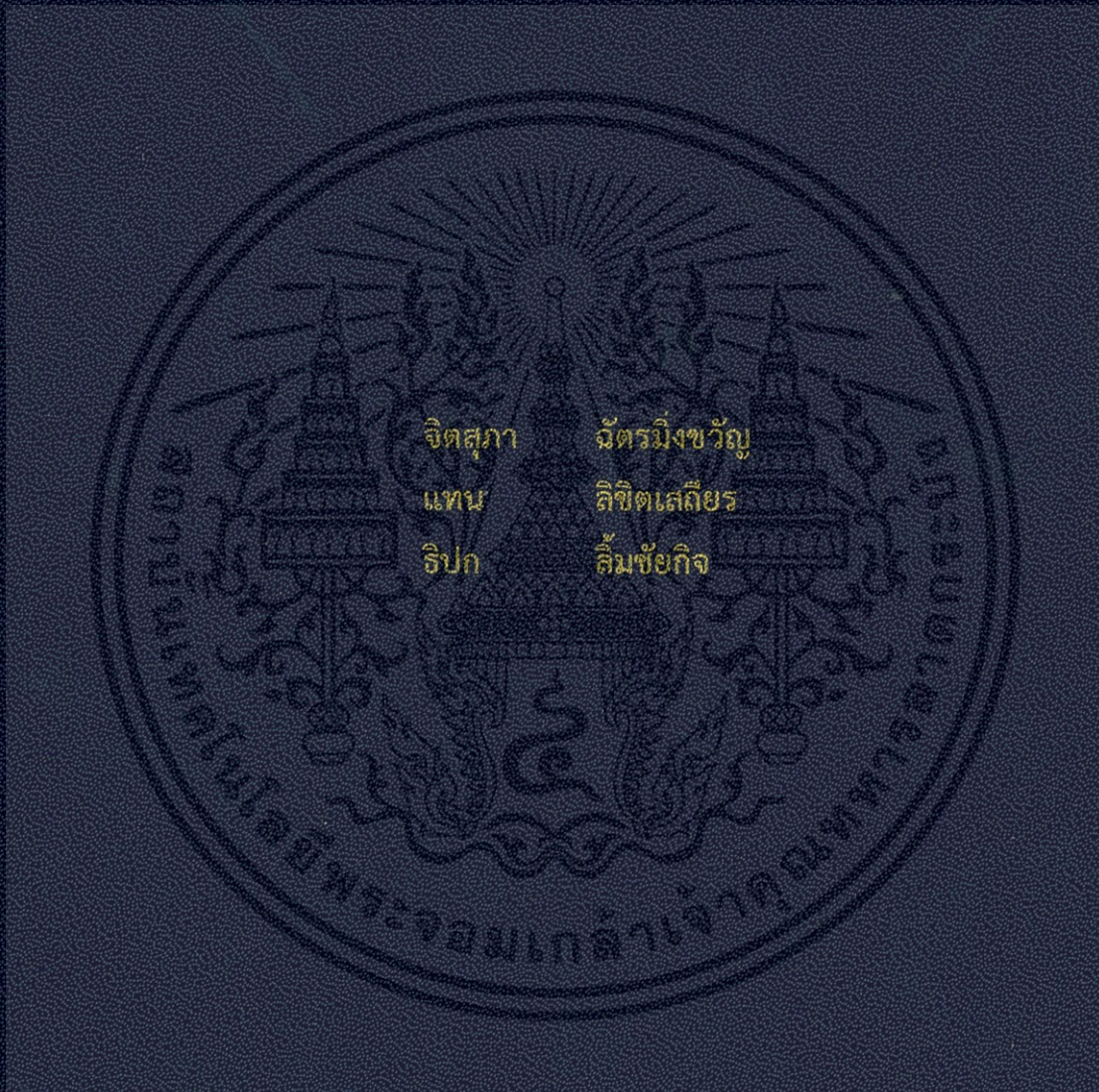


เครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้เสียง
ACOUSTIC RESONANCE TESTING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้เสียง

ACOUSTIC RESONANCE TESTING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACOUSTIC RESONANCE TESTING MACHINE



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องคัดแยกโลหะด้วยเสียง
ACCOUSTIC RESONANCE TESTING MACHINE

ผู้จัดทำ นางสาวจิตสุภา ฉัตรมิ่งขวัญ 53010208
นายแทน ลิขิตเสถียร 53010603
นายธิปก ลิ้มชัยกิจ 53010741


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้เสียง

โดย

นางสาวจิตสุภา ฉัตรมิ่งขวัญ 53010208

นายแทน ลิขิตเสถียร 53010603

นายธิปก ลิ้มชัยกิจ 53010741

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอ การสร้างเครื่องคัดแยกโลหะด้วยเสียงโดยวิธีการแปลงฟูรีเย โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการเขียนซอฟต์แวร์ เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำร่วมกับ บริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี อันต์สตรี จำกัด โดยก่อนหน้านี้ทางโรงงานได้ใช้คนในการตรวจเช็คคุณภาพของเหล็กหล่อด้วยการเคาะ และฟังเสียง แต่เกิดความไม่แน่นอนในการเช็คคุณภาพของเหล็กหล่อ ด้วยปัญหานี้เป็นจุดเริ่มต้นของการวิจัยและพัฒนาเครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้เสียงแบบอัตโนมัติ

ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เครื่องเคาะโดยใช้หลักการขดลวดโซลินอยด์ โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการตรวจสอบบนคอมพิวเตอร์ และรางคอนเวเยอร์ เริ่มต้นจากการออกแบบหัวเคาะ และระบบควบคุม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Solidworks และ Altium Designer เข้ามาช่วย ในส่วนของรางคอนเวเยอร์ ได้ออกแบบเพื่อให้คอนเวเยอร์วิ่งไปด้วยความเร็วที่ต้องการและเหมาะสม เพื่อที่จะได้นำเครื่องเคาะไปติดตั้ง และให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติ

ACOUSTIC RESONANCE TESTING MACHINE

By

Ms. JITSUPA CHATMINGKHAUN 53010208

Mr. TAN LIKITSTIAN 53010603

Mr. THIPOH LIMCHAIKIT 53010741

Advisor

Asst.Prof.Dr. NOPPADOL MANEERAT

Academic Year 2013

ABSTRACT

This thesis presents Acoustic Resonance Testing Machine using sound cognition with the use of Fourier transform. MATLAB was used to develop and analyze of this software. This thesis was cooperated with A.I. Technology Industry Ltd., Previously, this factory used their workers to check the quality of cast iron steels by tapping on them and listening to the sound, but using this method is uncertainty. This problem was initiated to research and develop Acoustic Resonance Testing Machine.

This machine is divided into three sections, which are the tapping device basing on solenoid theory, MATLAB used to check the computer, and conveyer. To begin with design header of tapping and control system by using Solidworks and Altium Designer. Next, analyze cast iron steels by tapping and listening to the sound in order to analyze the difference of sound frequency by MATLAB. Finally, conveyor needs to be calculated and designed to meet the required and suitable velocity. When the suitable velocity is achieved, the tapping device will be installed and the system can be operated automatically

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปฏิญานិพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดเวลาที่ผ่านมา คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอบคุณบริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี อันต์สตรี จำกัด ที่คอยให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์ในการทำงาน และความรู้ที่ใช้ในการออกแบบ ช่วยให้คำปรึกษาที่ช่วยโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมไปถึงขอบคุณพี่และเพื่อนๆ ทุกคนที่สนับสนุนอุปกรณ์ แนะนำการออกแบบวงจรและการเขียนโปรแกรม ช่วยทำแบบจำลองและให้คำปรึกษา รวมทั้งความช่วยเหลืออื่นๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อโครงการนี้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนงบประมาณที่ขาด ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จเสร็จสมบูรณ์ หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นางสาวจิตสุภา

นายแทน

นายธิปก

ฉัตรมิ่งขวัญ

ลิขิตเสถียร

ลิ้มชัยกิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 เสียง	2
2.1.1 ความถี่	2
2.1.2 ความยาวช่วงคลื่น	2
2.1.3 แอมพลิจูด	2
2.2 คลื่น	3
2.2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่น	3
2.2.2 สมการคลื่น	4
2.3 การแปลงฟูรีเยร์	5
2.3.1 การแปลงฟูรีเยร์แบบต่อเนื่อง	5
2.3.2 อนุกรมฟูรีเยร์	5
2.3.3 การแปลงฟูรีเยร์ไม่ต่อเนื่อง	6
2.4 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	6
2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	7
2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเพลาและการส่งกำลังแบบหมุน	9
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	10
3.1 หลักการออกแบบโปรแกรม	10
3.1.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบ	10
3.1.2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม	13
3.2 หลักการออกแบบเครื่องเคาะโลหะแบบไม่ทำลายวัตถุ	16
3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบหัวเคาะ	16
3.2.2 ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงจวนไวสาหรับการใชงานเพื่อกการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 หลักการการออกแบบคอนเวเยอร์	20
3.3.1 ขั้นตอนการสร้างโครงเหล็กของคอนเวเยอร์	20
3.3.2 ขั้นตอนการทำตู้คอนโทรล	24
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	27
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	37
5.1 สรุปผลการทดลอง	37
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหา	38
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก ก โปรแกรมทดสอบเสียง	41
ภาคผนวก ข วิธีการใช้โปรแกรมทดสอบเสียง	47
ประวัติผู้เขียน	49



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 คลื่นนิ่ง - จุดสีแดง คือ บัพของคลื่น	3
2.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	7
2.3 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลเชิงโรตารีสามเฟส	8
2.4 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลเหนี่ยวนำสามเฟส	8
3.1 โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)	10
3.2 การสร้างระบบใน MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)	11
3.3 หน้าจอในการสร้างโครงการ	12
3.4 การนำเข้าเครื่องมือ Button	13
3.5 หน้าจอโหมด GUI และส่วนประกอบ	14
3.6 Flow Chart การทำงานของโปรแกรม	15
3.7 โปรแกรม Solidworks 2012	16
3.8 การออกแบบหัวเคาะโดยใช้โปรแกรม Solidworks 2012	16
3.9 หัวเคาะของเครื่องเคาะโลหะ	17
3.10 โปรแกรม Altium Designer 2008	18
3.11 การออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Altium Designer 2008	19
3.12 ระบบควบคุมหัวเคาะ	19
3.13 การออกแบบคอนเวเยอร์	20
3.14 การประกอบโครงคอนเวเยอร์	21
3.15 การประกอบโครงคอนเวเยอร์ส่วนโรลเลอร์	22
3.16 การประกอบโครงคอนเวเยอร์ส่วนเบร็ง	23
3.17 ระบบไฟฟ้าควบคุมคอนเวเยอร์	24
3.18 Circuit Breaker 3 Phase	25
3.19 Magnetic Contactor 220 V. พร้อม Overload	25
3.20 Switch & Lamp	26
3.21 กล่องควบคุมคอนเวเยอร์	26
4.1 เหล็กสองสีที่ใช้ในการทดสอบ	27
4.2 Wave Form เหล็กสีแดง	28
4.3 Wave Form เหล็กสีเขียว	28
4.4 ตัวอย่าง Magnitude Spectrum แบนความถี่ (Single Side) เหล็กสีแดง	29
4.5 ตัวอย่าง Magnitude Spectrum แบนความถี่ (Single Side) เหล็กสีเขียว	29
4.6 Magnitude Spectrum ของเหล็กสีแดงในแต่ละความถี่	33
4.7 Magnitude Spectrum ของเหล็กสีเขียวในแต่ละความถี่	33
4.8 ผลการตรวจพบความถี่ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียว	36
4.9 ผลการตรวจพบความถี่ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีแดง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ความถี่-Magnitude ของเหล็กสีเขียวในแต่ละไฟล์เสียง	30
4.2 ความถี่-Magnitude ของเหล็กสีแดงในแต่ละไฟล์เสียง	31
4.3 ผลการตรวจพบความถี่ต่างๆ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียวและสีแดง	34



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากการวิจัยนี้ได้ทำร่วมกับทาง บริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี อินดัสทรี จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานหล่อเหล็ก หลังจากที่มีการหล่อเหล็กแล้วนั้น ก็จะต้องมีการทดสอบคุณภาพของเหล็กว่าได้มาตรฐานหรือไม่ โดยก่อนหน้านี้นี้ทางโรงงานได้ใช้คนในการตรวจเช็คคุณภาพของเหล็กหล่อด้วยการเคาะและฟังเสียง แต่เกิดความไม่แน่นอนในการเช็คคุณภาพของเหล็กหล่อ ด้วยปัญหานี้เป็นจุดเริ่มต้นของการวิจัยและพัฒนาเครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้เสียงแบบอัตโนมัติ เพื่อที่ทางโรงงานนั้นจะได้ลดรายจ่าย อีกทั้งยังได้ความแม่นยำมากขึ้นกว่าแบบเดิมที่ใช้คนทดสอบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. เพื่อสร้างเครื่องทดสอบที่มีคุณภาพ มีความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ได้จริง
3. เพื่อลดการใช้แรงงานคน โดยเปลี่ยนมาใช้เครื่องทดสอบที่มีประสิทธิภาพ
4. เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการทดสอบคุณภาพ และการแยกชนิดของเหล็ก

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาวิธีการแยกโดยใช้เสียงโดยใช้วิธีการแปลงฟูเรียร์ โดยใช้โปรแกรม MATLAB
2. ศึกษาหลักการของขดลวดโซลินอยด์ เพื่อใช้สร้างตัวเคาะโลหะเพื่อกำเนิดเสียง
3. ศึกษาเรื่องมอเตอร์กระแสสลับที่ใช้ในการออกแบบคอนเวเยอร์ เพื่อให้คอนเวเยอร์วิ่งด้วยความเร็วที่ต้องการ

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงการ

การศึกษางานนี้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน ซึ่งส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการอัดเสียงและคำนวณนั้น ต้องมีความรู้ในการใช้โปรแกรม MATLAB มาเป็นอย่างดี ส่วนเครื่องเคาะก็ต้องมีความรู้เรื่องขดลวดโซลินอยด์ และวงจรไฟฟ้ากำลังพื้นฐานในการออกแบบ ส่วนคอนเวเยอร์ต้องมีความรู้ในเรื่องมอเตอร์กระแสสลับ และมีความรู้ในเรื่องการออกแบบตู้คอนโทรลไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวไปในบทที่ 1 แล้วนั้น การที่จะสร้างเครื่องคัดแยกโลหะนั้นจะต้องมีความรู้เรื่องของคลื่นเสียงเป็นอย่างดี ดังนั้นเราจำเป็นต้องทราบทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องของคลื่นของเสียง เช่น เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร และลักษณะของมันเป็นอย่างใด องค์ประกอบของเสียงมีอะไรบ้าง และที่สำคัญคือเรื่องคลื่น ซึ่งต้องมีความรู้ในวิชา Signal and System มาพอสมควร เพราะต้องใช้การแปลงฟูรีเยของคลื่นเสียงให้อยู่ในโดเมนของความถี่ เพื่อง่ายต่อการเปรียบเทียบ

2.1 เสียง

เสียงคือคลื่นกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุเกิดการสั่นสะเทือนก็จะทำให้เกิดการอัดและขยายตัวของคลื่นเสียงโดยผ่านตัวกลาง

2.1.1 ความถี่

ความถี่ คือ ระดับเสียง (Pitch) หมายถึง เสียงสูงเสียงต่ำ สิ่งที่ทำให้เสียงแต่ละเสียงสูงต่ำแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือนของวัตถุ โดยมีหน่วยคือ เฮิรตซ์ (Hertz, Hz)

2.1.2 ความยาวช่วงคลื่น

ความยาวช่วงคลื่น (Wavelength) หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง (คล้ายคลึงกับยอดคลื่นในทะเล) ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำลง

2.1.3 แอมพลิจูด

แอมพลิจูด (Amplitude) หมายถึง ความสูงระหว่างยอดคลื่นและท้องคลื่นของคลื่นเสียง ที่แสดงถึงความเข้มของเสียง (Intensity) หรือความดังของเสียง (Loudness) ยิ่งแอมพลิจูดมีค่ามาก ความเข้มหรือความดังของเสียงก็ยิ่งเพิ่มขึ้น

2.2 คลื่น

คลื่น หมายถึง ลักษณะของการถูกรบกวนที่มีการแผ่กระจายเคลื่อนที่ออกไป ในลักษณะของการกวัดแกว่ง หรือกระเพื่อม และมักจะมีการส่งถ่ายพลังงานไปด้วย คลื่นเชิงกลซึ่งเกิดขึ้นในตัวกลาง (ซึ่งเมื่อมีการปรับเปลี่ยนรูปจะมีความแรงยืดหยุ่นในการติดตัวกลับ) จะเดินทางและส่งผ่านพลังงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตัวกลาง โดยไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ตำแหน่งอย่างถาวรของอนุภาคตัวกลาง คือไม่มีการส่งถ่ายอนุภาคนั้นเอง แต่จะมีการเคลื่อนที่กวัดแกว่ง (Oscillation) ไปกลับของอนุภาค อย่างไรก็ตามสำหรับการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการแผ่รังสีแรงดึงดูด นั้นสามารถเดินทางในสุญญากาศได้ โดยไม่ต้องมีตัวกลาง

ลักษณะของคลื่นนั้นจะระบุจากสันคลื่น หรือยอดคลื่น (ส่วนที่มีค่าสูงชัน) และท้องคลื่น (ส่วนที่มีค่าต่ำลง) ในลักษณะตั้งฉากกับทิศทางเดินคลื่น เรียก "คลื่นตามขวาง" (Transverse Wave) หรือขนานกับทิศทางเดินคลื่น เรียก "คลื่นตามยาว" (Longitudinal Wave)

2.2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่น



รูปที่ 2.1 คลื่นนิ่ง

คลื่นที่ไม่เคลื่อนที่เรียก *คลื่นนิ่ง* (Standing Wave) เช่น การสั่นของสายไวโอลิน ส่วนคลื่นที่มีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งเรียก *คลื่นเคลื่อนที่* (Travelling Wave) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 การรบกวนในตัวกลางนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา t และระยะทาง Z (กรณีทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นคือ Z) อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ดังสมการที่ 2.1

$$y = A(z, t) \cos(\omega t - kz + \phi) \quad (2.1)$$

โดย	$A(z, t)$	คือ	การเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูด
	k	คือ	เลขคลื่น (Wave Number)
	ϕ	คือ	เฟส (rad)
	v	คือ	ความเร็วของคลื่น (m/s) ดังสมการที่ 2.2

$$v = \frac{\omega}{k} = \lambda f \quad (2.2)$$

โดย λ คือ ความยาวคลื่น (m)

2.2.2 สมการคลื่น

สมการคลื่นเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย ใช้จำลองพฤติกรรมของคลื่นฮาร์มอนิกเคลื่อนที่ในตัวกลาง สมการคลื่นมีหลายรูปแบบขึ้นกับลักษณะการส่งผ่านของคลื่น และคุณสมบัติของตัวกลาง ตัวคลื่นก็มีรูปร่างหลากหลาย ไม่จำเป็นจะต้องเป็นคลื่นรูปไซน์เสมอไป

สมการคลื่นในรูปทั่วไปดังสมการที่ 2.3

$$\nabla^2 \phi = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \quad (2.3)$$

และใน 1 มิติตามแนวแกน x ดังสมการที่ 2.4

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \quad (2.4)$$

และคำตอบในรูปทั่วไป (กรณี 1 มิติ ในแนวแกน x) ซึ่งค้นพบโดยดาเลมแบร์ต (D'Alembert) ดังสมการที่ 2.5

$$\phi(x, t) = F(x - ct) + G(x + ct) \quad (2.5)$$

จากสมการ หมายถึง รูปร่างของคลื่น 2 ลูก โดยที่ F เคลื่อนที่ไปในทิศทาง $+x$ และ G เคลื่อนที่ไปในทิศทาง $-x$ นอกจากสมการคลื่นดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีสมการคลื่นชนิดอื่นๆ รวมถึงสมการไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งอาจทำให้เกิดการเคลื่อนมวลสารได้ด้วย เช่น สมการชเรอดิงเงอร์ (Schrödinger Equation) ซึ่งใช้ในการจำลองพฤติกรรมเชิงคลื่นของอนุภาคในกลศาสตร์ควอนตัม โดยมีคำตอบของสมการเป็นฟังก์ชันคลื่น ที่บ่งบอกถึงความน่าจะเป็นของอนุภาค

2.3 การแปลงฟูรีเย

การแปลงฟูรีเย (อังกฤษ: Fourier Transform) ตั้งชื่อตาม โฌแซ็ฟ ฟูรีเย หมายถึงการแปลงเชิงปริพันธ์ โดยเป็นการเขียนแทนฟังก์ชันใดๆ ในรูปผลบวก หรือปริพันธ์ของฐานที่เป็นฟังก์ชันรูปคลื่นไซน์หรือโคไซน์

2.3.1 การแปลงฟูรีเยแบบต่อเนื่อง

โดยปกติแล้วคำ "การแปลงฟูรีเย" จะใช้หมายถึง การแปลงฟูรีเยต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการเขียนแทนฟังก์ชัน $f(t)$ ดังสมการที่ 2.6 ที่สามารถหาปริพันธ์ของกำลังสองได้ ด้วยผลบวกของฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลเชิงซ้อน ซึ่งมีความถี่เชิงมุม ω และขนาด (หรือแอมพลิจูด) เป็นจำนวนเชิงซ้อน $F(\omega)$

$$f(t) = F^{-1}(F)(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad (2.6)$$

ความสัมพันธ์ด้านบนคือ การแปลงกลับของการแปลงฟูรีเยแบบต่อเนื่อง (Inverse Fourier Transform) ส่วนการแปลงฟูรีเยที่เขียน $F(\omega)$ ในรูปของ $f(t)$ คู่ของฟังก์ชันดั้งเดิม และผลของการแปลงของฟังก์ชันนั้น บางครั้งก็เรียก คู่ของการแปลง (Transform Pair) ดูข้อมูลเพิ่มเติมที่ การแปลงฟูรีเยต่อเนื่อง ภาคขยายของการแปลงนี้คือ การแปลงฟูรีเยแบบไม่เป็นจำนวนเต็ม (Fractional Fourier Transform) ซึ่งคล้ายกำลังของการแปลง (จำนวนการแปลงซ้ำ) นั้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นจำนวนเต็ม สามารถเป็นค่าจำนวนจริงใดๆ

เมื่อ $f(t)$ เป็นฟังก์ชันคู่ (ฟังก์ชันคี่) เทอม ไซน์ (โคไซน์) จะไม่ปรากฏ ซึ่งคงเหลือไว้แต่การแปลงโคไซน์ และการแปลงไซน์ ตามลำดับ อีกกรณีหนึ่งคือ เมื่อ $f(t)$ เป็นฟังก์ชันค่าจริงจะทำให้ $F(-\omega) = F(\omega)^*$

2.3.2 อนุกรมฟูรีเย

การแปลงฟูรีเยต่อเนื่องนั้นเป็นภาคขยาย ของแนวความคิดที่เกิดก่อนหน้านั้นคือ อนุกรมฟูรีเย ซึ่งเป็นการเขียนแทน ฟังก์ชันคาบ (หรือฟังก์ชัน ในโดเมนจำกัด) $f(x)$ (มีคาบ 2π) ด้วยอนุกรมของฟังก์ชันรูปคลื่นดังสมการที่ 2.7

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n e^{inx} \quad (2.7)$$

ซึ่ง F_n เป็น ค่าจำนวนเชิงซ้อนของขนาด หรือค่าจริงของขนาดเมื่อฟังก์ชันเป็นฟังก์ชันค่าจริง อนุกรมฟูรีเยยังอาจเขียนในรูปดังสมการที่ 2.8

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)] \quad (2.8)$$

โดย a_n และ b_n เป็นค่าจำนวนจริงของขนาด ของอนุกรมฟูรีเย

2.3.3 การแปลงฟูรีเยไม่ต่อเนื่อง

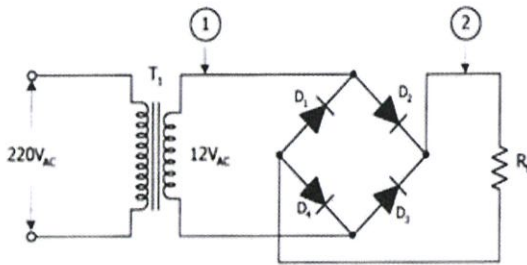
สำหรับการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ค่าสัญญาณในทั้งสองโดเมนจำเป็นต้องมีค่าเป็นดิจิทัล ซึ่งคือฟังก์ชันค่าไม่ต่อเนื่อง $x[n]$ บนโดเมนไม่ต่อเนื่อง แทนที่จะเป็นโดเมนต่อเนื่อง ในช่วงจำกัด หรือเป็นคาบ ในกรณีนี้เราจะใช้การแปลงฟูรีเยไม่ต่อเนื่อง (Discrete Fourier Transform-DFT) ซึ่งเขียนแทน $x[n]$ ด้วยผลบวกของฟังก์ชันคาบดังสมการที่ 2.9

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{\frac{2\pi i n k}{N}} \quad n = 0, \dots, N-1 \quad (2.9)$$

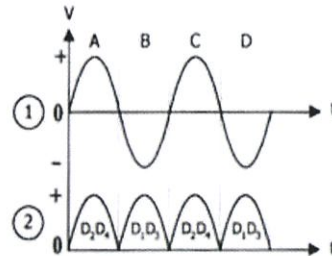
โดยที่ $X[k]$ คือ ค่าขนาดบนโดเมนการแปลง การคำนวณจากสมการข้างต้นจะใช้ความซับซ้อนในการคำนวณ $O(N^2)$ ซึ่งสามารถลดลงเหลือเพียง $O(N \log N)$ โดยการใช้อัลกอริทึมการแปลงฟูรีเยอย่างรวดเร็ว (Fast Fourier Transform-FFT)

2.4 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ คือวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นนั่นเอง เพียงแต่การจัดวงจรเรียงกระแสมีความแตกต่างไปจากวงจรเรียงกระแสเต็ม คลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ประกอบด้วยหม้อแปลงใช้ชนิดทางขดทุติยภูมิมี 2 ขั้วต่อไม่ต้องมีแทปกกลาง (CT) ใช้ไดโอดในการเรียงกระแส 4 ตัว การทำงานแต่ละครั้งไดโอดทำงานเป็นชุด 2 ตัว ลักษณะวงจรและแรงดันที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งในรูป (ก) เป็นรูปวงจรพื้นฐานของวงจรเรียงกระแสส่วนรูป (ข) นั้นคือกราฟหมายเลข 1 คือกราฟอินพุตสัญญาณเข้ามาแล้วกราฟ 2 คือเอาท์พุตของสัญญาณเมื่อป้อนเข้าไปในวงจรเรียงกระแส



(ก) วงจรเรียงกระแส



(ข) แรงดันจุดต่าง ๆ

รูปที่ 2.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

จากรูปที่ 2.2 แสดงวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์รูปที่ 2.2 (ก) เป็นวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ มีไดโอด D1-D4 เป็นวงจรเรียงกระแสหม้อแปลง T1 เป็นชนิดธรรมดาไม่มีแทปกกลาง (CT) วัดสัญญาณที่จุด 1 และจุด 2 ออกมาได้เหมือนกับเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกกลางทุกประการ

การทำงานของวงจรตามรูปที่ 2.1 อธิบายได้ดังนี้ ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันโพลลบชั้กบวกตำแหน่ง A ป้อนเข้ามา ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสไหลผ่าน D2, RL และผ่าน D4 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A ส่วนไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส

เมื่อมีแรงดันโพลลบชั้กลบตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนเข้ามาไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสไหลผ่าน D3, RL และผ่าน D1 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง B ส่วนไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส

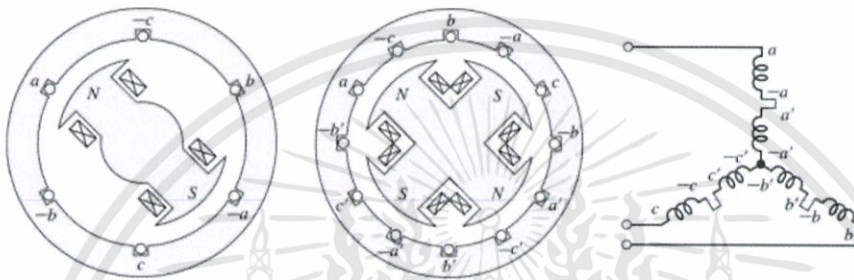
เมื่อมีแรงดันโพลลบชั้กบวกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานเหมือนกับที่ตำแหน่ง A ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันโพลลบชั้กลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง B ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง มอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือ ขดลวดในสเตเตอร์และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือโรเตอร์ ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่ หรือสเตเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆ สเตเตอร์ โดยค่า $a -a$ $b -b$ $c -c$ ดังในรูปที่ 2.4 (ก) แสดงให้เห็นถึงกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้ามาในสเตเตอร์ เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปตัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดวงจรระลอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ก็จะทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนำไปใช้ภาระที่ต้องการหมุนได้ ซึ่งรูปโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลเชิงโครนิสสามเฟสมีดังรูปที่ 2.3 ซึ่งรูปแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของเครื่องจักรเชิงโครนิส คือ จำนวนโพลของเครื่องจักรและโครงสร้างภายในนั้นเป็นแบบวาย



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลเชิงโครนิสสามเฟส



ก) สเตเตอร์และโรเตอร์

ข) โรเตอร์แบบกรงกระรอก

รูปที่ 2.4 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลเหนี่ยวนำสามเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเพลลาและการส่งกำลังแบบหมุน

เพลลาเป็นชิ้นส่วนที่มีอยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดการหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่างๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิต และแรงแบบวัฏจักรทำให้เกิดการล้าได้ เพลลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน โดยสามารถหาความเร็วเชิงมุมของเพลลาได้จากสมการที่ 2.10

$$V = \Omega R \quad (2.10)$$

V (Velocity) = ความเร็วเชิงเส้นของเพลลา (m/s)

Ω (Omega) = ความเร็วเชิงมุมของเพลลา (rad/s)

R (Radius) = รัศมีของเพลลา (m)



บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เครื่องเคาะโดยใช้หลักการขดลวดโซลินอยด์ โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการตรวจสอบบนคอมพิวเตอร์ และรางคอนเวเยอร์ เริ่มต้นจากการออกแบบหัวเคาะ และระบบควบคุม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Solidworks และ Altium Designer เข้ามาช่วย ใน ส่วนของรางคอนเวเยอร์ ได้ออกแบบเพื่อให้คอนเวเยอร์วิ่งไปด้วยความเร็วที่ต้องการและเหมาะสม เพื่อที่จะได้นำเครื่องเคาะไปติดตั้ง และให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 หลักการออกแบบโปรแกรม

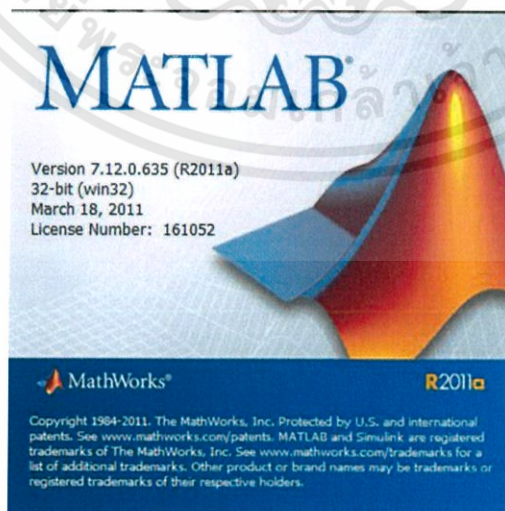
หลักการออกแบบนั้นพิจารณาจากผลที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้ต้องการแยกเสียงที่เกิดจากการเคาะวัตถุเนื่องจากโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมาก แต่ในที่นี้ จะใช้โปรแกรม MATLAB ในการคำนวณ Fast Fourier Transform เพื่อแปลงคลื่นเสียงที่อยู่ในแกน โดเมนของเวลา ให้อยู่ในแกนของความถี่ เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ

3.1.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างระบบ

ใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งในที่นี้ใช้โปรแกรมในการตอบโต้ต่อผู้ใช้ ในโหมดการทำงาน GUI

1. โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)

โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a) เป็นเวอร์ชันหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยบริษัท MathWorks ซึ่งแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.1

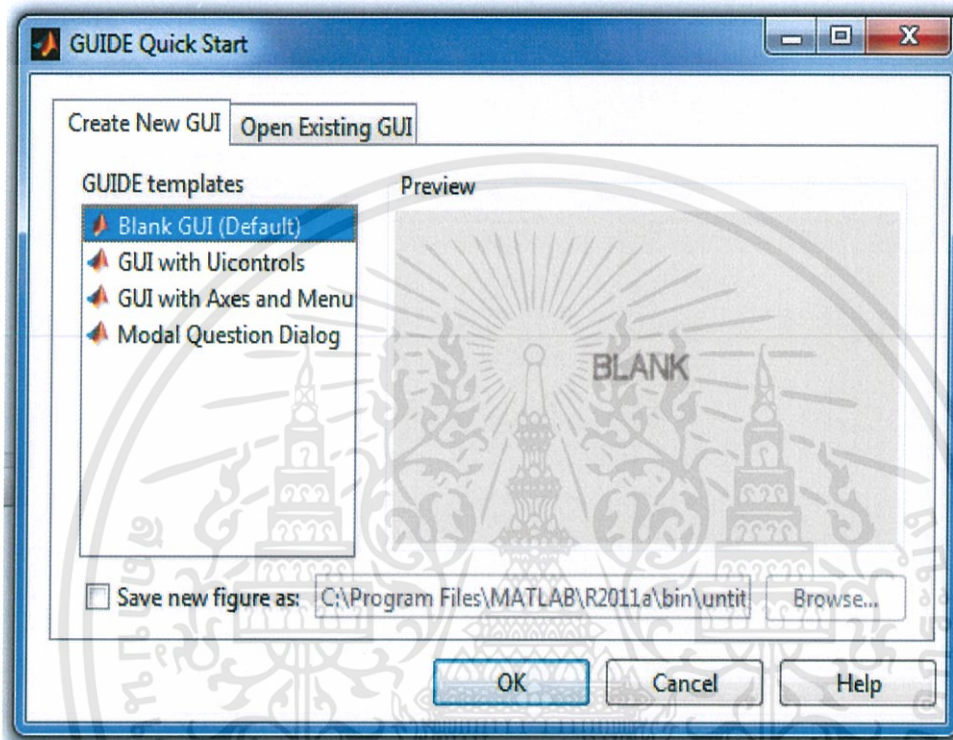


รูปที่ 3.1 โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)

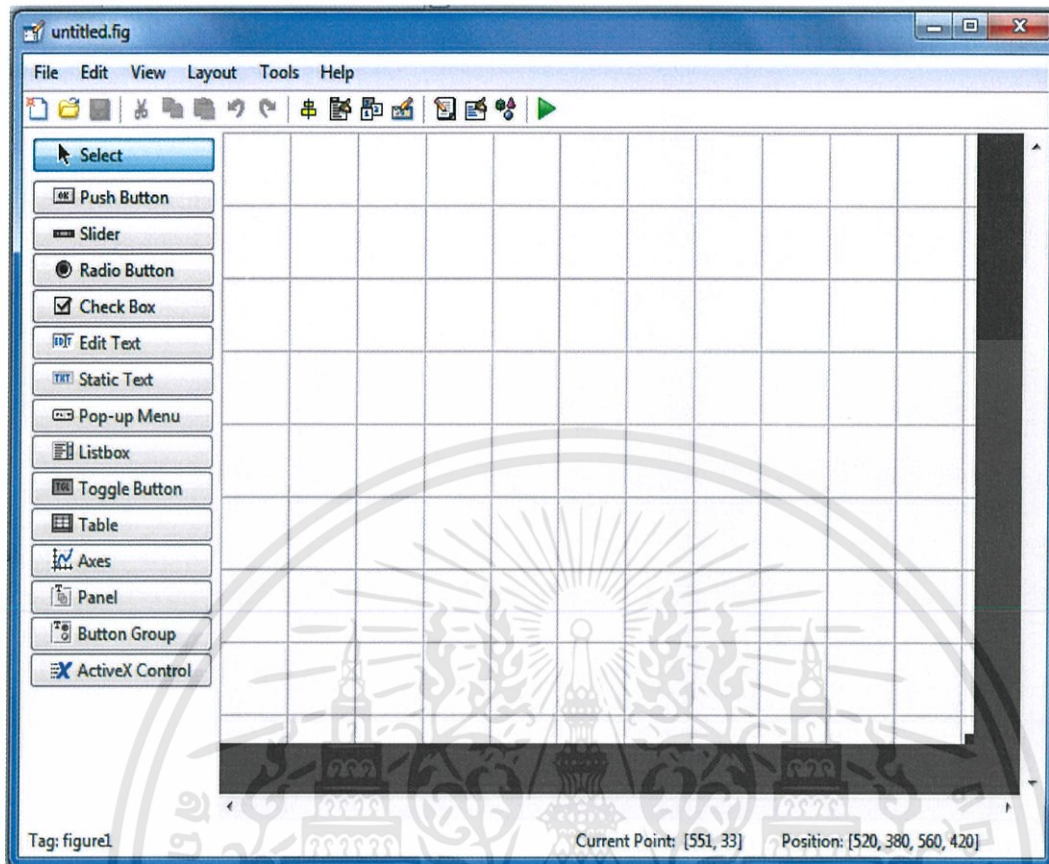
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม MATLAB 7.12.0.635 (R2011a) แล้วให้กดเลือกที่ new จากนั้นเลือก GUI จากนั้นจะพบหน้าต่างดังรูปที่ 3.2 จากนั้นเลือก Blank GUI (Default) คลิก OK จากนั้นจะเกิดหน้าต่างดังรูปที่ 3.3



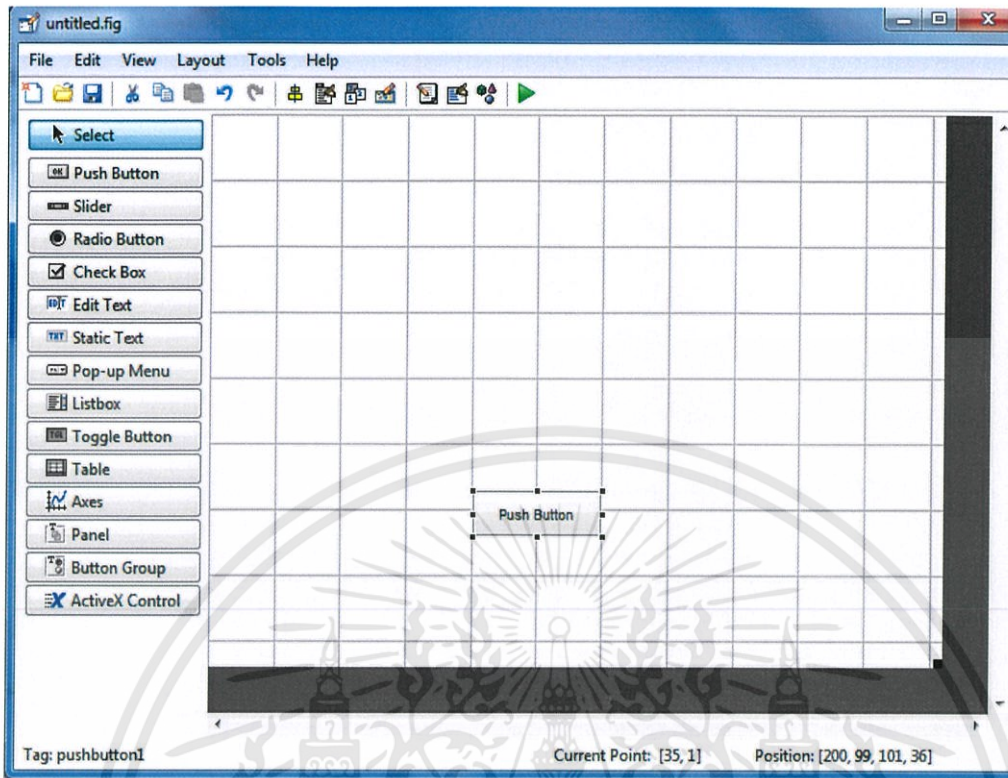
รูปที่ 3.2 การสร้างระบบใน MATLAB 7.12.0.635 (R2011a)



รูปที่ 3.3 หน้าจอในการสร้างโครงการ

3. การเลือกใช้เครื่องมือจาก Toolbox

เมื่อต้องการใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อใช้ในการสร้างและพัฒนาโปรแกรม สามารถเลือกใช้ได้จากแถบเครื่องมือทางด้านซ้ายของรูปที่ 3.3 ซึ่งเราสามารถเลือกเครื่องมือที่ต้องการใช้แล้วลากไปวางยัง Form เช่นในรูปที่ 3.4 เป็นการนำเข้าเครื่องมือ Button ไปยัง Form



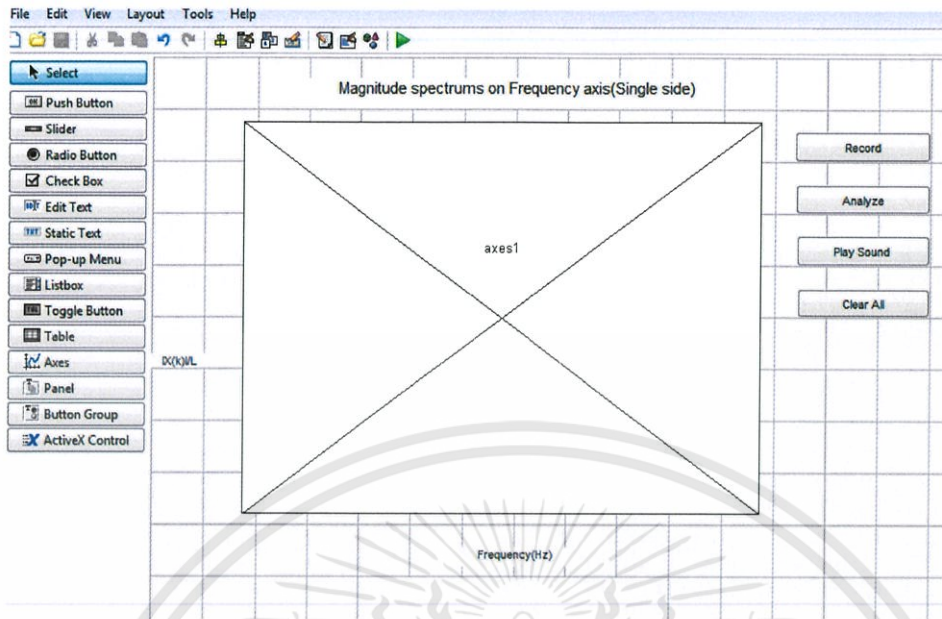
รูปที่ 3.4 การนำเข้าเครื่องมือ Button

3.1.2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

1. สร้าง Form ขึ้นมา 1 Form
2. เลือกเครื่องมือ Button ขึ้นมา 4 อัน หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนชื่อเป็น Record, Analyze, Play Sound และ Clear All
3. เลือกเครื่องมือ Axes จำนวน 1 อัน เพื่อที่จะทำการ Plot Graph ลงบนพื้นที่นี้
4. เลือกเครื่องมือ Static Text จำนวน 1 อัน เพื่อให้เป็นช่องแสดงข้อความ
5. ทำการจัดเรียงเครื่องมือต่างๆ และทำการป้อนคำสั่งต่างๆ ให้กับเครื่องมือต่างๆ ดัง

รูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 หน้าจอโหมด GUI และส่วนประกอบ

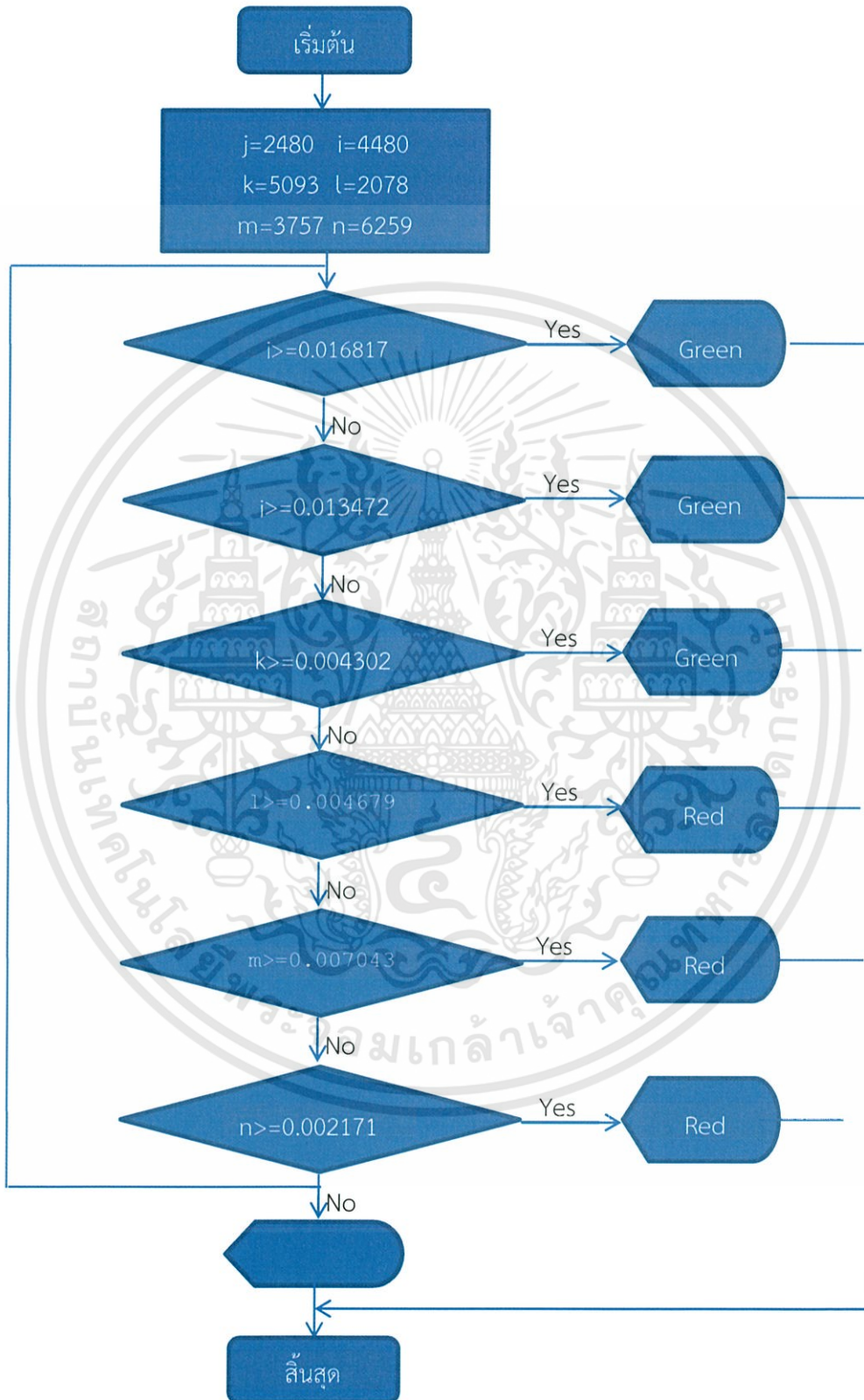
7. เมื่อเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 แล้วนำมากำหนดค่าต่ำสุดในการคำนวณในการแยกเสียงวัตถุโดยในที่นี้จะใช้ค่าเฉลี่ยในแต่ละความถี่ ในการออกแบบโปรแกรมคำนวณสำหรับเหล็กสี่เหลี่ยมใช้ความถี่ 3 ค่าดังนี้

1. ความถี่ 2480 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.016817
2. ความถี่ 4480 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.013472
3. ความถี่ 5093 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.004302

และสำหรับเหล็กสี่เหลี่ยมใช้ความถี่ 3 ค่าดังนี้

1. ความถี่ 2078 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.004679
2. ความถี่ 3757 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.007043
3. ความถี่ 6259 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.002171

Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรมรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 Flow Chart การทำงานของโปรแกรม

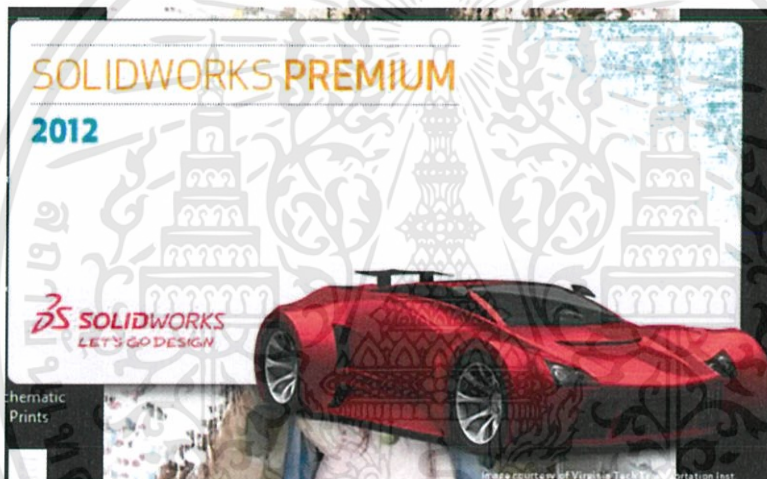
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการออกแบบเครื่องเคาะโลหะแบบไม่ทำลายวัตถุ

หลักการออกแบบนั้นพิจารณาจากผลที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้ต้องการแยกเสียงที่เกิดจากการเคาะวัตถุเนื่องจากการสร้างเครื่องเคาะโลหะแบบไม่ทำลายวัตถุ จะต้องสร้างหัวเคาะที่มีความแม่นยำ และมีความแข็งแรงน้อยกว่าวัตถุที่นำมาทดสอบ ซึ่งวัตถุที่นำมาทดสอบนั้นเป็นเหล็กนอกจากนี้ใช้วงจรไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวเคาะจะเรียกส่วนนี้ว่าระบบควบคุม

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบหัวเคาะ

1. โปรแกรม Solidworks 2012 ในการออกแบบหัวเคาะดังรูปที่ 3.7 หัวเคาะที่ออกแบบเสร็จแล้วดังแสดงในรูปที่ 3.8 สำหรับขนาดและขั้นตอนการสร้างหัวเคาะแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3.7 โปรแกรม Solidworks 2012



รูปที่ 3.8 การออกแบบหัวเคาะโดยใช้โปรแกรม Solidworks 2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการสร้างหัวเคาะ

1. ตัดท่อ PVC ขนาดความยาว 4.2 ซม.
2. ตัดแผ่นไม้ เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 40.22 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 15.73 ซม. จำนวน 2 แผ่น
3. นำมาประกอบกันแล้วพันลวดบริเวณแกนกลาง
4. ตัดเพลาทองเหลือง ขนาด 10 มม. ความยาว 12.5 ซม. และ 2.5 ซม. อย่างละ 1 ชิ้น
5. ตัดเพลาสีดำขนาด 10 มม. ความยาว 3.5 ซม. 1 ชิ้น
6. นำข้อ 4. และ ข้อ 5. ไปกลึง แล้วนำมาประกอบกัน โดยให้เพลาสีดำอยู่ตรงกลาง
7. นำส่วนต่างๆ มาประกอบกันดังรูปที่ 3.9 และทำให้สวยงามโดยใช้แผ่นอะคริลิก และแผ่นอลูมิเนียม 10 มม. มาทำเป็นกล่องและขायึด



รูปที่ 3.9 หัวเคาะของเครื่องเคาะโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

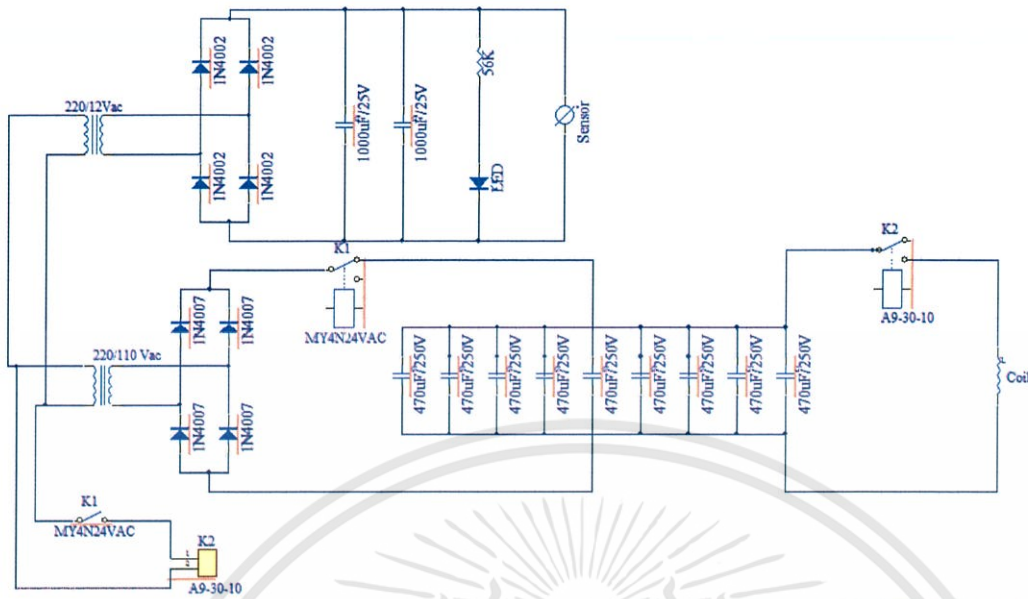
3.2.2 ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุม

1. โปรแกรม Altium Designer 2008 ซึ่งในที่นี้ใช้โปรแกรมในการออกแบบวงจรไฟฟ้า หน้าต่างโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 โปรแกรม Altium Designer 2008

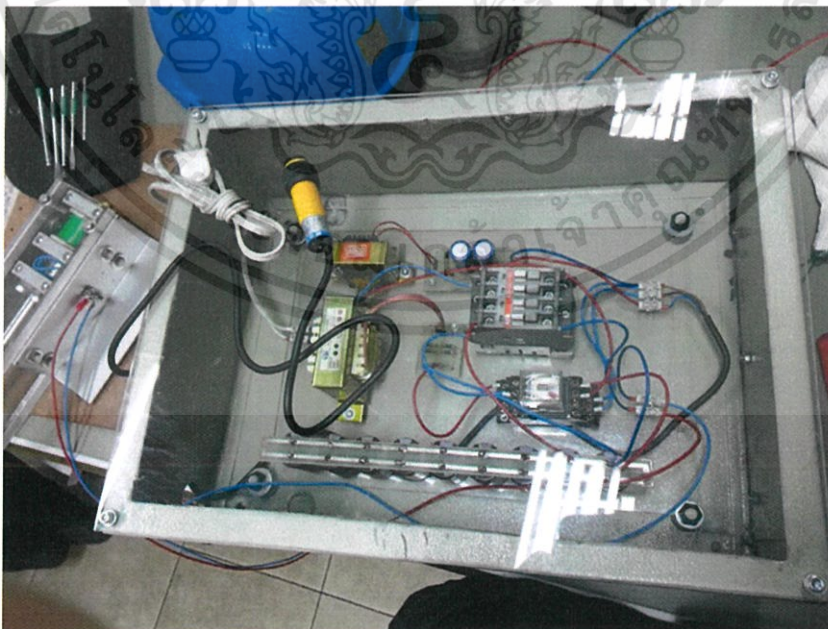
โดยหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งแปลงจาก 220 V ไปเป็นกระแสสลับ 110 V จากนั้นแปลงจากกระแสสลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ไดโอด (Diode) ซึ่งจะได้ไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 160 V จากนั้นผ่าน Normally Close Relay เพื่อขาร์ตประจุเข้าตัวเก็บประจุ ขนาด 4230 uF ซึ่งต่ออยู่กับ Normally Open Magnetic Contactor ต่ออยู่กับตัวหัวเคาะโลหะ ซึ่งจะทำให้การเคาะได้ Magnetic Contactor จะต้องเปลี่ยนเป็น Normally Close โดยหลักการคือให้ Photo Sensor ทำงานโดยการ แปลงจาก 220 V ไปเป็นกระแสสลับ 12 V จากนั้นแปลงจากกระแสสลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ไดโอด (Diode) ซึ่งจะได้ไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 20 V ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Altium Designer 2008

2. ขั้นตอนการสร้างระบบควบคุมหัวเคาะ

1. ต่ออุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.11
2. เมื่อต่อแล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ระบบควบคุมหัวเคาะ

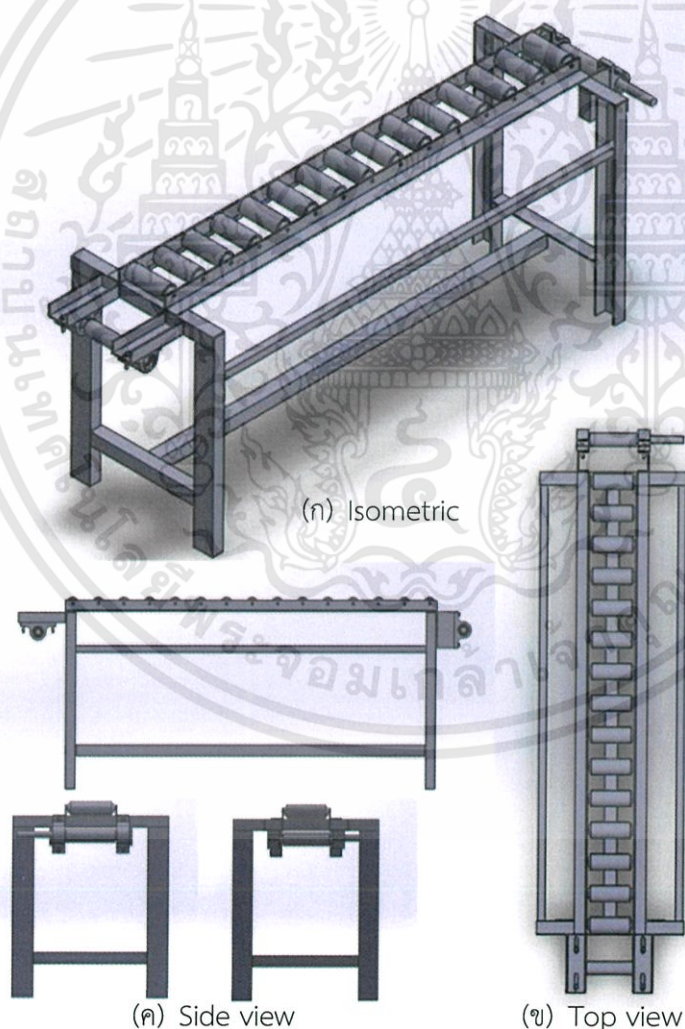
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หลักการการออกแบบคอนเวเยอร์ (Conveyor)

หลักการการออกแบบคอนเวเยอร์นั้น ต้องออกแบบตั้งแต่โครงของคอนเวเยอร์ ตู้คอนโทรล และคำนวณขนาดของเพลาลูกเบี้ยวเพื่อให้ความเร็วของสายพานวิ่งด้วยความเร็วตามที่ต้องการ ซึ่งเมื่อต้องการให้ความเร็วของสายพานวิ่งด้วยความเร็ว 10 cm/s และเนื่องจากทราบสเปคของมอเตอร์ว่า ความเร็วที่มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วเท่าไร เราก็สามารถคำนวณได้ง่าย

3.3.1 ขั้นตอนการสร้างโครงเหล็กของคอนเวเยอร์

1. เขียนแบบโครงสร้างคอนเวเยอร์ในโปรแกรม Solidwork 2012 จะได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การออกแบบคอนเวเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำเหล็กมาเชื่อมและประกอบกันตามแบบซึ่งในรูปที่ 3.14 นี้เป็นการประกอบโครงคอนเวเยอร์ในส่วนของขา และตัวค้ำยันโครง



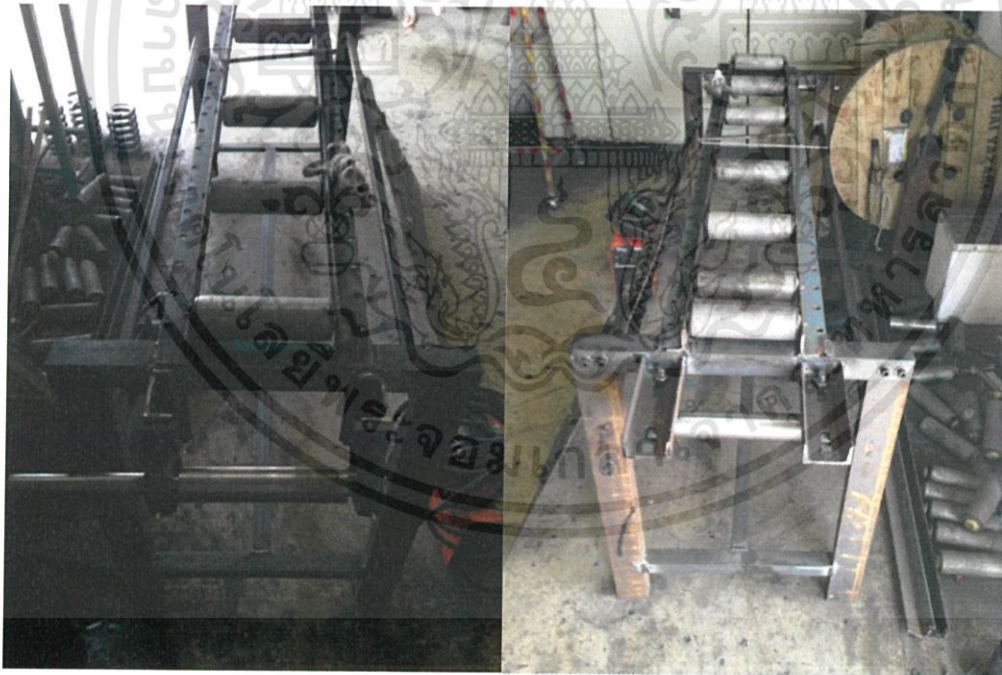
รูปที่ 3.14 การประกอบโครงคอนเวเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อทำการประกอบตามแบบเสร็จแล้ว จะได้โครงดังรูปที่ 3.15 และ 3.16 ซึ่งในรูปที่ 3.16 (ข) นั้นสามารถขันน็อตเพื่อใช้ปรับความตึงของสายพานได้



(ก) ภาพด้านข้างของโครงคอนเวเยอร์

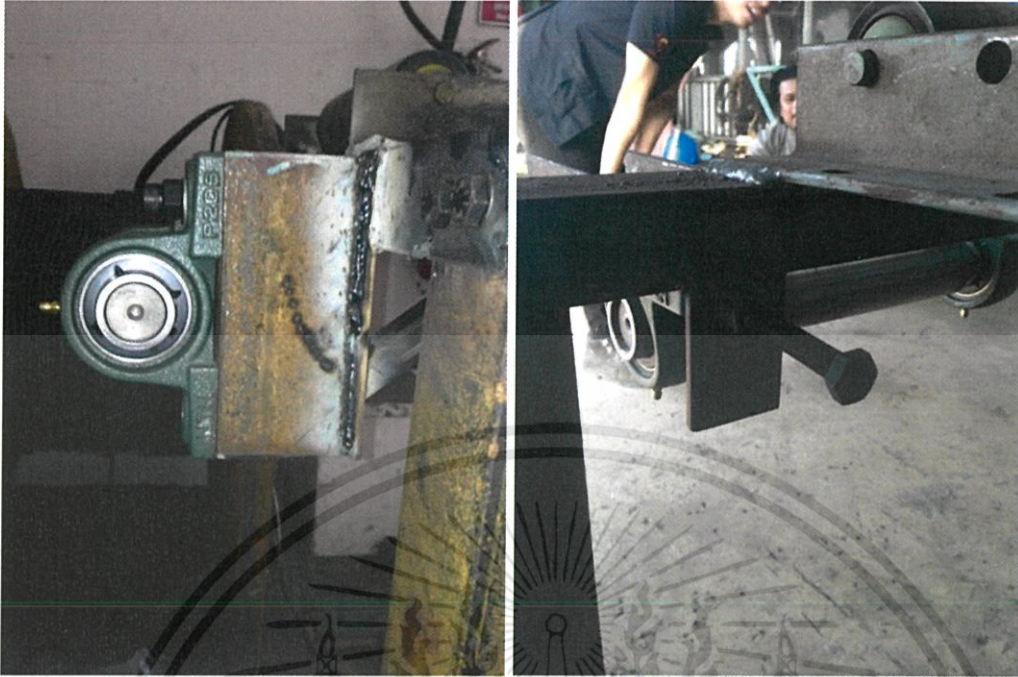


(ข) ภาพด้านเพลาขับ

(ค) ภาพด้านเพลาตาม

รูปที่ 3.15 การประกอบโครงคอนเวเยอร์ส่วนโรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบริ่งด้านเพลลาซับ

(ข) แบริ่งด้านเพลลาตามและตัวปรับความตึงสายพาน

รูปที่ 3.16 การประกอบโครงคอนเวเยอร์ส่วนแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

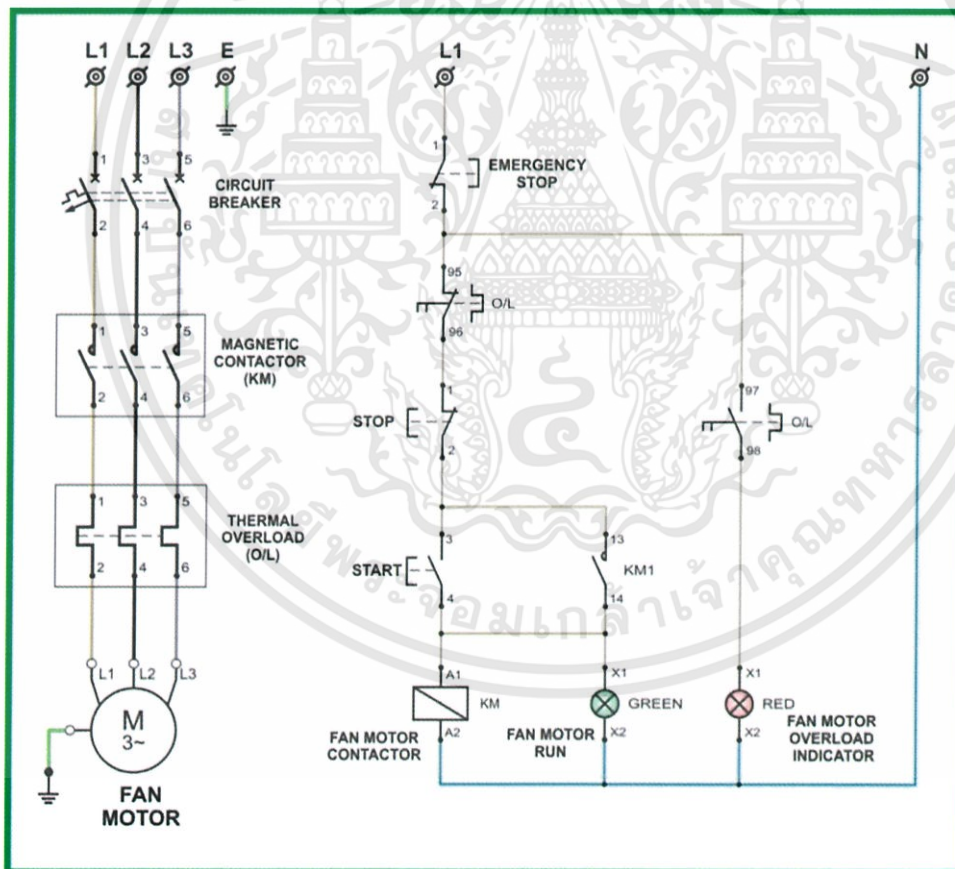
3.3.2 ขั้นตอนการทำตู้คอนโทรล

1. การออกแบบวงจรนั้น ต้องคำนึงถึงอย่างแรกว่าต้องการให้คอนเวเยอร์ทำงานอย่างไร เพื่อที่จะได้ออกแบบได้เหมาะสมกับการใช้งาน อีกทั้งยังประหยัด ซึ่งคอนเวเยอร์นี้ ใช้งานเพียงให้หมุนไปทางเดียวดังนั้นปุ่มควบคุมหลักๆ มีอยู่ 3 ปุ่ม คือ ปุ่มเริ่ม ปุ่มหยุด และปุ่มหยุดฉุกเฉิน

โดยใช้ไฟ 3 เฟสต่อเข้ามาที่ Breaker ซึ่งต่อกับกับ Magnetic Contactor ที่ต่ออยู่กับ Overload และ Motor ดังรูปที่ 3.17 สำหรับการควบคุมใช้ไฟจาก L1 ต่อเข้า Emergency Stop เมื่อกดปุ่มนี้ ไฟทั้งระบบจะถูกตัด เมื่อ Overload ทำงาน เนื่องจากกระแสเกิน ตัวมันเองจะตัดไฟไม่ให้เข้าไปถึง Motor และจะมีไฟสีแดงแสดงขึ้นที่หน้าตู้

>> ปุ่ม stop เมื่อกด จะตัดไฟที่จ่ายให้ Magnetic ทำให้ หน้า Contact ปิดออก และไฟไม่สามารถไหลผ่านตัว Magnetic ได้ ทำให้ Motor ไม่ทำงาน

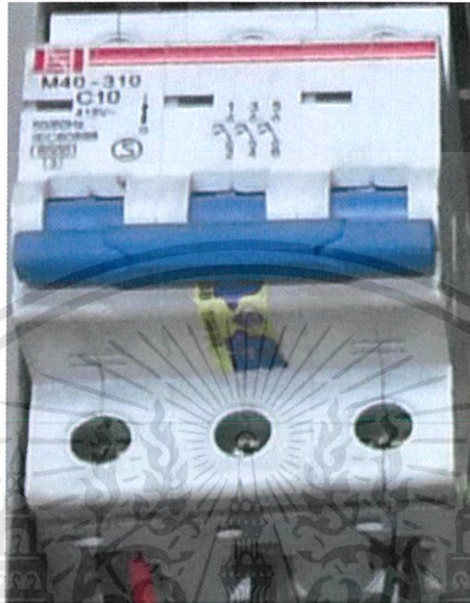
>> ปุ่ม Start เมื่อกด จะทำให้มีไฟไหลเข้าไปที่ Contact ของตัว Magnetic ที่ให้ไฟสามารถไหลผ่านไปได้ แล้วทำให้ Motor ทำงาน และจะมีไฟสีเขียว แสดงขึ้นที่หน้าตู้



รูปที่ 3.17 ระบบไฟฟ้าควบคุมคอนเวเยอร์

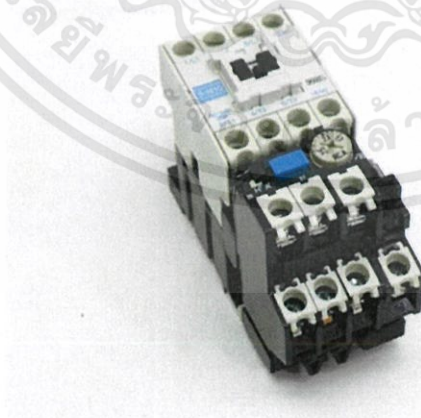
2. เตรียมอุปกรณ์ตามแบบ

2.1 เลือกใช้ Circuit Breaker 3 Phase (NES M40-310)



รูปที่ 3.18 Circuit Breaker 3 Phase

2.2 Magnetic Contactor 220 V. พร้อม Overload ซึ่งเป็นชุดที่มาพร้อมกัน



รูปที่ 3.19 Magnetic Contactor 220 V. พร้อม Overload

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Switch & Lamp



รูปที่ 3.20 Switch & Lamp

3. หาตู้ที่มีขนาดเหมาะสมพร้อมออกแบบเบื้องต้นในการที่จะติดตั้งอุปกรณ์และสายไฟ
4. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ และเดินสายไฟเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 กล่องควบคุมคอนเวเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองโดยใช้การเคาะขึ้นวัตถุซึ่งเป็นเหล็กสองชนิด ดังรูปที่ 4.1 โดยในที่นี้จะใช้โปรแกรม MATLAB ในการอัดเสียงจากไมโครโฟน โดยการเคาะวัตถุสองชนิดอย่างละ 50 ครั้ง แล้วทำการ Plot Graph ในรูปของ Wave Form ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



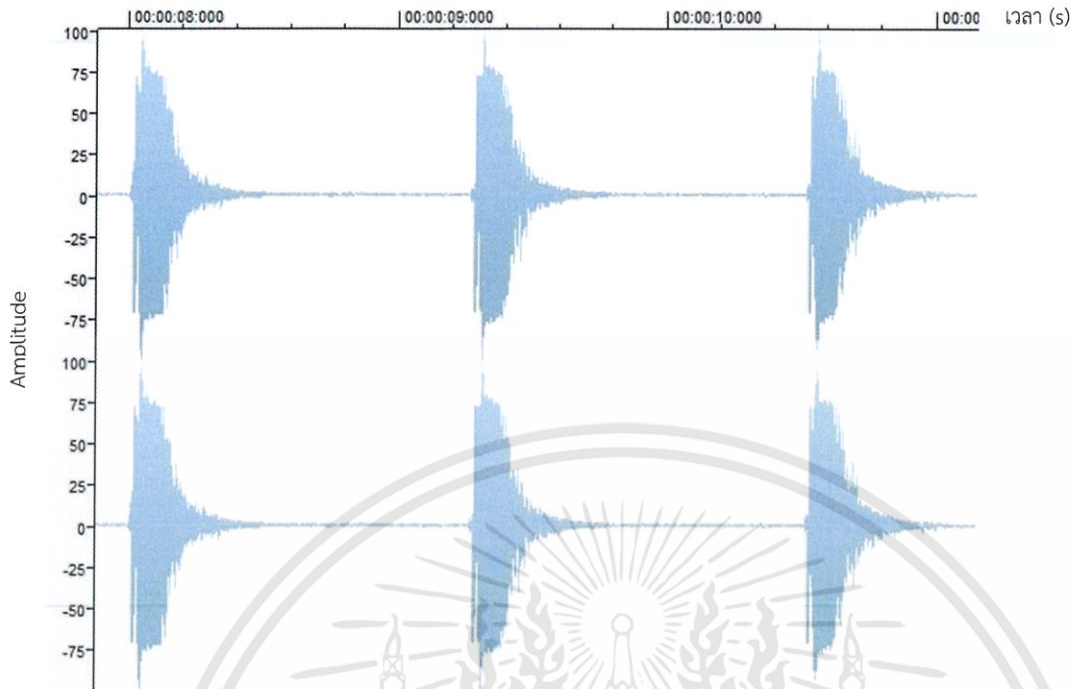
(ก) คาลิปเปอร์ (Caliper) ชนิดสีแดง



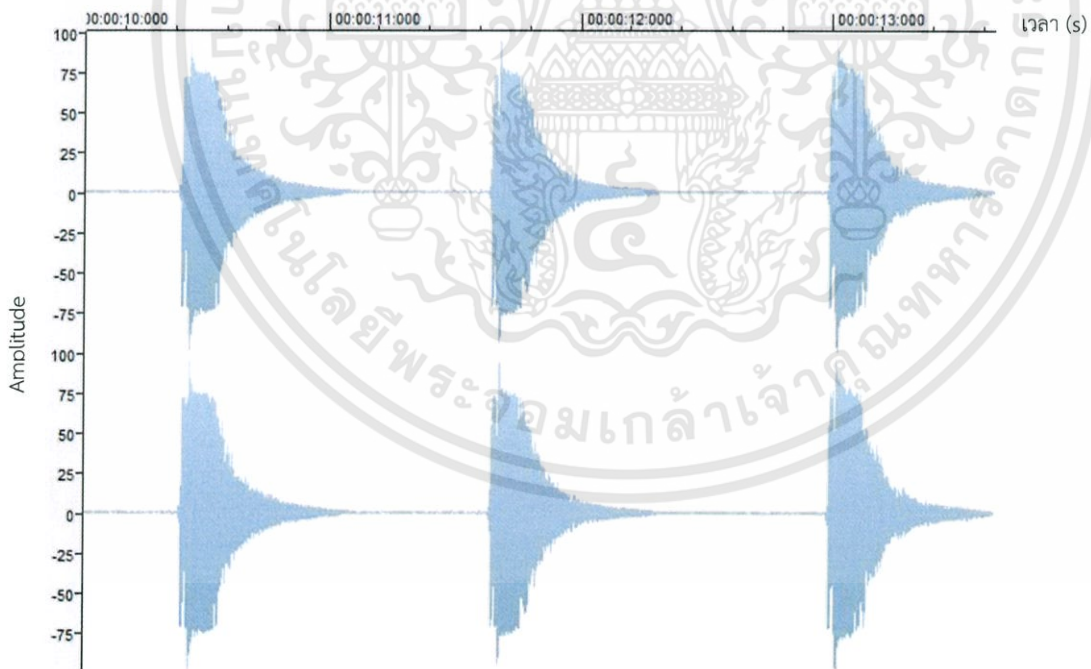
(ข) คาลิปเปอร์ (Caliper) ชนิดสีเขียว

รูปที่ 4.1 เหล็กสองสีที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



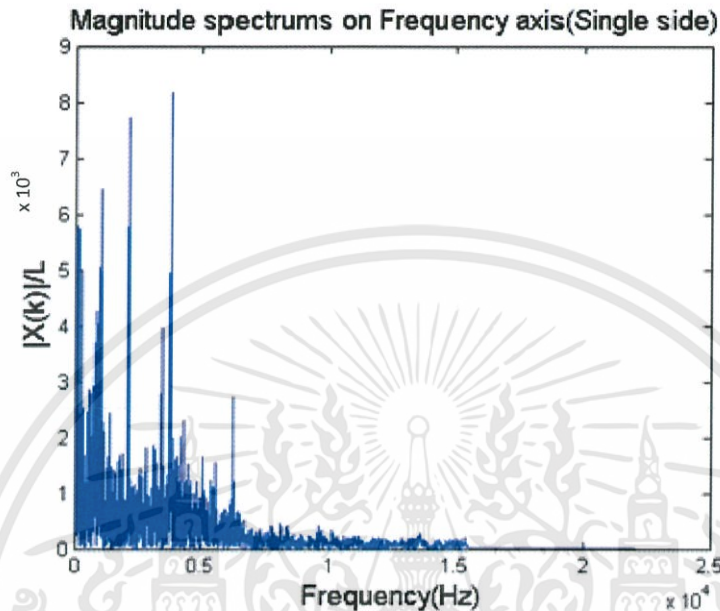
รูปที่ 4.2 Wave Form เหล็กสี่แดง



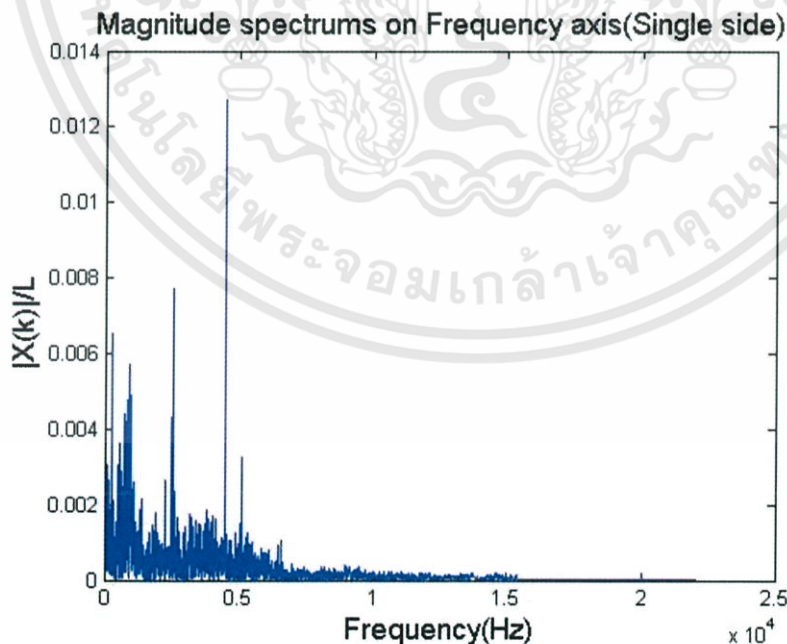
รูปที่ 4.3 Wave Form เหล็กสี่เขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นแปลงเป็น DFT ซึ่งจะใช้คำสั่ง FFT ในโปรแกรม MATLAB ซึ่งการแปลงเป็น DFT ทำให้ทราบองค์ประกอบของสัญญาณในความถี่ต่างๆ แล้วทำการ Plot Graph ในรูปของ Magnitude Spectrum แบนความถี่ (Single Side) ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ตัวอย่าง Magnitude Spectrum แบนความถี่ (Single Side) เหล็กสี่แฉก



รูปที่ 4.5 ตัวอย่าง Magnitude Spectrum แบนความถี่ (Single Side) เหล็กสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลของ Magnitude Spectrum และแกนความถี่ของ Graph โดยเลือกเก็บความถี่ 3 ความถี่ของแต่ละไฟล์เสียงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ความถี่-Magnitude ของเฮลิกส์เขียวในแต่ละไฟล์เสียง

Files	Hz 1 st	Mag 1 st	Hz 2 nd	Mag 2 nd	Hz 3 th	Mag 3 th
green1	2480	0.006338	4480	0.017020	5093	0.004912
green2	2480	0.007718	4480	0.012710	5093	0.003235
green3	2480	0.010670	4480	0.016360	5093	0.003993
green4	2480	0.008073	4480	0.013250	5093	0.003237
green5	2480	0.010720	4480	0.011840	5093	0.002827
green6	2480	0.012650	4480	0.014300	5093	0.003317
green7	2480	0.015350	4480	0.015060	5093	0.003978
green8	2480	0.015620	4480	0.014940	5093	0.003978
green9	2480	0.015560	4480	0.013890	5093	0.003329
green10	2480	0.018690	4480	0.016440	5093	0.003446
green11	2480	0.018930	4480	0.016100	5093	0.005010
green12	2480	0.017410	4480	0.016140	5093	0.005014
green13	2480	0.025060	4480	0.019650	5093	0.004863
green14	2480	0.017890	4480	0.015210	5093	0.003276
green15	2480	0.018790	4480	0.012860	5093	0.003258
green16	2480	0.015190	4480	0.013460	5093	0.003500
green17	2480	0.015720	4480	0.010150	5093	0.003626
green18	2480	0.016540	4480	0.014420	5093	0.003937
green19	2480	0.017310	4480	0.016620	5093	0.004581
green20	2480	0.016550	4480	0.013110	5093	0.004847
green21	2480	0.016850	4480	0.015890	5093	0.004466
green22	2480	0.010860	4480	0.010300	5093	0.003566
green23	2480	0.016120	4480	0.014580	5093	0.003997
green24	2480	0.018100	4480	0.015910	5093	0.004847
green25	2480	0.017870	4480	0.015910	5093	0.005155
green26	2480	0.014910	4480	0.012940	5093	0.004001
green27	2480	0.014560	4480	0.014300	5093	0.004583
green28	2480	0.017030	4480	0.015880	5093	0.005020
green29	2480	0.014770	4480	0.012970	5093	0.003910
green30	2480	0.015840	4480	0.012210	5093	0.004499
green31	2480	0.021690	4480	0.013920	5093	0.004455
green32	2480	0.019410	4480	0.013800	5093	0.004379
green33	2480	0.015930	4480	0.013720	5093	0.004217
green34	2480	0.018090	4480	0.011260	5093	0.003581
green35	2480	0.019830	4480	0.013550	5093	0.004743
green36	2480	0.019830	4480	0.013560	5093	0.004577
green37	2480	0.017920	4480	0.010650	5093	0.003945
green38	2480	0.016580	4480	0.010980	5093	0.004285
green39	2480	0.018500	4480	0.013740	5093	0.005570
green40	2480	0.016430	4480	0.012800	5093	0.005442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ความถี่-Magnitude ของเหล็กสีเขียวในแต่ละไฟล์เสียง (ต่อ)

Files	Hz 1 st	Mag 1 st	Hz 2 nd	Mag 2 nd	Hz 3 th	Mag 3 th
green41	2480	0.015270	4480	0.011230	5093	0.003993
green42	2480	0.017060	4480	0.014320	5093	0.006251
green43	2480	0.013060	4480	0.009774	5093	0.003609
green44	2480	0.019830	4480	0.010180	5093	0.003679
green45	2480	0.022810	4480	0.011490	5093	0.005645
green46	2480	0.023280	4480	0.011680	5093	0.005420
green47	2480	0.025840	4480	0.010810	5093	0.004933
green48	2480	0.022970	4480	0.011270	5093	0.004871
green49	2480	0.018640	4480	0.010240	5093	0.005255
green50	2480	0.020180	4480	0.010220	5093	0.004060
avg	-	0.016817	-	0.013472	-	0.004302
max	-	0.025840	-	0.019650	-	0.006251
min	-	0.006338	-	0.009774	-	0.002827

ตารางที่ 4.2 ความถี่-Magnitude ของเหล็กสีแดงในแต่ละไฟล์เสียง

Files	Hz 1 st	Mag 1 st	Hz 2 nd	Mag 2 nd	Hz 3 th	Mag 3 th
red1	2078	0.005687	3757	0.008069	6259	0.002591
red2	2078	0.007716	3757	0.008182	6259	0.002723
red3	2078	0.006543	3757	0.007995	6259	0.002274
red4	2078	0.007073	3757	0.008887	6259	0.002126
red5	2078	0.006626	3757	0.008071	6259	0.001905
red6	2078	0.006709	3757	0.008660	6259	0.002396
red7	2078	0.007263	3757	0.008109	6259	0.002370
red8	2078	0.005846	3757	0.008627	6259	0.002094
red9	2078	0.006634	3757	0.008617	6259	0.001939
red10	2078	0.005971	3757	0.008775	6259	0.002987
red11	2078	0.003899	3757	0.007536	6259	0.001870
red12	2078	0.005431	3757	0.008151	6259	0.002080
red13	2078	0.006497	3757	0.007756	6259	0.001908
red14	2078	0.007002	3757	0.007198	6259	0.002419
red15	2078	0.004535	3757	0.005715	6259	0.001919
red16	2078	0.002553	3757	0.006083	6259	0.001930
red17	2078	0.002788	3757	0.007131	6259	0.002409
red18	2078	0.003962	3757	0.008302	6259	0.002521
red19	2078	0.005908	3757	0.006767	6259	0.002601
red20	2078	0.005665	3757	0.007093	6259	0.002344
red21	2078	0.005950	3757	0.006592	6259	0.002786
red22	2078	0.006513	3757	0.006966	6259	0.002820
red23	2078	0.004653	3757	0.007070	6259	0.002424
red24	2078	0.006540	3757	0.008703	6259	0.002374
red25	2078	0.005802	3757	0.006937	6259	0.001956
red26	2078	0.005557	3757	0.006883	6259	0.002344

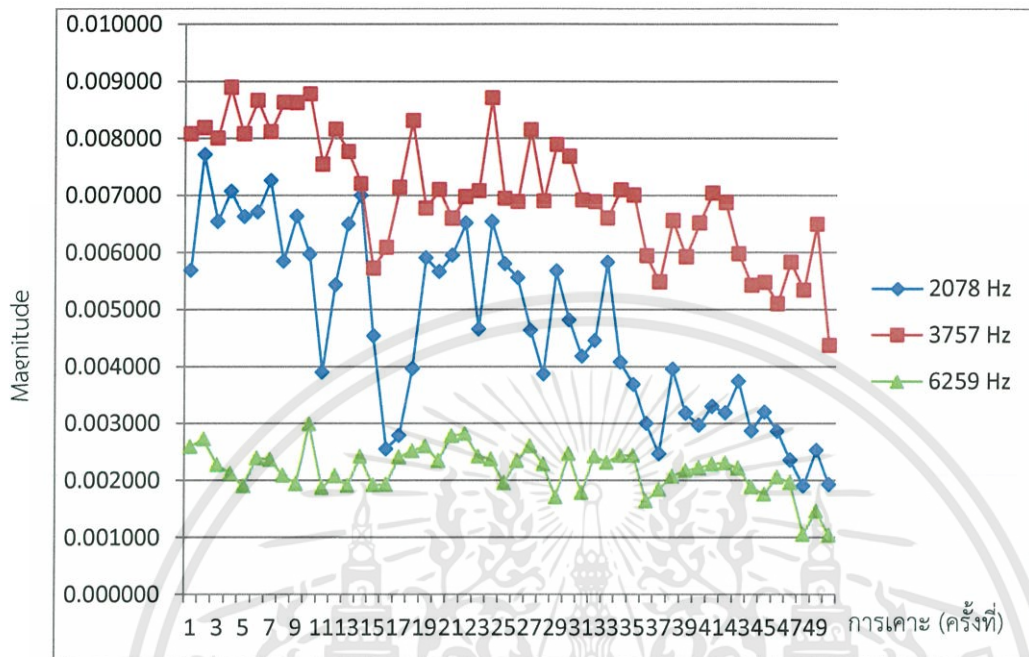
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ความถี่-Magnitude ของเหล็กสีแดงในแต่ละไฟล์เสียง (ต่อ)

Files	Hz 1 st	Mag 1 st	Hz 2 nd	Mag 2 nd	Hz 3 th	Mag 3 th
red27	2078	0.004633	3757	0.008140	6259	0.002605
red28	2078	0.003867	3757	0.006892	6259	0.002286
red29	2078	0.005675	3757	0.007880	6259	0.001708
red30	2078	0.004817	3757	0.007678	6259	0.002464
red31	2078	0.004178	3757	0.006907	6259	0.001782
red32	2078	0.004457	3757	0.006880	6259	0.002427
red33	2078	0.005828	3757	0.006594	6259	0.002316
red34	2078	0.004074	3757	0.007090	6259	0.002440
red35	2078	0.003683	3757	0.006996	6259	0.002440
red36	2078	0.002999	3757	0.005935	6259	0.001635
red37	2078	0.002465	3757	0.005475	6259	0.001845
red38	2078	0.003952	3757	0.006554	6259	0.002077
red39	2078	0.003178	3757	0.005915	6259	0.002168
red40	2078	0.002970	3757	0.006507	6259	0.002224
red41	2078	0.003300	3757	0.007031	6259	0.002288
red42	2078	0.003186	3757	0.006865	6259	0.002308
red43	2078	0.003739	3757	0.005966	6259	0.002216
red44	2078	0.002863	3757	0.005417	6259	0.001886
red45	2078	0.003198	3757	0.005464	6259	0.001757
red46	2078	0.002861	3757	0.005095	6259	0.002061
red47	2078	0.002356	3757	0.005823	6259	0.001960
red48	2078	0.001900	3757	0.005330	6259	0.001056
red49	2078	0.002530	3757	0.006487	6259	0.001466
red50	2078	0.001928	3757	0.004362	6259	0.001045
avg	-	0.004679	-	0.007043	-	0.002171
max	-	0.007716	-	0.008887	-	0.002987
min	-	0.001900	-	0.004362	-	0.001045

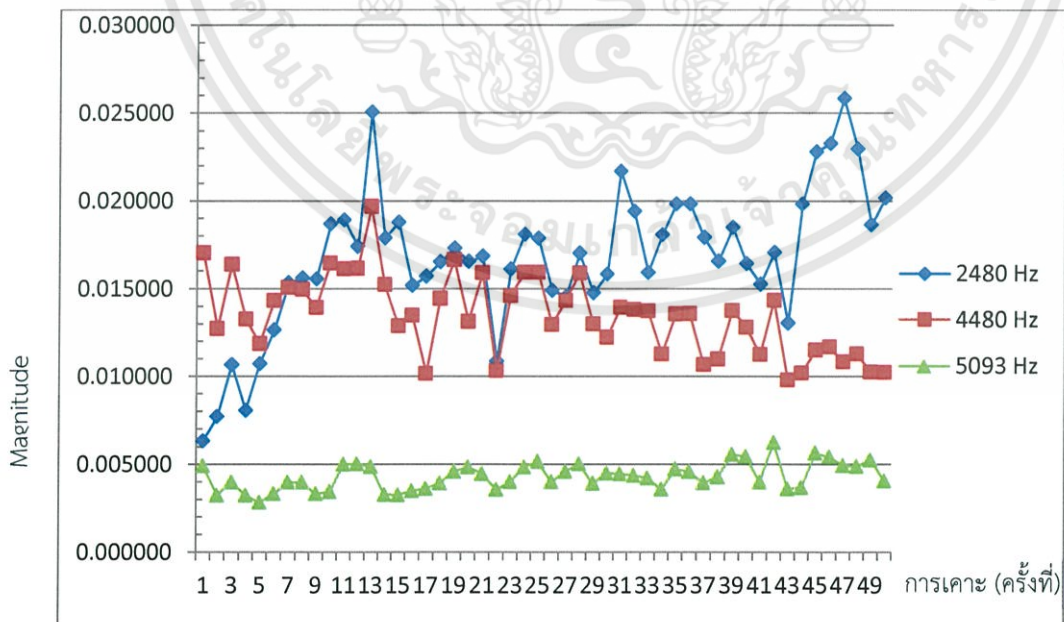
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 สามารถแสดงผลในรูปกราฟ ซึ่งเหล็กสีแดงได้กำหนดความถี่ 3 ความถี่ คือ 2018 Hz, 3757 Hz และ 6259 Hz ซึ่งมี Magnitude ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 Magnitude Spectrum ของเหล็กสีแดงในแต่ละความถี่

จากตารางที่ 4.2 สามารถแสดงผลในรูปกราฟ ซึ่งเหล็กสีเขียวได้กำหนดความถี่ 3 ความถี่ คือ 2480 Hz, 4480 Hz และ 5093 Hz ซึ่งมี Magnitude ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 Magnitude Spectrum ของเหล็กสีเขียวในแต่ละความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 แล้วนำมากำหนดค่าต่ำสุดในการคำนวณในการแยกเสียงวัตถุโดยในที่นี้ จะใช้ค่าเฉลี่ยในแต่ละความถี่ ในการออกแบบโปรแกรมคำนวณซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 การตรวจพบความถี่ต่างๆ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียวและสีแดง

ลำดับที่	คาลิปเปอร์สีเขียว				ลำดับที่	คาลิปเปอร์สีแดง			
	2480 Hz	4480 Hz	5093 Hz	ไม่พบ		2078 Hz	3757 Hz	6259 Hz	ไม่พบ
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				
10					10				
11					11				
12					12				
13					13				
14					14				
15					15				
16					16				
17					17				
18					18				
19					19				
20					20				
21					21				
22					22				
23					23				
24					24				
25					25				
26					26				
27					27				
28					28				
29					29				
30					30				
31					31				
32					32				
33					33				
34					34				
35					35				
36					36				
37					37				
38					38				
39					39				

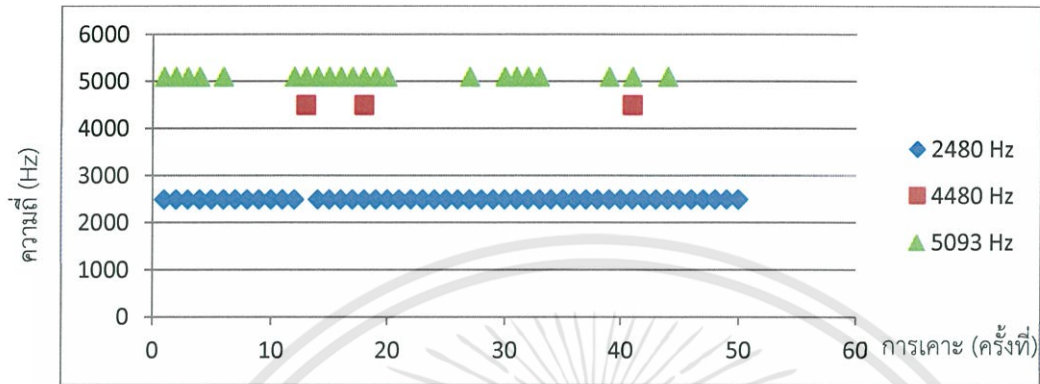
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การตรวจพบความถี่ต่างๆ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียวและสีแดง (ต่อ)

ลำดับ ที่	เหล็กสีเขียว				ลำดับที่	เหล็กสีแดง			
	2480 Hz	4480 Hz	5093 Hz	ไม่พบ		2078 Hz	3757 Hz	6259 Hz	ไม่พบ
40					40				
41					41				
42					42				
43					43				
44					44				
45					45				
46					46				
47					47				
48					48				
49					49				
50					50				

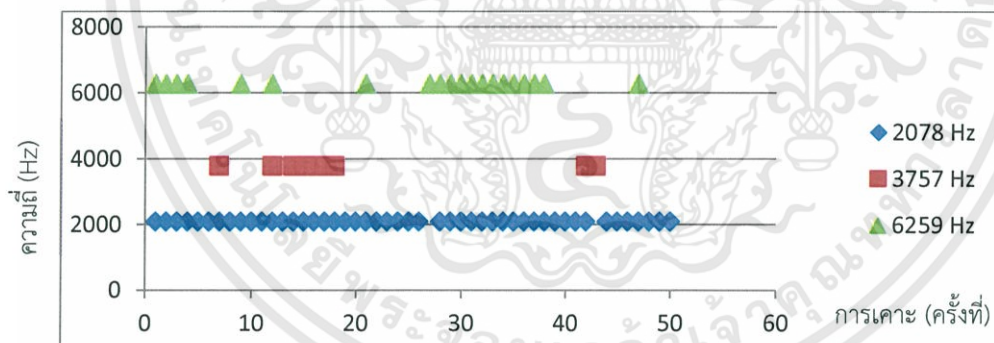
จากตารางที่ 4.3 การตรวจพบความถี่ต่างๆ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียวและสีแดง ซึ่งหากตรวจพบจะแสดงเป็นสีเทา และแสดงเป็นสีขาว เมื่อไม่พบในความถี่หรือพบแต่มี Magnitude ไม่ตรงตามกำหนด

จากกราฟแสดงผลของเหล็กสีเขียว จะเห็นได้ว่า สามารถตรวจพบและมีความแม่นยำ 100% ที่ Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ ความถี่ 3 ความถี่ คือ 2480 Hz, 4480 Hz และ 5093 Hz ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ผลการตรวจพบความถี่ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีเขียว

จากกราฟแสดงผลของเหล็กสีแดง จะเห็นได้ว่า สามารถตรวจพบและมีความแม่นยำ 100% ที่ Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ ความถี่ 3 ความถี่ คือ 2078 Hz, 3757 Hz และ 6259 Hz ซึ่งมี Magnitude ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ผลการตรวจพบความถี่ และค่าเฉลี่ย Magnitude ของเหล็กสีแดง

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยฉบับนี้ การสร้างเครื่องคัดแยกโลหะด้วยเสียงโดยวิธีการแปลงฟูเรียร์ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการเขียนซอฟต์แวร์ โดยได้ทำ 3 ส่วน คือ เครื่องเคาะโดยใช้หลักการขดลวดโซลินอยด์ โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการตรวจสอบบนคอมพิวเตอร์ และรางคอนเวเยอร์ ซึ่งต้องคำนวณ และออกแบบเพื่อให้คอนเวเยอร์วิ่งไปด้วยความเร็วที่ต้องการและเหมาะสม เพื่อที่จะได้นำเครื่องเคาะไปติดตั้ง และให้ระบบทำงานอัตโนมัติ

จากการทดลองใช้โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการตรวจสอบบนคอมพิวเตอร์ และควบคุมการเคาะด้วยเครื่องเคาะ พบว่าการเคาะเหล็กสองชนิดคือ สีแดงและสีเขียว อย่างละ 50 ครั้ง โดยความถี่ที่ใช้สำหรับการเคาะเพื่อแยกสัญญาณ มีทั้งหมด 3 ความถี่ คือ

สำหรับเหล็กสีเขียวใช้ความถี่ 3 ค่าดังนี้

1. ความถี่ 2480 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.016817
2. ความถี่ 4480 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.013472
3. ความถี่ 5093 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.004302

และสำหรับเหล็กสีแดงใช้ความถี่ 3 ค่าดังนี้

1. ความถี่ 2078 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.004679
2. ความถี่ 3757 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.007043
3. ความถี่ 6259 Hz มี Magnitude มากกว่าหรือเท่ากับ 0.002171

ผลที่แสดงบนหน้าจอสามารถระบุได้ถูกต้องและแม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่หากระบุความถี่เพียง 1 ความถี่ จะผลการเคาะแยกสัญญาณจะถูกต้องและแม่นยำ 97 เปอร์เซ็นต์

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาและทำโครงการในช่วงแรกปัญหาคือใช้เวลาในการศึกษาโปรแกรม MATLAB ค่อนข้างนาน เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ไม่เคยศึกษามาก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ในการทดสอบเคาะพบว่า ควรใช้ไมโครโฟนสำหรับการวัดโดยเฉพาะ เนื่องจากสามารถตรวจวัดได้ละเอียดและมีย่านการวัด กว้างกว่าไมโครโฟนปกติทั่วไป รวมไปถึงหัวเคาะที่จะต้องพยายามปรับแกนเหล็กให้อยู่ในช่วงของ สนามไฟฟ้า เพื่อจะได้สามารถขับเคลื่อนได้ตามต้องการ

ในส่วนของปัญหาที่พบและยังไม่ได้ปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ปัญหาการสั่งซื้อมอเตอร์สำหรับ คอนเวเยอร์ ซึ่งทางโรงงานได้ติดต่อกับทางบริษัทผู้ผลิต พบว่าต้องใช้เวลามากกว่า 1 เดือน ตลอดจน สายพานลำเลียง จำเป็นต้องหาบุคลากรของทางโรงงานที่สามารถรีดร้อนได้ มาเชื่อมสายพานส่วนหัว และท้าย ทำให้ในส่วนของคอนเวเยอร์ ไม่สามารถขับเคลื่อนได้ทันเวลาที่เหมาะสม

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

ในส่วนของโปรแกรมสามารถเพิ่มเติมหากมีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนเพิ่มเติม นอกจากนี้ในส่วน ของเครื่องเคาะอาจมีการออกแบบเพิ่มเติมเนื่องจากหน้าสัมผัสมีอายุการใช้งานค่อนข้างน้อย อาจจะต้องเปลี่ยนบ่อยเมื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีอัตราการผลิตสูง ตลอดจนการทำให้ระบบทุกอย่าง เป็นอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีระเชษฐ์ ชันเงิน. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง(Power Electronics).พิมพ์ครั้งที่12. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พรินติ้ง. 2555.
- [2] ลัญฉกร วุฒิสถิตกุลกิจ.MATLAB :การประยุกต์ใช้งานทางวิศวกรรมไฟฟ้า-กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [3] ปริญญา สงวนสัตย์.คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์.นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2553.
- [4] William H. Hayt, John A. Buck. สนามแม่เหล็กไฟฟ้า = Engineering electromagnetics; แปลและเรียบเรียงโดย สุริภณ สมควรพาณิชย์, ขนิษฐา แซ่ตั้ง.กรุงเทพฯ : ท้อป, 2550.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมทดสอบเสียง

```

function varargout = project(varargin)
% PROJECT MATLAB code for project.fig
%   PROJECT, by itself, creates a new PROJECT or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = PROJECT returns the handle to a new PROJECT or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   PROJECT('CALLBACK', hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in PROJECT.M with the given input arguments.
%
%   PROJECT('Property','Value',...) creates a new PROJECT or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before project_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to project_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
% Edit the above text to modify the response to help project
% Last Modified by GUIDE v2.5 11-Sep-2013 14:20:15
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
'gui_OpeningFcn', @project_OpeningFcn, ...
'gui_OutputFcn',  @project_OutputFcn, ...
'gui_LayoutFcn',  [] , ...
'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
ifnargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before project is made visible.
function project_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to project (see VARARGIN)
% Choose default command line output for project
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes project wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = project_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
fs=44100; nbits=16;
rec=audiorecorder(fs,nbits,2);
recordblocking(rec,2);
new=getaudiodata(rec);
wavwrite(new,44100,'new.wav')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
[x,fs]=wavread('new.wav');
L=length(x);
t=(0:L-1)/fs;
N=2^(nextpow2(L));
X=fft(x,N);
K=0:N-1;
H_K=0:N/2-1;
H_Freq=H_K*fs/N;
Ck=X/L;
left(1:N/2)=Ck(1:N/2);
plot(H_Freq,abs(left));
title('Magnitude spectrums on Frequency axis(Single side)','fontsize',14) ;
ylabel('|X(k)|/L ','fontsize',14);
xlabel('Frequency(Hz)','fontsize',14);
Material1='Green';
Material2='Red';
Not = 'Again';
for j=2480;
if abs(left(int64(j)/fs*N)))>=0.016817 disp('Result = Green1');
set(handles.text4,'String',Material1)
end
end
fori=4480;
if abs(left(int64(i)/fs*N)))>=0.013472 disp('Result = Green2');
set(handles.text4,'String',Material1)
end
end
for k=5093;
if abs(left(int64(k)/fs*N)))>=0.004302 disp('Result = Green3');
set(handles.text4,'String',Material1)
end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for l=2078;
if abs(left(int64(l/fs*N)))>=0.004679 disp('Result = Red1');
set(handles.text4,'String',Material2)
end
end
for m=3757;
if abs(left(int64(m/fs*N)))>=0.007043 disp('Result = Red2');
set(handles.text4,'String',Material2)
end
end
for n=6259;
if abs(left(int64(n/fs*N)))>=0.002171 disp('Result = red3');
set(handles.text4,'String',Material2)
end
end
% --- Executes on selection change in listbox1.
function listbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to listbox1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns listbox1 contents as cell array
%    contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from listbox1
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function listbox1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to listbox1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: listbox controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[x,fs]=wavread('new.wav');
wavplay(x,fs)
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%    str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- If Enable == 'on', executes on mouse press in 5 pixel border.
% --- Otherwise, executes on mouse press in 5 pixel border or over text3.
function text3_ButtonDownFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to text3 (see GCBO)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

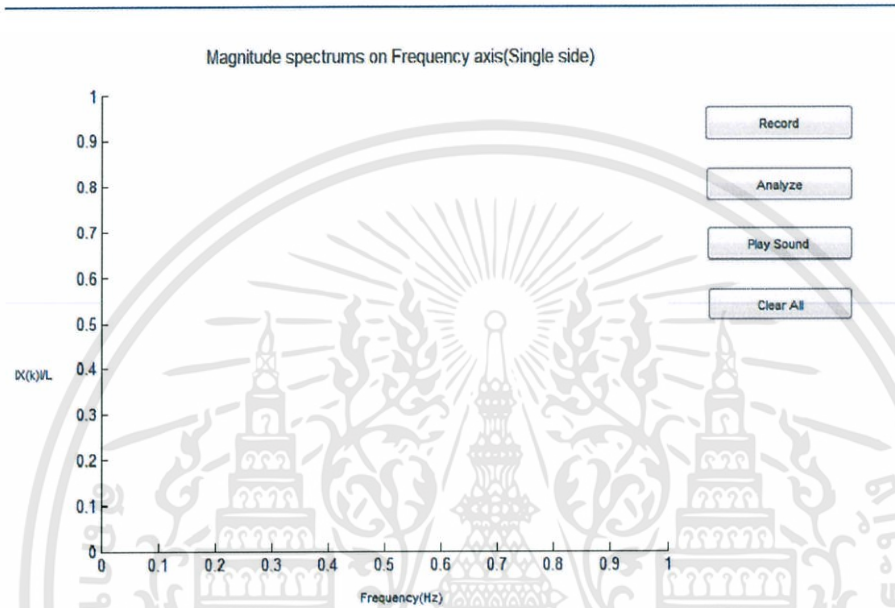
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to axes1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes1
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
cla
set(handles.text4,'string','')

```

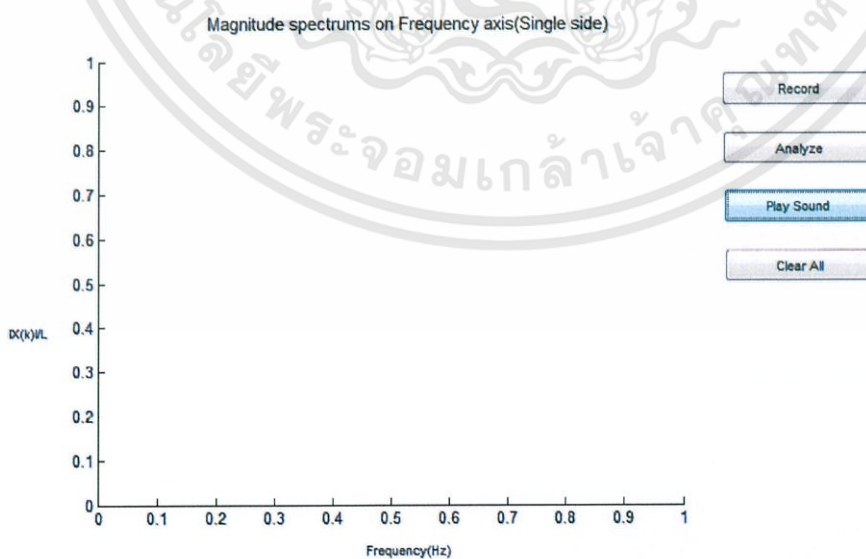
ภาคผนวก ข

วิธีการใช้โปรแกรมทดสอบเสียง

1. Record

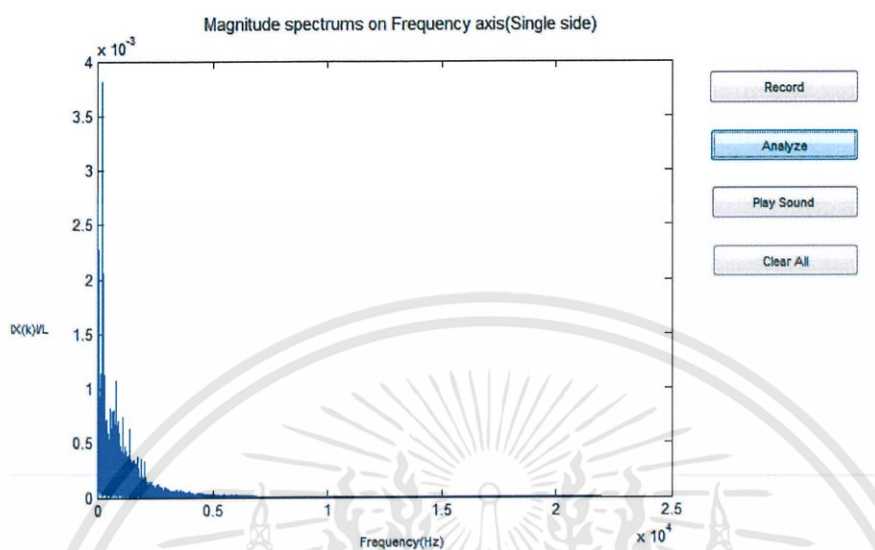


2. กด Play Sound

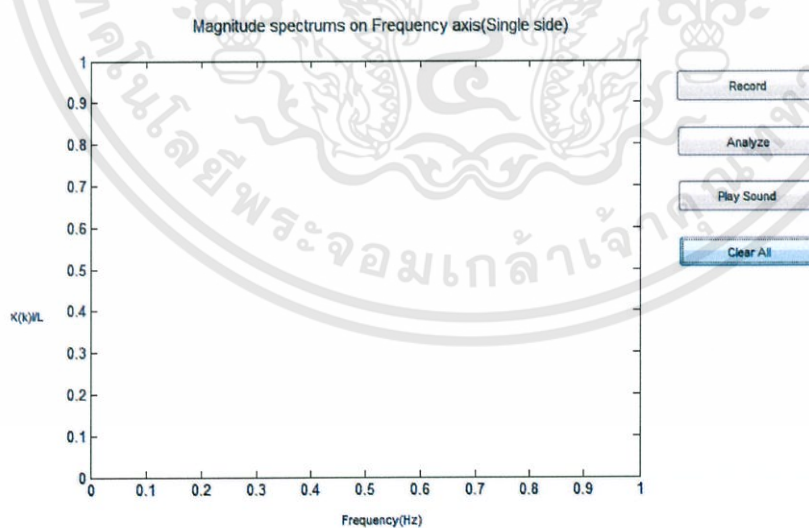


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการ Analyze



4. เมื่อต้องการอัดสัญญาณใหม่อีกครั้ง กดปุ่ม Clear All



5. แล้วทำตาม Record อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ	นางสาว จิตสุภา ฉัตรมิ่งขวัญ
ที่อยู่	6 หมู่ 1 ถนน เวียงใหม่ ตำบลแม่สะเรียง อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน 58110
E-mail	fahsweetdream@hotmail.com
เบอร์โทรศัพท์	081-1100733
ความสามารถด้านภาษาอังกฤษ	TOEIC 625
ความสามารถพิเศษ	Solidworks, AutoCad, PLC และMicrosoft office
ประวัติการศึกษา	
มัธยมศึกษา	โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี
อุดมศึกษา	หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและ ควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ	นาย แทน ลิขิตเสถียร
ที่อยู่	99/521 หมู่ 7 หมู่บ้านพิมุกต์1 ตำบลสันทรายน้อย อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210
E-mail	tanlikit@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	090-9764217
ความสามารถด้านภาษาอังกฤษ	TOEIC 550
ความสามารถพิเศษ	Solidwork, PLC และMicrosoft office
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
มัธยมศึกษา	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
อุดมศึกษา	หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ	นาย ธิปก ลิ้มชัยกิจ
ที่อยู่	49 หมู่บ้านไพรม์เพลส ซอยลาซาล77 เขตบางนา ถ.สุขุมวิท กทม. 10206
E-mail	pun.limchaikit@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	086-412-9942
ความสามารถด้านภาษาอังกฤษ	สื่อสารได้
ความสามารถพิเศษ	Solidwork, PLC และMicrosoft office
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนสาธิตบางนา
มัธยมศึกษา	โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ
อุดมศึกษา	หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและ ควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้