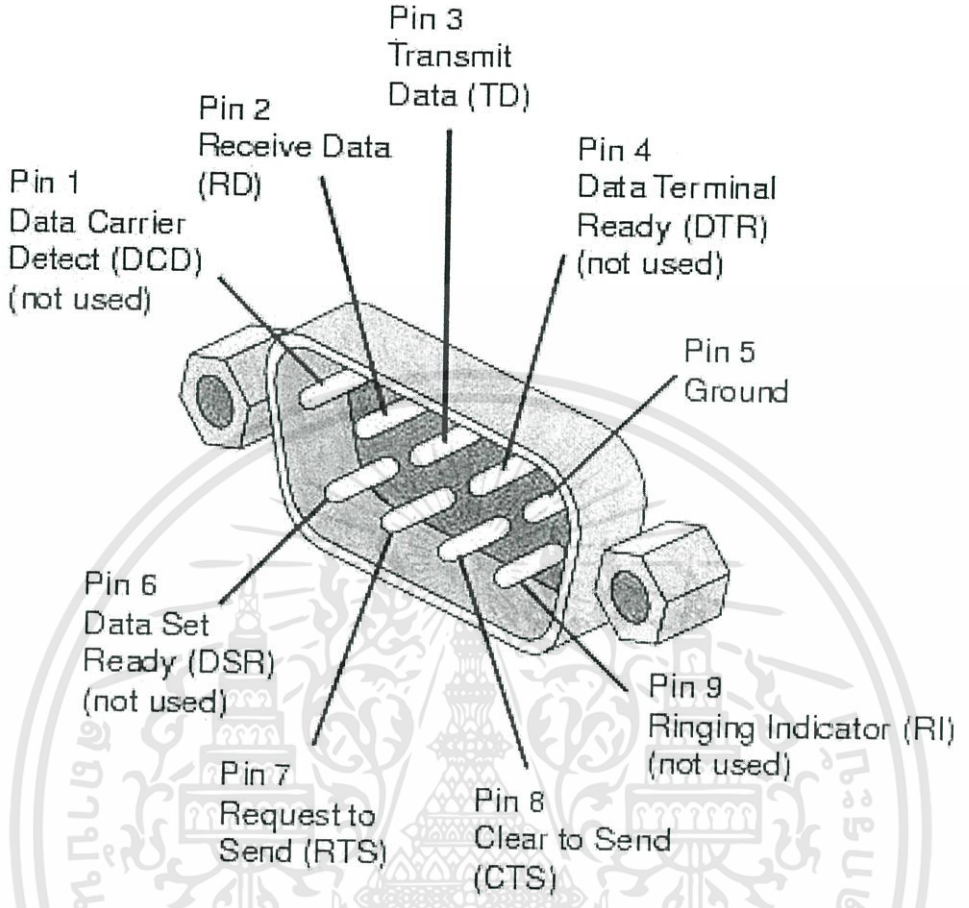



รูปที่ 2.6 รูปแบบการส่งข้อมูล

ทั้ง นี้มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิทต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น RS - 232 มีจุดเริ่มต้น จากความต้องการที่จะกำหนด มาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับโมเด็มในสมัยนั้น ตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์นั่นเอง
3. หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
4. มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่าง

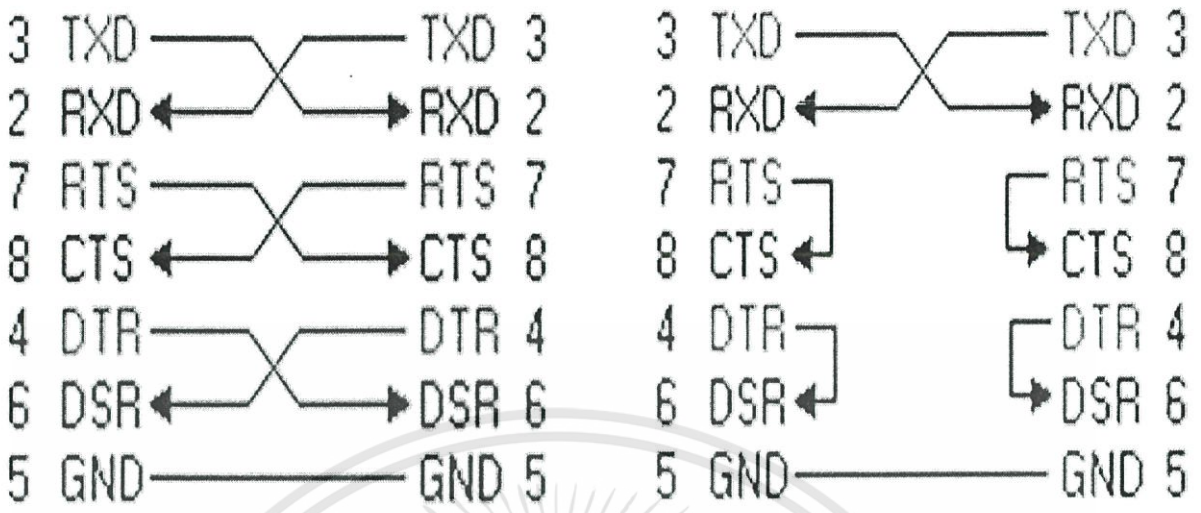
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.7 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

| Pin | Description | Type |
|---|---|---|
| 1 | Data Carrier Detect (DCD) | Input |
| 2 | Received Data (RXD) | Input |
| 3 | Transmitted Data (TXD) | Output |
| 4 | Data Terminal Ready (DTR) | Output |
| 5 | Signal Ground (GND) | Input |
| 6 | Data Set Ready (DSR) | Input |
| 7 | Request To Send (RTS) | Output |
| 8 | Clear to Send (CTS) | Input |
| 9 | Ring Indicator (RI) | Input |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ Null modem และ การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน DB9 แบบ 3 เส้น

การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล

RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล

DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน ,DSR ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่

- เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วย
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

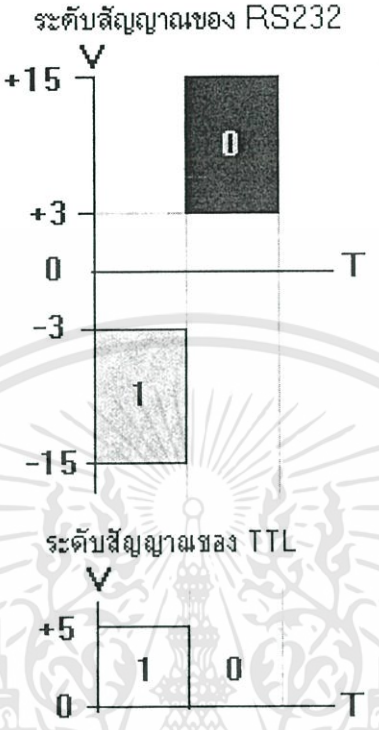
RTS แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล ,CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

GND ขา ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.1 ระดับสัญญาณของ RS232 และ รูปแบบการส่งสัญญาณ**




รูปที่ 2.9 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวน์

- เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V

ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V

- และเหตุที่ ระดับสัญญาณ ของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น

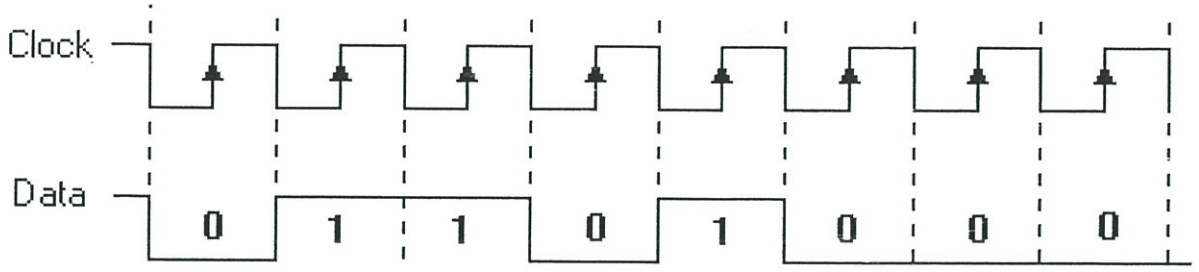
ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

**รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม** มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือแบบซิงโครนัส (Synchronous) และ แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

-การรับส่งข้อมูล จะมีสัญญาณนาฬิกา ซึ่งเป็นตัวกำหนด จังหวะเวลา การส่งข้อมูล ร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่ง ใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างเช่น การส่งสัญญาณจากคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.10 รูปแบบการสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

- การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่ง และตัวรับ มีอัตราส่งข้อมูล ที่เท่ากัน

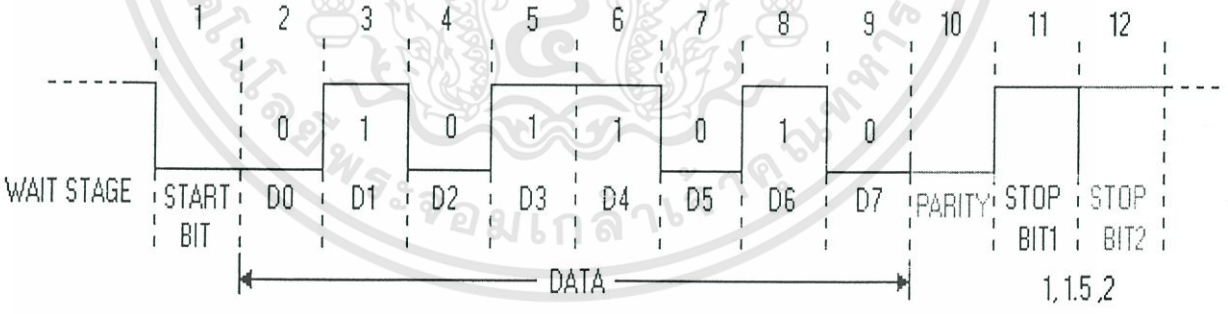
รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1 บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต

2 บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

3 บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี

4 บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต




รูปที่ 2.11 รูปแบบการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

- เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)
- เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit)
- จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB)
- แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)
- สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต ( มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.2 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) และ ลักษณะการรับส่งสัญญาณ**

- คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิทต่อวินาทีเช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 , 9,600 ,14,400 ,19,200, 38,400 ,56,000 เป็นต้น

- การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง, และปริมาณสัญญาณรบกวน

**การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบคือ**

1). แบบซิมเพลกซ์ (Simplex) เป็นการส่ง หรือรับข้อมูล แบบทิศทางเดียว เท่านั้น

2). แบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ (Half Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลแบบสลับกัน
คือเมื่อด้านหนึ่งส่ง อีกด้านหนึ่ง เป็นฝ่ายรับ สลับกัน ไม่สามารถรับ-ส่งในเวลาเดียวกันได้

3). แบบฟลูดูเพลกซ์ (Full Duplex) สามารถรับ-ส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

**2.2.3 การใช้ตัวควบคุมพอร์ตอนุกรม ใน Visual Basic .NET เพื่อเข้าถึงพอร์ตอนุกรม**

เนื่องจากไม่มีคลาสของ Microsoft .NET Framework ที่มีอยู่เข้าถึงทรัพยากรของการสื่อสารที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ของคุณ คุณสามารถใช้การMSCommควบคุมใน Microsoft Visual Basic 6.0 กระบวนการMSCommตัวควบคุมให้การสื่อสารแบบอนุกรมสำหรับโปรแกรมประยุกต์ของคุณ โดยการเปิดใช้งานการส่งและรับข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมพื้นฐาน โดยใช้โมเด็ม ดำเนินการดังต่อไปนี้:

1. เริ่ม Microsoft Visual Studio .NET
2. ในการแฟ้ม:เมนู ให้ชี้ไปที่ใหม่แล้ว คลิกProject.
3. ภายใต้ชนิดโครงการคลิกvisual โครงการพื้นฐาน.
4. ภายใต้แม่แบบคลิกคอนโซลแอพลิเคชัน.
5. ในการชื่อ:กล่อง ชนิด MyConsoleApplicationแล้ว คลิกตกลง.
   โดยค่าเริ่มต้น Module1.vb ถูกสร้างขึ้น
6. คลิกขวา MyConsoleApplication โครงการ และจากนั้น คลิกเพิ่มการอ้างอิง.
7. คลิกการ com แท็บ คลิก Microsoft การควบคุมสาร 6.0 ภายใต้ชื่อ คอมโพเนนต์ คลิกเลือกแล้ว คลิกตกลง.
   หมายเหตุ:เมื่อต้องการใช้การMSCommตัวควบคุม คุณต้องติดตั้งคอมโพเนนต์ COM ที่เกี่ยวข้องของ Microsoft Visual Basic 6.0 บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันที่มี Microsoft Visual Studio .NET ติดตั้ง สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิทธิ์การใช้งานปัญหาเมื่อคุณใช้ตัวควบคุม Visual Basic 6.0 ใน Visual Studio .NET คลิกหมายเลขบทความต่อไปนี้เพื่อดูบทความในฐานความรู้ของ Microsoft: 318597 ข้อผิดพลาดเมื่อคุณใช้ตัวควบคุม Visual Basic 6.0 ใน Visual Studio .NET
8. แทนรหัสใน Module1.vb ด้วยตัวอย่างรหัสต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

```
Imports MSCommLib

Module Module1

    Sub Main()
        'New a MSComm control
        Dim MSComm1 As MSComm
        MSComm1 = New MSComm
        ' Buffer to hold input string.
        Dim Buffer As String
        ' Use the COM1 serial port.
        MSComm1.CommPort = 1
        ' 9600 baud, no parity, 8 data, and 1 stop bit.
        MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
        ' Tell the control to read the whole buffer when Input is used.
        MSComm1.InputLen = 0
        ' Open the serial port.
        MSComm1.PortOpen = True
        Console.WriteLine("Oper the serial port.")
        ' Tell the control to make the Input property return text data.
        MSComm1.InputMode() = InputModeConstants.comInputModeText
        'Clear the receive buffer.
        MSComm1.InBufferCount() = 0
        ' Send the attention command to the modem.
        MSComm1.Output = "ATV1Q0" & Chr(13)
        Console.WriteLine("Send the attention command to the modem.")
        Console.WriteLine("Wait for the data to come back to the serial
        ' Make sure that the modem responds with "OK".
        ' Wait for the data to come back to the serial port.
        Do
            Buffer = Buffer & MSComm1.Input
        Loop Until InStr(Buffer, "OK" & vbCrLf)
        ' Read the "OK" response data in the serial port.
        ' Close the serial port.
        Console.WriteLine("Read the OK response data in the serial port.
        MSComm1.PortOpen = False
        Console.WriteLine("Close the serial port.")
    End Sub

End Module
```

9. กด CRTL + F5 เพื่อสร้าง และเรียกใช้โครงการนี้ คุณจะได้รับข้อความแสดงข้อความผลลัพธ์ต่อไปนี้:

เปิดพอร์ตอนุกรม

ส่งคำสั่งความสนใจไปยังโมเด็ม

กำลังรอให้ข้อมูลที่จะกลับมาพอร์ตอนุกรม

อ่านข้อมูลตกลงในการตอบสนองในพอร์ตอนุกรม

ปิดพอร์ตอนุกรม

121799

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินการ

การดำเนินงานประกอบด้วยสองส่วนด้วยกันคือ โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิว และ อุปกรณ์จับยึดและ ปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิวขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

## 3.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิว

### 3.1.1 รายละเอียดของเครื่องวัดความเรียบผิวรุ่น PDA-400

การศึกษาข้อมูลโปรแกรมควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิวได้ทำการศึกษาข้อมูลโดยการค้นคว้า และศึกษาวิทยานิพนธ์ที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน และ ศึกษาจากหนังสือคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งโปรแกรมการสอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

### 3.1.2 การออกแบบด้าน โปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดความเรียบผิว และประมวลผลจากข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องวัดความเรียบผิว ได้พัฒนาโดยเลือกใช้โปรมแกรมวิชวลเบสิก

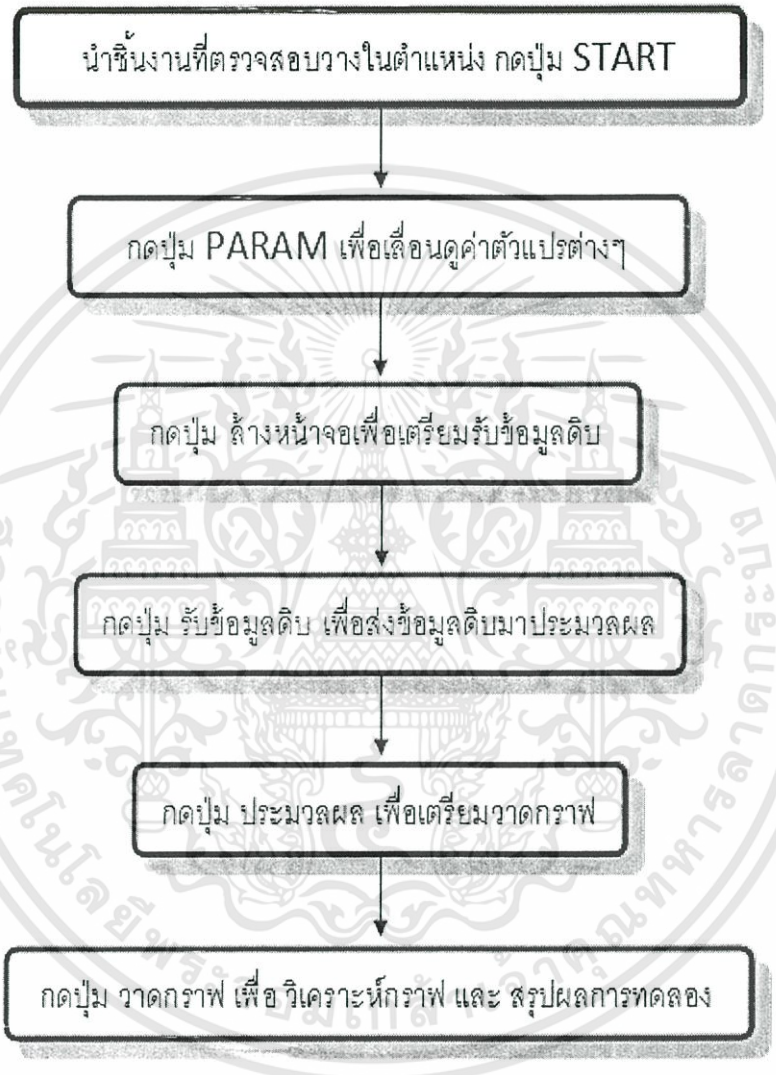
### 3.1.3 การดำเนินการด้าน โปรแกรม

การพัฒนาด้านโปรแกรม เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องวัดความเรียบผิวในกระบวนการของการวัด และควบคุมการทำงานของเครื่องวัดความเรียบผิว โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก ในการสร้างทั้งหมด โดยสามารถแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับเครื่องวัดความเรียบผิว และส่วนที่ใช้ในการแสดงผล ซึ่งทั้ง 2ส่วนนี้ได้ทำการสร้างให้สามารถทำงานไปพร้อมกัน

ในการดำเนินการด้านโปรแกรม จะมีส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลที่ผู้ใช้เครื่องเป็นคนป้อนข้อมูลและจะมีส่วนที่ใช้ในการแสดงผลเป็นกราฟ

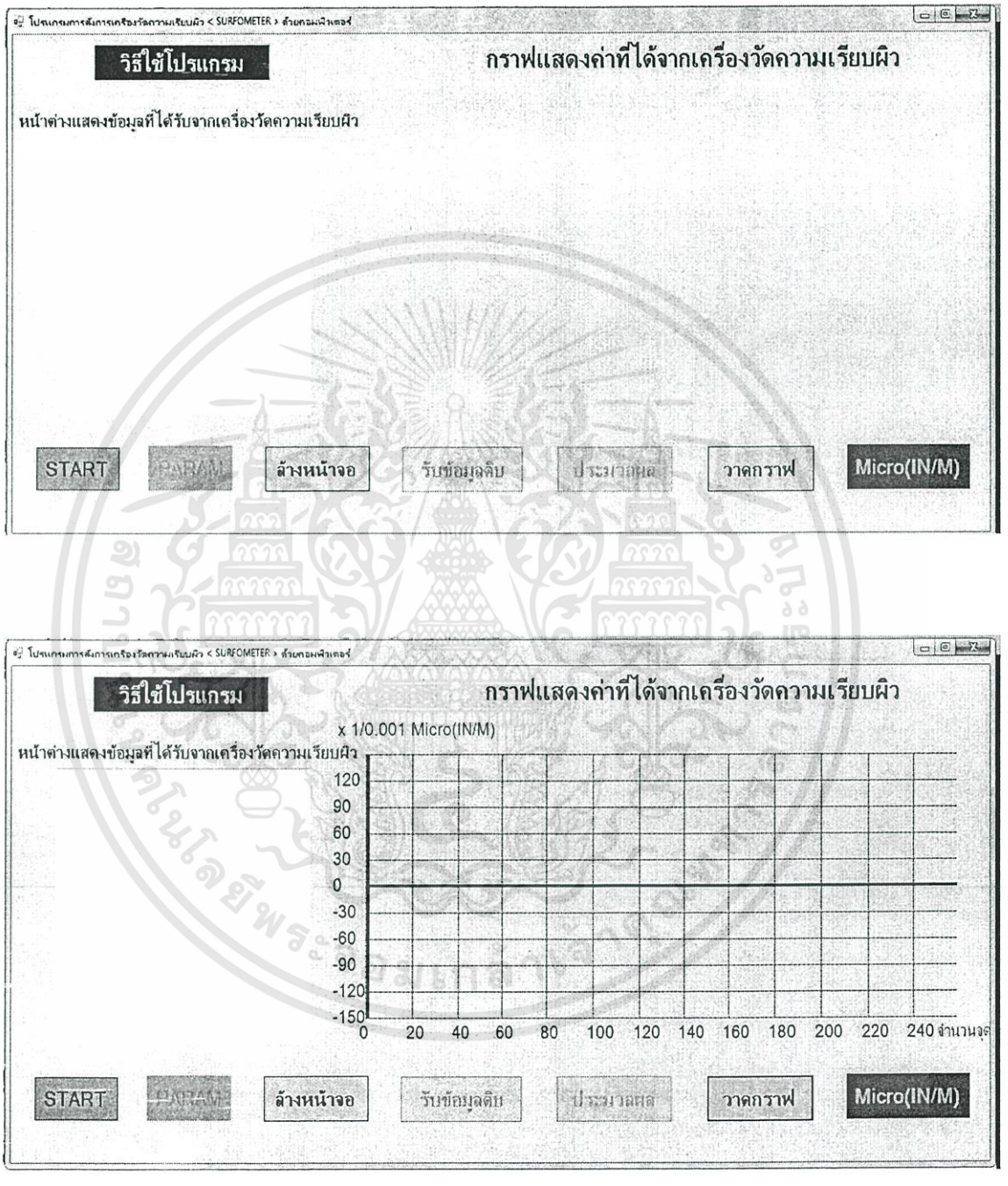
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนในการใช้เครื่องวัดความเรียบผิว**




รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

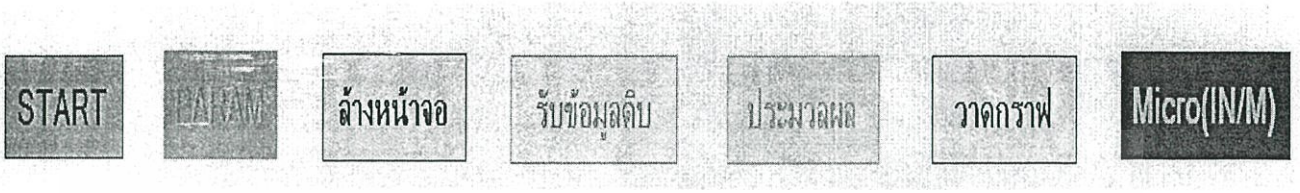
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.2 รูปแบบของฟอร์มหน้าแรกของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของปุ่มควบคุมการทำงานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3




รูปที่ 3.3 รูปแบบของปุ่มควบคุมโปรแกรม

โดยรายละเอียดของปุ่มควบคุมเหล่านี้คือ

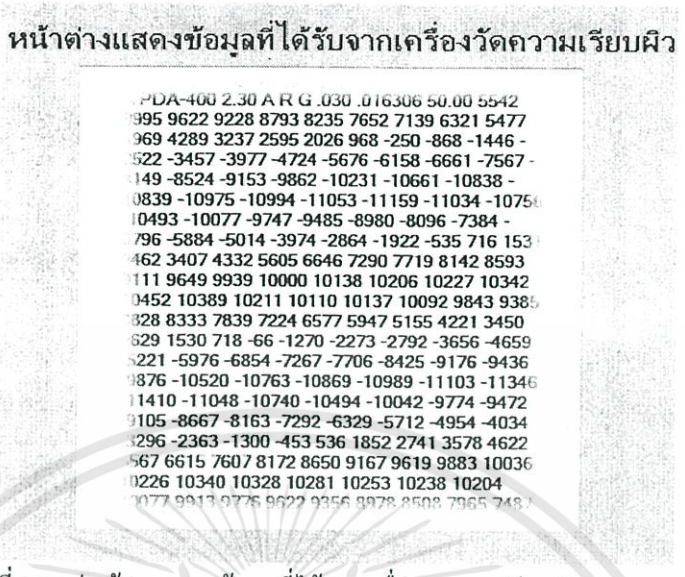
- START เป็นปุ่มควบคุมการเริ่มต้นวัดผิวชิ้นงาน
- PARAM เป็นปุ่มควบคุมการเลื่อนดูค่าตัวแปรต่างๆ
- ล้างหน้าจอ เป็นปุ่มควบคุมสำหรับล้างหน้าจอแสดงผลและลบกราฟที่สร้างขึ้น
- รับข้อมูล เป็นปุ่มควบคุมสำหรับการส่งข้อมูลดิบมายังคอมพิวเตอร์
- ประมวลผล เป็นปุ่มควบคุมสำหรับการแปลงค่าต่างๆเพื่อเตรียมวาดกราฟ
- วาดกราฟ เป็นปุ่มควบคุมการวาดกราฟ
- Micro(IN/M) เป็นปุ่มควบคุมสำหรับเปลี่ยนหน่วยการวัด

รูปที่ 3.4 รูปแบบของปุ่มวิธีใช้โปรแกรม

โดยรายละเอียดของปุ่มวิธีใช้โปรแกรม เป็นปุ่มที่มีไว้สำหรับช่วยเหลือผู้ใช้โปรแกรม ให้ใช้โปรแกรมได้ง่ายขึ้น

ในการรับข้อมูลต่างๆจะแสดงในรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

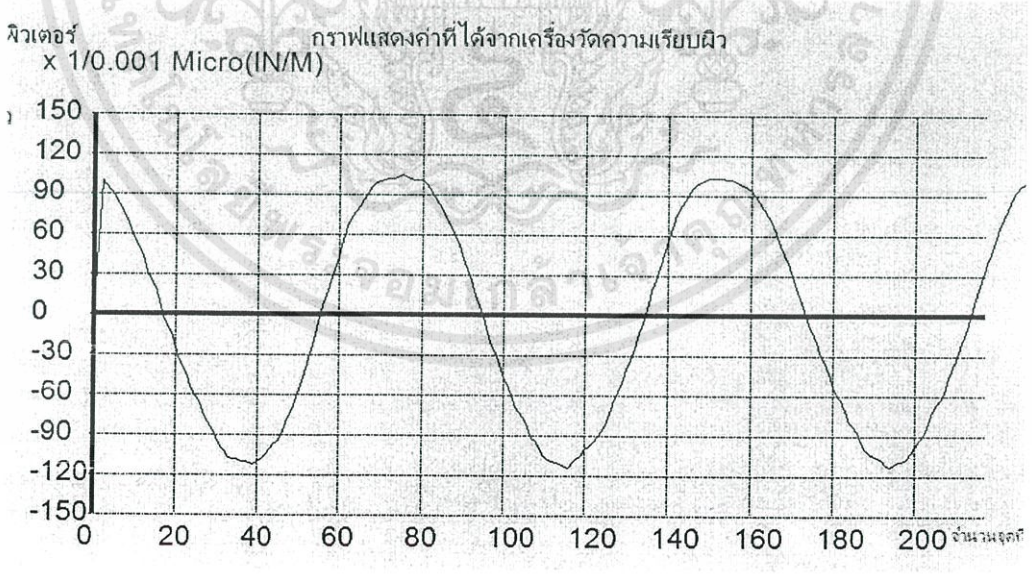



รูปที่ 3.5 รูปหน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดความเรียบผิว

**3.1.4 หลักการทำงานโดยสังเขป**

การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ

1. ส่วนของการรับข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดความเรียบผิว แสดงดังรูป 3.5
2. ส่วนของการวาดกราฟ แสดงดังรูป 3.6




รูปที่ 3.6 รูปแสดงกราฟที่วาดได้จากข้อมูลที่รับจากเครื่องวัดความเรียบผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

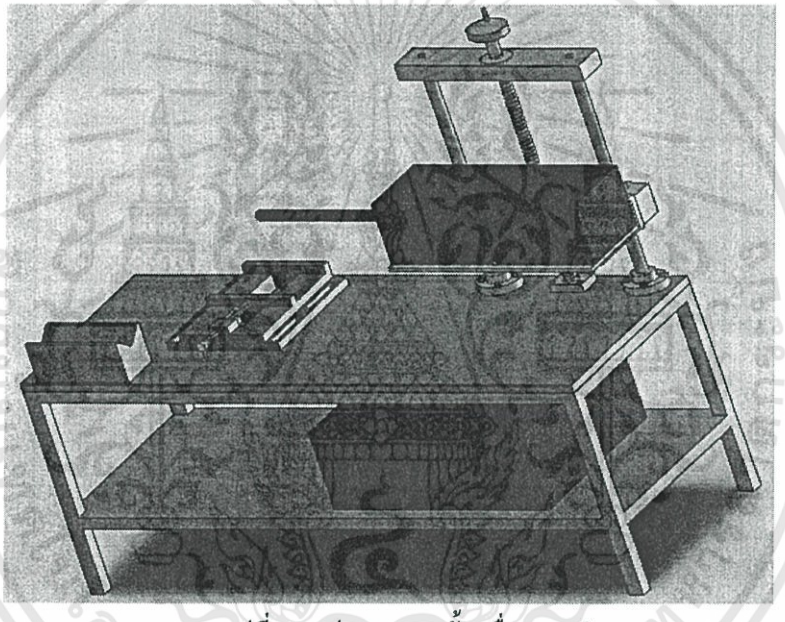
## 3.2 อุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว

### 3.2.1 ศึกษาหาข้อมูลอุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว

ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ สำหรับเครื่องที่จะทำการสร้างขึ้นซึ่งศึกษาจากหนังสือคู่มือการใช้เครื่อง และทดลองใช้เครื่อง

### 3.2.2 ออกแบบอุปกรณ์จับยึดและ ปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว

ออกแบบการพัฒนาเครื่องวัดความเรียบผิว โดยสร้างปากกาจับชิ้นงานและ ฐานวางเครื่องเพื่อปรับระดับในการเคลื่อนที่เพราะชิ้นงานที่นำมาทำการวัดนั้นมีขนาดที่ไม่เท่ากัน ซึ่งการแก้ไขนี้ทำให้การทำงานของเครื่องวัดความเรียบผิวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและการวัดชิ้นงานที่หลากหลายมากขึ้น โดยแบบแยกชิ้นสามารถดูได้ในภาคผนวก



รูปที่ 3.7 รูปแสดงฐานตั้งเครื่องแบบจำลอง

### 3.2.3 การดำเนินการสร้างอุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว

เมื่อทำการหาวัสดุที่ต้องใช้ในการดำเนินการสร้างได้ครบแล้วก็ลงมือสร้างชิ้นงานโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของโต๊ะและฐานวางชิ้นงานและ ส่วนของอุปกรณ์ในการปรับระดับ

3.2.3.1 <u>ส่วนของโต๊ะและฐานวางชิ้นงาน</u>

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการสร้าง

1. แผ่นสเตนเลสหนา 5 มิลลิเมตร
2. เหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว
3. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
4. หัวตัดพลาสมา
5. เครื่องกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องเจียระไน

7. สีสเปรย์ สีดำ 1 กระป๋อง สีเทา 1 กระป๋อง

วิธีการสร้าง

ส่วนของโต๊ะและฐานวางชิ้นงานทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว เชื่อมขึ้นรูปเป็นโต๊ะ ขนาดกว้าง 250 มม. ยาว 600 มม. สูง 300 มม. ประกอบด้วยแผ่นสเตนเลส 2 ชิ้น แผ่นบนเป็นแผ่นสเตนเลสหนา 4 มม. เจียระไนผิวเรียบ ยึดติดด้วยสกรูขนาดหนา 5 มม. ผ่านรู ชิ้นล่างใช้แผ่นสเตนเลสหนา 4 มม.ตัดวางเป็นชั้นรองสำหรับวางเครื่องวัดความเรียบผิว โดยโครงของโต๊ะพ่นสีเทารองพื้นก่อน เสร็จแล้วพ่นด้วยสีดำ

3.2.3.2 <u>ส่วนของอุปกรณ์ในการปรับระดับ</u>

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการสร้าง

1. แท่งสเตนเลสเกลียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร

2. แท่งสเตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร

3. แผ่นอะลูมิเนียม หนา 10 มิลลิเมตร

4. แผ่นสเตนเลส หนา 4 มิลลิเมตร

5. เหล็กกลมตัน

6. น๊อตสเตนเลสตัวเมีย

7. แผ่นสเตนเลสหนา 2 มิลลิเมตร

8. แบริ่งขนาด 14 มิลลิเมตร

9. แกนแบริ่งขนาด 12 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน

10. เครื่องกัด

11. เครื่องกลึง

12. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

13. เครื่องเลื่อย

14. เครื่องเจียระไน

15. เครื่องเจาะ

16. สว่านมือ

17. ที่ทำเกลียว

18. ที่ล็อกชิ้นงาน

19. ประแจ

20. ไขควง

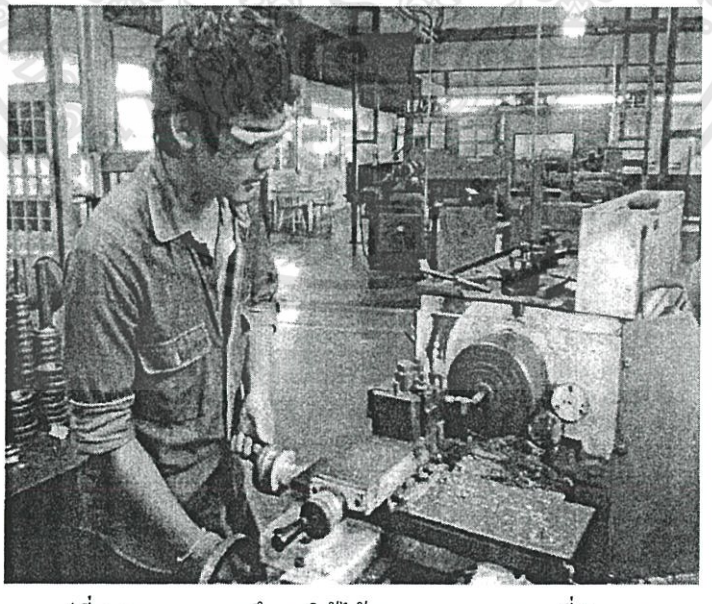
21. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

22. สกรูตัวผู้และตัวเมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**วิธีการสร้าง**

ตัดแท่งสเตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ให้ได้ความยาว 400 มิลลิเมตร จำนวน 2 ท่อน แล้วเจาะรูทั้งสองด้านเพื่อทำเกลียว ต่อมาตัดแท่งสเตนเลสเกลียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ให้ได้ความยาว 430 มิลลิเมตร กลึงส่วนปลายด้านล่างให้ได้ขนาดเท่ากับบ่าของแบริ่ง ส่วนด้านบน กลึงขนาด 14 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร ต่อมา ตัดแผ่นอะลูมิเนียม หนา 10 มิลลิเมตร ให้ได้ขนาด 200x50 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น พร้อมทั้งกัดรอบแผ่นให้เรียบ แผ่นแรกเจาะรูตาม Lay out ที่กำหนด เสร็จแล้วทำเกลียวที่รู 2 รูที่อยู่ริมแผ่นเพื่อใส่สกรูส่วนรูกลางใส่แบริ่งขนาด 14 มิลลิเมตรเข้าไป ส่วนแผ่นที่สองเจาะรูตาม Lay out ที่กำหนด ต่อมากลึงท่อนเหล็กกลมตันให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบ จำนวน 2 ชิ้น เสร็จแล้วเจาะรู 3 รู ทั้ง 2 ชิ้น ต่อมากลึงท่อนเหล็กกลมตันให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบในส่วนที่เป็นมือหมุน เจาะรูด้านล่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร ลึก 10 มิลลิเมตร เพื่อใส่แกนเกลียว เจาะรูด้านบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรบริเวณริมชิ้นงานจนทะลุ แล้วทำเกลียวเพื่อใส่สกรูทำที่จับหมุน เจาะรูด้านข้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ลึกจนทะลุถึงรู แล้วทำเกลียวเพื่อใส่เกลียวตัวหนอน ต่อมากลึงแท่งสเตนเลสกลวงให้ได้ขนาดตามที่กำหนด เพื่อทำเป็นที่จับในการหมุน ต่อมาตัดแผ่นสเตนเลสหนา 2 มิลลิเมตร ให้ได้ขนาด 40x30 ตารางมิลลิเมตร เจาะรู 4 รู ตามระยะที่กำหนด เสร็จแล้วนำไปเชื่อมเข้ากับสกรูสเตนเลสตัวเมีย ต่อมาตัดแผ่นสเตนเลส หนา 4 มิลลิเมตรให้ได้ขนาด 25x20 ตารางมิลลิเมตร พับตามขนาดที่กำหนด เสร็จแล้วเจาะรูตามระยะ ที่กำหนด เมื่อเสร็จแล้วจึงทำการประกอบชิ้นส่วนตามแบบที่กำหนด แล้วนำไปประกอบเข้ากับส่วนของโต๊ะและฐานวางชิ้นงาน

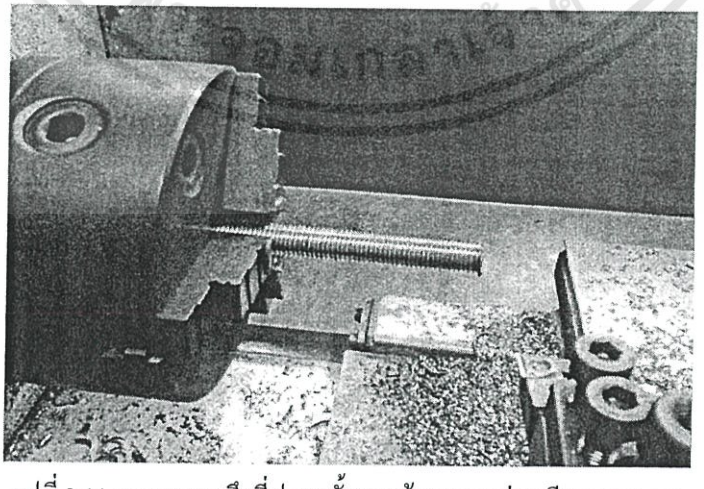


รูปที่ 3.8 แสดงการกลึงเสาให้ได้ขนาดความยาวตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

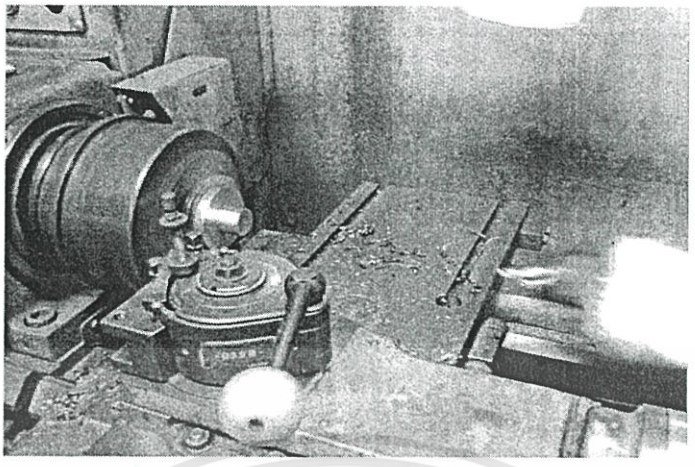
รูปที่ 3.9 แสดงการเจาะปลายเสาเพื่อยึดสกรูทั้งสองด้าน

รูปที่ 3.10 แสดงการทำเกลียวที่ปลายเสาทั้งสองด้าน

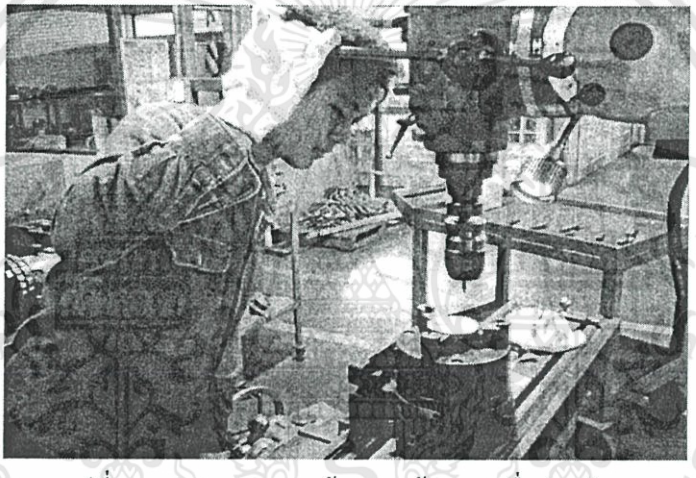


รูปที่ 3.11 แสดงการกลึงที่ปลายทั้งสองด้านของแท่งเกลียวสเตนเลส

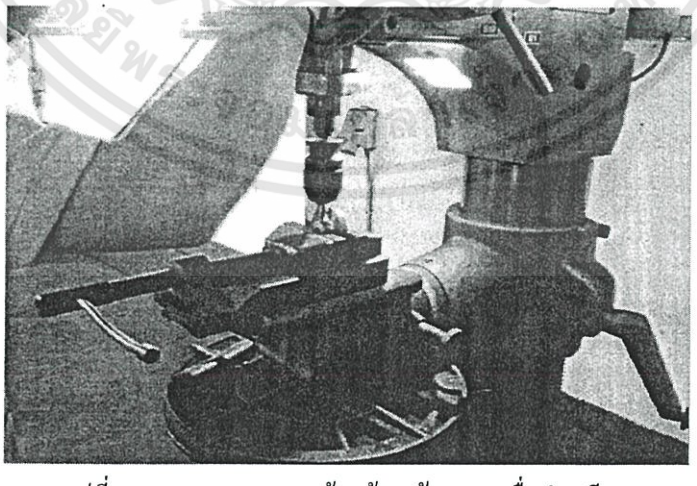
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงการกลึงเหล็กเพื่อใช้เป็นแป้นหมุน

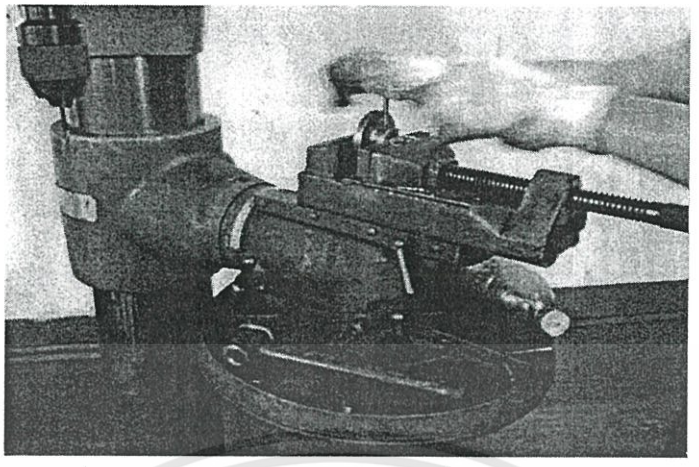


รูปที่ 3.13 แสดงการเจาะรูด้านบนแป้นหมุนเพื่อทำเกลียว

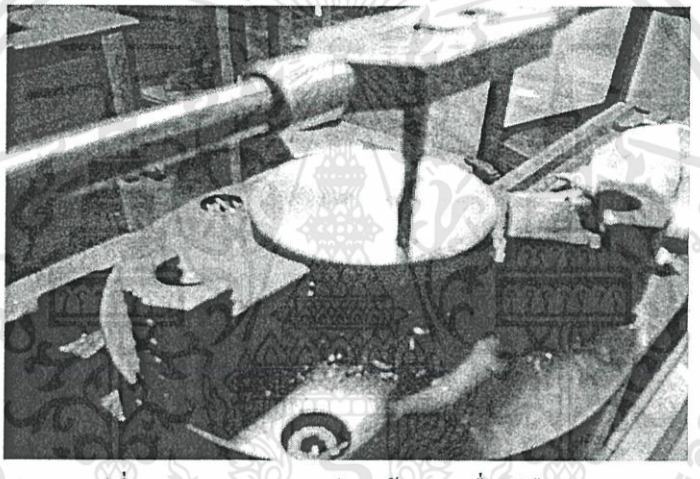


รูปที่ 3.14 แสดงการเจาะรูด้านข้างแป้นหมุนเพื่อทำเกลียว

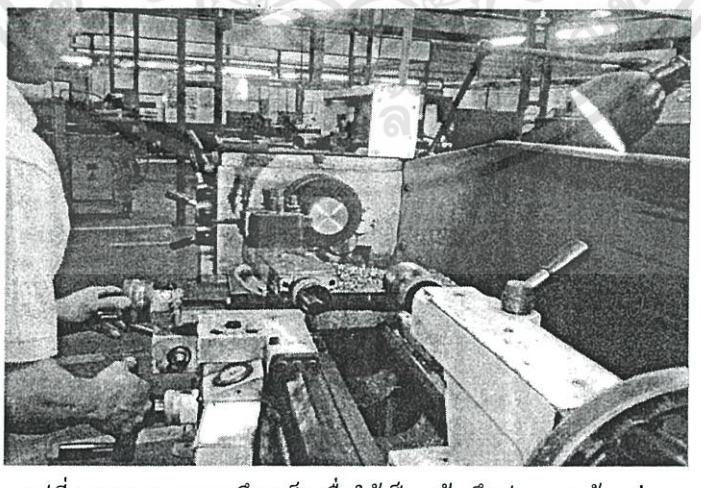
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงการทำเกลียวรูด้านข้างเพื่อใส่เกลียวตัวหนอน



รูปที่ 3.16 แสดงการทำเกลียวรูด้านบนเพื่อใส่มือหมุน

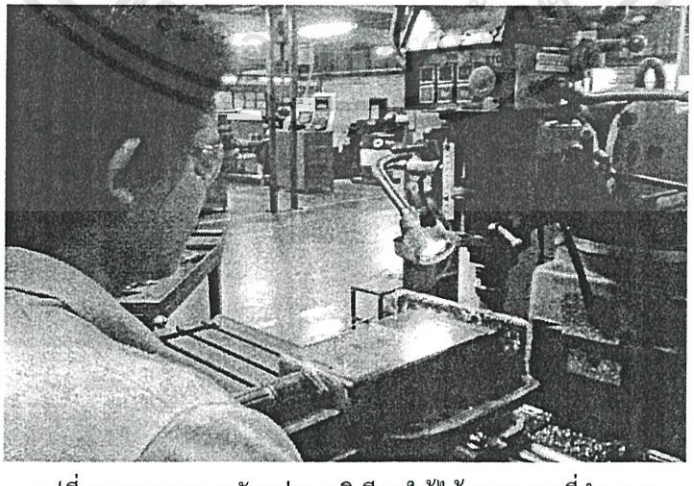


รูปที่ 3.17 แสดงการกลึงเหล็กเพื่อใช้เป็นแป้นยึดปลายเสาด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

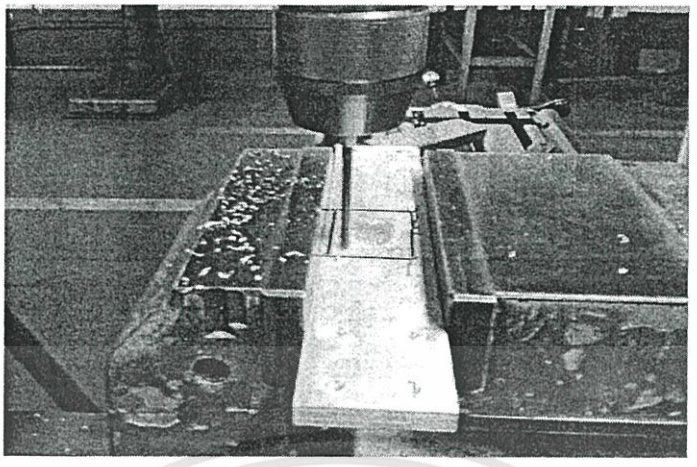
รูปที่ 3.18 แสดงการเจาะรูแป้นยึดเสาเพื่อยึดสกรู

รูปที่ 3.19 แสดงการกำหนดขนาดแผ่นอลูมิเนียม

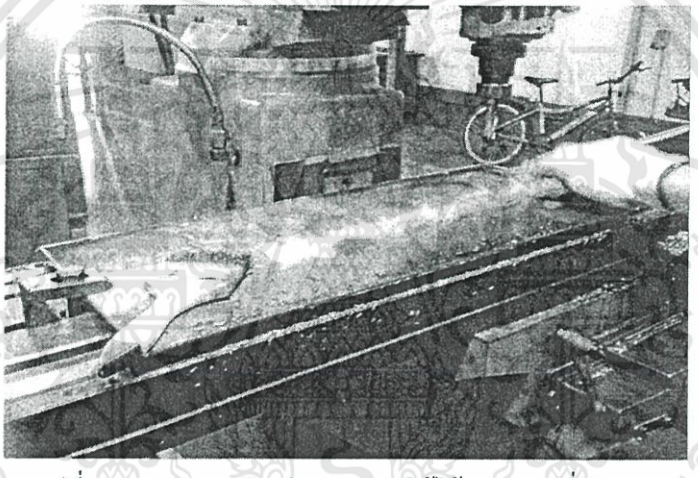


รูปที่ 3.20 แสดงการกัดแผ่นอลูมิเนียมให้ได้ขนาดตามที่กำหนด

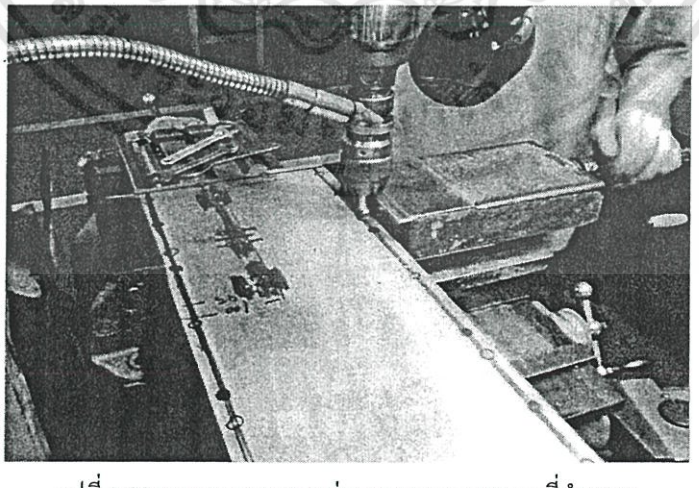
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงการเจาะรูแผ่นอลูมิเนียมตามตามตำแหน่งที่กำหนด

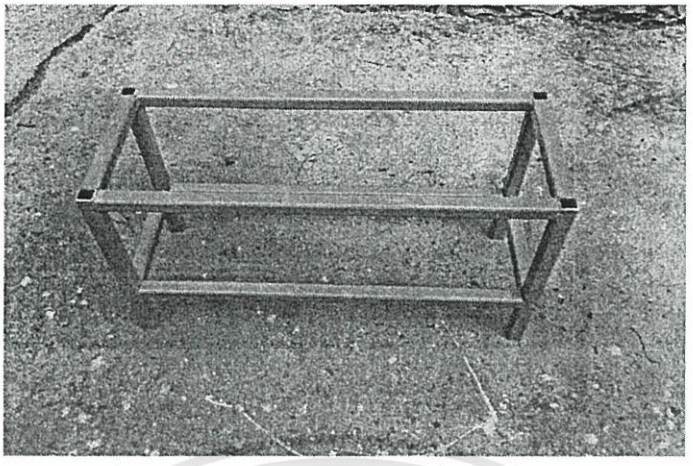


รูปที่ 3.22 แสดงการกัดแผ่นสเตนเลสให้ได้ขนาดตามที่กำหนด

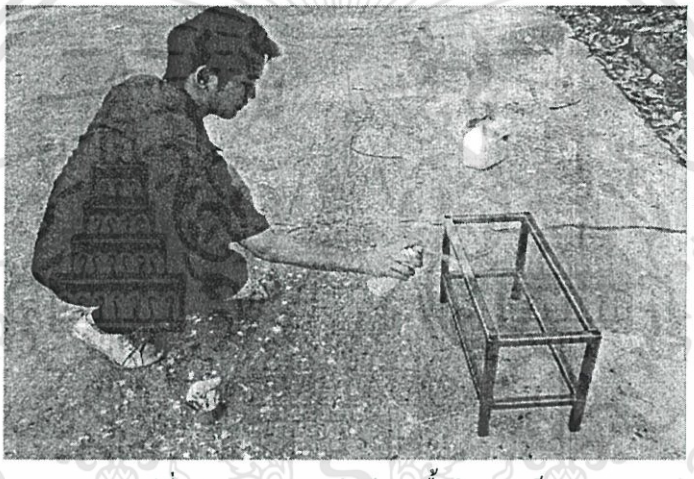


รูปที่ 3.22 แสดงการเจาะรูแผ่นสเตนเลสตามระยะที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



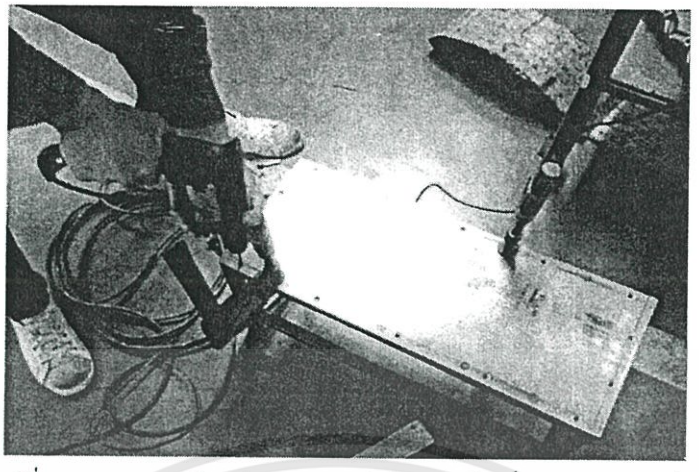
รูปที่ 3.23 แสดงรูปโครงเหล็กกล่องที่นำมาเชื่อมต่อกัน



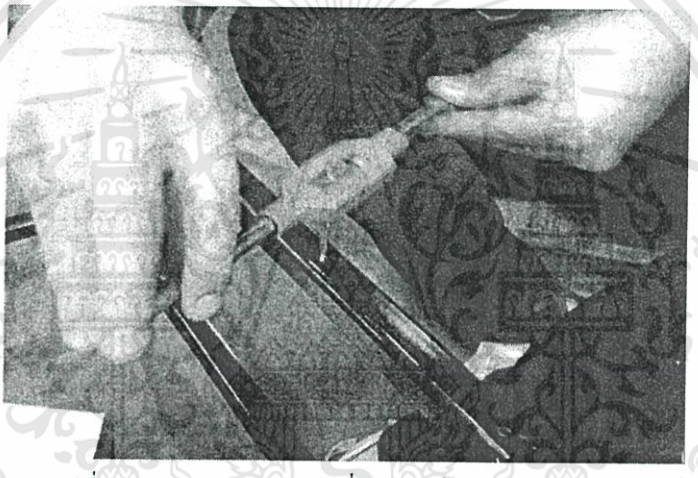
รูปที่ 3.24 แสดงการพ่นสีรองพื้นโครงเหล็ก

รูปที่ 3.25 แสดงการพ่นสีโครงเหล็ก

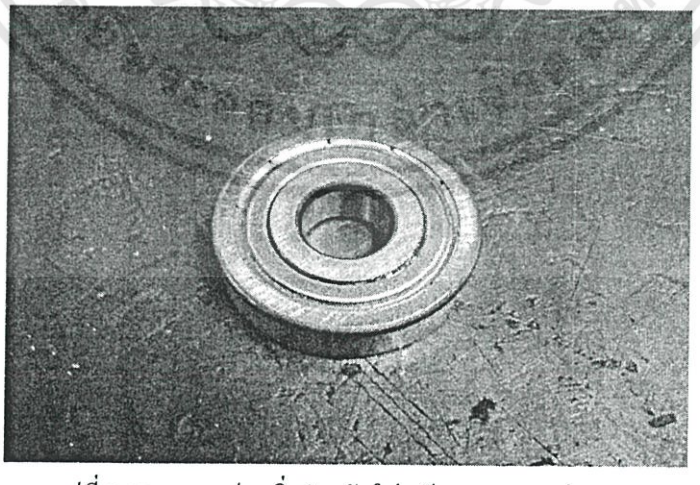
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 แสดงการยึดแผ่นสเตนเลสกับโครงเหล็กเพื่อเจาะรูโครงเหล็ก

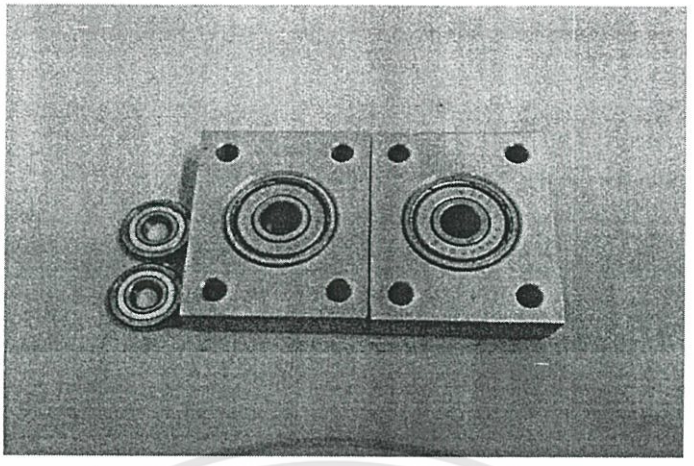


รูปที่ 3.27 แสดงการทำเกลียวที่โครงเหล็กสำหรับใส่สกรูยึด

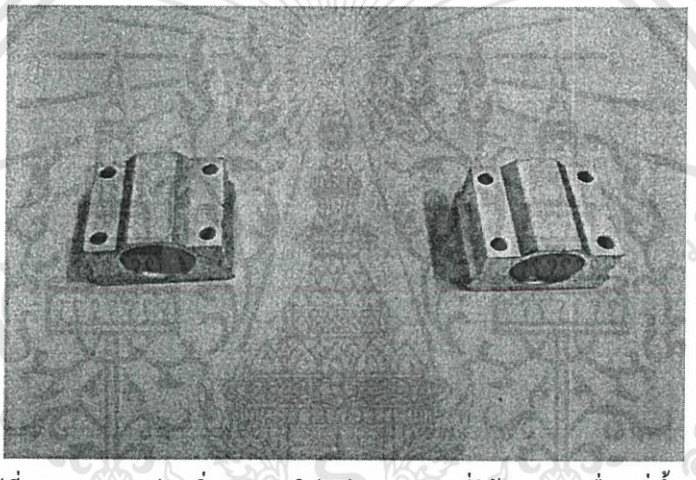


รูปที่ 3.28 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่เกลียวสเตนเลสส่วนบน

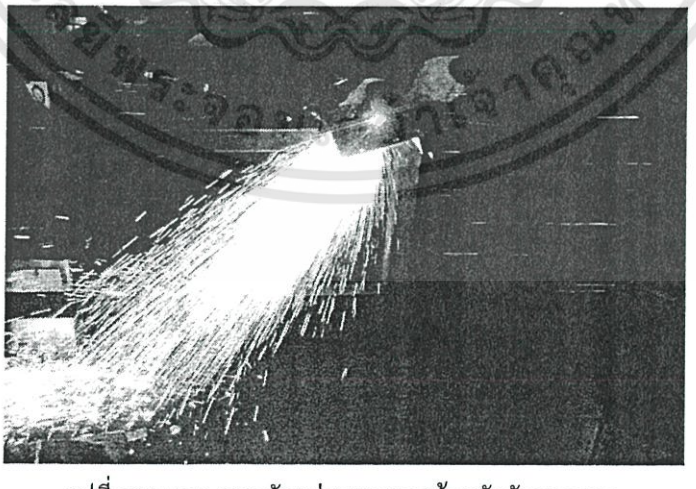
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่เกลียวสเตนเลสส่วนล่าง

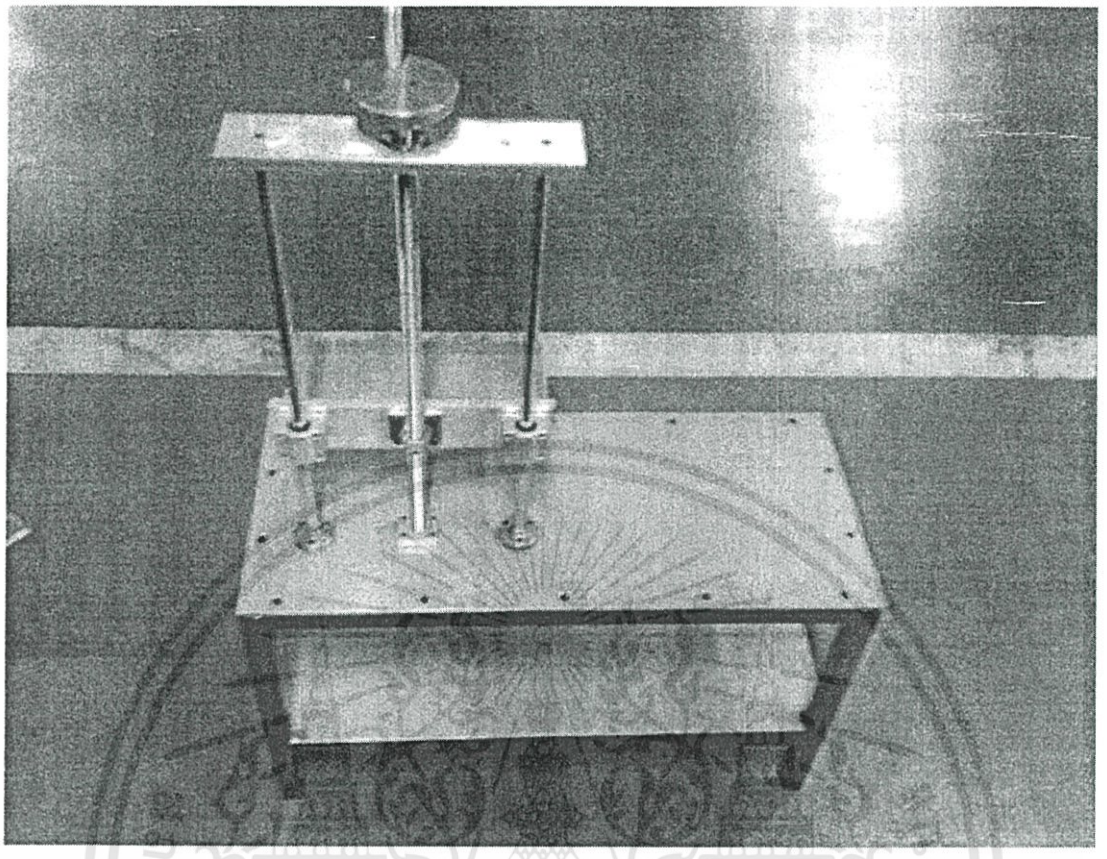


รูปที่ 3.30 แสดงรูปแบริ่งสำหรับใส่แท่งสเตนเลสที่ใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นลง



รูปที่ 3.31 แสดงการตัดแผ่นสเตนเลสด้วยหัวตัดพลาสมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 แสดงฐานตั้งเครื่องและอุปกรณ์ปรับระดับที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

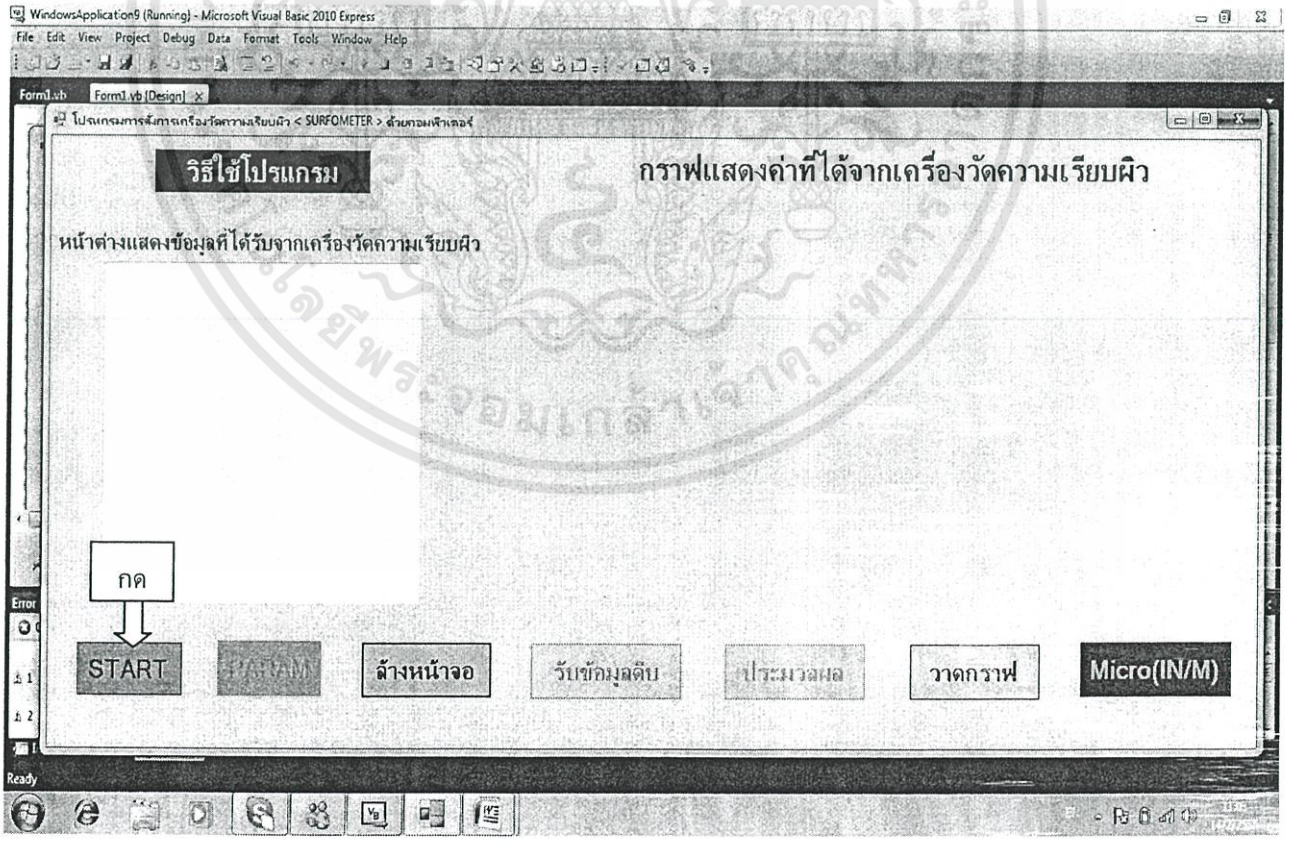
# บทที่ 4

# ผลการดำเนินการ

การศึกษาและพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเรียบผิวแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้าน ฮาร์ดแวร์ เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนของอุปกรณ์จับยึดและปรับระดับเครื่องวัดความเรียบผิว ได้ออกแบบและสร้างฐานวางเครื่อง และ ด้าน Software ส่วนของโปรแกรมควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิว เกี่ยวข้องกับการศึกษาการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมในการสร้างคือ โปรแกรมภาษาวิชวลเบสิก ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดความเรียบผิวการดำเนินการทั้งหมดได้ผลดังนี้

## 4.1 ผลการทดลองด้านโปรแกรม

การทดลองโปรแกรมเริ่มต้นที่หน้าจอแรกดังแสดงในรูปที่ 4.2



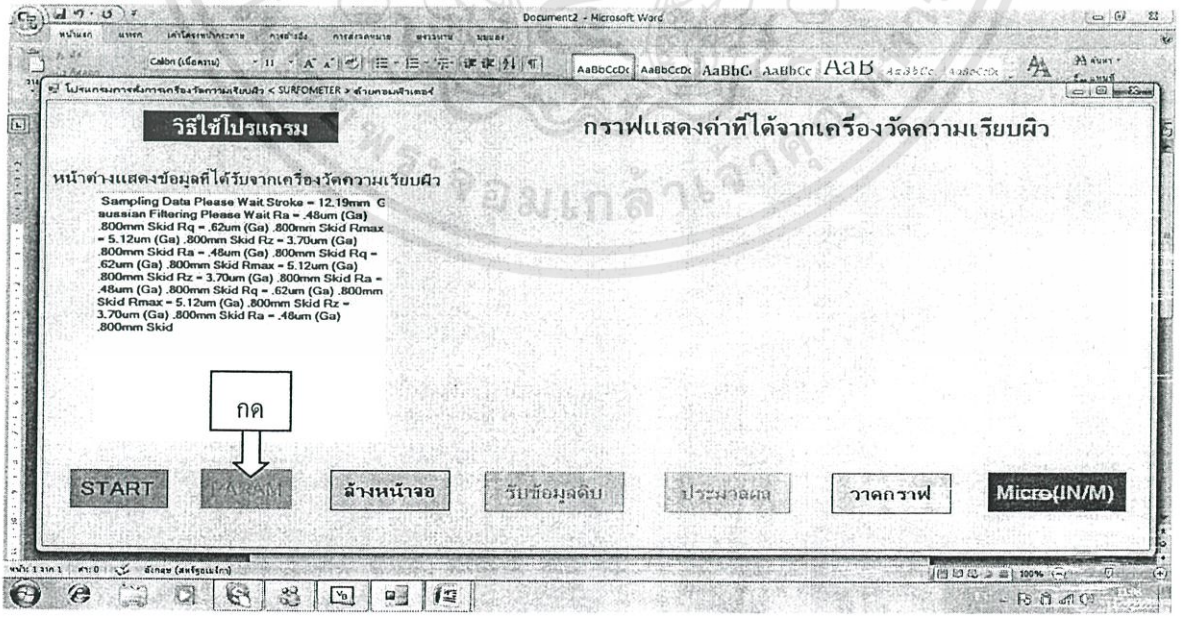

รูปที่ 4.1 รูปแบบฟอร์ม (Form) ของโปรแกรมก่อนกดปุ่มคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบฟอร์มนี้จำเป็นต้องทำการเปิดเครื่องวัดความเรียบผิว เสียบสายเชื่อมต่อ และ เตรียมชิ้นงานพร้อมที่หัวโพรบจะวัดความเรียบผิวได้ ต่อไปเริ่มกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นสแกนผิวหน้าชิ้นงาน รอจนเครื่องสแกนเสร็จ

เมื่อเครื่องทำการสแกนพื้นผิวเสร็จสิ้น เครื่องจะแสดงค่าเริ่มต้นเป็นค่าความหยาบผิวเฉลี่ยดังรูปที่ 4.2 จากนั้นกดปุ่ม Param เพื่อเลื่อนดูค่าตัวแปรต่างๆ ดังแสดงรูปที่ 4.3

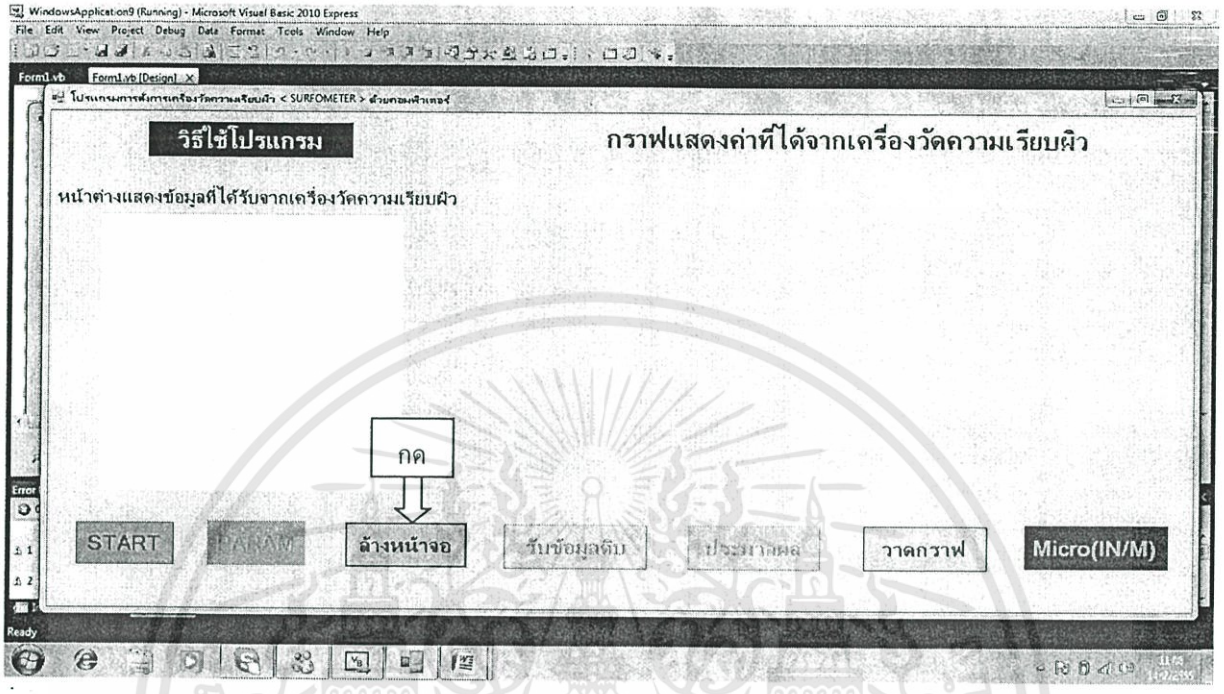
รูปที่ 4.2 รูปแบบฟอร์ม พร้อมข้อมูลที่ได้หลังทำการสแกนผิวชิ้นงาน



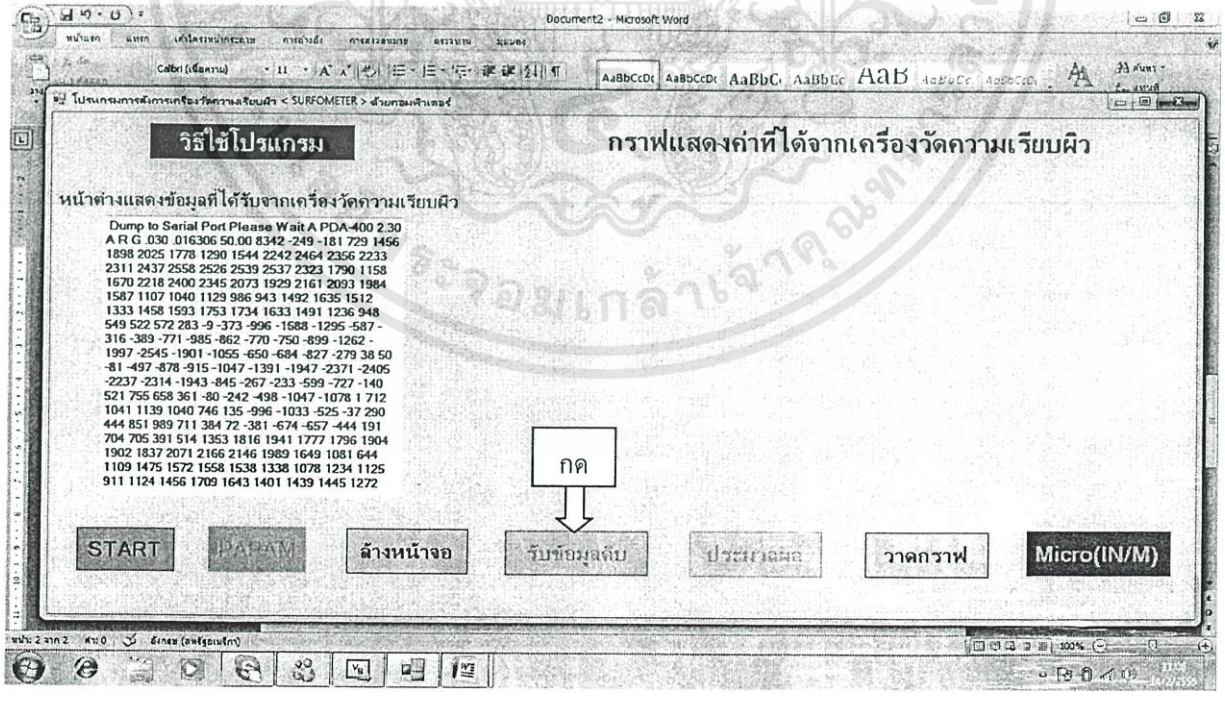

รูปที่ 4.3 รูปแบบฟอร์ม พร้อมข้อมูลหลังจากกดปุ่ม PARAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการกดปุ่มล้างหน้าจอ เพื่อลบข้อมูลเบื้องต้นออกจากหน้าจอ ดังรูป 4.4 และกดปุ่มรับข้อมูลเพื่อรับข้อมูลดิบมายังคอมพิวเตอร์ ดังรูป 4.5 ขั้นตอนนี้อาจใช้ระยะเวลาส่งข้อมูลทั้งหมดประมาณ 1 นาที



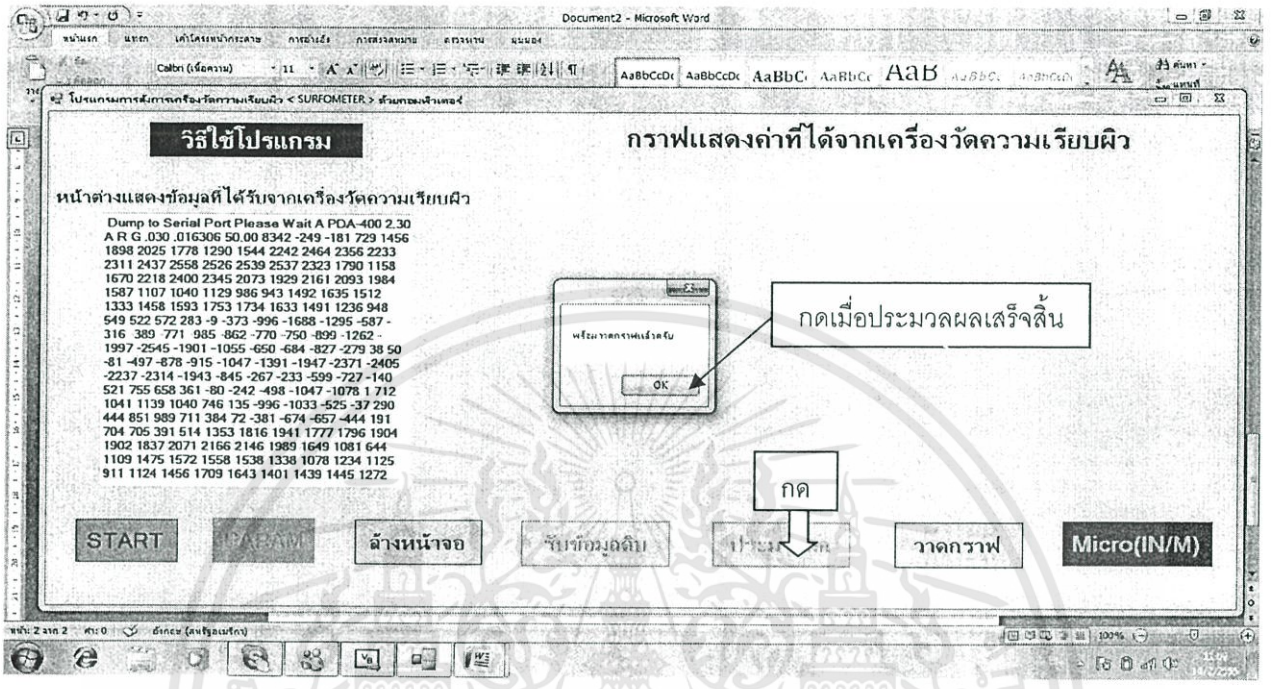

รูปที่ 4.4 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มล้างหน้าจอ




รูปที่ 4.5 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มรับข้อมูล

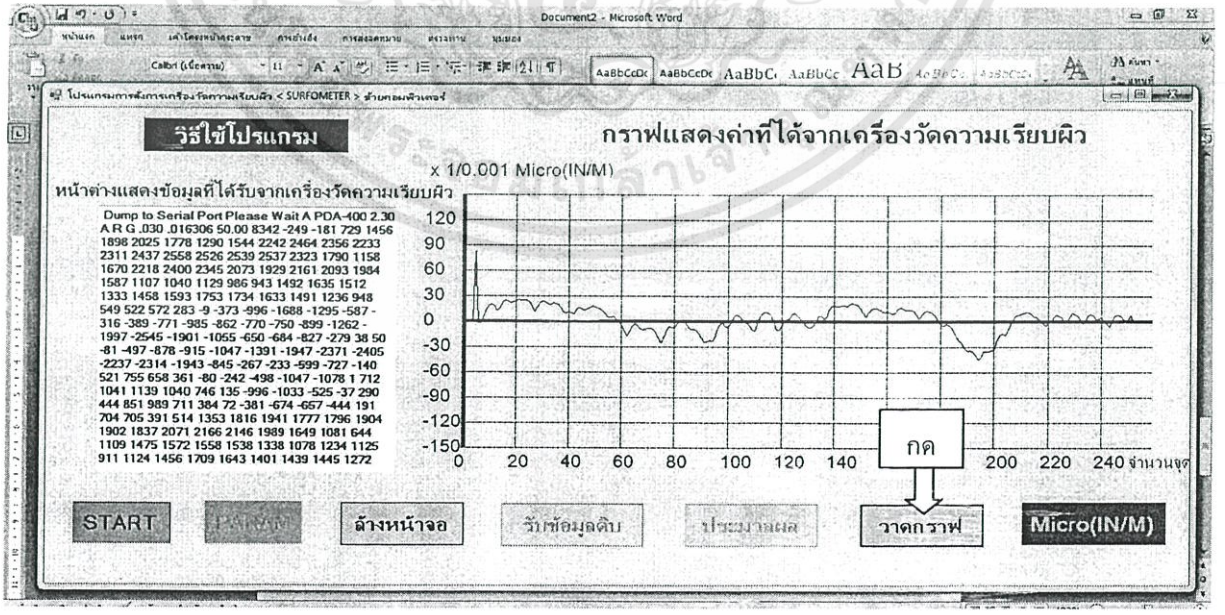
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังให้รับข้อมูลจากเครื่องวัดความเรียบผิวแล้วให้กดปุ่ม ประมวลผล แล้วถ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีกล่องข้อความขึ้นว่า “พร้อมวาดกราฟแล้วครับ” ดังรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.6 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มประมวลผล

หลังจากกด “OK” จากกล่องข้อความที่ปรากฏขึ้น จากนั้นกดปุ่ม วาดกราฟ เพื่อวาดกราฟจากพื้นผิวที่ได้สแกนไปแล้ว ดังรูป 4.7



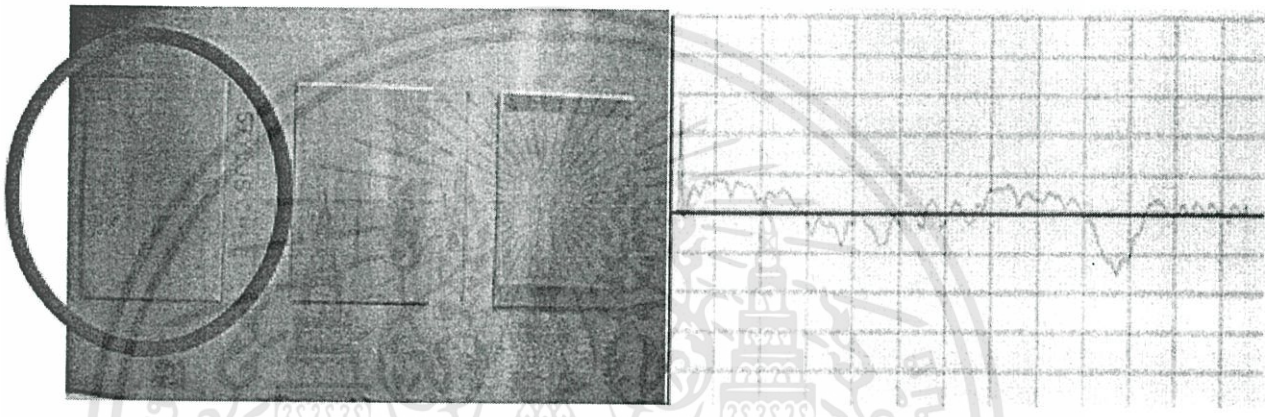

รูปที่ 4.7 รูปแบบฟอร์ม หลังจากกดปุ่มวาดกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ทำการสร้างขึ้น เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ กับเครื่องวัดความเรียบผิว โปรแกรมจะเป็นตัวสั่งการในการควบคุมเครื่องวัดความเรียบผิว เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

นอกจากนี้สามารถสร้างพื้นผิวเป็นกราฟ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ในการใช้วัสดุนั้นๆ เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนั่นเอง

จากการสแกนจะได้กราฟพื้นผิววัสดุ และ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทดลองจริง ได้ดังรูป 4.9



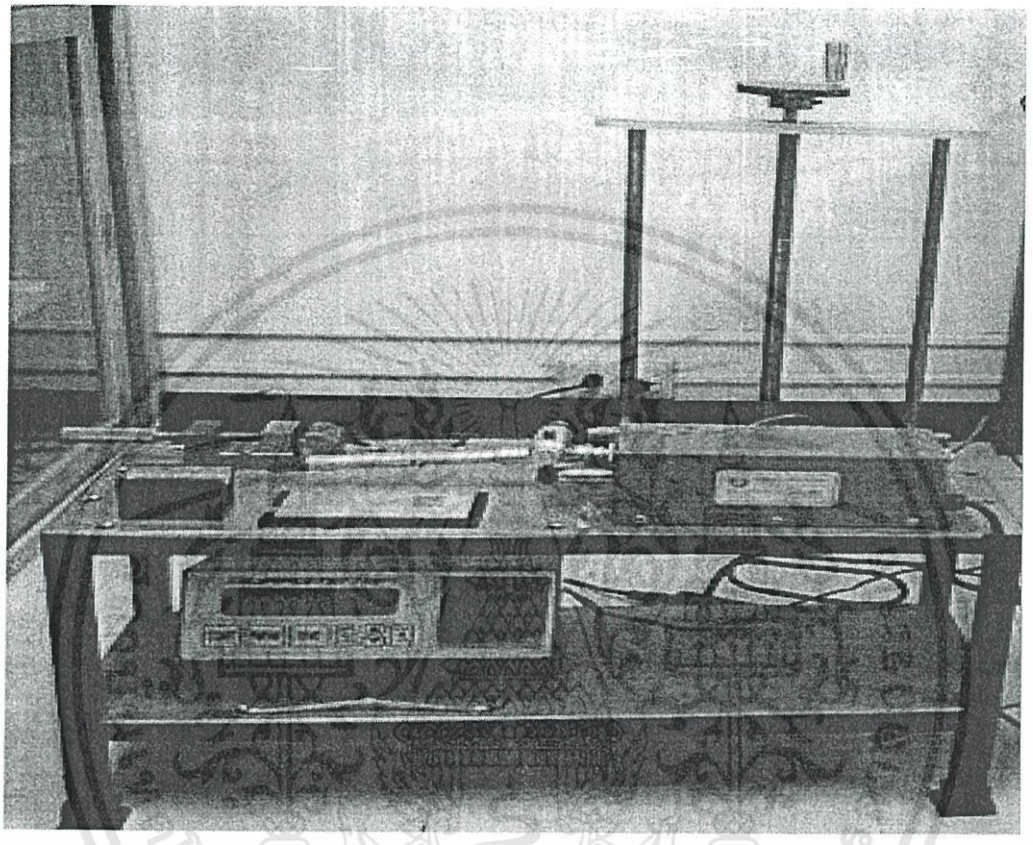
รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบผิวชิ้นงานจริงกับกราฟพื้นผิวที่สามารถวัดได้

จากภาพจริงจะสังเกตว่าเมื่อมองด้วยตาเปล่าจะไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างของพื้นผิวนั้นๆได้ แต่ภาพที่ได้จากการสแกนนั้น จะมีความชันที่ สามารถสังเกตเห็นได้โดยง่ายซึ่งเป็นตัวช่วยวิเคราะห์ที่ดีอย่างหนึ่งก็ว่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการทดลองด้าน ฮาร์ดแวร์

จากการออกแบบและสร้างฐานวางเครื่องได้มีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.9 ฐานวางเครื่องที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลการทดลอง และแนวทางแก้ไข

## 5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้าน ฮาร์ดแวร์

โต๊ะวางเครื่องวัดความเรียบผิวที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้นั้น จะสามารถวัดผิวชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ เช่น แผ่นเหล็กที่มีความหนา 100 มิลลิเมตร เป็นต้น ซึ่งโดยปกติจะวัดชิ้นงานที่มีความหนาไม่เกิน 15 มิลลิเมตร วี-บล็อกใช้สำหรับการจับชิ้นงานที่เป็นทรงกระบอกได้ ซึ่งโดยปกติจะไม่สามารถจับชิ้นงานที่เป็นทรงกระบอกได้ เพราะ ชิ้นงานที่เป็นทรงกระบอกจะกลิ้งได้ ทำให้วัดผิวชิ้นงานไม่ได้ และ ปากกาจับชิ้นงาน ไว้สำหรับจับชิ้นงานไม่ให้ขยับ เพื่อความถูกต้องในการวัดผิวชิ้นงาน

## 5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้าน ซอฟแวร์

การควบคุมการทำงานของเครื่องวัดความเรียบผิว คือ การควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวโพรบ การแสดงค่าต่างๆ และ การรับข้อมูลเข้ามาสู่คอมพิวเตอร์ โดยในการควบคุมการเคลื่อนที่นั้นจะใช้โปรแกรม วิชวลเบสิก ในการเขียนคำสั่งควบคุมต่างๆ และ การแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ นั้นจะใช้ โปรแกรมวิชวลเบสิก ในการช่วยประมวลผล โดยการเขียนโปรแกรมจะทำการแสดงผลออกทางหน้าจอ คือ สามารถทำกราฟแสดงลักษณะพื้นผิวที่วัดได้ ซึ่งจะเป็นการนำค่าที่วัดได้ มาคำนวณ และประมวลผลออกมา ซึ่งการแสดงผลของการทำงานในแต่ละแบบจะแยกจากกัน ซึ่งมีแนวทางพัฒนาทางโปรแกรมได้แก่

1. การออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน และ สื่อสารกับผู้ใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. มีฟังก์ชันที่ช่วยต่อการใช้โปรแกรม
3. มีระบบฐานข้อมูล

## 5.3 แนวทางในการพัฒนา

- ออกแบบโต๊ะให้สามารถเคลื่อนที่ได้ดีมากขึ้น ซึ่งอาจจะใช้ ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า มาช่วยในการปรับระดับ พร้อมควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์
- ออกแบบหัวโพรบให้สามารถวัดชิ้นงานที่เป็นวงกลมได้
- ออกแบบโปรแกรมให้ง่ายต่อการใช้งาน และ สื่อสารกับผู้ใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งมีฟังก์ชันช่วยในการใช้งานโปรแกรม พร้อมมีระบบฐานข้อมูล สำหรับงานอุตสาหกรรมที่ต้องการเก็บค่าความเรียบผิวของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในงาน QC เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

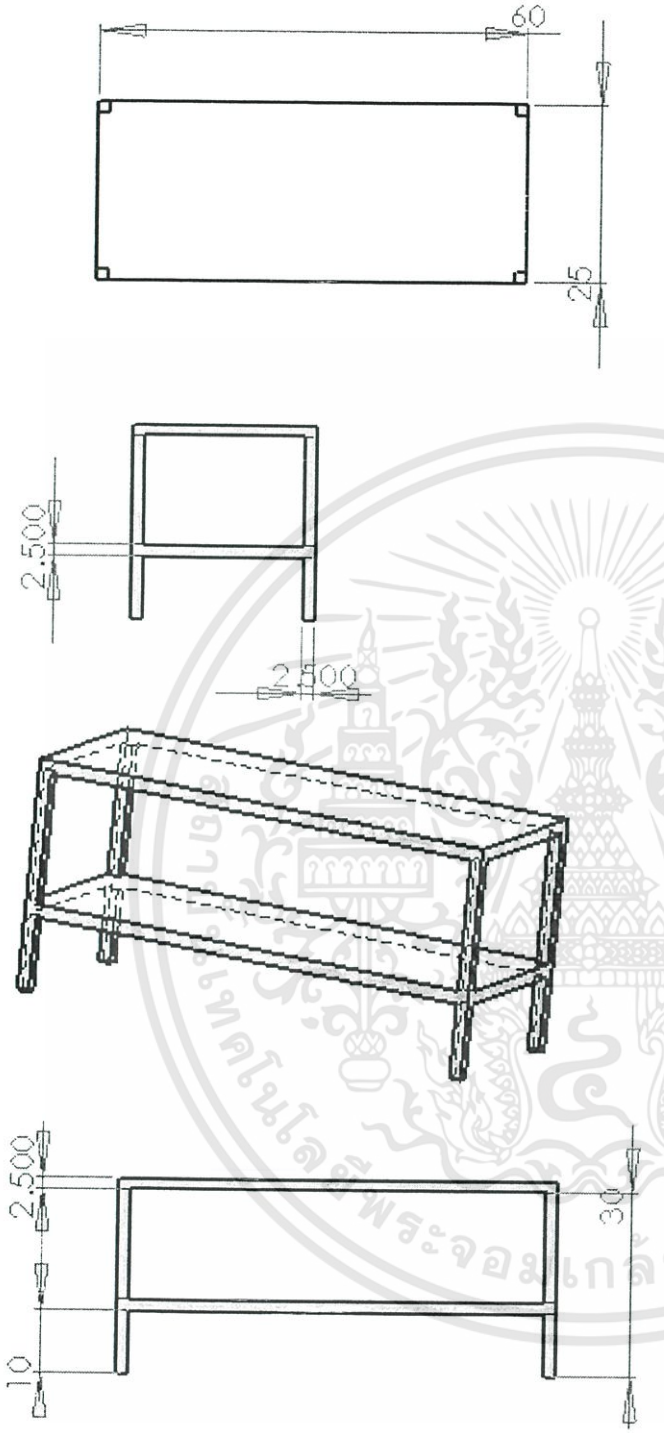

1. ก่อพงศ์ พ่วงรอดพันธุ์, ถาวร ชาปัญญา, 2546.การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความหยาบผิว
2. บัญชา ปะสีละเตสัง, 2554.พัฒนาแอปพริเคชั่นด้วย Visual Basic 2010
3. พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, 2554.คู่มือเรียน Visual Basic 2010
4. ภาณุวัฒน์ อำไพจิตต์, วิชัย สารรัตน์, สุทัศ เฉลิมญาติ, 2547.การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน
5. Ming-Yung Wang and Hung- Yen Chang 2004. Experimental study of surface roughness in slot end milling AL2014-T6.Int.J.of Machine Tools&Manufacture, 44, 51-57.
6. SEROPE KALPAKJIAN, "Manufacturing Engineering and Technology", Illinois Institute of Technology, Coordinate Measuring Machines, P.1049-1051



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

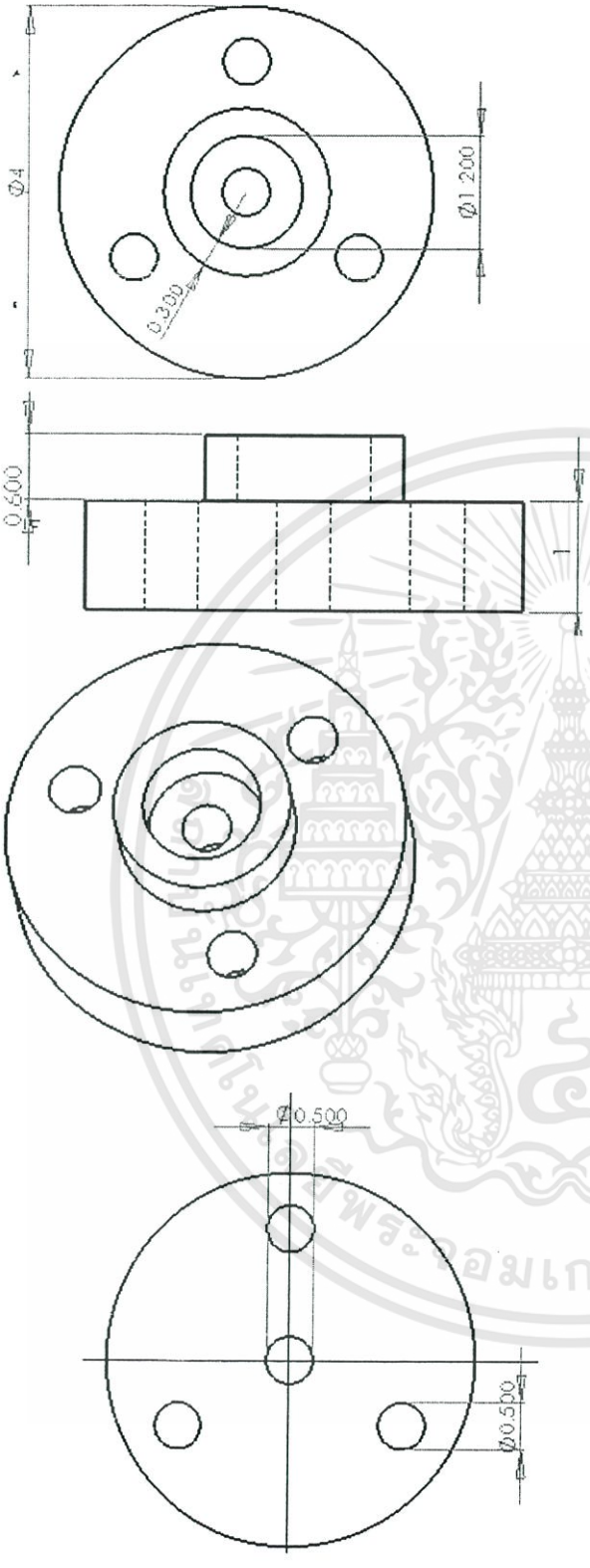
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| โครงเหล็ก | 1:10 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 1 แสดงภาพโต๊ะวางเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

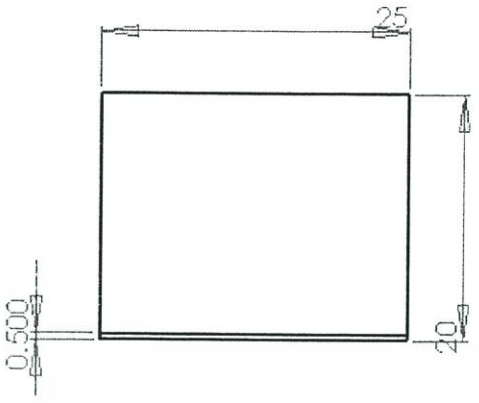


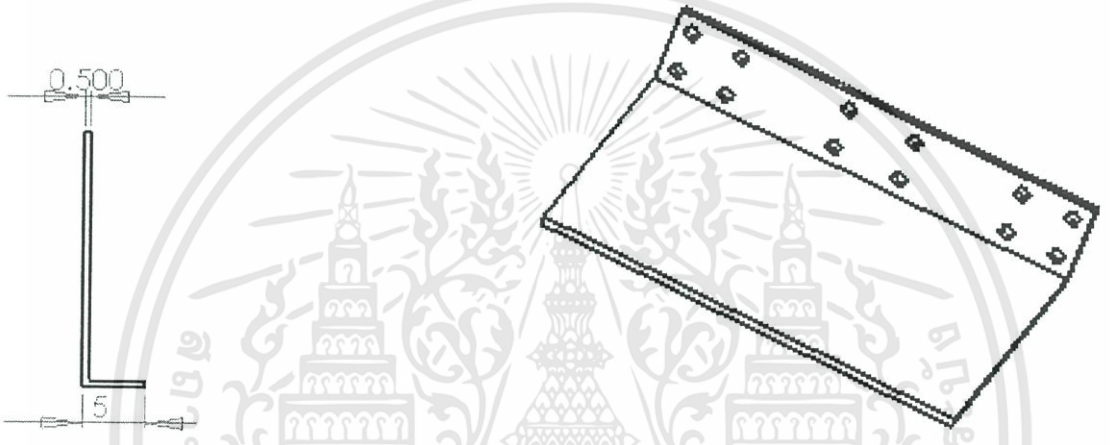

| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| แป้นยึดเสา | 1:1 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

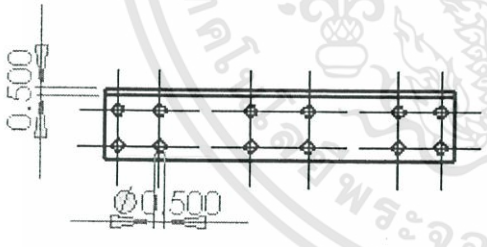
รูปที่ 2 แสดงภาพแป้นยึดเสา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



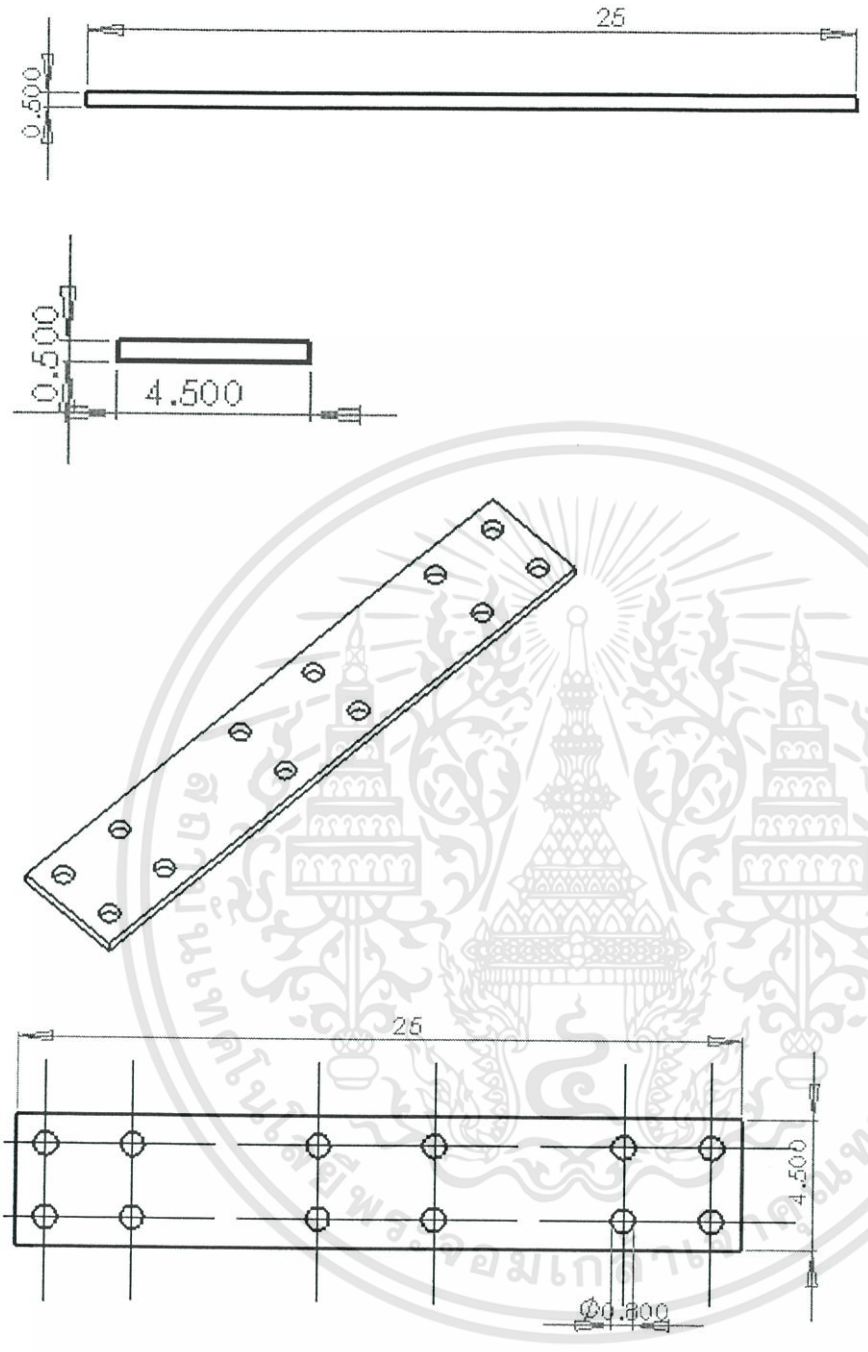




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| แผ่นรองตัวเครื่อง | 1:5 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 3 แสดงภาพแผ่นรองตัวเครื่อง



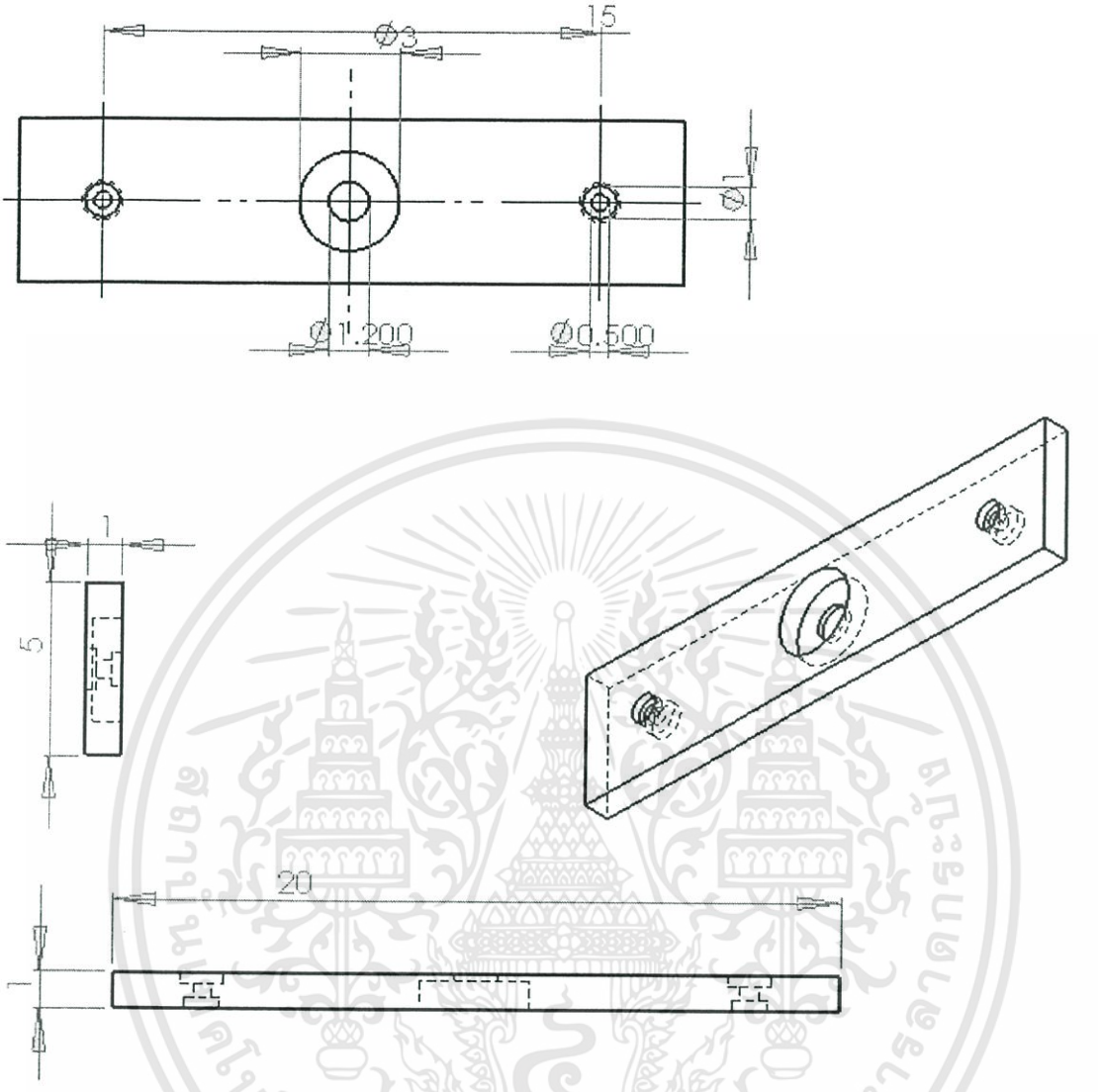
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| แผ่นอลูมิเนียม | 1:2 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 4 แสดงภาพแผ่นอลูมิเนียมสำหรับยึดกับแผ่นสเตนเลส

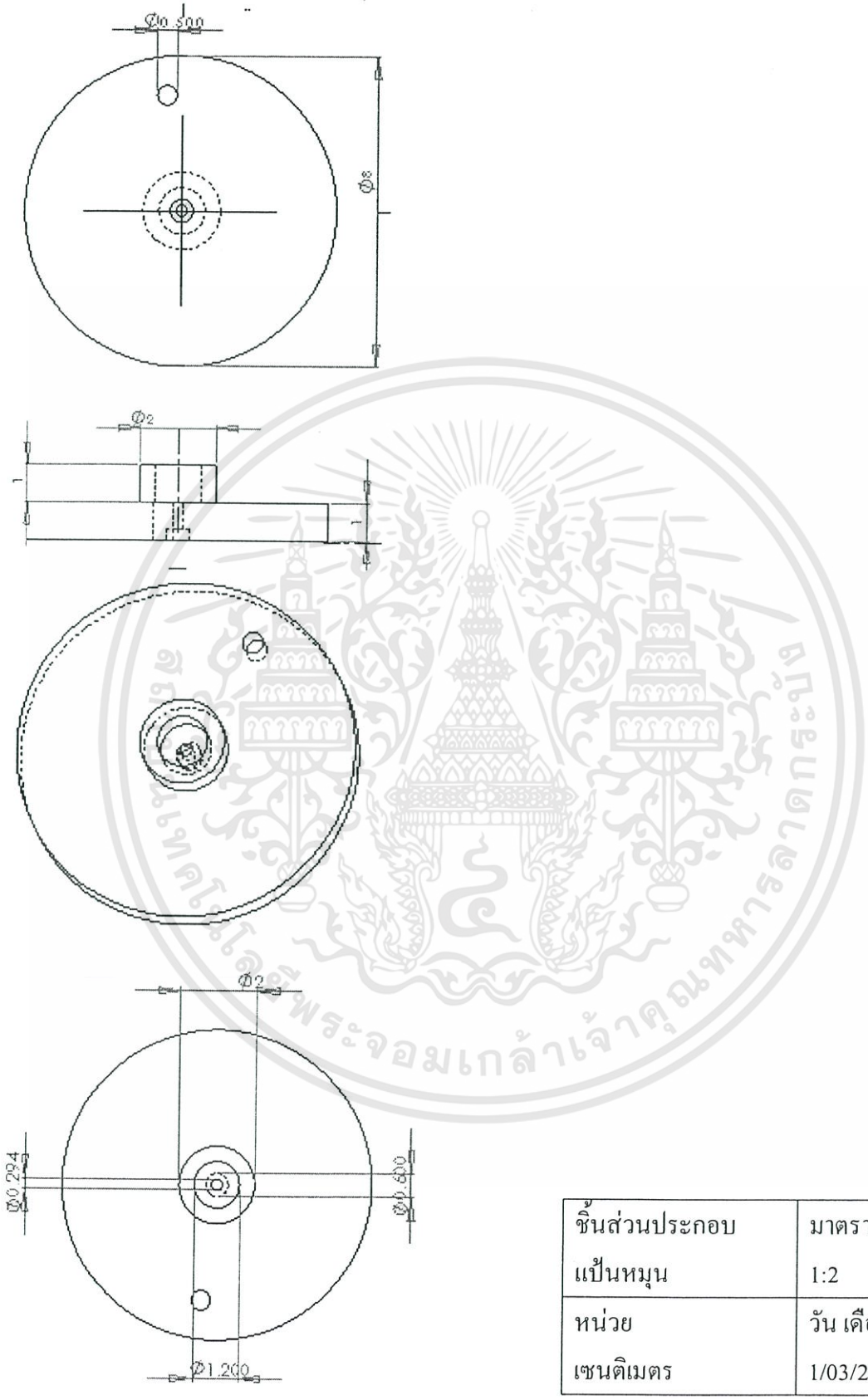
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| แผ่นอลูมิเนียม | 1:2 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 5 แสดงภาพแผ่นอลูมิเนียมใช้เป็นบ่ายึดเสาด้านบน

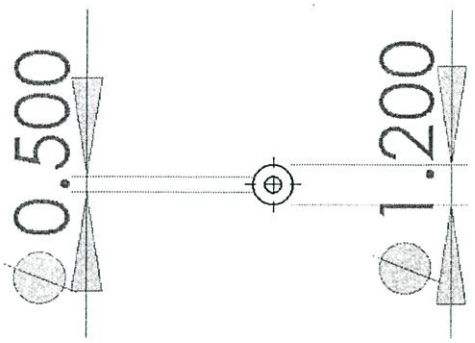
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

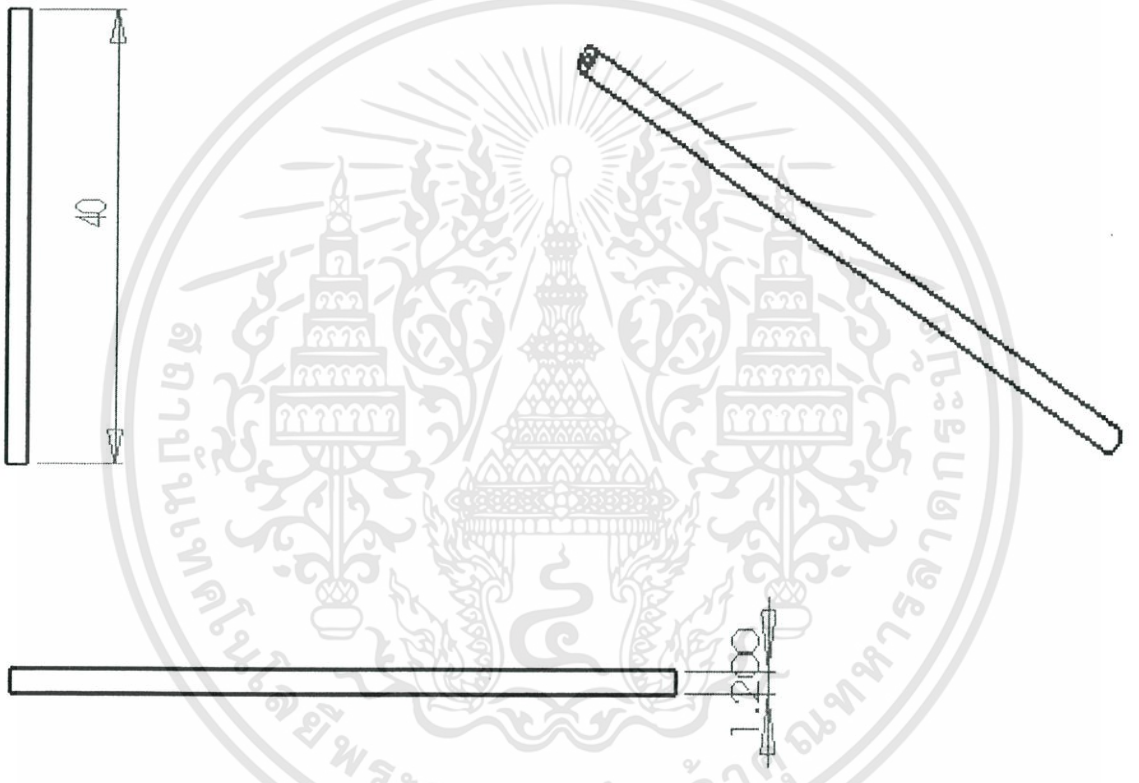



| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| แป้นหมุน | 1:2 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 6 แสดงภาพแป้นหมุนด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

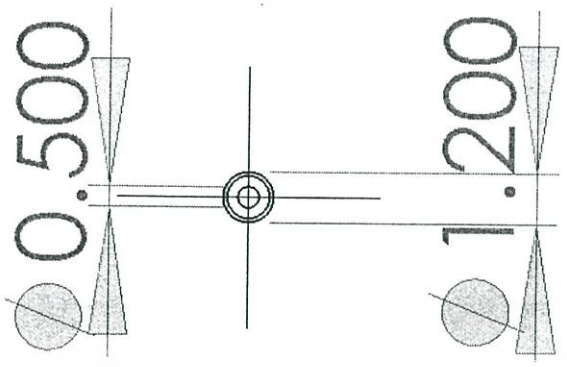


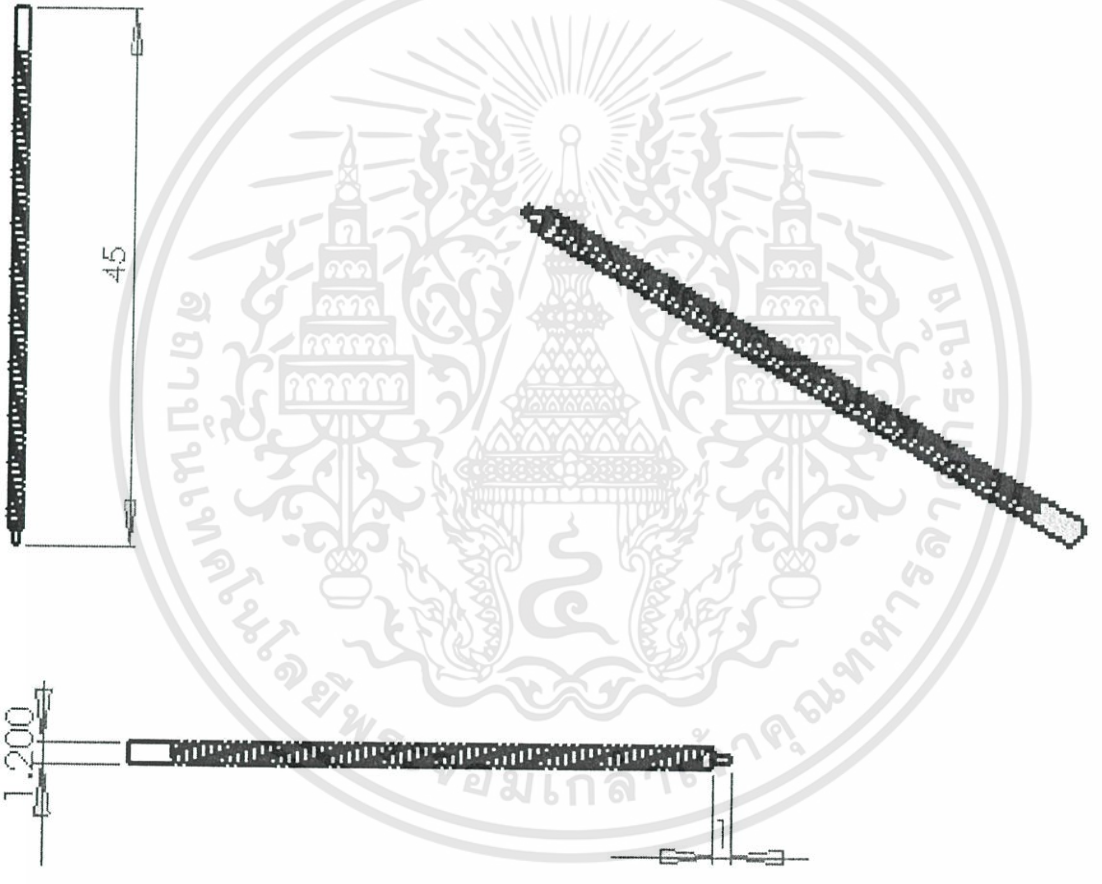




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| เสาสเตนเลส | 1:2 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 7 แสดงภาพเสาสเตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| ชิ้นส่วนประกอบ | มาตราส่วน |
|---|---|
| เกลียวสเตนเลส | 1:2 |
| หน่วย | วัน เดือน ปี |
| เซนติเมตร | 1/03/2555 |

รูปที่ 8 แสดงภาพเกลียวสเตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public Class Form1

    Dim revdata As String
    Dim oldtext As String = 0
    Dim b As Integer
    Dim l As Integer
    Dim z As Integer
    Dim y As Integer
    Dim c(1500) As String
    Dim d(1500) As String
    Dim h(1200) As Integer
    Dim g As String
    Dim j As Integer = -1
    Dim k(1200) As Integer
    Dim old As String

    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer1.Tick
        On Error GoTo line1
        revdata = SerialPort1.ReadExisting
        ' TextBox3.Text = revdata
line1:
        If revdata <> "" Then TextBox1.Text = TextBox1.Text + revdata
    End Sub
    Private Sub Form1_FormClosed(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.FormClosedEventArgs) Handles Me.FormClosed
        SerialPort1.Close()
    End Sub
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
MyBase.Load
        SerialPort1.Open()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        SerialPort1.Write("Q")
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        SerialPort1.Write("W")
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        SerialPort1.Write("E")
    End Sub

    'Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click
    '   SerialPort1.Write("R")
    'End Sub

    'Private Sub Button5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button5.Click
    '   SerialPort1.Write("T")
    'End Sub
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub Button6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button6.Click
        SerialPort1.Write("Y")
    End Sub

    'Private Sub Button7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button7.Click
    '   SerialPort1.Write("D")
    'End Sub

    ' Private Sub Button8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button8.Click
    '   SerialPort1.Write("F")
    'End Sub

    Private Sub Button10_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button10.Click
        oldtext = TextBox1.Text
        g = Mid(oldtext, 55, 100000)
        b = InStr(g, " ", CompareMethod.Text)
        d(0) = Mid(g, b + 1, 100000)
        c(0) = Mid(g, 1, b)
        ' MessageBox.Show(g)

        For l = 0 To 250
            b = InStr(d(l), " ", CompareMethod.Text)
            d(l + 1) = Mid(d(l), b + 1, 100000)
            c(l + 1) = Mid(d(l), 1, b)
            h(l) = Val(c(l))
            '       MessageBox.Show(h(l))
            k(l) = h(l) * 0.001
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        '       Int(k(l + 1) = h(l + 1) * 0.01)
    Next
    'For l = 1 To 9
    'MessageBox.Show(k(l))
    'Next
    MessageBox.Show("พร้อมวาดกราฟแล้วครับ")
End Sub

Private Sub Button9_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button9.Click
    Dim myPen1 As Pen = New Pen(Color.Red, 4)
    Dim myPen As Pen = New Pen(Color.Blue, 1)
    Dim myPen2 As Pen = New Pen(Color.Black, 0.1)
    For l = 0 To 250
      k(l) = h(l) * 0.01
      k(l + 1) = h(l + 1) * 0.01
      If k(l) <= 0 Then
        k(l) = (k(l) * -1) + 250
      Else
        k(l) = (k(l) * -1) + 250
      End If
      If k(l + 1) <= 0 Then
        k(l + 1) = (k(l + 1) * -1) + 250
      Else
        k(l + 1) = (k(l + 1) * -1) + 250
      End If
      'myPen.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.DashDot

      myPen.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.Solid

      Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen, 475 + (l * 3), k(l), 475 + ((l + 1) * 3), k(l + 1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen, 710 + l, k(l - 2), 710 + l + 1, k(l + 1 - 2))
Next
myPen1.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.Solid

Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen1, 475, 250, 1250, 250)
Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen1, 475, 100, 475, 400)
For z = 0 To 240 Step 20
    myPen2.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.DashDot
    'Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 630 + (z * 3), 247, 630 + (z * 3), 253)
    Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 472 + (z * 3), 100, 472 + (z * 3), 400)
    Dim drawfont As New Font("arial", 16)
    Dim drawbrush As New SolidBrush(Color.Black)
    Me.CreateGraphics.DrawString(z, drawfont, Brushes.Black, 460 + (z * 3), 405)
Next
For y = 100 To 250 Step 30
    myPen2.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.DashDot
    Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 472, y, 1250, y)
    'Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 627, y, 633, y)
    Dim drawfont As New Font("arial", 16)
    Dim drawbrush As New SolidBrush(Color.Black)
    Me.CreateGraphics.DrawString((y * -1) + 250, drawfont, Brushes.Black, 425, y - 13)
Next
For y = 250 To 400 Step 30
    myPen2.DashStyle = System.Drawing.Drawing2D.DashStyle.DashDot
    'Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 627, y, 633, y)
    Me.CreateGraphics.DrawLine(myPen2, 472, y, 1250, y)
    Dim drawfont As New Font("arial", 16)
    Dim drawbrush As New SolidBrush(Color.Black)
    Me.CreateGraphics.DrawString((y * -1) + 250, drawfont, Brushes.Black, 425, y - 13)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Next
        Dim drawfont1 As New Font("arial", 15)
        Dim drawbrush2 As New SolidBrush(Color.Red)
        Me.CreateGraphics.DrawString("จำนวนจุด", drawfont1, Brushes.Red, 1220, 405)
        Dim drawfont2 As New Font("arial", 16)
        Dim drawbrush3 As New SolidBrush(Color.Green)
        Me.CreateGraphics.DrawString(" x 1/0.001 Micro(IN/M)", drawfont2, Brushes.Green, 425, 60)
    End Sub

    Private Sub Button11_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button11.Click
        TextBox1.Text = " "
        Me.Refresh()

    End Sub

    Private Sub Button12_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button12.Click
        MessageBox.Show("ตรวจสอบว่าต่อสายต่างๆครบแล้วหรือไม่")
        MessageBox.Show("1.เปิดสวิตส์ที่ตัวเครื่องวัดความเรียบผิว")
        MessageBox.Show("2.กดปุ่ม start ที่โปรแกรม")
        MessageBox.Show("บันทึกค่าต่างๆที่ได้จากโปรแกรม")
        MessageBox.Show("3.กดล้างหน้าจอ")
        MessageBox.Show("4.กดปุ่มล้างข้อมูลดิบ")
        MessageBox.Show("5.กดประมวลภาพเพื่อเตรียมวาดกราฟ")
        MessageBox.Show("6.กดวาดกราฟ")
        MessageBox.Show("สังเกตกราฟที่ได้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป")

    End Sub

End Class
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้