สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยงบประมาณประจำปี 2549

โครงการวิจัย

พัฒนาระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ

(Development of a Sound-Detection Scanning System)

แผนงานวิจัย

แผนวิจัยสร้างเทคโนโลยีหรือวิธีการใช้เทคโนโลยีในประเทศ

หน่วยงานที่รับผิดชอบงานวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

02 – 329-8400

หัวหน้าโครงการวิจัย ผศ.ดร. ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล (สัดส่วนที่ทำวิจัย 50%)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย อ. สุ่น จ่างประยูร (สัดส่วนที่ทำวิจัย 30%)

อ. ธวัชชัย ขาวประเสริฐ (สัดส่วนที่ทำวิจัย 20%)

โทรสาร 02-329-8412

RCH
QC
243
ส491ง

เลขหมู่.....131029
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....21 พค. 2557

.b.....12595135.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณบุคคลต่างๆ ที่มีรายชื่อต่อไปนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำหรือชี้แนะ ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องมือที่มีการทำงานเฉพาะแบบเฉพาะทาง ซึ่งถ้าหากใครที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ก็จะไม่สามารถที่จะเข้าใจหรือใช้งานได้เลย ซึ่งนั่นก็หมายความว่างานวิจัยชิ้นนี้ จะไม่สามารถบรรลุถึงจุดสำเร็จได้เลยเช่นกัน ซึ่งได้แก่

1. คุณมนตรี ลิ้มพงษ์สวัสดิ์ จากบริษัท Keyence
2. คุณมานะ สถิตพงษ์ จากบริษัท Keyence
3. คุณวัฒนชัย ผาสุกิจโกวิทย์ จากบริษัทเซอร์โวไดนามิคส์(ประเทศไทย)จำกัด

และผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือท่านอื่นๆ อีกหลายท่าน ที่คณะผู้ทำการวิจัย มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

ขอได้รับความขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ. โอกาสนี้

จากใจคณะผู้ทำการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยฉบับนี้คือ การเสนอหนทางที่เป็นไปได้ในการ ออกแบบ สร้าง และ ทดสอบ ชุดเครื่องมือของระบบตรวจวัดเสียงแบบอัตโนมัติ เพื่อนำไปใช้งานให้เกิดประสิทธิภาพ โดยแบ่งชุดเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรกคือ ส่วนของการเคลื่อนที่ ซึ่งใช้มอเตอร์แบบเซอร์โว 2 ตัว ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและการหมุนรอบตัว ส่วนที่สองคือ ส่วนของการควบคุม ซึ่งใช้ชุดพีแอลซี เป็นตัวสั่งการในการทำให้ ชุดเครื่องมือของระบบตรวจวัดเสียงทำงานตามที่ต้องการอย่างอัตโนมัติ และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนของการคำนวณวิเคราะห์ ซึ่งใช้โปรแกรมภาษาซี เป็นตัวจัดการเรื่องข้อมูลของการทดลอง และคำนวณวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

จากผลของการทดลอง พบว่าข้อมูลจากการวัดของตัวรับสัญญาณ 2 ชุด มีค่าต่างกันแม้ว่าเส้นทางเดินของสัญญาณจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยก็ตาม และยังแสดงจุดร่วมของสองสัญญาณนี้บนกราฟอีกด้วย ด้วยผลที่ได้นี้ บอกเราว่า ชุดเครื่องมือนี้มีความไวดี นอกจากนี้ เรายังสามารถอนุมานได้ว่า ความผิดพลาดสุ่มอยู่ในการควบคุม และความผิดพลาดเนื่องจากระบบมีค่าคงที่

ในที่สุด ชุดเครื่องมือของระบบตรวจวัดเสียงแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมานี้ สามารถทำงานได้อย่างดีตามที่ตั้งใจไว้ โดยที่ค่าความผิดพลาดตามที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ ไม่ได้มีปัญหาต่อผลของการทดลอง นอกจากนี้ ยังได้แสดง ข้อมูล กราฟ แบบที่เขียนขึ้น ผังงานโปรแกรมที่เขียนขึ้น และภาพต่างๆในงานวิจัย ไว้ในรายงานการวิจัยฉบับนี้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Our objective in this research task is to present a possible way to design, construct, and test of an automatic sound-detection scanning system. The system may be divided into three parts. In the first part, moving part, servo motors are used for translation and rotation. The next part, controlling part, a PLC is applied for the process control. The last part, analyzing part, a C/C++ programming is employed for data manipulation and desired results.

It has been found from the experiment that the data from two receiving units are well separated under small distinct path differences and the graph also shows the match point. As a result of this measurement, the system gives a good sensitivity. Then we can infer that random errors are under controlled and systematic errors are also constant.

In conclusion, the built system works very well as we expect and the errors do not cause problems. Data, a graph, drawings, flowcharts, source codes, and pictures are also shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

งานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบและสร้างระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติขึ้นมา เพื่อลดความยุ่งยากและลดขั้นตอนหรือเวลา ที่ใช้ในการทดลองที่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา นานๆ ดังเช่นที่เคยทำกันมา นอกจากนี้ ยังทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เพราะเป็นข้อมูลแบบ Real time และลดความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่านค่าด้วยสายตาอีกด้วย โดยเครื่อง PLC จะทำการบันทึกข้อมูลเองโดยอัตโนมัติ ด้วยคำสั่งภาษา Ladder แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปสู่การวิเคราะห์คำนวณและแสดงผลด้วยโปรแกรมภาษา C/C++ ในรูปแบบของกราฟต่อไป

จากการวิจัยดังกล่าว ทำให้เกิดการเรียนรู้ และรู้จักที่จะควบคุมการทำงานของเครื่องมือต่างๆ ให้สามารถทำงานในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปได้ อีกทั้งยังสามารถดัดแปลงเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานี้ ให้ไปใช้งานในด้านอื่นๆ ได้ อีกด้วย

คณะผู้ทำการวิจัย

..... (หัวหน้าทีมวิจัย)
(ผศ.ดร ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล)

..... (ผู้ร่วมวิจัย)
(อ. สุน จ่างประยูร)

..... (ผู้ร่วมวิจัย)
(อ. ธวัชชัย ขาวประเสริฐ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

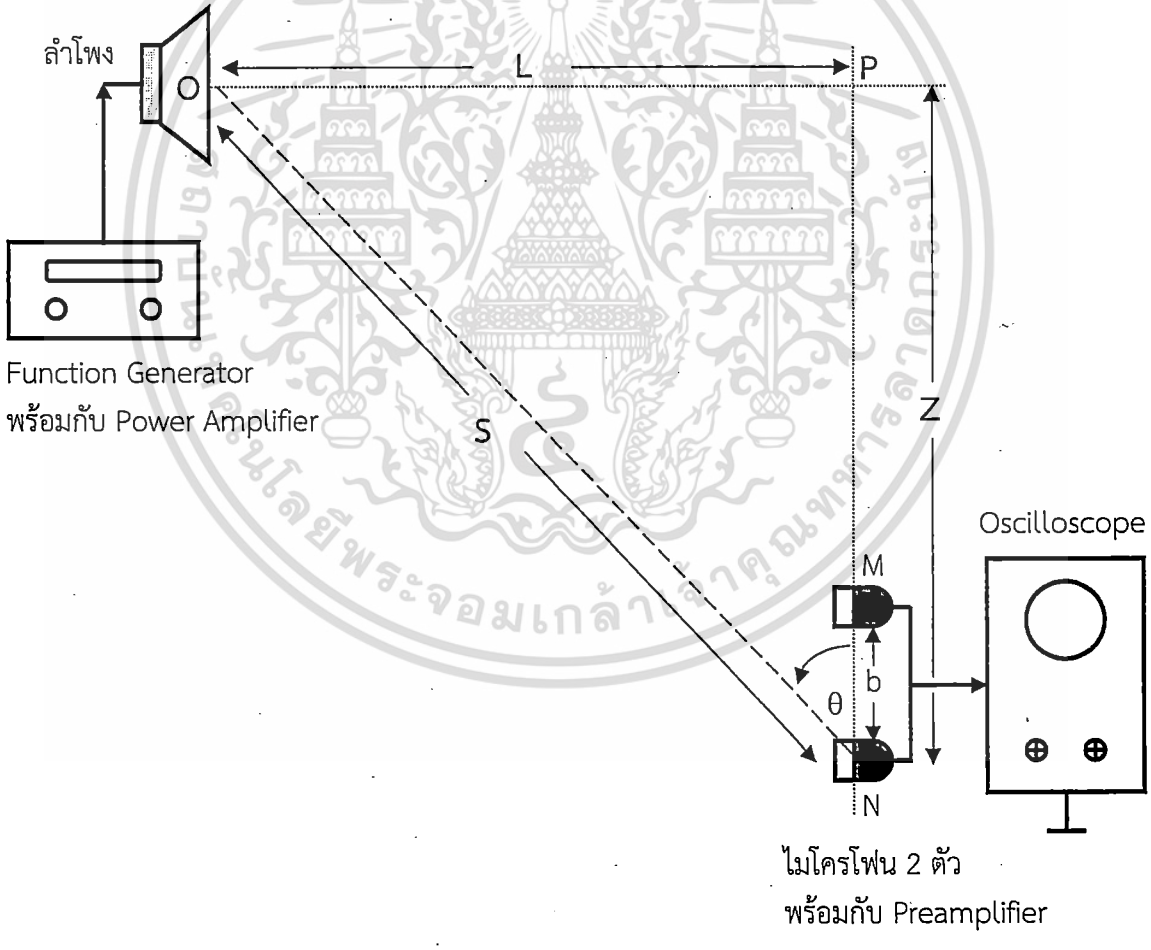
	หน้าที่
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำนำ	ง
สารบาญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 กระบวนการวิจัย	3
บทที่ 3 การสร้างเครื่องมือ	6
บทที่ 4 เครื่องมือควบคุม	15
บทที่ 5 ผลการทดลอง	32
บทที่ 6 สรุปผล	36
ภาคผนวก ก	44
ภาคผนวก ข	49
เอกสารอ้างอิง	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ” นี้ เป็นงานวิจัยที่สืบเนื่องมาจากโครงการวิจัยที่ได้ทำไว้ด้วยเงินงบประมาณประจำปี 2543 ในชื่อเรื่อง “การหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง ด้วยวิธีการวัดความแรงของสัญญาณเสียง” โดยมีการจัดวางอุปกรณ์เพื่อวัดความแรงของสัญญาณเสียง ดังรูปที่ 1.1 ต่อไปนี้



รูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองดังกล่าวเป็นกระบวนการทดลองแบบทำด้วยมือ (Manual) ซึ่งเป็นแบบดั้งเดิม ที่ก่อให้เกิดความขาดตอนในการทดลอง กล่าวคือมีความไม่ต่อเนื่องในการวัด เป็นผลทำให้เกิดระดับขั้นความสมบูรณ์ของข้อมูลจากการทดลอง (The degree of goodness of experimental data) อยู่ในเกณฑ์ต่ำ อันเนื่องมาจาก ความผิดพลาดสุ่ม (Random Errors) เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ต้องการสร้างระบบของชุดวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ เพื่อลดความผิดพลาดสุ่ม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการออกแบบสร้างและพัฒนาระบบการวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาสร้างเครื่องมือที่ทำงานแบบอัตโนมัติ
2. ประหยัดเวลาและแรงงานในการทดลอง
3. สามารถดัดแปลงชุดวัดเสียงนี้ ไปใช้ในงานด้านอื่น ๆ ได้

1.5 ขั้นตอนของการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบและวาดแบบโครงร่างเพื่อสร้างระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ
ขั้นตอนที่ 2 สร้างชิ้นงานตามแบบที่วาด จากนั้นจึงประกอบชิ้นงานเข้าเป็นระบบทั้งหมด ให้ใช้การได้
ขั้นตอนที่ 3 ทำการเขียนซอฟท์แวร์เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงาน ตลอดจนทำการบันทึกข้อมูล เพื่อนำผลลัพธ์ไปแสดงออกทางจอภาพ
ขั้นตอนที่ 4 ทดลองและทดสอบระบบโดยทำการวัดจริงทางภาคสนาม
ขั้นตอนที่ 5 สรุปผล เขียนรายงาน พิมพ์รายงาน เย็บเล่ม ตรวจความเรียบร้อยและส่งรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ตุลาคม	- ธันวาคม	พ.ศ. 2548	ทำขั้นตอนที่ 1
มกราคม	- ธันวาคม	พ.ศ. 2549	ทำขั้นตอนที่ 2
มกราคม	- ธันวาคม	พ.ศ. 2550	ทำขั้นตอนที่ 3
มกราคม	- ธันวาคม	พ.ศ. 2551	ทำขั้นตอนที่ 4
มกราคม	- กันยายน	พ.ศ. 2552	ทำขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

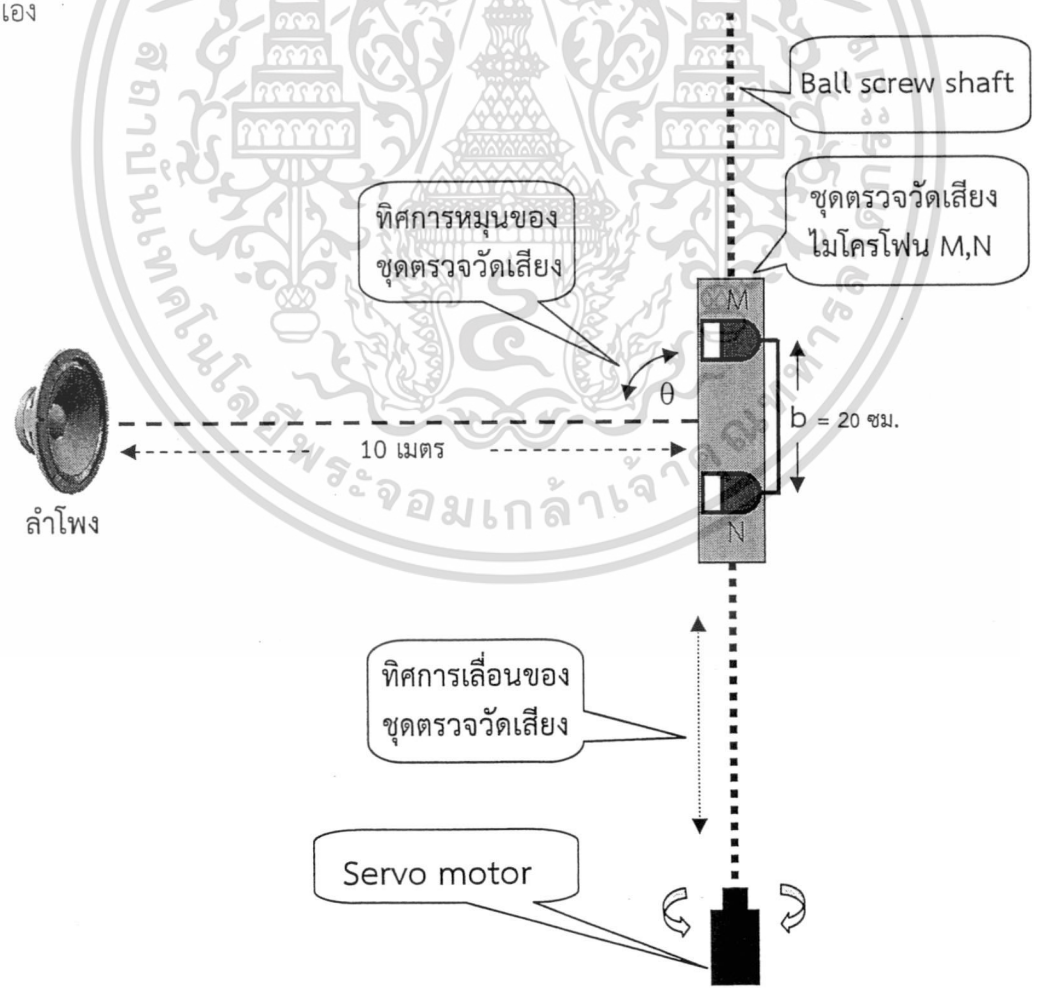
บทที่ 2
กระบวนการวิจัย

เนื่องจากระบบการวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ มีหัวใจหลักที่สำคัญของการทำงานก็คือ

1. ต้องสามารถทำการหมุนเลื่อนชุดตรวจวัดเสียง ให้เลื่อนไปทางซ้ายหรือขวาได้อย่างต่อเนื่อง หรือให้เลื่อนไปเป็นช่วง ๆ ตามระยะที่เราต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ ยังสามารถหมุนในทิศตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาตามองศาที่กำหนดไว้ได้ด้วย

2. เมื่อไมโครโฟนในชุดตรวจวัดเสียง ได้ทำการตรวจวัดค่าได้แล้ว แต่ค่าที่ได้เป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง หรืออนาลอก (Analog) จึงจำเป็นต้องทำการแปลงสัญญาณนี้ให้เป็นแบบดิจิตอล (Digital) เพื่อที่จะได้สามารถบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำและสามารถเรียกข้อมูลให้แสดงผลออกมาทางจอภาพได้

3. เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกไปทำการวิเคราะห์ ก็จะได้ผลสรุปสุดท้ายของข้อมูลที่เราทำการวัดมานั่นเอง



รูปที่ 2.1 โครงร่างของชุดเครื่องมือที่ต้องการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การออกแบบชิ้นงาน

เนื่องจากระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัตินี้ จะต้องทำการวัดค่าได้อย่างละเอียดถูกต้อง ดังนั้นการขึ้นชิ้นงานแต่ละชิ้น จำต้องมีความละเอียดถูกต้องด้วยเช่นกัน ทำให้การเขียนแบบที่จะสร้างชิ้นงานแต่ละชิ้น ต้องใช้โปรแกรม Auto CAD ในการเขียนแบบออกแบบเพื่อสร้างชิ้นงานแล้วจึงให้ช่างสร้างตามแบบที่เราได้เขียนไว้ เป็นต้น (ดูภาคผนวก ก)

2.2 อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุม

เนื่องจากเราต้องการออกแบบสร้างให้ระบบมีการทำงานแบบอัตโนมัติ ดังนั้นในการทำงานแต่ละลักษณะ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์มาควบคุมการทำงานเฉพาะอย่าง ตามไปด้วย กล่าวคือ

2.2.1 ในการให้เครื่องมือของเราหมุนเลื่อนไปเป็นระยะ ๆ ตามที่เราต้องการนั้น จะต้องใช้มอเตอร์ในการหมุนขับเคลื่อน ซึ่งการวิจัยนี้เราจะเลือกใช้ Servo motor เป็นตัวหมุนขับเคลื่อนก้านเกลียวหรือที่มีชื่อเรียกว่า Ball screw shaft ให้ได้ตามระยะ หรือ จำนวนรอบของการหมุนของ Servo motor ที่เราต้องการ ดังรูปที่ 2.1 การเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวาก็คือการหมุนของ Servo motor ในทิศทางทวนเข็มหรือตามเข็มนาฬิกานั่นเองและในทำนองเดียวกัน ก็ใช้ Servo motor หมุนแท่นหมุนด้วย

2.2.2 เนื่องจากไมโครโฟนที่ใช้ในการวัดสัญญาณเสียง จะวัดในรูปแบบของสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Analog) จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณจาก analog ให้เป็นสัญญาณแบบ digital ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลหรือการนำข้อมูลมาแสดงผลออกทางจอภาพ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณดังกล่าวมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า (A/D Converter)

2.2.3 เนื่องจากความถี่ของสัญญาณเสียงจากเครื่อง Function Generator ที่เราป้อนเข้าไปในลำโพงเสียงนั้น เราสามารถเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ไปที่ค่าความถี่ต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ โดยกำหนดการทำงานให้สอดคล้องกับระบบวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติ ดังนั้น จึงต้องมีช่องต่อสัญญาณแบบ Port RS 232 ในระบบ เพื่อให้เครื่องมือทั้งหมดทำงานประสานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ

2.2.4 เพราะว่าอุปกรณ์แต่ละส่วนจะต้องทำงานประสานกันอย่างเป็นระบบแบบอัตโนมัติ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการสั่งการหรือควบคุมเพื่อให้ทราบว่า อุปกรณ์ใดจะทำงานก่อนหรือหลังตามลำดับขั้นตอนอย่างไร ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ ตัวสั่งการควบคุม ที่เรียกว่า PLC หรือ Programmable Logic Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษาสำรวจข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องมือ

เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละแบบที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมนั้น สามารถหาซื้อได้ในกรุงเทพฯ ซึ่งมีหลายบริษัทผลิตออกมาจำหน่าย จะมีความแตกต่างกันก็แต่ในเรื่องของขนาด รูปร่าง ราคา และฟังชั่นของการใช้งานที่ได้หลากหลายรูปแบบ รวมถึงกำลังในการขับเคลื่อนการทำงานด้วย ดังนั้นคณะวิจัยจึงจำเป็นต้องสำรวจราคาหรือศึกษาข้อมูลจาก คุณลักษณะของเครื่องมือของแต่ละบริษัทรวมทั้งราคา ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

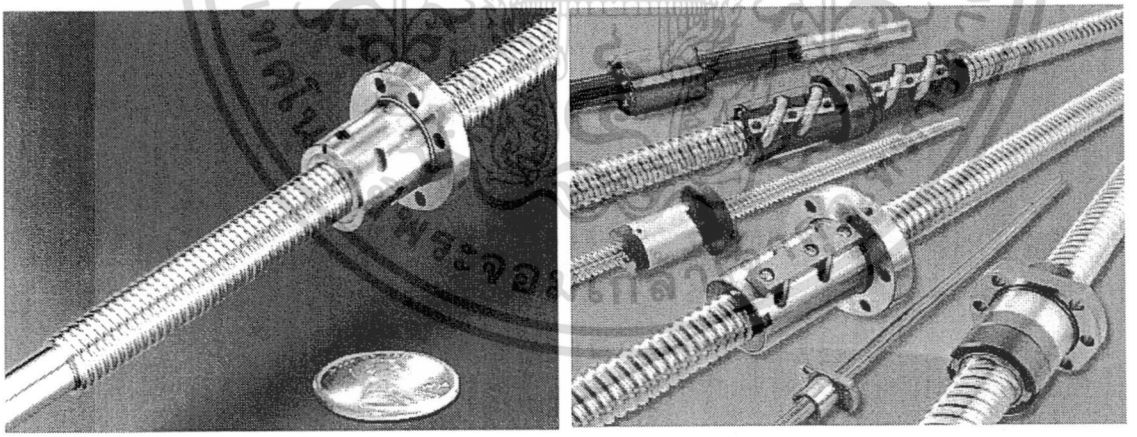
บทที่ 3
การสร้างเครื่องมือ

3.1 การเขียนแบบเพื่อสร้างเครื่องมือ

เนื่องจากชุดเครื่องมือของเราที่ต้องการสร้างนั้น จะต้องมีความละเอียดสูงและถูกต้อง ดังนั้น จึงต้องอาศัยโปรแกรมเขียนแบบ Auto CAD มาช่วยในการสร้างแบบขึ้นมา โดยมีชิ้นส่วนหลักๆ ที่สำคัญๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ชุดก้านเกลียว (Ball screw set)

ชุดก้านเกลียวหรือที่เรียกกันทางช่างว่า Ball screw เฉยๆนั้น จะประกอบด้วย ตัว Ball screw และ Ball screw shaft ดังรูปที่ 3.1 ชุด Ball screw ที่ว่าจะเป็นก้านแท่งเหล็กที่มีความแข็งเกร็งสูง ซึ่งจะแตกต่างจากแท่งเหล็กธรรมดาโดยทั่วไป ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาแรงเค้นและแรงเครียด (Stress and Strain) แต่เนื่องจาก ชุด Ball screw ที่มีขายสำเร็จรูปในท้องตลาดโดยทั่วไป มักจะมีความยาวที่ระยะมากสุดไม่เกิน 1.0 - 1.5 เมตร เป็นอย่างมาก แต่ในงานวิจัยนี้ต้องการความยาวของ Ball screw shaft ที่ระยะ 3 เมตร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสั่งทำเป็นกรณีพิเศษ



รูปที่ 3.1 ก้านเกลียว Ball Screw

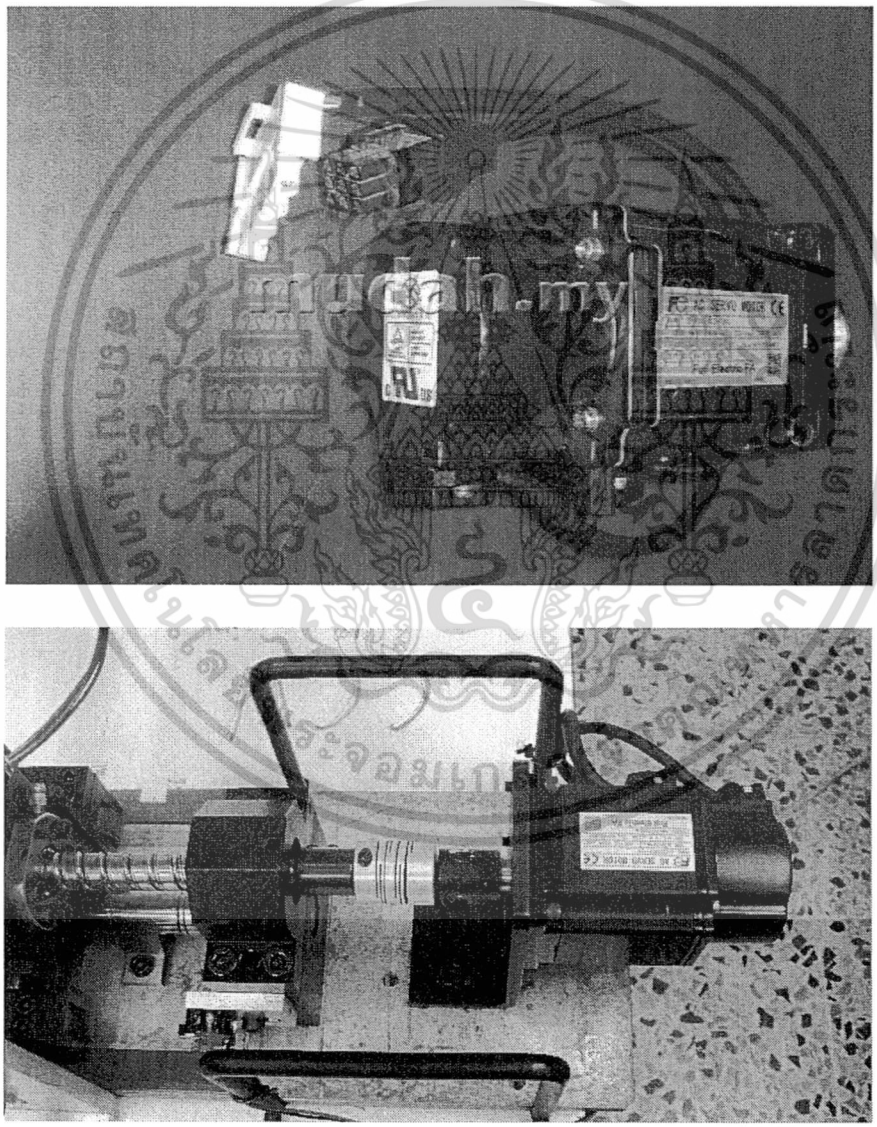
3.1.2 ตัวแท่นยึดจับมอเตอร์ (Servo Motor) ที่ใช้ในการขับเคลื่อน Ball Screw

เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนก้านเกลียว ให้ได้ระยะเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวาตามที่เราต้องการนั้น มีเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย จะมีอยู่ 2 แบบ คือ Stepping Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Servo Motor แต่สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ เราเลือกใช้ Servo motor ก็เพราะว่า มันให้ความละเอียดและแม่นยำมากกว่า Stepping motor หลังจากที่ได้ตัดสินใจเลือกชนิดและขนาดกำลังของมอเตอร์แล้ว รูปร่างและขนาดของมันจะมีผลไปถึงการออกแบบสร้างแท่นสำหรับยึดจับตัวมอเตอร์ด้วย เพราะว่ามอเตอร์แต่ละแบบหรือแม้ว่าจะเป็นแบบเดียวกัน แต่ถ้าผลิตจากต่างบริษัทกันก็จะมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง

ในงานวิจัยนี้ เราได้เลือกใช้ AC Servo motor ของ Fuji รุ่น GYS201 DC2-T2A ดังรูปที่ 3.2

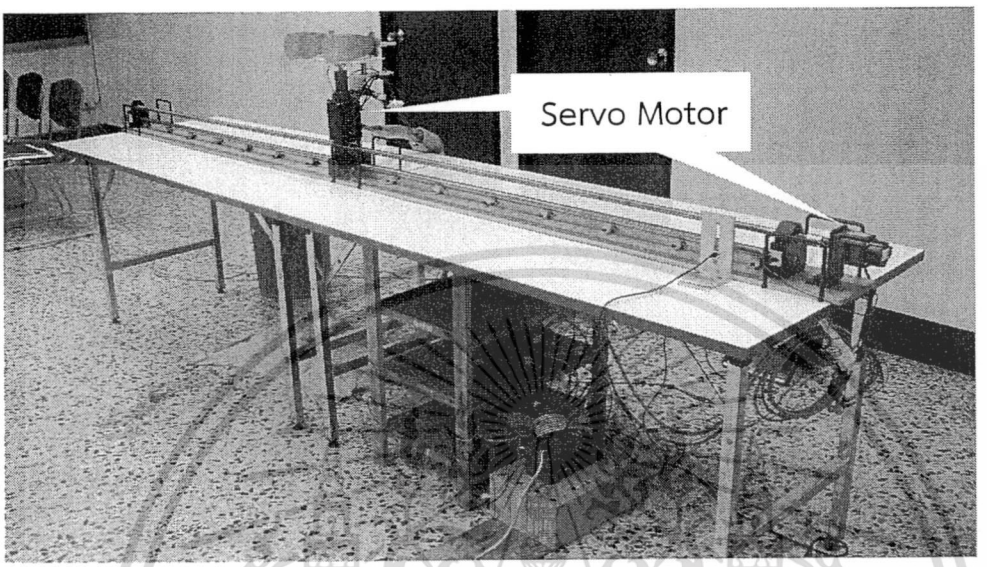


รูปที่ 3.2 Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ตัวแท่นสำหรับรองรับชุดตรวจวัดเสียง

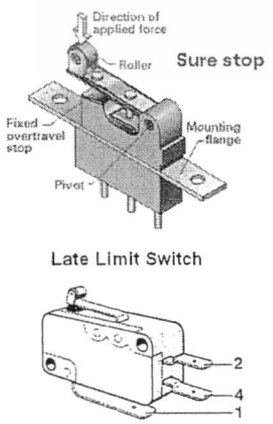
ตัวแท่นรองรับชุดตรวจวัดเสียง จะประกอบไปด้วย Servo Motor อีกหนึ่งตัว ซึ่งติดตั้งอยู่บนแท่นเลื่อนในแนวดิ่ง ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้ชุดตรวจวัดนี้หมุนได้รอบตัว โดยการกวาดหมุนมุมไปในแนวราบได้รอบ 360 องศา ในทิศทางตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 3.3

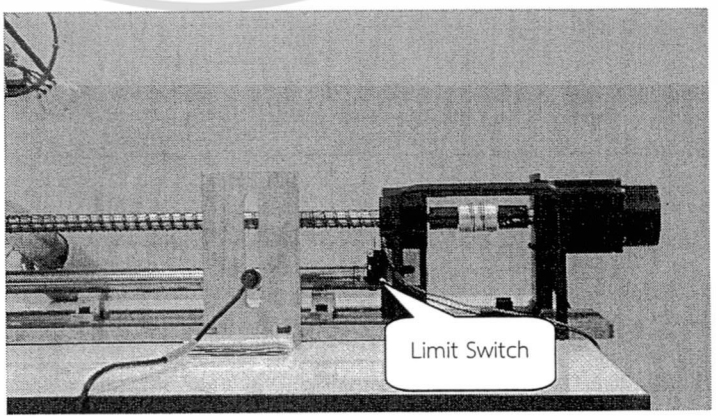


รูปที่ 3.3

3.1.4 ตัวสวิทช์ควบคุมหัวท้าย (Limit Switch)

เนื่องจากในการขับเคลื่อนของมอเตอร์ เพื่อให้ชุดวัดเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวานั้น ในบางครั้งเราอาจจะป้อนคำสั่งผิดไป ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนเลื่อนไปในทางซ้ายหรือขวามากเกินระยะความยาวของก้านเกลียวซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีสวิทช์ควบคุมหัวท้าย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายของเครื่องมือที่อาจจะเกิดขึ้น กล่าวคือถ้าหากมอเตอร์เกิดหมุนก้านเกลียวให้ชุดตรวจวัดเคลื่อนที่เกินระยะความยาวของก้านเกลียวแล้ว ตัวสวิทช์ควบคุมหัวท้ายจะทำการตัดไฟเพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ในทันที ดังแสดงในรูปที่ 3.4





รูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 ตัวบ่งบอกตำแหน่งของชุดตรวจวัด (Proximity)

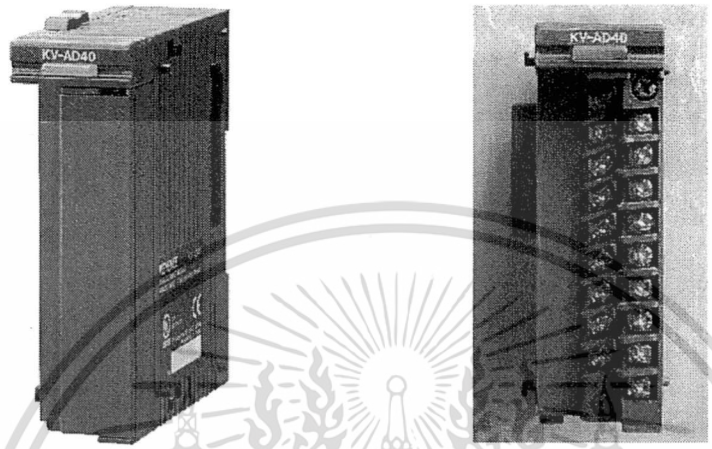
เมื่อมอเตอร์ทำการหมุนให้ชุดตรวจวัดเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวาก็ดี หรืออาจจะหมุนทำมุมบิดไปกับแนวราบก็ดี มันจะเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม แต่ถ้าเราต้องการให้มันกลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งเดิม เราจะต้องทำการ Reset เครื่องควบคุม (PLC) นั้นใหม่ ดังนั้นเราจำเป็นจะต้องมีจุดอ้างอิงในการบอกตำแหน่งของชุดตรวจวัดเมื่อตอนเริ่มต้น เพื่อให้เครื่องควบคุมทราบว่าตำแหน่งตอนตั้งต้นของมันมีค่าอยู่ที่ใด ตัวที่ใช้บอกค่าตำแหน่งตอนตั้งต้นของชุดตรวจวัดก็คือตัว Proximity นั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 Proximity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 ตัวแปลงสัญญาณจากระบบ Analog ให้เป็น Digital (A/D Converter)

สัญญาณที่วัดได้จากไมโครโฟนจะเป็นแบบ Analog จึงมีความจำเป็นที่ต้องแปลงให้เป็น Digital โดยผ่านตัว A/D Converter ก็เพื่อใช้ในการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ ในการวิจัยนี้เราใช้ A/D Converter รุ่น KV-AD40V ของบริษัท KEYENCE ดังแสดงในรูปที่ 3.6

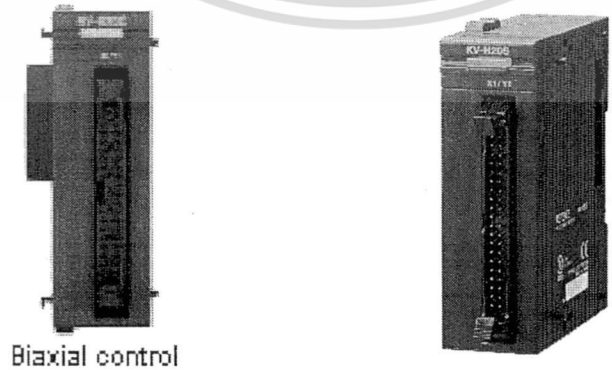


Back View Front View

รูปที่ 3.6

3.1.7 ตัวควบคุมการทำงานของ Servo motor

ในงานวิจัยนี้ เราใช้ Servo motor 2 ตัว ตัวแรกจะทำหน้าที่เลื่อนชุดตรวจวัดเสียงไปทางซ้ายมือหรือทางขวามือ ส่วนตัวที่สองจะทำหน้าที่หมุนชุดตรวจวัดเสียงให้หมุนไปเป็นมุม θ กับแนวราบ ในทิศทางทวนเข็มหรือตามเข็มนาฬิกา ตามที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้ อุปกรณ์ที่มาควบคุมการทำงานของมอเตอร์ก็คือ ยูนิต KV-H20S ของบริษัท KEYENCE ดังรูปที่ 3.7



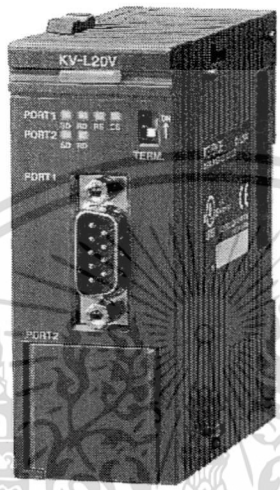
Biaxial control unit KV-H20S

รูปที่ 3.7 ตัวควบคุมการทำงานของ Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 ช่องต่อสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกหรือ Port RS232

เนื่องจากเราจำเป็นต้องมีอุปกรณ์บางอย่างจากภายนอก เช่น Function generator และ Power supply มาต่อใช้งานร่วมกับชุดอุปกรณ์อัตโนมัติของเรา เพื่อการควบคุม ซึ่งจะต้องต่อผ่านช่องสัญญาณ Port RS232 ดังนั้น ยูนิตที่เราเลือกใช้ ก็คือ KV-L20V ของบริษัท KEYENCE ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8

3.1.9 ตัวควบคุมการทำงานรวมทั้งหมดของเครื่องมือ หรือตัว PLC

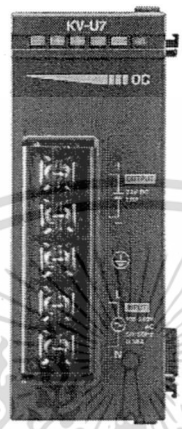
เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานแต่ละแบบในระบบ เมื่อนำมาต่อรวมเข้าด้วยกัน จำเป็นจะต้องมีตัวควบคุมกลาง เพื่อควบคุมการทำงานรวมของอุปกรณ์ทั้งหมดอีกครั้ง ทั้งนี้ก็เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละส่วน ทำงานได้อย่างเป็นระบบ ตามที่ได้กำหนดไว้ ตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้ก็คือตัว PLC นั่นเอง ซึ่งในงานวิจัยนี้เราจะใช้ PLC รุ่น KV-3000 ของบริษัท KEYENCE ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

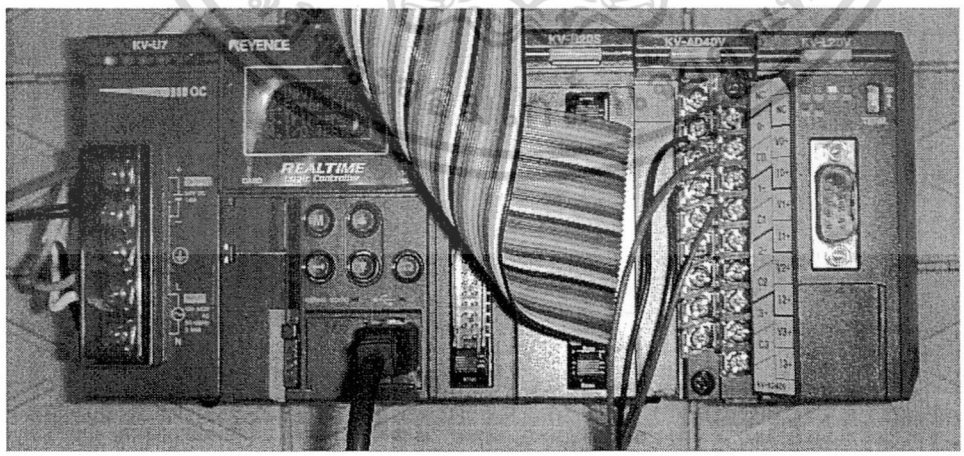
3.1.10 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

เนื่องจากลำพังตัวของ PLC ไม่สามารถทำงานเองได้ ถ้าไม่มีแหล่งจ่ายไฟป้อนให้มัน ดังนั้น อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้อนไฟฟ้าให้กับ PLC ก็คือ KV-U7 ของบริษัท KEYENCE ซึ่งเป็นยูนิตที่ให้กระแสไฟเข้าเป็น 100-240 VAC 0.98A และให้กระแสไฟออกเป็น 24 VDC 1.8A ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10

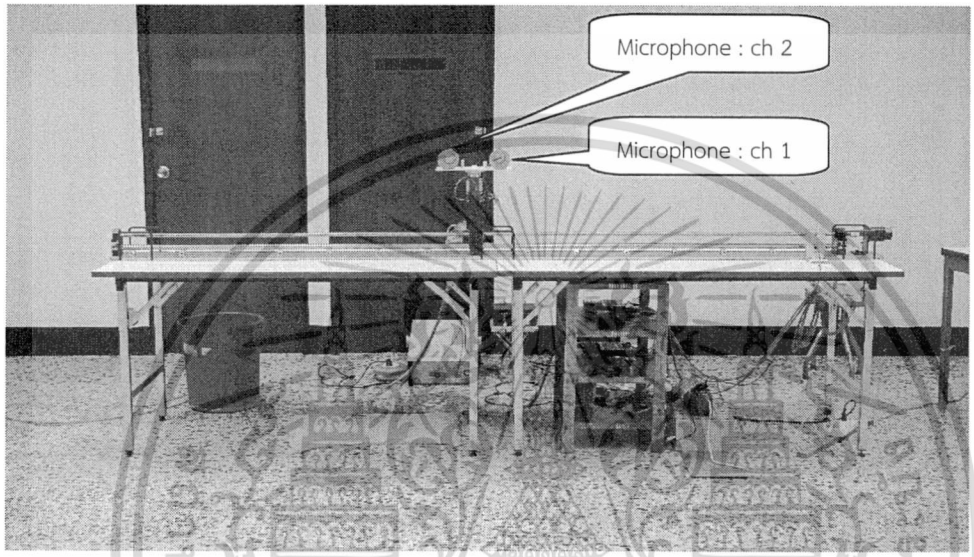
เมื่อเรานำแหล่งจ่ายไฟ ตัวPLC ตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ตัวA/D Converter และ Port RS232 มาต่อรวมเข้าด้วยกัน ก็จะกลายเป็นอุปกรณ์รวมชุดควบคุมที่แสดงไว้ ดังรูปที่ 3.11



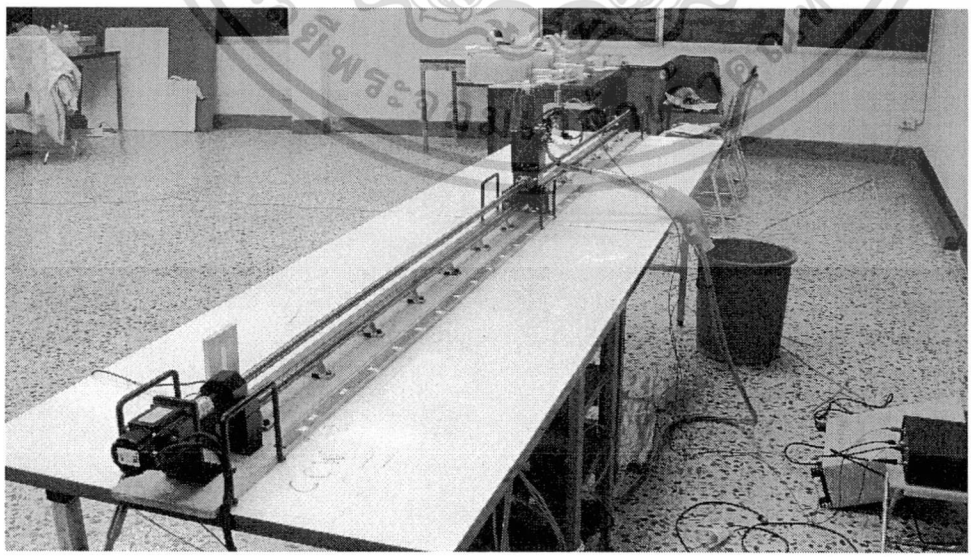
รูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ยังมีข้อที่น่าสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ เมื่อเราจะเลือกใช้ตัว PLC ของบริษัทใดก็ตาม ตัวแหล่งจ่ายไฟหรืออุปกรณ์ที่จะนำมาทำงานเสริมร่วมกัน ควรจะต้องใช้อุปกรณ์เสริมร่วมของบริษัท PLC นั้นๆ ด้วย ทั้งนี้เพราะแต่ละบริษัทจะผลิตอุปกรณ์เป็นแบบที่มีรูปร่างลักษณะเฉพาะ ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ต่อร่วมกับอุปกรณ์ทั่วๆ ไปของบริษัทอื่นๆ ได้นั่นเอง ส่วนภาพรวมทั้งหมดของชุดอุปกรณ์การวัดเสียง แหล่งกำเนิดเสียง พร้อมทั้งอุปกรณ์ควบคุม และอื่นๆ ในห้องทดลอง ได้แสดงไว้ ดังรูปที่ 3.12, 3.13 และ 3.14

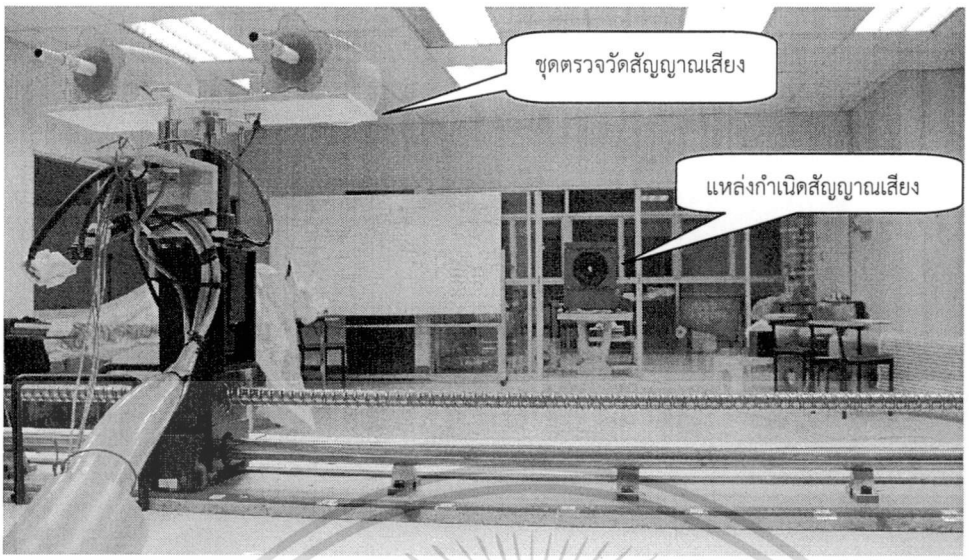


รูปที่ 3.12



รูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

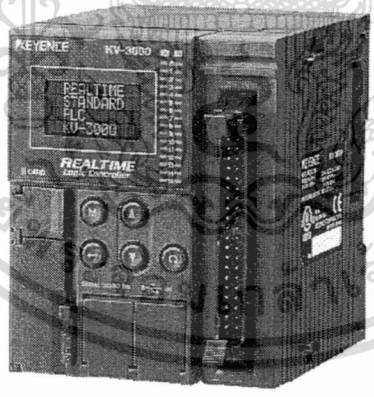
บทที่ 4
เครื่องมือควบคุม

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อชิ้นงานแต่ละส่วนได้ถูกสร้างตามแบบ ที่เราได้เขียนขึ้นไว้แล้วนั้น ในขั้นตอนต่อไป เราจะนำเอาชิ้นส่วนต่างๆ ที่สร้างขึ้น มาประกอบรวมเข้าด้วยกัน เป็นระบบวัดเสียง และหัวใจที่สำคัญของระบบนี้ก็คือ ส่วนควบคุมซึ่งจะทำการควบคุมสั่งการให้ชิ้นส่วนต่างๆ ทำงานก่อนหรือหลัง อย่างมีขั้นตอนเป็นเอกภาพ โดยเราสามารถแบ่งส่วนควบคุมออกเป็น 2 ส่วน ดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

1. ส่วนที่เป็น Hardware หรือตัวเครื่องควบคุมโดยตรง ซึ่งก็คือตัว PLC นั่นเอง
2. ส่วนที่เป็น Software หรือตัวชุดคำสั่งโปรแกรมภาษา Ladder ที่จะใช้สั่งให้ PLC ทำงานตามที่ต้องการ

4.1 PLC หรือ Programmable Logic Controller

ตัว PLC ที่เราใช้ในการวิจัยนี้ เป็น PLC ของบริษัท Keyence ซึ่งเป็นรุ่น KV-3000 ดังแสดงในรูปที่ 4.1



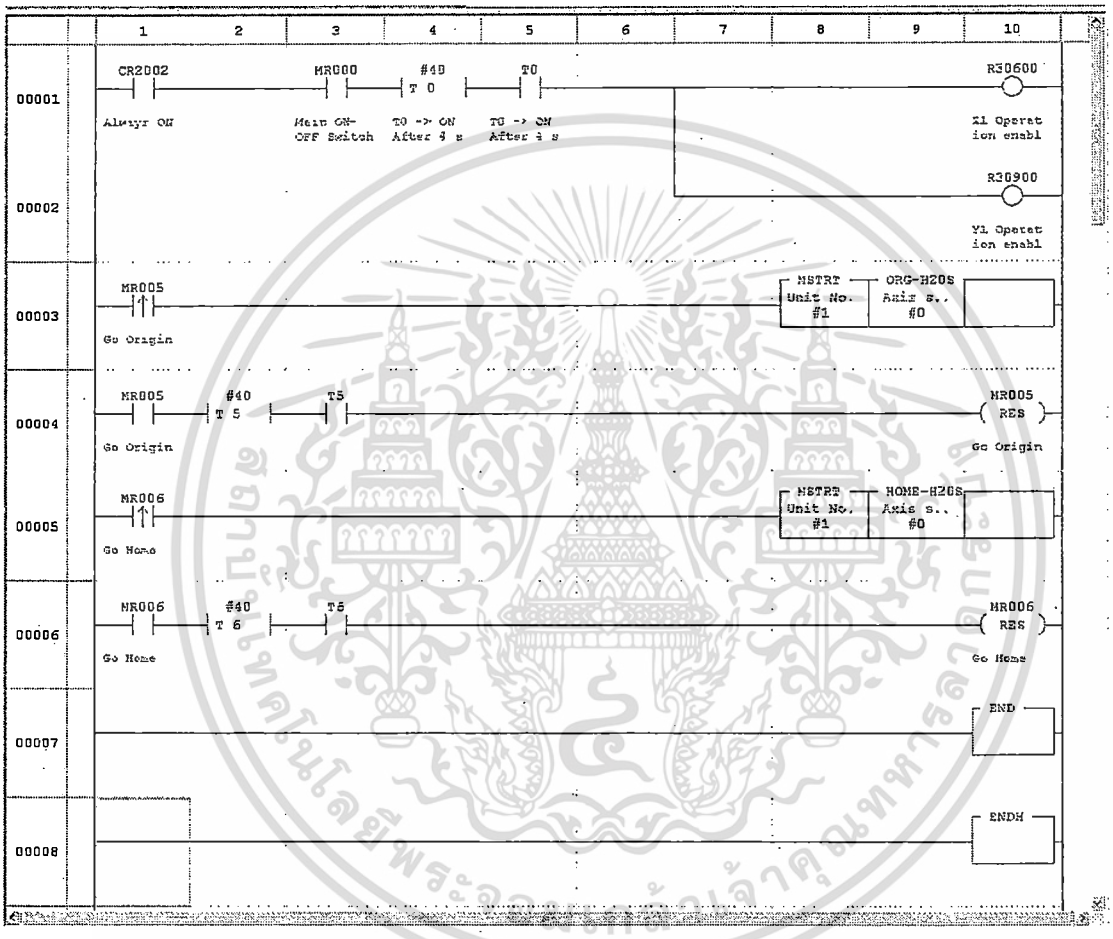
รูปที่ 4.1

ภายในตัวของ PLC เองจะมีช่องสัญญาณ หรือ relay อยู่เป็นจำนวนมาก โดยแบ่ง relay ออกเป็น 2 ส่วน คือ input relay และ output relay ส่วนของ input relay จะทำหน้าที่รับคำสั่งในการปิด – เปิด เครื่องมือภายในระบบของตัว PLC เอง ส่วน output relay จะทำหน้าที่ส่งคำสั่งการปิด – เปิด เครื่องมือออกจากตัว PLC เพื่อไปทำการปิด – เปิด เครื่องมือแต่ละชนิดที่ได้นำมาต่อเข้ากับตัว PLC นี้ นอกจากนี้ ยังมีตัวตั้งเวลา ที่เรียกว่า Timer ซึ่งเป็นฟังก์ชันพิเศษใน PLC ที่ช่วยให้ อุปกรณ์ต่างๆ เปิด – ปิด ได้ ตามเวลาที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 Ladder Program

ลำพังตัว PLC เองซึ่งเป็นส่วนของ Hardware จะไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเองตามลำพังได้ ถ้าไม่มีการใส่โปรแกรมเข้าไป ซึ่งตัวคำสั่งโปรแกรมหรือ Software นั้น มีชื่อเรียกว่า Ladder program ซึ่งเป็นชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของ PLC นั่นเอง โดยจะมีรูปร่างลักษณะของตัวโปรแกรม ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างของ Ladder Program

การทำงานของ Ladder Program จะมีหลักการทำงานคร่าวๆ ดังต่อไปนี้ กล่าวคือ

1. ในแต่ละบรรทัดหรือ line คือคำสั่ง 1 ชุด ซึ่งจะจบในบรรทัดนั้นๆ
2. ตัว Ladder Program จะทำงานพร้อมๆ กันในทุกๆ line
3. การที่จะให้ line ใดทำงานก่อนหรือหลัง ก็โดยอาศัยคำสั่ง timer และ relay

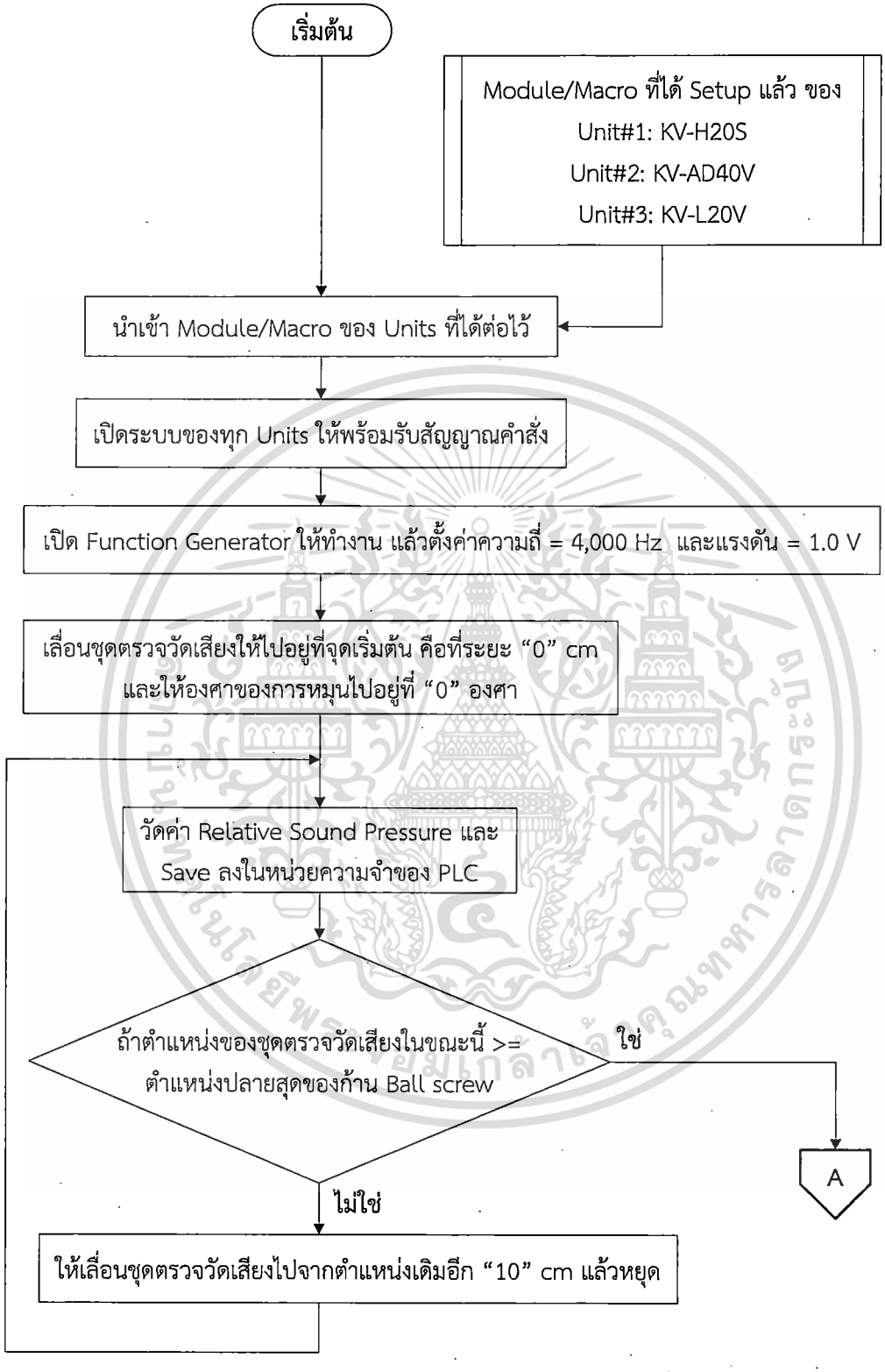
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวคำสั่งของ Ladder Program ที่เขียนขึ้นในการทดลองนี้ ได้จัดแสดงไว้ในหน้าที่ 20 ถึงหน้าที่ 28 โดยต้องการให้ควบคุมเครื่องมือให้ทำงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ให้ Reset ชุดตรวจวัดเสียงให้อยู่ในตำแหน่ง origin หรือตำแหน่งจุดเริ่มต้นที่เราได้กำหนดไว้ในการทดลอง
2. ให้ทำการเปิด Arbitrary function generator แล้วให้ตั้งค่า Sine function ที่ความถี่ 4,000 Hz และที่แรงดันไฟ 1 V เพื่อป้อนให้ลำโพงเสียงทำงาน
3. ให้ชุดตรวจวัดเสียงวัดข้อมูลที่ได้ ผ่าน A/D เพื่อแปลงข้อมูลจาก Analog เป็น Digital แล้วบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำ ทุกครั้งที่มีการวัดสัญญาณเสียง
4. ให้ชุดตรวจวัดเสียงเลื่อนตำแหน่งไปจากเดิมเป็นระยะ 10 ซม. แล้วหยุดวัดสัญญาณเสียง จากนั้นก็บันทึกข้อมูล แล้วให้ชุดตรวจวัดเสียงเลื่อนไปจากเดิมอีกเป็นระยะ 10 ซม. แล้วหยุดและวัดสัญญาณเสียง ทำอย่างนี้สลับกันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสุดปลายทางของก้าน Ball screw
5. จากนั้น ให้ชุดตรวจวัดเสียงเลื่อนกลับไปยังจุดเริ่มต้น โดยให้เคลื่อนที่กลับทีละ 10 ซม. แล้วหยุดแล้วทำการวัดสัญญาณเสียงอีกรอบจนกระทั่งถึงตำแหน่ง origin แล้วจึงสั่งให้หยุดการเลื่อน
6. ให้ปิดเครื่อง Arbitrary function generator
7. หลังจากนั้น ให้เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ให้พิมพ์ออกมาเป็นตารางพร้อมทั้งให้ Plot กราฟออกมาด้วย โดยขั้นตอนในข้อนี้ จะทำได้ก็โดยใช้การเขียนคำสั่งโปรแกรมภาษา C/C++ Version – ChIDE อีกชุดหนึ่ง ซึ่งตัวของคำสั่งโปรแกรม C/C++ นี้ ได้แสดงไว้ในหน้าที่ 30 จนถึงหน้า 31
8. เป็นการจบการทดลอง

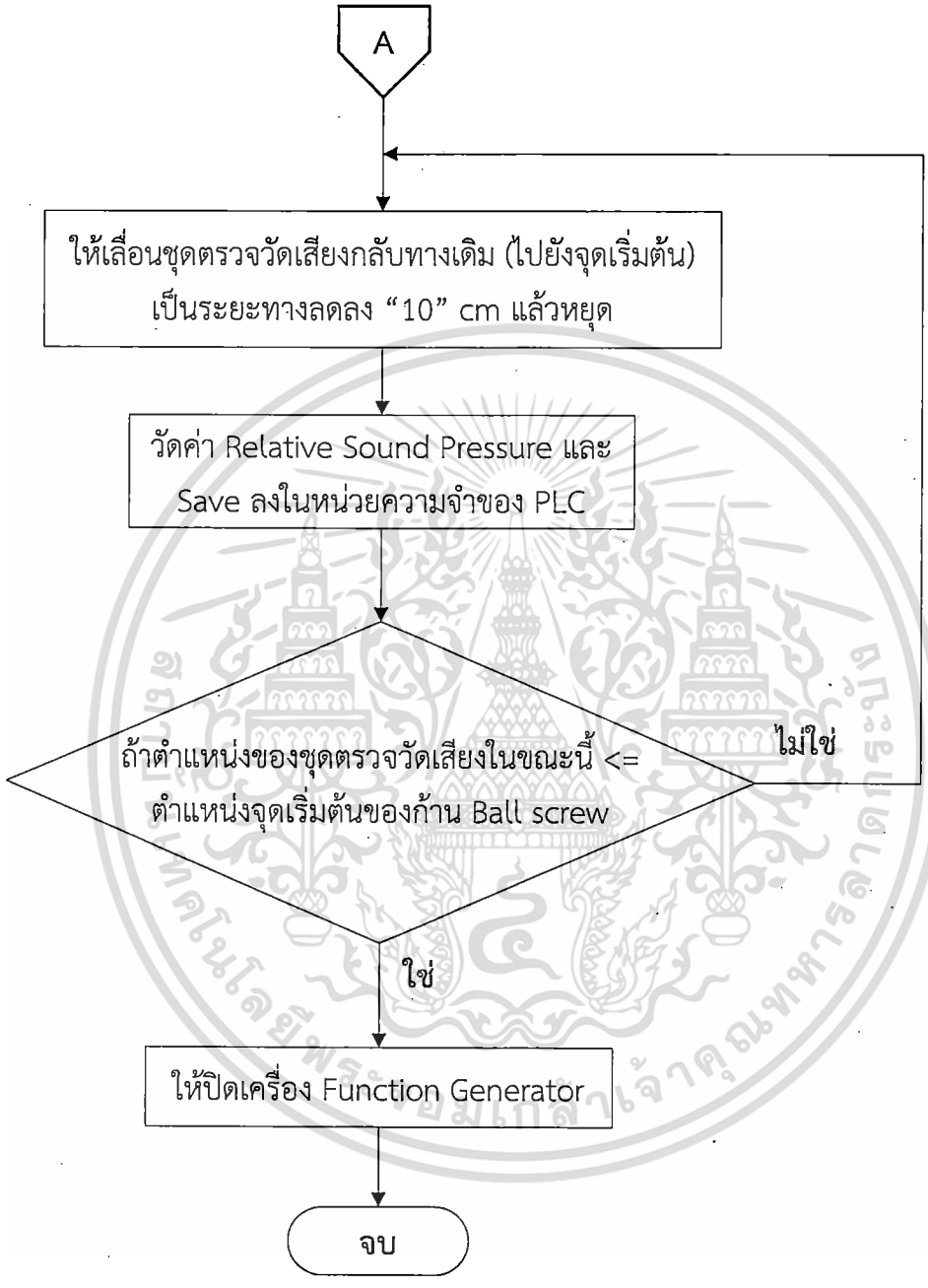
ส่วน ผังงาน (Flowchart) ของ Ladder Program ที่ใช้ ได้แสดงไว้ในหน้าที่ 18 ถึงหน้าที่ 19 และผังงานของ C/C++ ใน ChIDE Program ก็ได้แสดงไว้ในหน้าที่ 29 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
131029



รูปที่ 4.2 แสดง Flowchart ของ Ladder Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

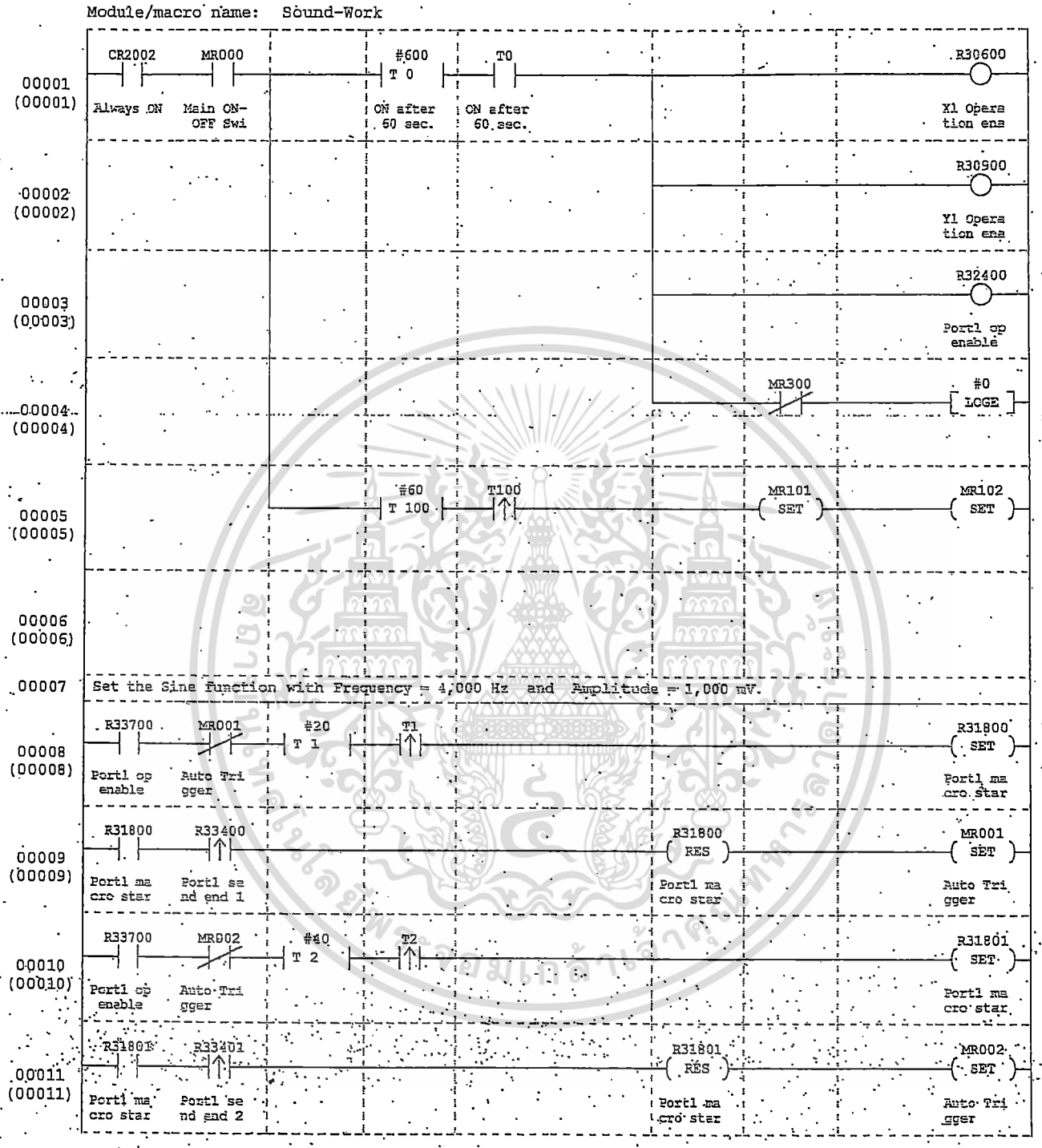


รูปที่ 4.2 (ต่อ) แสดง Flowchart ของ Ladder Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

Module/macro name: Sound-Work

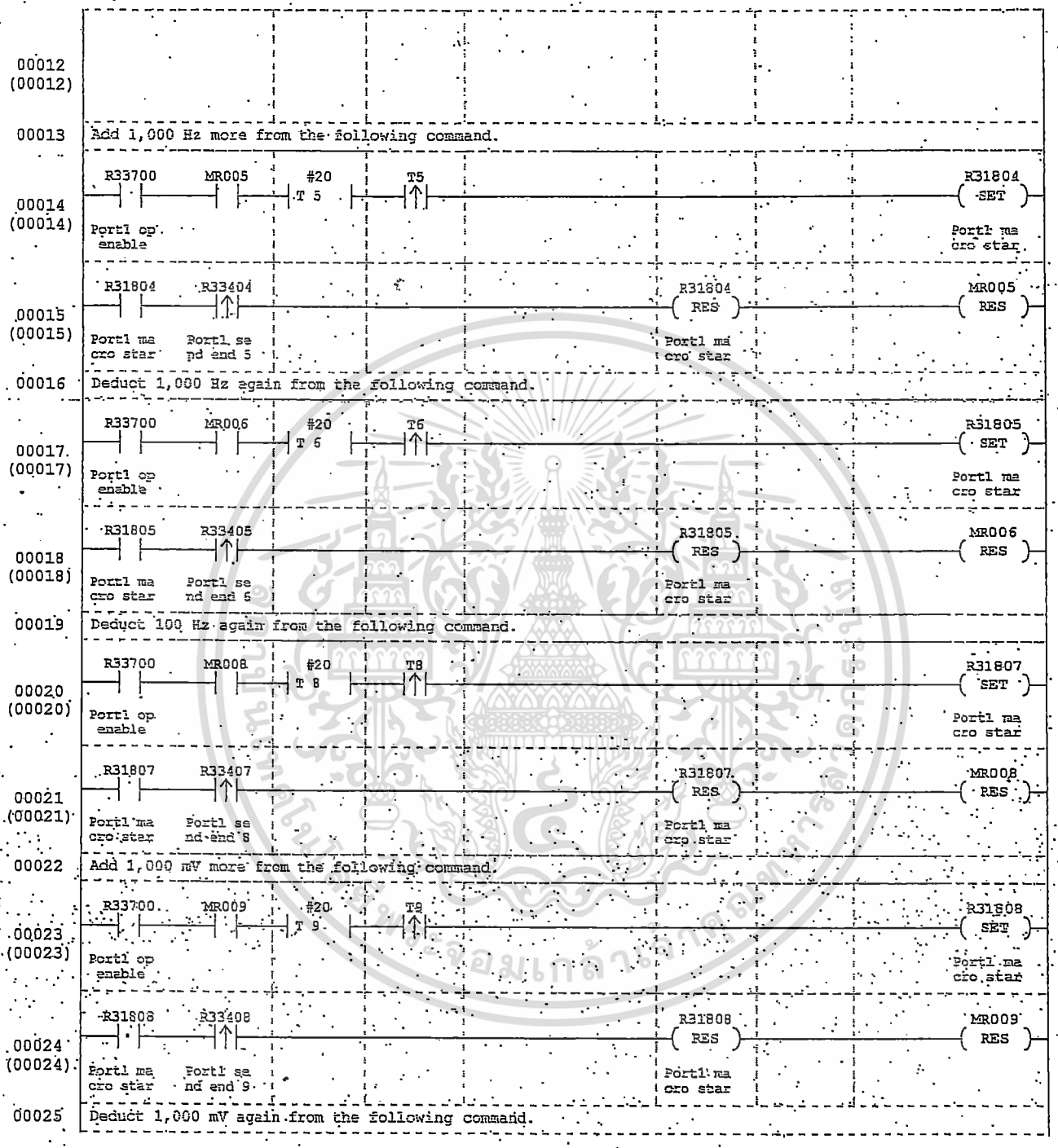


R30600	R30900	R32400	MR102	R31800	MR001	R31801	MR002				
			> 00005 A 00032 A 00033 < 00033	> 00008 A 00009 < 00009	B 00008 > 00009	> 00010 A 00011 < 00011	B 00010 > 00011				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

Module/macro name: Sound-Work

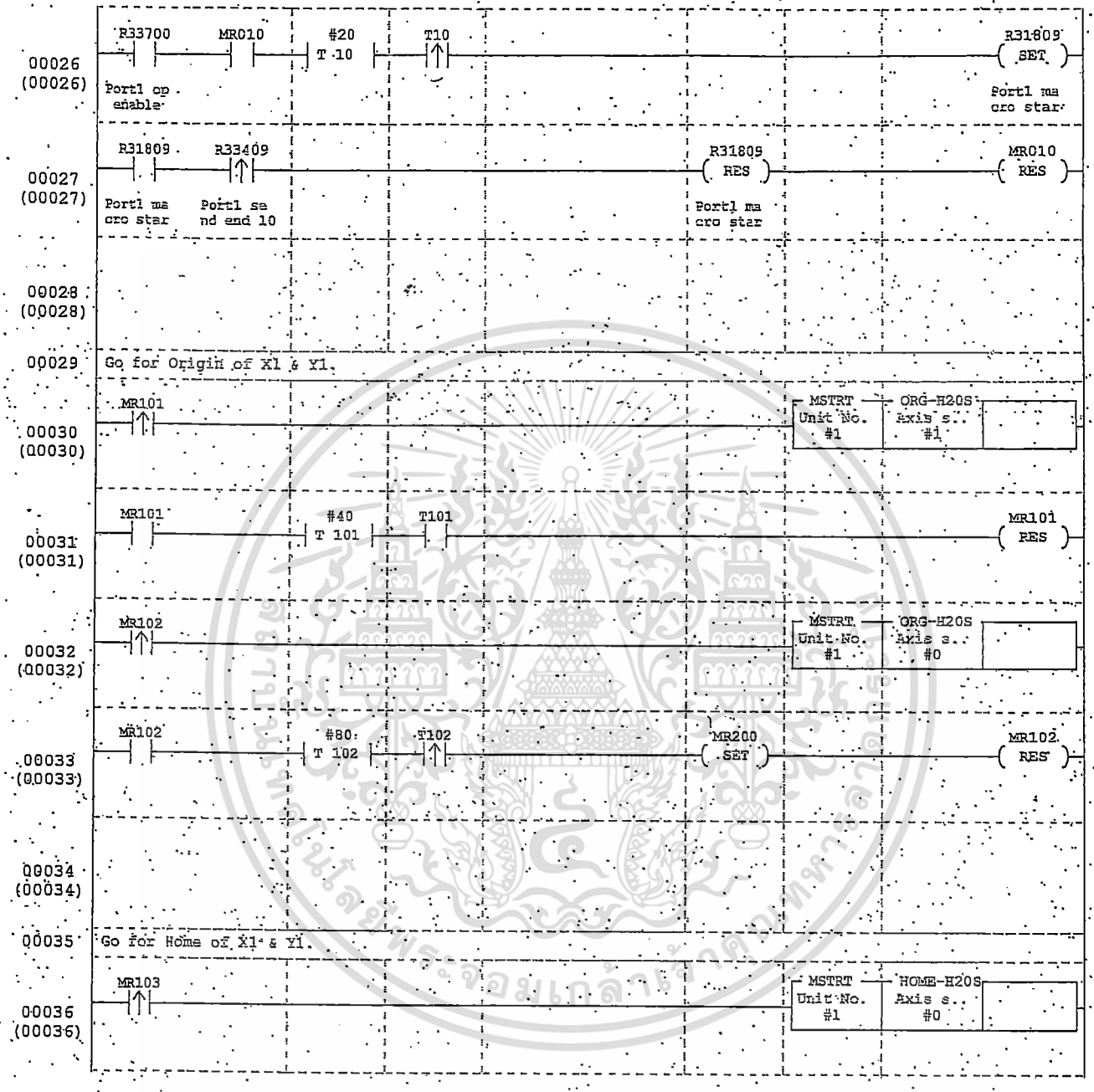


R31804	MR005	R31805	MR006	R31807	MR008	R31808	MR009				
> 00014 A 00015 < 00015	A 00014 < 00015	> 00017 A 00018 < 00018	A 00017 < 00018 > 00089 > 00090 > 00091 > 00092	> 00020 A 00021 < 00021	A 00020 < 00021	> 00023 A 00024 < 00024	A 00023 < 00024				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

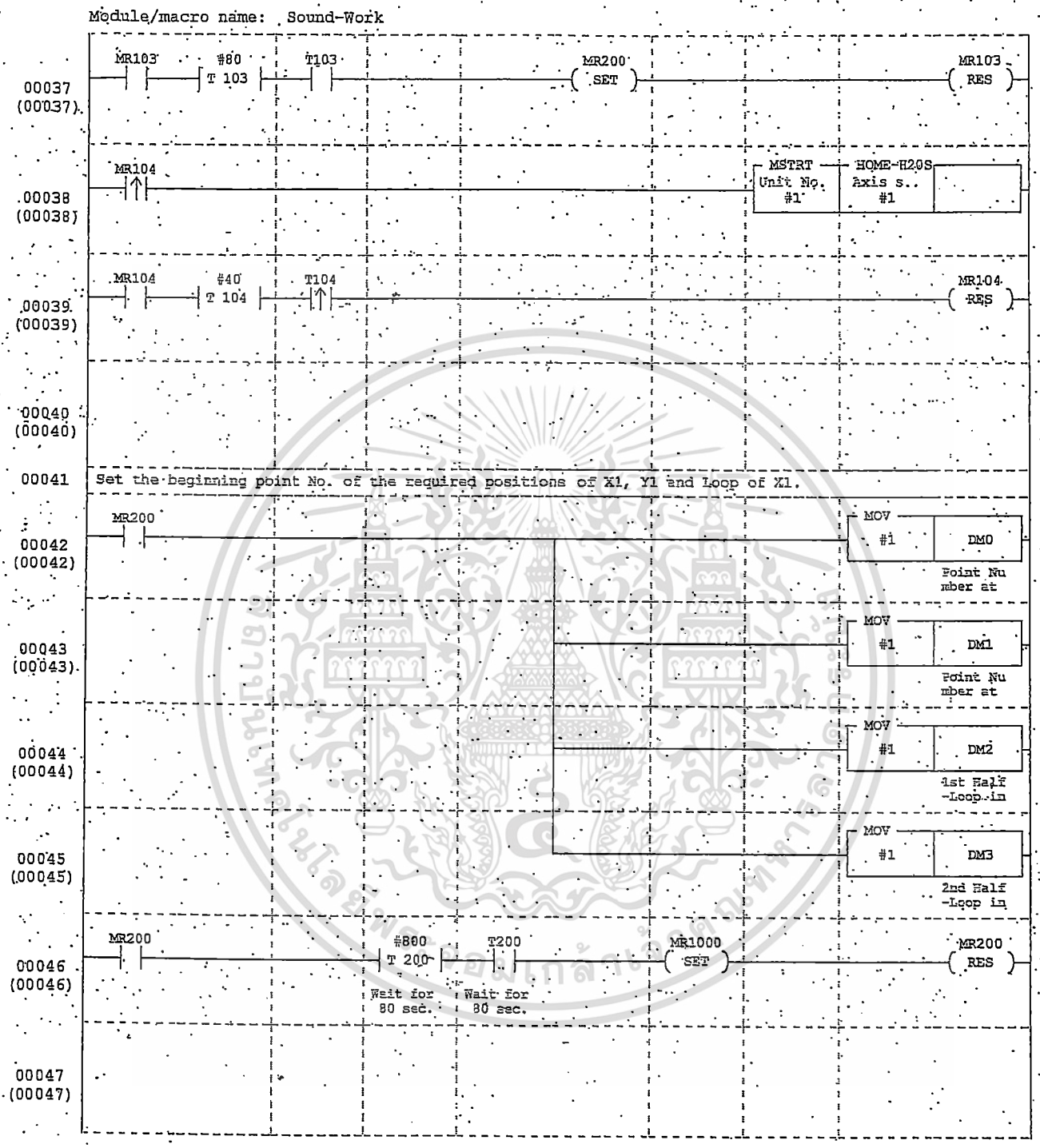
Module/macro name: Sound-Work



R31809	MR010	MR101	MR102								
> 00026	A 00026	> 00005	> 00005								
A 00027	< 00027	A 00030	A 00032								
< 00027	> 00086	A 00031	A 00033								
		< 00031	< 00033								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

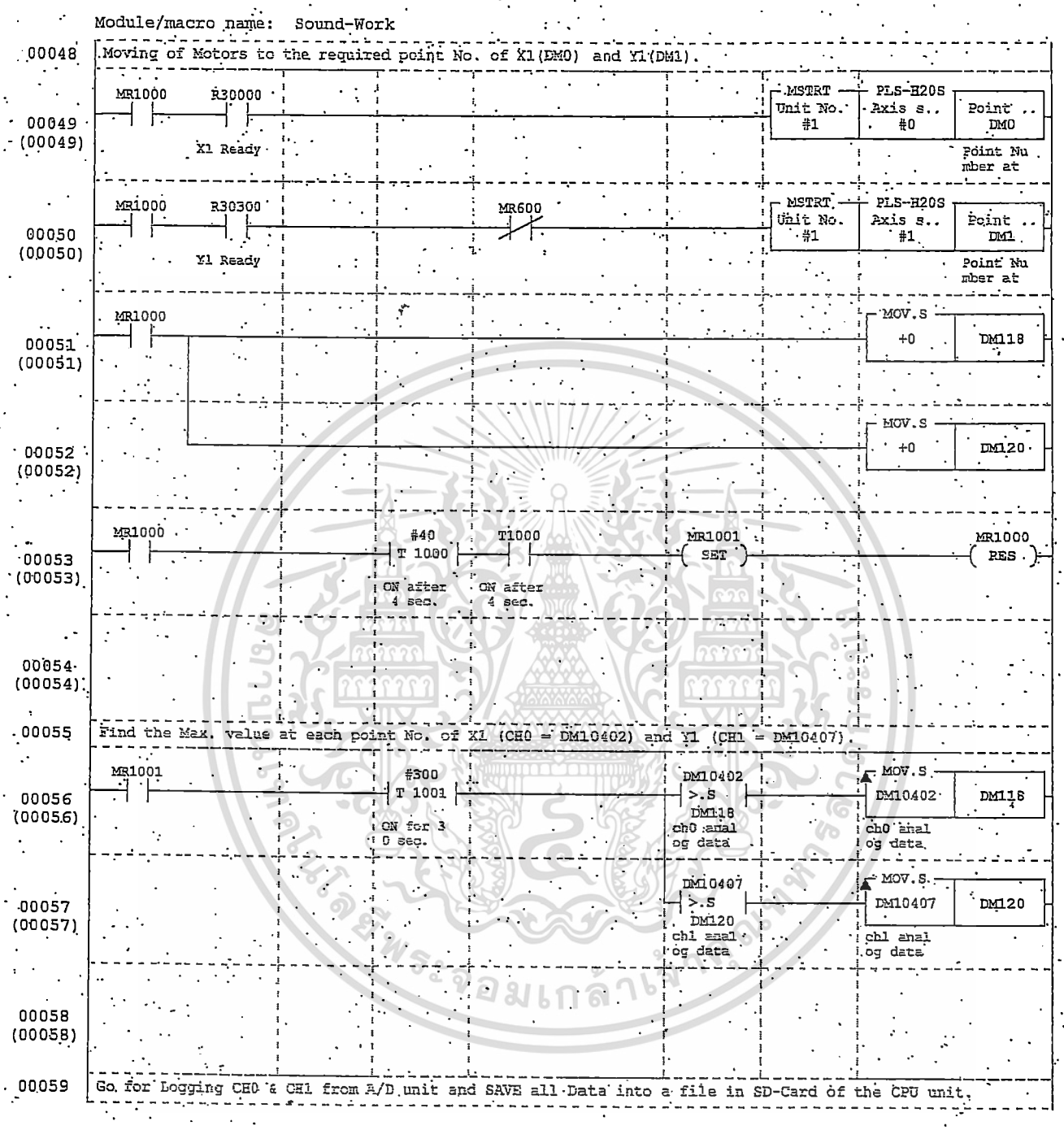
[Ladder diagram]



MR103	MR104	DM0	DM1	DM2	DM3	MR200					
A 00036	A 00038	00042	00043	00044	00045	> 00033					
A 00037	A 00039	00049	00050	00076	00076	> 00037					
< 00037	< 00039	00080		00077	00077	A 00042					
		00081			00081	A 00046					
		00084				< 00046					
		00085									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

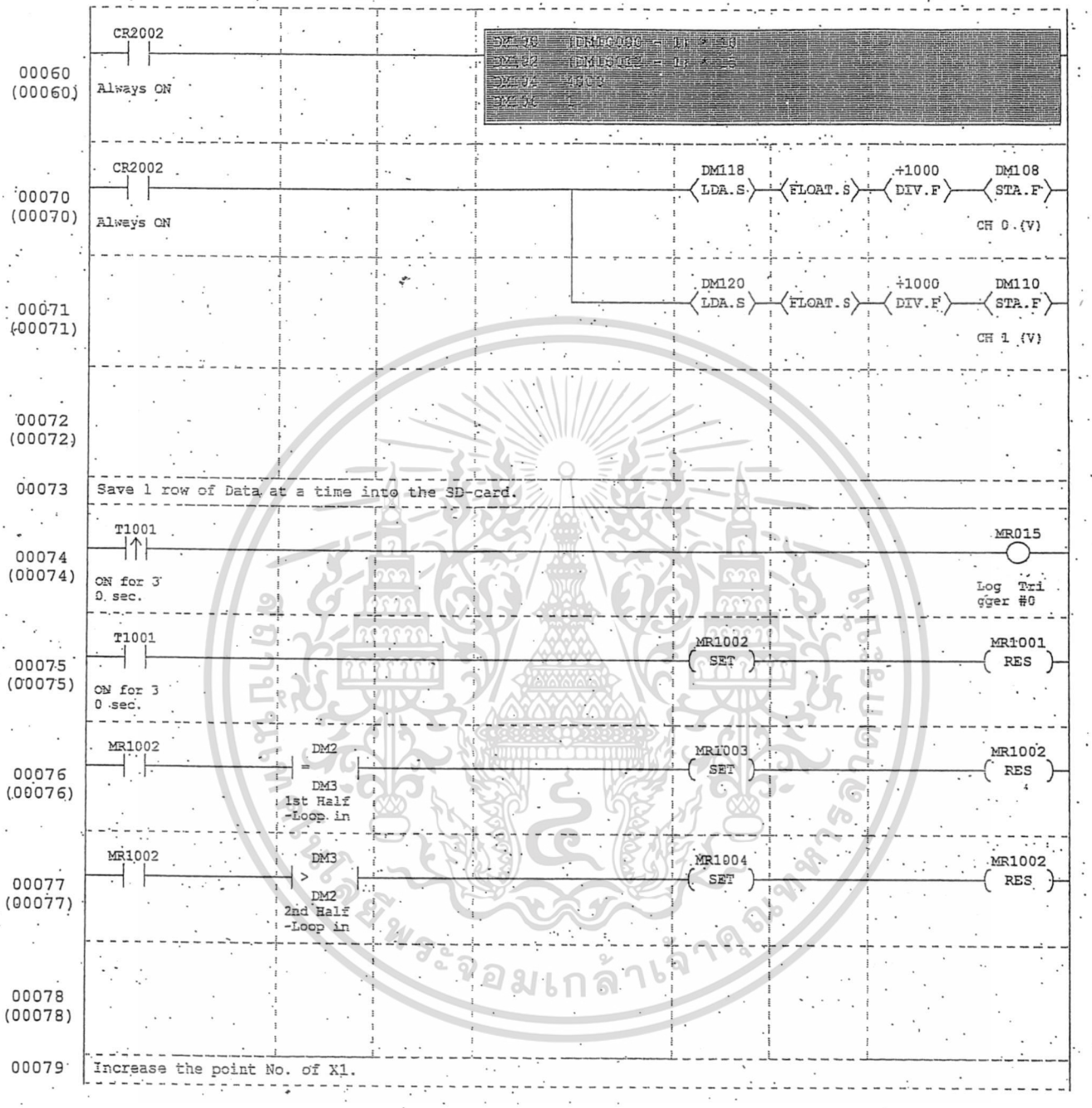


DM118	DM120	MR1000
00051	00052	> 00046
00056	00057	A 00049
00070	00071	A 00050
		A 00051
		A 00053
		< 00053
		> 00080
		> 00084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

Module/macro name: Sound-Work

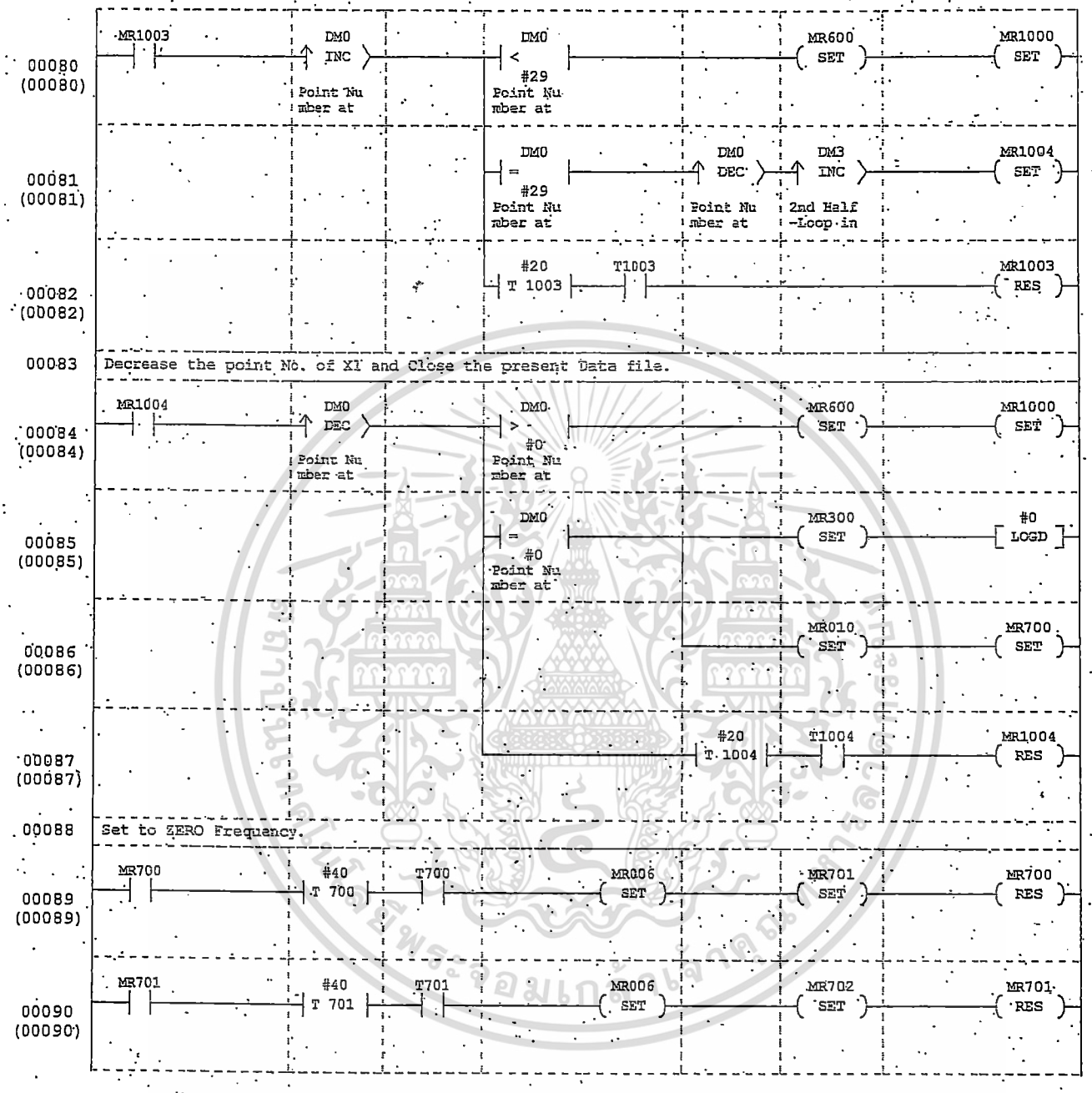


DM108	DM110	MR015	MR1001	MR1002							
00070	00071		> 00053 A 00056 < 00075	> 00075 A 00076 < 00076 A 00077 < 00077							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]

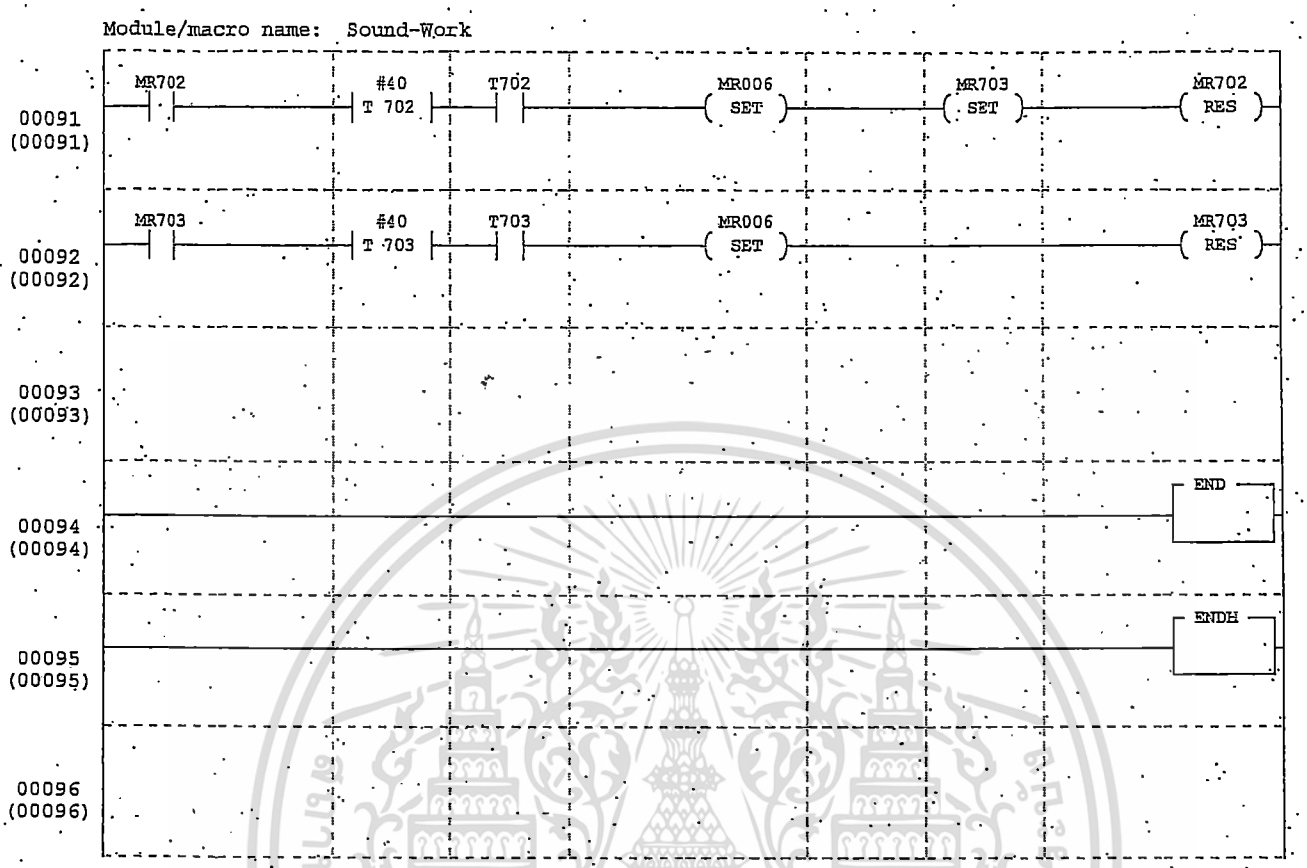
Module/macro name: Sound-Work



MR1000	MR1004	MR1003	MR700	MR701							
> 00046	> 00077	> 00076	> 00086	> 00089							
A 00049	> 00081	A 00080	A 00089	A 00090							
A 00050	A 00084	< 00082	< 00089	< 00090							
A 00051	< 00087										
A 00053											
< 00053											
> 00080											
> 00084											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

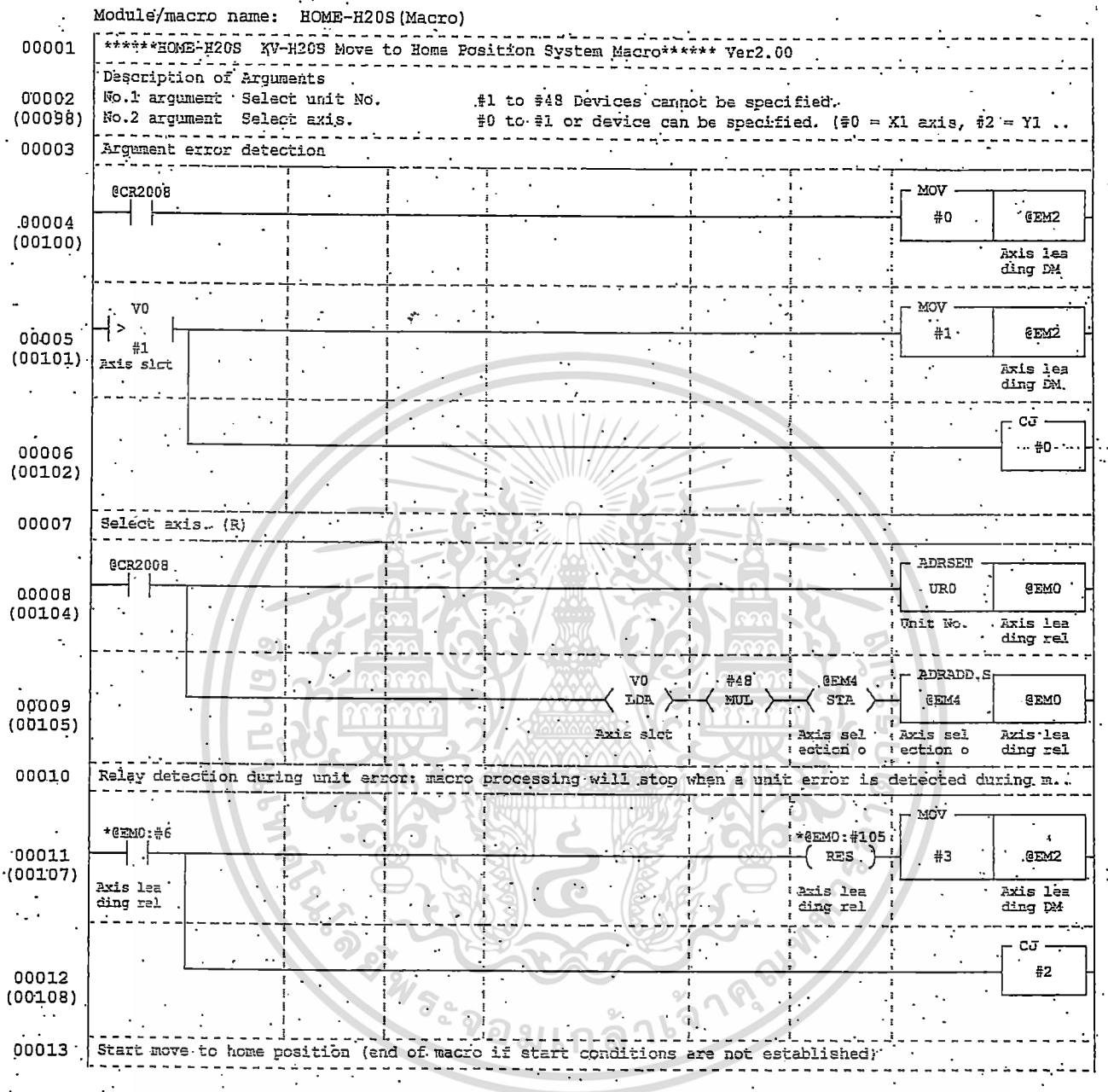
[Ladder diagram]



MR702	MR703										
> 00090	> 00091										
A 00091	A 00092										
<: 00091	< 00092										

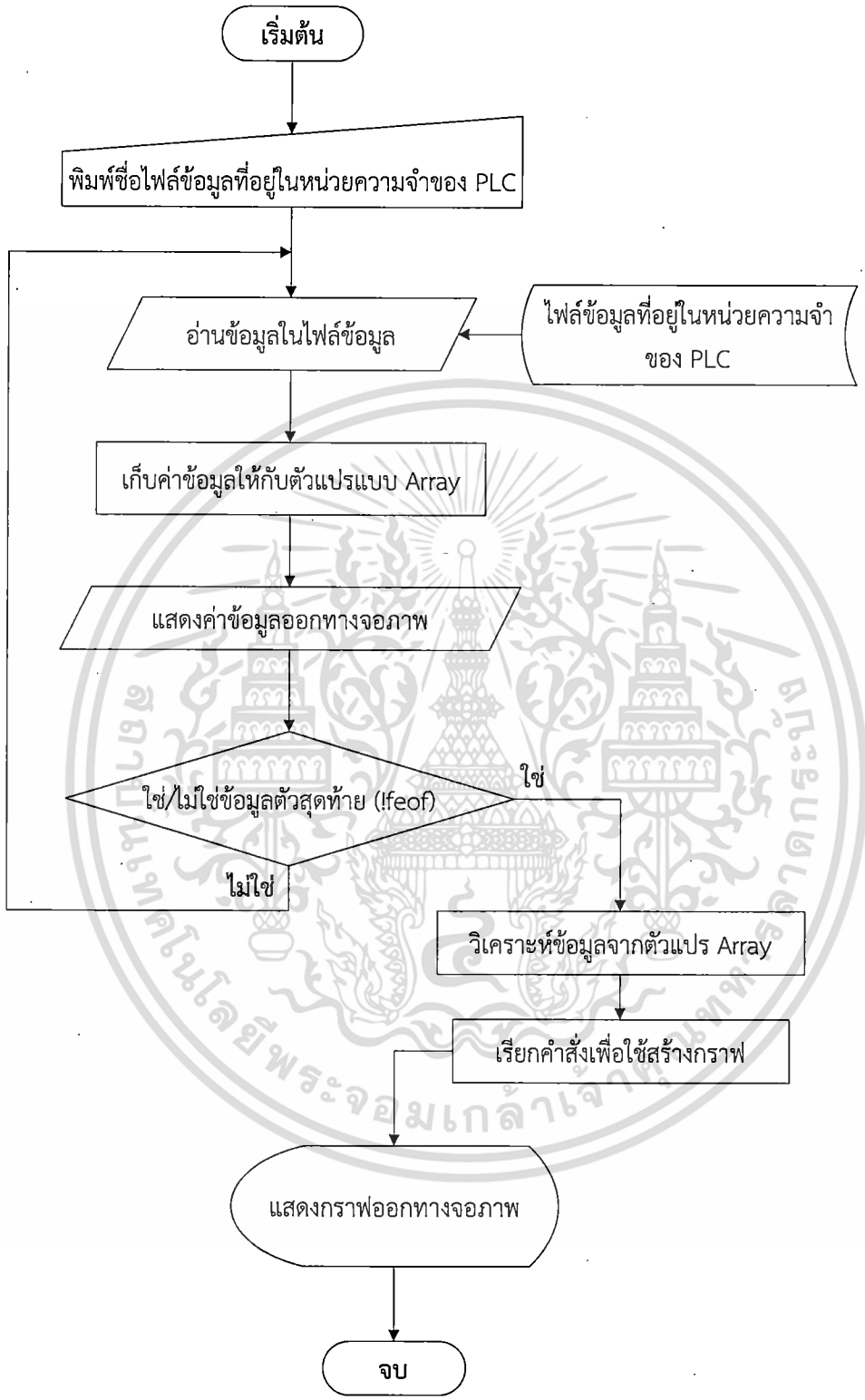
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Ladder diagram]



@EM2											
00100											
00101											
00107											
00111											
00122											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดง Flowchart ของ ChIDE Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <chplot.h>

int main()
{
    double  dis, deg, fre, amp, ch0, ch1;
    char temp1[350], temp2[350], day[40], m, name[40];
    int N, i;
    CPlot  plot;

    printf("\n");
    printf("INPUT : Type the NAME with Extention of the DATA file and its PATH (D:%c *.csv) ==>  ", '\\');
    scanf("%s", &name);
    printf("\n");

FILE    *read_data;

    if ((read_data=fopen(name, "r")) != NULL)
    {
        if ((fgets(temp1, sizeof(temp1), read_data)) != NULL) // Read whole Line:1

        if ((fgets(temp2, sizeof(temp2), read_data)) != NULL)  // Read whole Line:2

        N = 0;    /* We have to set it for the beginning */
        do
        {
            fscanf(read_data, "%s %lf%c %lf%c %lf%c %lf%c %lf%c %lf\n",
            &day, &dis,&m, &deg,&m, &fre,&m, &amp,&m, &ch0,&m, &ch1 );
            N++;
        }
        while(!feof(read_data));
    }
    else printf("Error in openning : %s \n", name);
    fclose(read_data);

    printf("\n");
    printf("      The Number of DATA ==> N = %d  (lines of points.)\n", N);
    printf("\n");


    double x[N], a[N], b[N], c[N], y[N], z[N];

    if ((read_data=fopen(name, "r")) != NULL)
    {
        if ((fgets(temp1, sizeof(temp1), read_data)) != NULL)
                {
                    printf("                    %s", temp1);
                }

        if ((fgets(temp2, sizeof(temp2), read_data)) != NULL)

        printf("\n");
        printf("                    Frequency(Hz)     Amplitude(V)
Degree(o)     Distance(cm)          Ch0(V)            Ch1(V)\n");
        printf("                    ==========        ==========
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ========  ==========  =====  =======\n");
55.         printf("\n");
56
57          i = 0;
58          do
59          {
60              printf("  i = %3d :   ", i+1);
61
62              fscanf(read_data, "%s %lf%c %lf%c %lf%c %lf%c %lf%c
    %lf\n",
63              &day, &x[i],&m, &a[i],&m, &b[i],&m, &c[i],&m, &y[i],&m,
     &z[i]);
64
65              printf("        %6.2lf        %6.2lf
    %6.2lf        %6.2lf              %8.5lf        %8.5lf\n",
66              b[i], c[i], a[i], x[i], y[i], z[i]);
67
68              i++;
69          }
70          //while(!feof(read_data));
71          while( i <.28 );
72
73          printf("\n");
74          printf("  The Final i = %d  lines of points of
    consideration.\n", i);
75          printf("\n");
76          fclose(read_data);
77      }
78      else printf("Error in openning : %s \n", name);
79
80      /* ================================================================ */
81
82      plot.label(PLOT_AXIS_X, "Distance from the Origin (cm)");
83
84      plot.label(PLOT_AXIS_Y, "Ch0 & Ch1 (Relative Values)");
85
86      plot.title("A Plot of Sound Detection on Ch0 & Ch1");
87
88      N = 28;
89
90      plot.data2DCurve(x, y, N);
91      plot.legend("Ch0", 0);
92
93      plot.data2DCurve(x, z, N);
94      plot.legend("Ch1", 1);
95
96      plot.axisRange(PLOT_AXIS_X, 0, 300);
97      plot.axisRange(PLOT_AXIS_Y, 0, 2.6);
98
99      plot.plotting();
100
101     printf("\n");
102     return 0;
103 }
104
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

ข้อดีประการหนึ่งของการเก็บข้อมูลในรูปแบบ Digital ก็คือ เราสามารถเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำของเครื่องได้ เมื่อเราใช้โปรแกรม ChIDE เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำให้แสดงผลออกมาทางจอภาพ เราสามารถทำได้ใน 2 ลักษณะ กล่าวคือ ให้แสดงผลออกมาในแบบตารางข้อมูล หรือ ให้ Plot ออกมาเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดก็ได้ตามที่เราต้องการ อีกทั้งข้อมูลที่ได้ จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันภายใต้ค่า System Error ที่คงค่าในขณะที่ทำการเก็บบันทึกข้อมูล

ผลจากการทดลองและใช้งาน ระบบตรวจวัดสัญญาณเสียงที่ได้สร้างขึ้นมาชุดนี้พบว่าทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามที่ได้ตั้งใจไว้ แม้ว่าจะต้องเสียเวลามากในการสร้างมันก็ตาม

ข้อมูลของผลการทดลองแบบตาราง ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ส่วนกราฟของผลการทดลองก็แสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"Data from 2 microphones"

	Frequency(Hz)	Amplitude(V)	Degree(o)	Distance(cm)	Ch0(V)	Ch1(V)
i = 1 :	4000.00	1.00	0.00	0.00	2.42800	2.33100
i = 2 :	4000.00	1.00	0.00	10.00	2.42000	2.26500
i = 3 :	4000.00	1.00	0.00	20.00	2.36200	2.19500
i = 4 :	4000.00	1.00	0.00	30.00	2.30600	2.17300
i = 5 :	4000.00	1.00	0.00	40.00	2.28300	2.17300
i = 6 :	4000.00	1.00	0.00	50.00	2.25700	2.05000
i = 7 :	4000.00	1.00	0.00	60.00	2.19500	2.05000
i = 8 :	4000.00	1.00	0.00	70.00	2.14700	2.07600
i = 9 :	4000.00	1.00	0.00	80.00	2.14000	1.96500
i = 10 :	4000.00	1.00	0.00	90.00	2.15000	1.99400
i = 11 :	4000.00	1.00	0.00	100.00	2.05500	1.92300
i = 12 :	4000.00	1.00	0.00	110.00	2.01500	1.97500
i = 13 :	4000.00	1.00	0.00	120.00	1.95100	1.83600
i = 14 :	4000.00	1.00	0.00	130.00	1.94900	1.89700
i = 15 :	4000.00	1.00	0.00	140.00	1.87600	1.81200
i = 16 :	4000.00	1.00	0.00	150.00	1.87400	1.80800
i = 17 :	4000.00	1.00	0.00	160.00	1.81700	1.73400
i = 18 :	4000.00	1.00	0.00	170.00	1.83200	1.75500
i = 19 :	4000.00	1.00	0.00	180.00	1.78600	1.76600

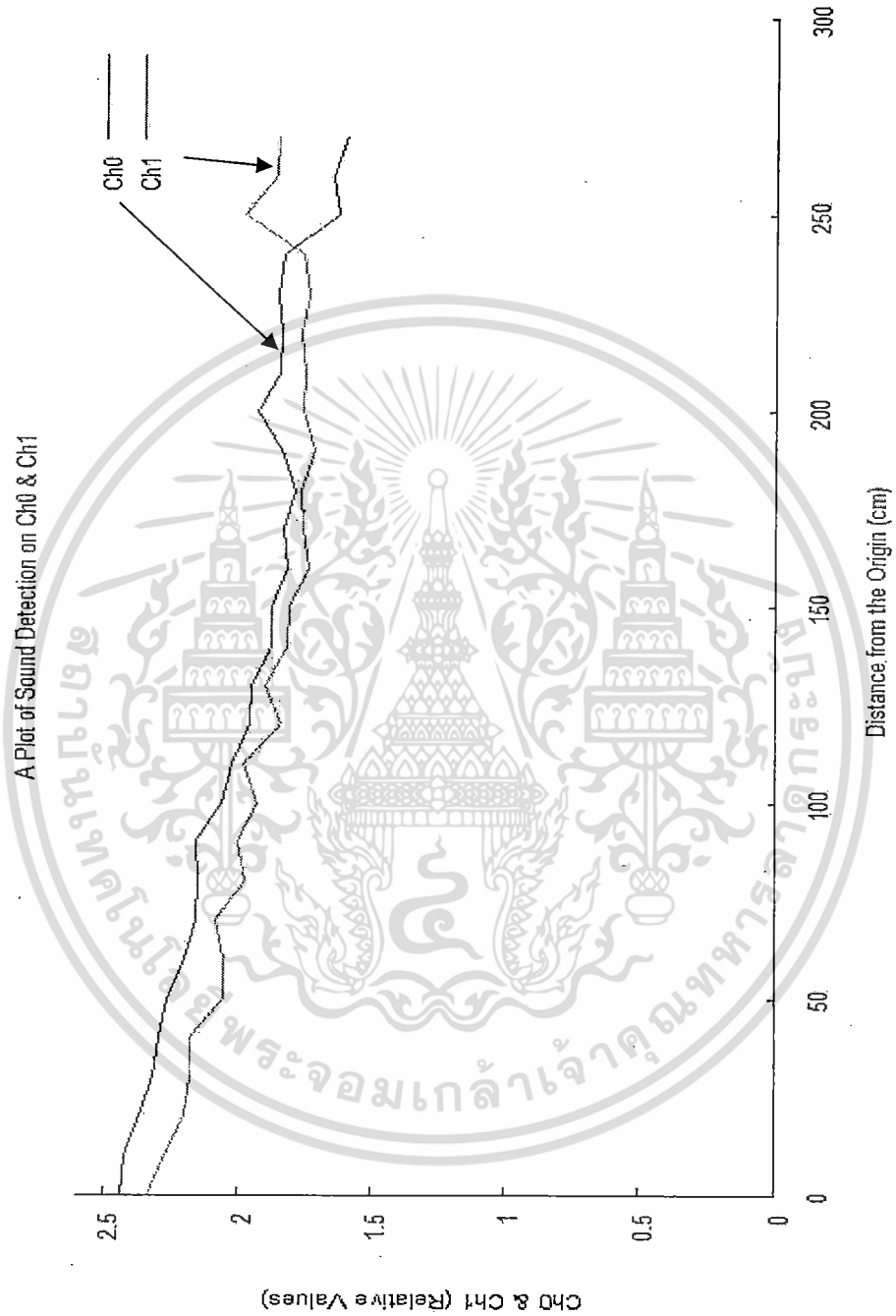
รูปที่ 5.1 ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Frequency(Hz)	Amplitude(V)	Degree(o)	Distance(cm)	Ch0(V)	Ch1(V)
	==========	==========	=========	==========	======	======
i = 20 :	4000.00	1.00	0.00	190.00	1.83500	1.71000
i = 21 :	4000.00	1.00	0.00	200.00	1.92700	1.76000
i = 22 :	4000.00	1.00	0.00	210.00	1.84700	1.74900
i = 23 :	4000.00	1.00	0.00	220.00	1.83700	1.76600
i = 24 :	4000.00	1.00	0.00	230.00	1.84900	1.73900
i = 25 :	4000.00	1.00	0.00	240.00	1.83200	1.75500
i = 26 :	4000.00	1.00	0.00	250.00	1.62900	1.97400
i = 27 :	4000.00	1.00	0.00	260.00	1.64900	1.85800
i = 28 :	4000.00	1.00	0.00	270.00	1.59900	1.85500

รูปที่ 5.1 (ต่อ) ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผล

จากผลการทดลองที่ได้ นำไปสู่กระบวนการสรุปที่ว่า เราสามารถสร้างระบบตรวจวัดเสียงแบบหมุนเลื่อนอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้ตามที่เราต้องการ

6.1 ความสำเร็จ

ข้อดีของเครื่องมือชุดนี้ที่เราได้ออกแบบและสร้างไว้ มีดังนี้

1. สามารถเก็บข้อมูลได้เองโดยที่เราไม่ต้องอยู่เฝ้าดู ทั้งนี้เพราะในการเก็บข้อมูลทางเสียงนั้น เสียงที่เราทำการวัดจะดังและค่อนข้างหนวกหูมาก หากทำติดต่อกันเป็นเวลานานๆ อาจหูอื้อและผิดปกติได้
2. สามารเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว แบบ Real time และต่อเนื่องได้ตลอด ทำให้ค่าผิดพลาดอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมที่นำไปสู่ Random Errors สามารถอยู่ในความควบคุมได้
3. เนื่องจากเราไม่ได้มีห้องทดลองทางเสียงโดยเฉพาะ เช่น ห้องไร้เสียงสะท้อน (anechoic room) เราจึงไม่สามารถทำการควบคุมเสียงได้ ดังนั้นทำให้ไม่สามารถทำการทดลองในช่วงเวลากลางวันได้ เพราะจะไปรบกวนการเรียนการสอนของท่านอื่น ดังนั้นทำให้ต้องทำการทดลองในช่วงตอนเย็นๆ หรือเริ่มค่ำเป็นต้นไป หลังจากที่มวลชนส่วนใหญ่กลับบ้านกันไปแล้ว ถ้าเป็นการเก็บข้อมูลแบบธรรมดาจะเกิดความไม่สะดวกในการวัดหรืออ่านค่าได้ แต่ถ้าเป็นระบบที่เราสร้างขึ้นมานี้ จะไม่มีปัญหาดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น

จากกราฟที่ได้ใน รูปที่ 5.2 พบว่า

วิธีอัตโนมัติ	วิธีแบบดั้งเดิม
1. สัญญาณที่ได้จากตัวรับสัญญาณทั้งสองชุด ให้ค่าที่แยกจากกัน แต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามหลักของ เส้นทางเดินที่ต่างกัน (Path Difference)	1. สัญญาณที่ได้ของทั้งสองชุด ให้ผลที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้
2. แสดงจุดร่วม (Match Point) ให้เห็นเด่นชัด ซึ่งบอกถึงการมี No Path Difference และนำไปสู่การมี No Phase Difference ด้วย	2. หาจุดร่วมที่ชัดเจนไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แต่ละค่าข้อมูลที่วัดได้ในตำแหน่งนั้นๆ จะเป็นค่าสูงสุดของมัน	3. บอกไม่ได้ว่า มันเป็นค่าสูงสุดหรือไม่
4. ให้ค่าความผิดพลาดที่คงที่และอยู่ในการควบคุม (Constant and Controlled Errors)	4. ไม่สามารถควบคุมค่าความผิดพลาดได้
5. สามารถนำไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานต่อไปได้สะดวก	5. ไม่ค่อยจะสะดวกเท่าที่ควร

6.2 อุปสรรคที่เกิดขึ้น

อนึ่ง งานวิจัยชิ้นนี้ ความจริงแล้วเป็นของงบวิจัยปี 2549 แต่ที่เกิดความล่าช้ามามากๆๆ และเพิ่งจะมาเสร็จเอาได้ในปี 2554 นี้ เป็นเพราะเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้ กล่าวคือ

1. เป็นอุปกรณ์ที่เราออกแบบและต้องการสร้างมันขึ้นมา เพื่อให้ทำงานได้ตามที่เราต้องการ จึงต้องมีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์หลายอย่างมาทำงานร่วมกัน นั่นคือชิ้นส่วนบางชิ้นเราต้องออกแบบสร้างมันขึ้นมา เพราะไม่มีจำหน่ายสำเร็จรูปในท้องตลาด อีกทั้งยังต้องออกแบบสร้างให้มีรูปร่างและขนาดที่พอเหมาะ เพื่อให้สามารถติดตั้งทำงานร่วมกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เรามีอยู่เดิมได้อีกด้วย ซึ่งต้องมีการสำรวจหาข้อมูลต่างๆ อยู่นานพอสมควร

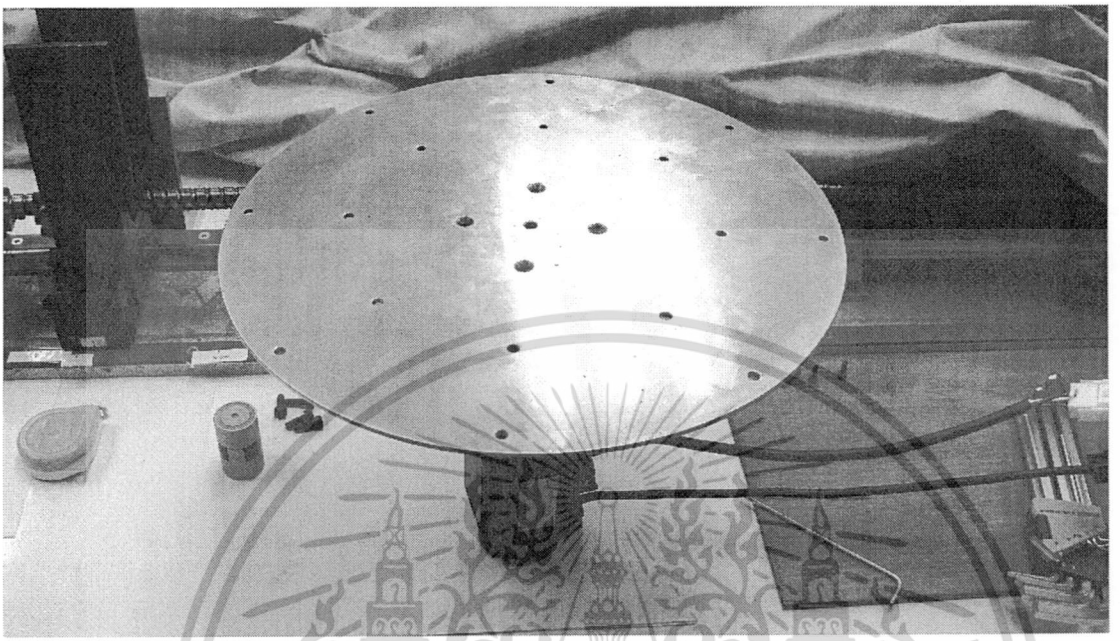
2. การหาบริษัทที่จะรับทำชิ้นงาน เพราะชิ้นงานบางชิ้นไม่มีชิ้นส่วนที่มีวางขายโดยทั่วไป เช่น ชุด Ball screw ที่ยาวขนาด 3 เมตร เพราะส่วนมากจะมีจำหน่ายที่ระยะ 1 – 1.50 เมตร ดังนั้นจึงมักไม่ค่อยมีบริษัทไหนที่จะรับจ้างทำในงบเงินที่มีอยู่ เพราะมันไม่คุ้มค่าราคาและเวลาด้วย (เนื่องจากตั้งงบน้อยไปหน่อยสำหรับส่วนนี้)

3. อุปกรณ์บางตัวเป็นอุปกรณ์ใหม่ ที่เราไม่เคยรู้จักหรือเคยใช้มาก่อน อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์เฉพาะงาน ดังนั้นก่อนที่จะใช้งานได้ จะต้องผ่านการอบรมเป็นพิเศษจากบริษัทที่ผลิตโดยตรงเสียก่อน เช่น PLC เป็นต้น อีกทั้งการที่จะเข้ารับการอบรม ก็จะต้องรอช่วงเวลาที่ทางบริษัทจะจัดอบรมให้ในแต่ละปี ไม่ใช่ว่าจะสามารถเข้าอบรมได้ทันทีตลอดเวลา เพราะเราไม่ใช่ผู้ซื้อรายใหญ่ หลังจากที่ได้ไปอบรมมาแล้ว พบว่ามันเป็นเรื่องราวของการใช้งานขั้นพื้นฐานธรรมดาเท่านั้น เราจำต้องใช้เวลาในการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมอีกนานพอสมควร กว่าที่จะสามารถสั่งให้มันทำงานได้ตามที่เราต้องการ

4. ปัญหาเฉพาะหน้าที่พบ มีหลายปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ในทันที แต่ก็มีบางปัญหาที่ไม่สามารถแก้ได้ เพราะจะไปกระทบกับชิ้นส่วนอื่นๆ ที่เราได้ติดตั้งไปแล้ว เช่น เดิมทีเราออกแบบให้ชุดตรวจวัดเสียง (ไมโครโฟน 2 ตัว) ตั้งอยู่บนแท่นหมุนที่ทำเป็นจานโลหะกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 6.1 แต่พบปัญหาคือกำลังของ Servo motor มีไม่พอที่จะขับเคลื่อนแผ่นโลหะกลมดังกล่าวได้ จำเป็นต้องเปลี่ยนกำลังของ Servo motor ให้มากขึ้น ซึ่งก็ทำให้มันต้องเปลี่ยนขนาดไป คือตัวใหญ่ขึ้นและราคาก็เพิ่มตามไปด้วย (เกินงบอีกแล้ว) ทำให้ไม่สามารถวางลงยึดติดกับแท่นจับเดิมได้ ทำให้ปัญหามีผลกระทบตามไปเป็นลูกโซ่ ดังนั้นเราจึงแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนมาเป็นแผ่นไม้ซึ่งร้านเครื่องเขียนเรียกมันว่า "pulsa" แทน ซึ่งเป็นแผ่นไม้ที่มีน้ำหนักเบา เพื่อให้ Servo motor สามารถมีกำลังหมุนได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.1

รูปที่ 6.2

5. มีปัญหาเรื่องน้ำฝนรั่วหยดและไหลซึมในห้องที่ใช้ทำการทดลองวิจัย ทำให้ไม่สามารถตั้งวางอุปกรณ์ได้ในฤดูฝน หรือแม้แต่ช่วงที่มีฝนตกลงมาไม่ตามฤดูการ ทั้งนี้เพราะขาดงบประมาณ (หรืออาจขาดความสนใจ) ในการซ่อมแซมของผู้มีอำนาจก็เป็นได้ ความจริงแล้ว เคยได้รับการซ่อมแซมและปรับปรุง แต่ก็ไม่ดีขึ้น เพราะไม่ได้ทำเพื่อจะแก้ปัญหาอย่างถาวร จึงเกิดปัญหาน้ำรั่วทุกครั้งที่ฝนตก

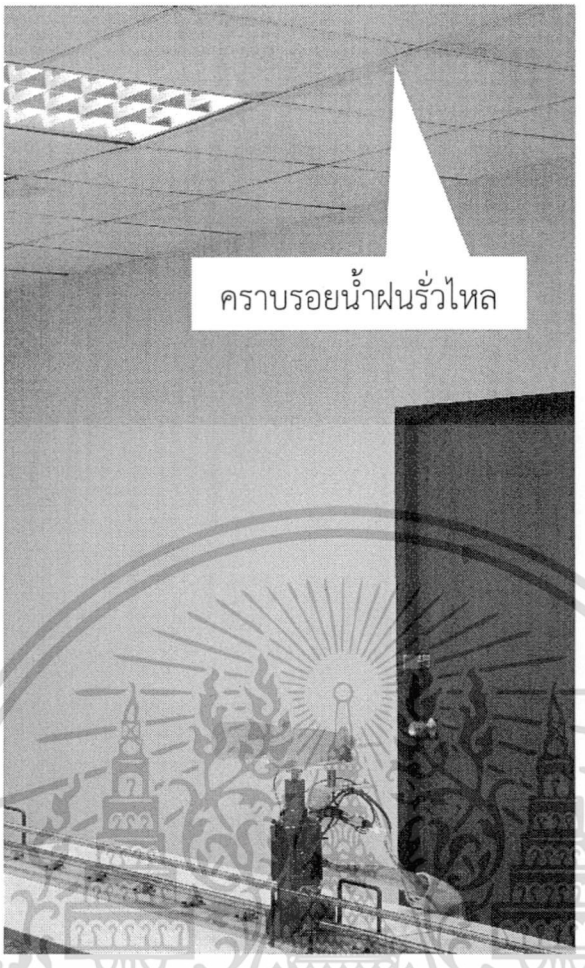
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ได้แจ้งให้ผู้มีอำนาจรับทราบทุกครั้ง เมื่อเกิดปัญหาน้ำไหลเข้าห้องฯ นับหลายครั้งแล้ว แต่ไม่ได้รับความสนใจ ไม่เข้าใจ?) จึงทำให้ปัญหานี้ยังคงอยู่ เลยเป็นผลให้อุปกรณ์และเครื่องมือบางส่วนเสียหายไป และทำให้การดำเนินการวิจัยเกิดความไม่สะดวกต่างๆ นาๆ เลยมีผลทำให้เกิดความล่าช้าเป็นอย่างมาก แม้แต่ที่ทำการทดลองอยู่นี้ก็ต้องมีถังวางรองรับน้ำฝนประจำอยู่ตลอดเวลา และต้องมีผ้าพลาสติกคลุมเครื่องมือกันฝนรั่วเมื่อเลิกทำในแต่ละวัน ดังแสดงในรูปที่ 6.3 (ก) (ข) (ค) และ (ง)

รูปที่ 6.3 (ก)

รูปที่ 6.3 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

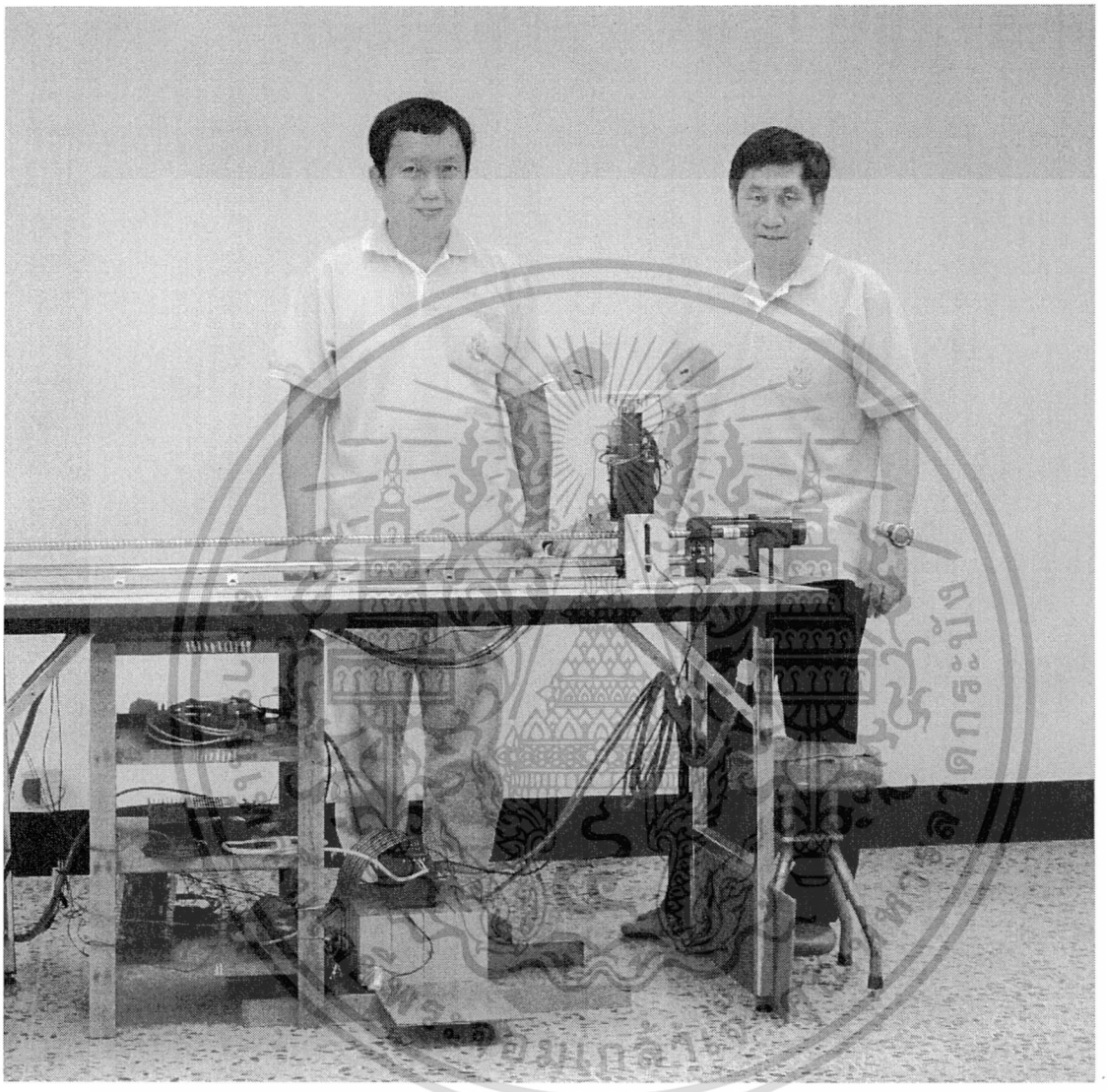


รูปที่ 6.3 (ค)

รูปที่ 6.3 (ง)

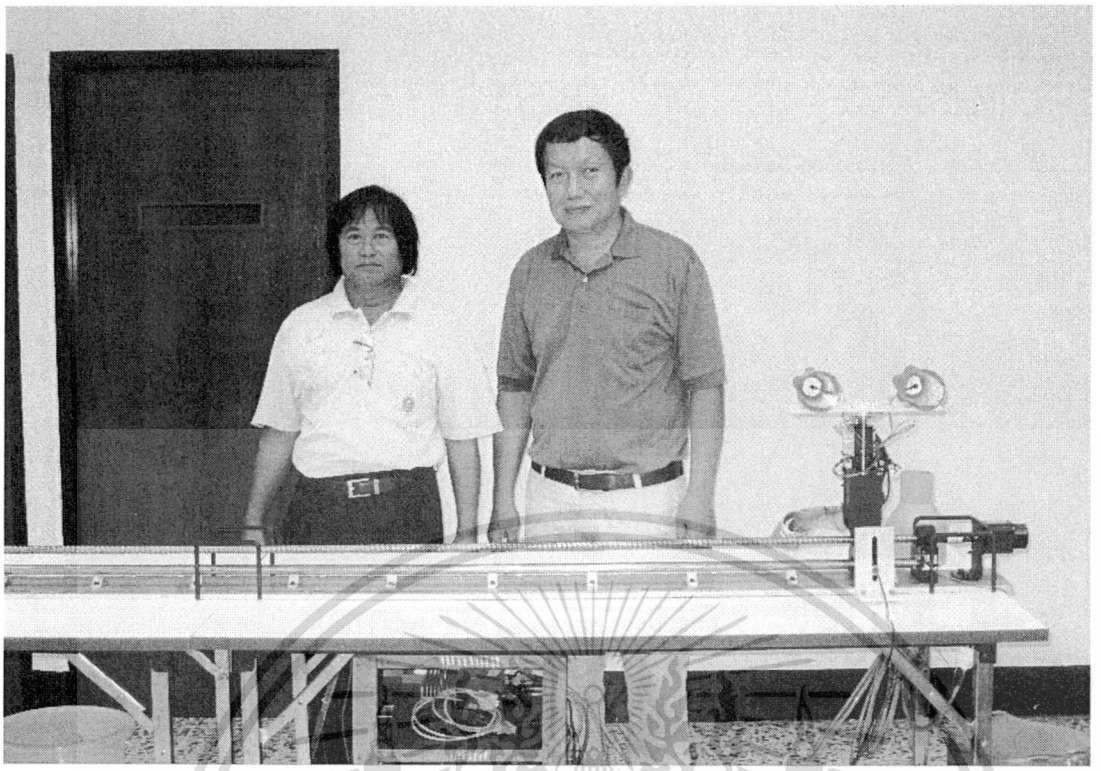
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปสรรคต่างๆ มีไว้ให้ฟันฝ่าและใช้ทดสอบความอดทน ซึ่งผู้ร่วมงานของเรา ดังรูปที่ 6.4 (ก) และ (ข) ได้แสดงความพยายามและความมานะ ประกอบกับโชคนิดหน่อย จึงสามารถทำให้บรรลุความสำเร็จได้ ดังผลงานที่ปรากฏอยู่ในขณะนี้ จึงเป็นที่น่ายินดียิ่ง



รูปที่ 6.4 (ก) ทีมบุคลากรที่ร่วมทำการวิจัย (ขวา: ผศ.ดร .ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล หัวหน้าทีมวิจัย) (และซ้าย: อ. สุ่น จ่างประยูร ผู้ร่วมวิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 (ข) ทีมบุคลากรที่ร่วมทำการวิจัย (ซ้าย: อ. ธวัชชัย ขาวประเสริฐ ผู้ร่วมวิจัย)

6.3 งานต่อเนื่องในอนาคต

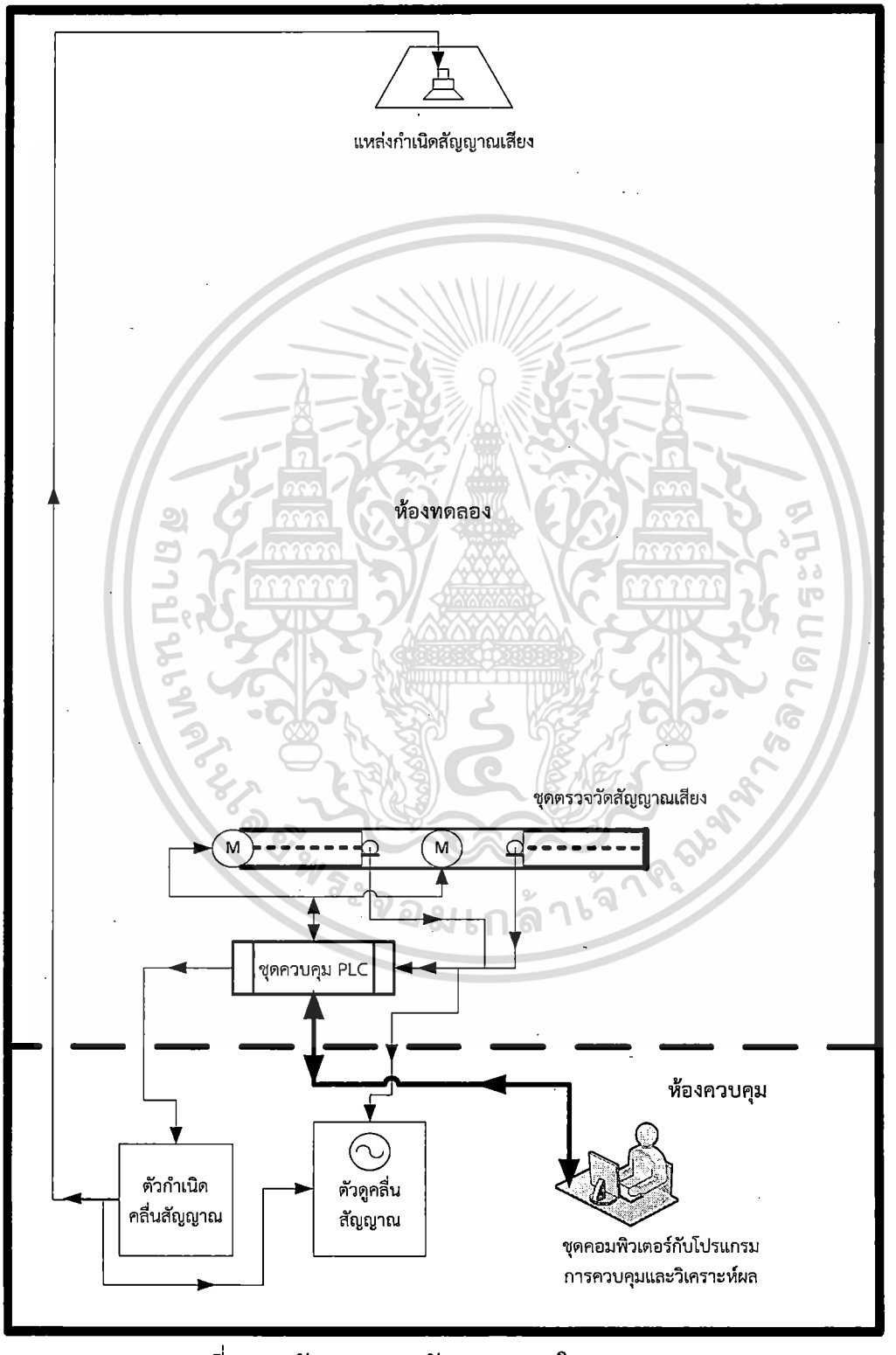
จากผลการทดลองที่ผ่านมา ทำให้เราทราบว่า ระบบชุดตรวจวัดเสียงที่ได้สร้างขึ้นมานั้น สามารถแยกสองสัญญาณเสียงที่มาจากตัวรับเสียงที่อยู่ใกล้กันออกมาได้อย่างชัดเจน ในขณะที่มีการเคลื่อนที่ไปด้วย และยังปรากฏพบจุดบรรจบกันเกิดขึ้นอีกด้วย ซึ่งผลที่ได้เหล่านี้ จะเป็นประโยชน์ที่มีคุณค่าต่อไป เพราะจะทำให้เราสามารถนำสิ่งที่เกิดขึ้นมานี้ ไปประยุกต์ใช้งานได้ในเรื่องต่างๆ เช่น การใช้งานทางด้านทหาร และงานสาธารณะบางอย่าง เป็นต้น แต่การจะก้าวต่อไปได้ จะต้องทำการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเสียก่อน จึงจะสามารถทำการออกแบบและประยุกต์ใช้งานตามที่ต้องการได้

งานวิเคราะห์ทางทฤษฎี และการทดลองเพิ่มเติม จะเป็นงานที่ต้องดำเนินการกันก่อน จึงจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ โดยเส้นทางนี้ เราได้เตรียมพร้อมไว้แล้วด้วยเครื่องมืออัตโนมัติชุดนี้ ซึ่งเป็นชุดที่เราได้ทำสำเร็จแล้วในงานวิจัยฉบับนี้ และยังมีข้อสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานและสานงานเหล่านี้ต่อ จะต้องเป็นผู้ที่มีใจรัก มองการณ์ไกล และยอมอุทิศตนเมื่อมีความยากลำบากเกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังต้องเป็นผู้ที่มีจิตใจจงดงาม และรู้จักการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเองได้ จึงจะทำให้งานที่จะนำไปประยุกต์ใช้นั้น สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ผังของห้องทดลอง

ห้องทดลองเฉพาะการณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถแสดงได้ด้วยผังภาพ ดังรูปที่ 6.5 ต่อไปนี้



รูปที่ 6.5 ผังแสดงการจัดวางระบบในการทดลอง

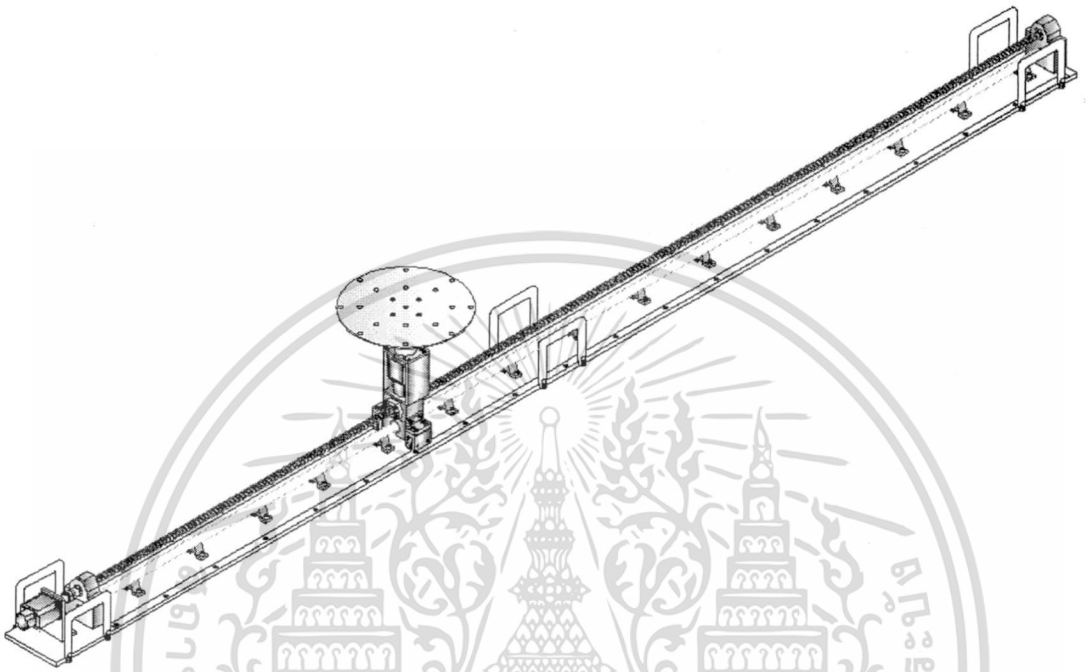
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

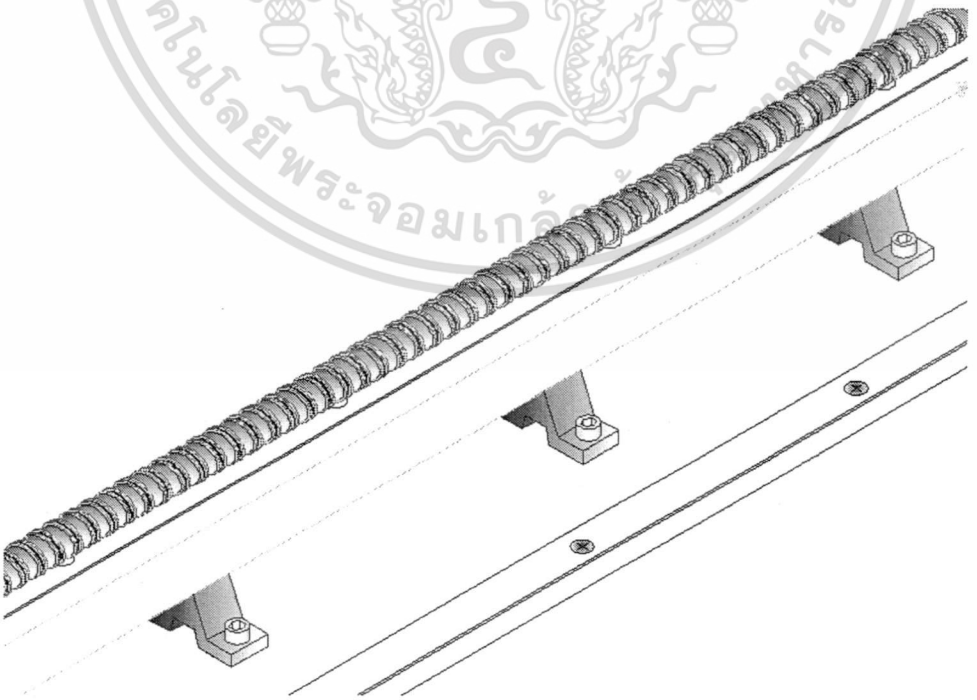
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแปลนของชุดตรวจวัดเสียง

เราใช้โปรแกรม AutoCAD เขียนแบบเครื่องกลของชุดเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นมา ซึ่งมีแบบแปลนของชิ้นงานดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ ก-1, ก-2, ก-3, ก-4, ก-5, ก-6, ก-7 และ ก-8)

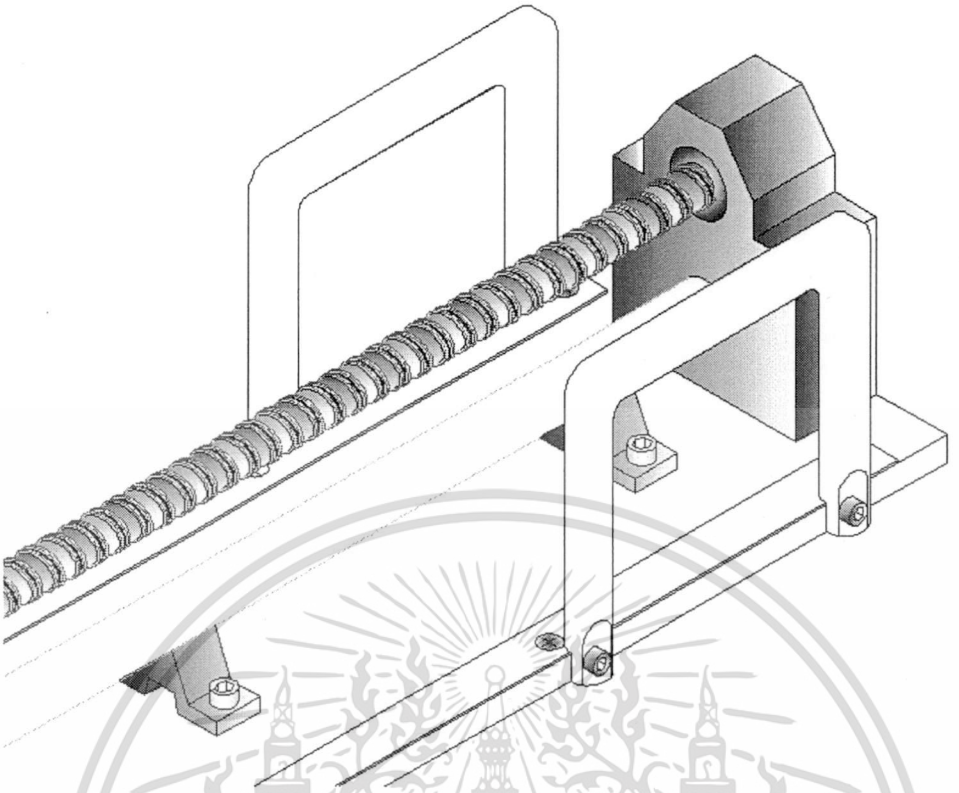


รูปที่ ก-1

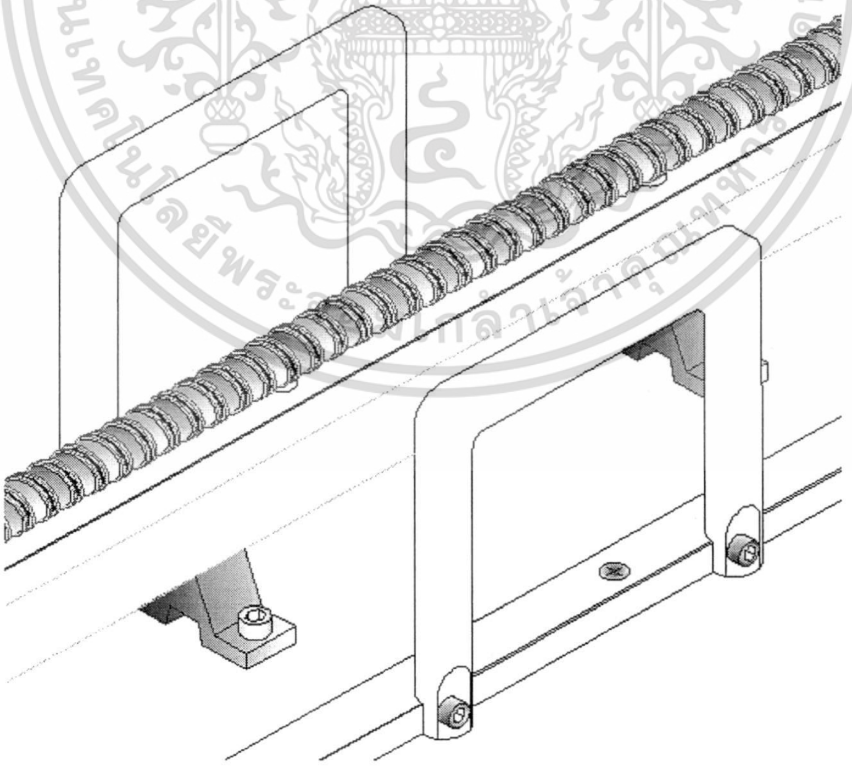


รูปที่ ก-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

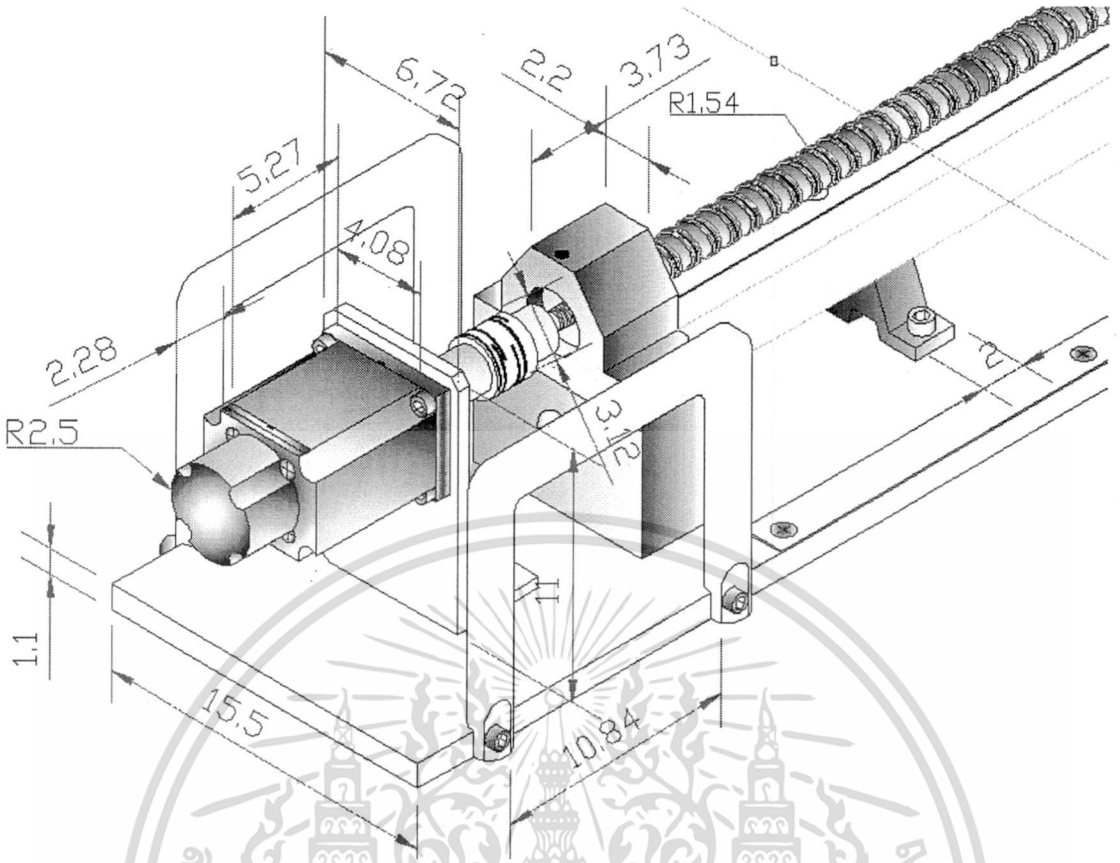


รูปที่ ก-3

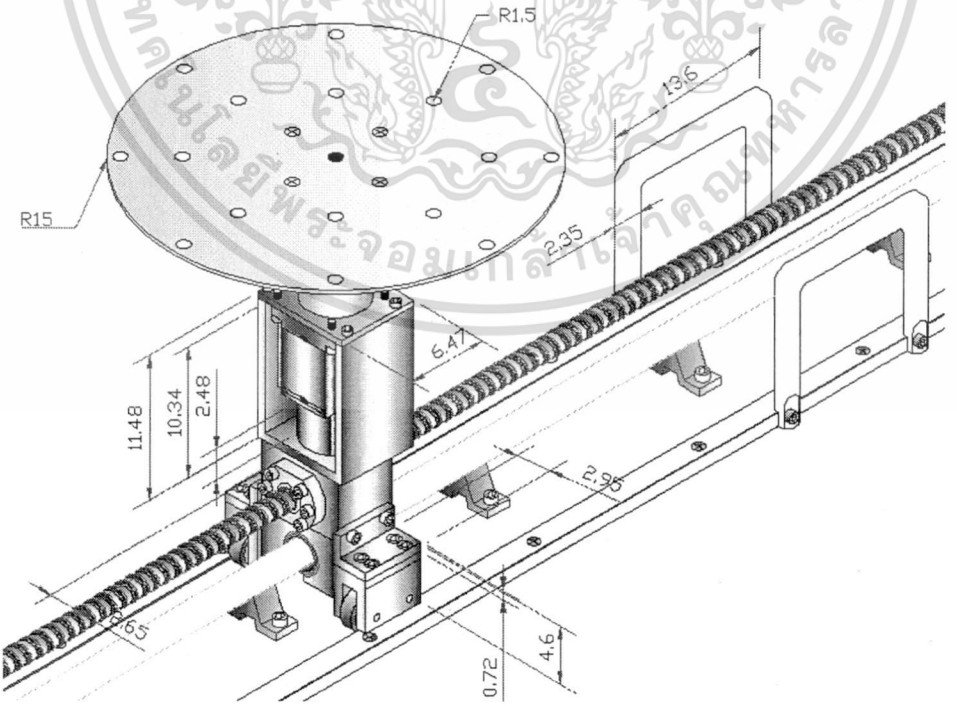


รูปที่ ก-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

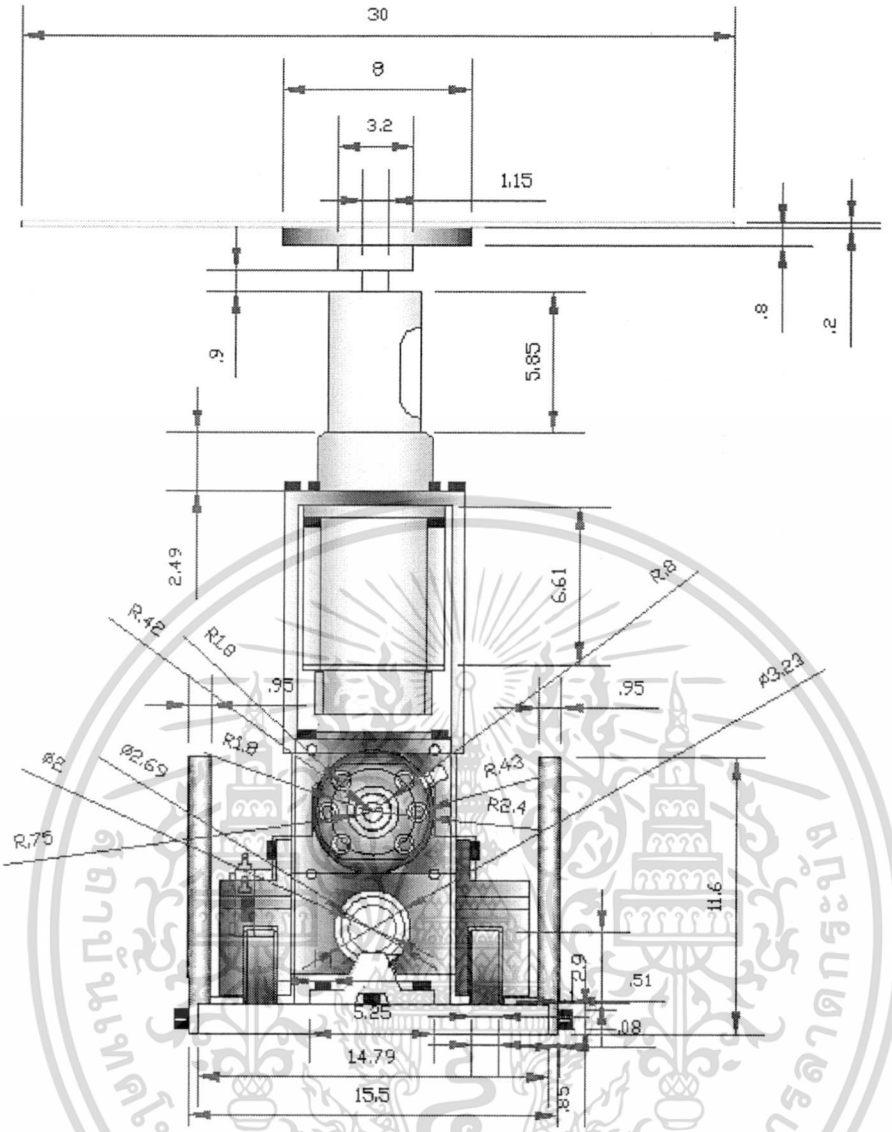


รูปที่ ก-5

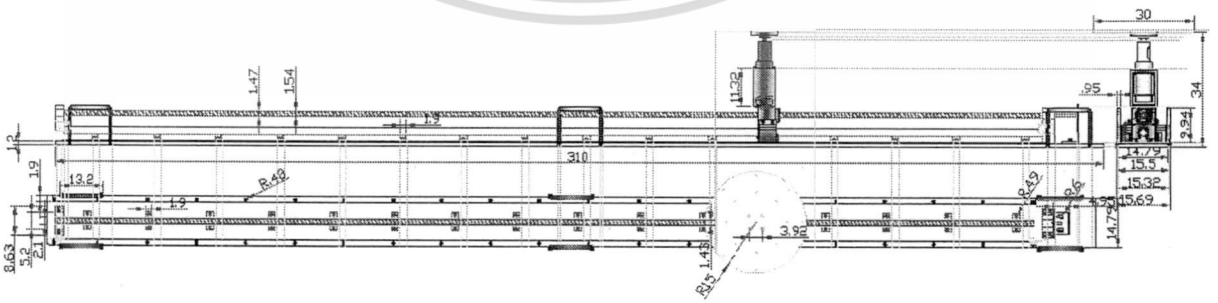


รูปที่ ก-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-7



รูปที่ ก-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Davis, Don (1965) *Acoustical Tests and Measurements,* The Bobbs-Merrill (Company), Indianapolish.
2. Beranek, Leo L. (1967) *Acoustic Measurements*, John Wiley & Sons, New York.
3. Kenjo, Takashi (1990) *Stepping motors and microprocessers controls*, Oxford University Press, New York.
4. Hall, Douglas B. (1992) *Microprocessers and Interfacing, Programming and Hardware,* 2nd edition, GLENCOE Macmillan / McGraw-Hill, Singapore.
5. Walcher, Dr Ing Hans (1994) *Position Sensing: Angle and Distance Measurement for Engineers,* Butterworth-Heinemann, Great Britain.
6. Harter, James H. (1995) *Electromechanics,* Prentice-Hall, New Jersey.
7. Tickoo, Sham (1996) *AutoCAD: A Problem Solving Approach, Release 13 for Windows,* Thomson Publishing, Connecticut.
8. Paynter, Robert T. (1997) *Introductory Electronic Devices and Circuits,* 4th edition, Prentice-Hall, New Jersey.
9. Coleman, Huge W. and Steele, Jr., W. Glenn (1999) *Experimentation and Uncertainty Analysis for Engineers,* 2nd edition, John Wiley & Sons, New York.
10. Cheng, Harry H. (2010) *C for Engineers and Scientists: An Interpretive Approach*, McGraw-Hill, New York.
11. See www.designer-3d.com/Autocad.htm/ สำหรับการใช้งาน AutoCAD
12. See www.keyence.com for Handbooks on PLC: KV-3000.
13. See www.fujielectric.com/products/servo/w/f_sunpo/01.html
14. สุ่น จ่างประยูร และ ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล *"การหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงด้วยวิธีวัดความแรงของสัญญาณเสียง"* งานวิจัยของสภาวิจัย ปี 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้