

ความผิดปกติของแบร์ริงในอินดักชั่นมอเตอร์ในกรณีการเกิดสนิม
 BEARING FAULT OF INDUCTION MOTOR DUE TO RUST CAST



นายภิรมย์ รอดเงิน รหัส 50381246
 นายอร่ามพงศ์ ดีอินทร์ รหัส 50381673

คณะวิศวกรรมศาสตร์
 วันที่ 1.1/ ส.ค. 2555
 เลขทะเบียน 15733558
 เลขเรียกหนังสือ ฝ
 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ๖๕๔5

๓
 2๕๕๓

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
 ปีการศึกษา 2553



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ความผิดปกติของแมริ่งในอินดักชั่นมอเตอร์ในกรณีการเกิดสนิม
ผู้ดำเนินโครงการ นายภิรมย์ รอดเงิน รหัส 50381246
นายอร่ามพงศ์ ดีอินทร์ รหัส 50381673
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... ที่ปรึกษาโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช)

..... กรรมการ
(ดร.มูทิตา สงฆ์จันทร์)

..... กรรมการ
(อ.แสงชัย มังกรทอง)

ชื่อหัวข้อโครงการ ความผิดปกติของแบริ่งในอินดักชั่นมอเตอร์ในกรณีการเกิดสนิม
ผู้ดำเนินโครงการ นายภิรมย์ รอดเงิน รหัส 50381246
นายอร่ามพงศ์ คีอินทร์ รหัส 50381673
ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการศึกษาการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดกับแบริ่งในอินดักชั่นมอเตอร์ 3 เฟสในกรณีที่เกิดสนิม ด้วยการวิเคราะห์สัญญาณ 2 รูปแบบ คือ สัญญาณของกระแส และสัญญาณเสียง ในการวิเคราะห์สัญญาณทั้งสองแบบ ใช้ Matlab ในการแปลงสัญญาณเพื่อให้การวิเคราะห์สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า

สัญญาณกระแสของแบริ่งปกติมีค่าใกล้เคียงกับสัญญาณกระแสของแบริ่งที่เกิดสนิม ส่วนสัญญาณเสียงมีค่าความความถี่ที่เกิดขึ้นของแบริ่งที่เป็นสนิมต่างจากค่าสัญญาณของแบริ่งปกติ ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัญญาณกระแสไม่สามารถใช้ในการทำนายได้ ส่วนของค่าสัญญาณเสียงสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำนายผลของแบริ่งที่อาจเกิดสนิมได้ โดยดูค่าที่ตำแหน่งความถี่ที่เกิดที่ตำแหน่ง 500 เฮิรตซ์, 1,000 เฮิรตซ์, 1,500 เฮิรตซ์, 2,000 เฮิรตซ์ และ 2,500 เฮิรตซ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการทำนายผลวิเคราะห์สนิมของแบริ่ง

Project title Bearing Fault of Induction Motor due to Rust Cast
Name Mr. Pirom Rotngen ID. 50381246
Mr. Aramphong Deekin ID. 50381673
Project advisor Assistant Professor Somporn Ruangsinchaiwanich, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2010

Abstract

This study was to investigate the error of bearing in 3 phase motor induction. It was conducted by bearing decoration. The measurement consisted of 2 methods those were current and sound signaling. Both processes were analyzed by using Matlab for completing result. The study indicated that current signaling of normal bearing presented similar value to current signaling of decoration bearing while sound signaling of decoration bearing also showed different frequency from normal bearing. Therefore, the results suggested that current signaling cannot be used for determining bearing error. However, sound signaling also was the possible method for determining bearing decoration. The appropriate frequency values were 500 Hz, 1,000 Hz, 1,500 Hz, 2,000 Hz and 2,500 Hz respectively. Those frequency values properly indicated bearing decoration

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณา แนะนำความคิด ความรู้ แนวทางแก้ไข ปัญหา ตลอดจนให้โอกาสในการจัดทำปริญญานิพนธ์ รวมไปถึงการเอื้อเฟื้อเอกสารแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าเพิ่มเติมและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในการทดลองช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งคณะกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบเพื่อให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวถึงในที่นี้ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้สิ่งที่คณะผู้จัดทำรำลึกและซาบซึ้งอยู่เสมอ นั่นคือพระคุณของบิดา มารดา ซึ่งเข้าใจและให้ความสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆด้าน ในการศึกษาและทำปริญญานิพนธ์จนกระทั่งประสบผลสำเร็จ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

นายภิรมย์ รอดเงิน
นายอร่ามพงศ์ คีอินทร์

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาบัตร.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 แผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณ.....	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....	3
2.1 มอเตอร์อินดักชัน (Induction Motors).....	3
2.2 โครงสร้างของมอเตอร์อินดักชัน 3 เฟส (Induction Motor Construction).....	3
2.3 หลักการทำงาน (Principle of Operation).....	4
2.4 ความผิดปกติของเครื่องจักรกลไฟฟ้า.....	4
2.5 แบริ่ง (Bearing).....	4
2.6 ความผิดปกติในมอเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแบริ่ง.....	6
2.7 การวินิจฉัยความผิดปกติของมอเตอร์.....	6
บทที่ 3 ออกแบบการทดลอง.....	7
3.1 การออกแบบการทดลอง.....	7
3.1.1 การออกแบบการทดลองการวัดค่ากระแสโดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล.....	7

สารบัญ(ต่อ)

3.1.2	ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	8
3.2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	8
3.2.1	เบร้งที่ใช้ในการทดลอง.....	10
3.3	การเก็บค่าสัญญาณกระแสเดเตอร์.....	11
3.3.1	วิเคราะห์ลักษณะสัญญาณ	12
3.4	การวิเคราะห์สัญญาณเสียง	12
บทที่ 4	ผลการทดลอง	13
4.1	ผลการทดลองเมื่อเบร้งเกิดสนิม โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยการแปลงสัญญาณเสียง.....	13
4.1.1	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์.....	13
4.1.2	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์...13	
4.1.3	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์...14	
4.1.4	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์...14	
4.1.5	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์.15	
4.1.6	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์.....15	
4.1.7	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์...16	
4.1.8	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์...16	
4.1.9	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์...17	
4.1.10	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์17	
4.1.11	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์...18	
4.1.12	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์.18	
4.1.13	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์.19	
4.1.14	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์.19	
4.1.15	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์20	
4.1.16	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์...20	
4.1.17	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์.21	
4.1.18	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์.21	
4.1.19	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์.22	
4.1.20	สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์22	

สารบัญ(ต่อ)

4.1.21	สัญญาณเสียงกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์...23
4.1.22	สัญญาณเสียงกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์.23
4.1.23	สัญญาณเสียงกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์.24
4.1.24	สัญญาณเสียงกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์.24
4.1.25	สัญญาณเสียงกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์25
4.2	ผลการทดลองเมื่อแบริงเกิดสนิม โดยวิธีการวิเคราะห์ห้ด้วยกระแสดเตเตอร์25
4.2.1	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 1 วัน ขณะมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์ ..25
4.2.2	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์26
4.2.3	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์26
4.2.4	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์27
4.2.5	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์27
4.2.6	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์.28
4.2.7	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์28
4.2.8	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์29
4.2.9	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์29
4.2.10	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน ขณะมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์30
4.2.11	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์30
4.2.12	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซ็นต์31
4.2.13	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซ็นต์31
4.2.14	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซ็นต์32
4.2.15	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซ็นต์32
4.2.16	สัญญาณกระแสดกรณีแบริงแซ่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซ็นต์33

สารบัญ(ต่อ)

4.2.17	สัญญาณกระแสกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซนต์	33
4.2.18	สัญญาณกระแสกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซนต์	34
4.2.19	สัญญาณกระแสกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซนต์	34
4.2.20	สัญญาณกระแสกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซนต์	35
4.2.21	สัญญาณเสียงกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 0 เปอร์เซนต์	35
4.2.22	สัญญาณเสียงกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 25 เปอร์เซนต์	36
4.2.23	สัญญาณเสียงกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 50 เปอร์เซนต์	36
4.2.24	สัญญาณเสียงกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 75 เปอร์เซนต์	37
4.2.25	สัญญาณเสียงกรณืเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับ โหลด 100 เปอร์เซนต์	37
4.3	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสัญญาณเสียง	38
4.3.1	สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 1 วัน	38
4.3.2	สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 2 วัน	41
4.3.3	สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 3 วัน	44
4.3.4	สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 4 วัน	47
4.3.5	สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน	50
4.4	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสัญญาณกระแส	53
4.4.1	สัญญาณกระแสที่ความถี่ 0 เปอร์เซนต์	53
4.4.2	สัญญาณกระแสที่ความถี่ 25 เปอร์เซนต์	56
4.4.3	สัญญาณกระแสที่ความถี่ 50 เปอร์เซนต์	59
4.4.4	สัญญาณกระแสที่ความถี่ 75 เปอร์เซนต์	62
4.4.5	สัญญาณกระแสที่ความถี่ 100 เปอร์เซนต์	65
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	68
5.1	สรุปผลการทดลอง	68
5.2	ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข	68

สารบัญ(ต่อ)

เอกสารอ้างอิง69

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....70



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 มอเตอร์อินดักชัน.....	3
2.2 โครงสร้างภายในของมอเตอร์อินดักชัน [1].....	3
2.3 ขนาดของเบร้งที่ใช้ศึกษา	5
3.1 รูปวงจรที่ใช้ในการทดลอง.....	7
3.2 รูปไมโคร โฟนที่ต่อเพื่อเก็บค่าสัญญาณเสียง.....	7
3.3 อินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส 220 V 0.4 kW 4 pole 1410r/min.....	8
3.4 CT และตัวต้านทาน 0.1 โอห์ม 3 ชุด.....	8
3.5 มัลติมิเตอร์.....	8
3.6 เครื่องบันทึกสัญญาณกระแส.....	8
3.7 เครื่องวัดความเร็วรอบ.....	9
3.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า.....	9
3.9 กล่องเก็บเสียง.....	9
3.10 ไมโคร โฟน.....	9
3.11 ชุดถอดเบร้ง.....	9
3.12 ชุดปรับ โหลด.....	9
3.13 เบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน.....	10
3.14 เบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน.....	10
3.15 เบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน.....	10
3.16 เบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน.....	11
3.17 เบร้งแช่น้ำเกลือ 5 วัน.....	11
3.18 การเก็บค่าสัญญาณกระแสเตเตอร์.....	11
3.19 การเก็บค่าสัญญาณเสียง.....	12
4.1 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	13
4.2 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	13
4.3 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	14
4.4 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	14
4.5 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	15
4.6 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	15
4.7 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชันมอเตอร์ที่เกิดสนิม.....	16

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.36	สัญญาณกระแสเตอร์..... 30
4.37	สัญญาณกระแสเตอร์..... 31
4.38	สัญญาณกระแสเตอร์..... 31
4.39	สัญญาณกระแสเตอร์..... 32
4.40	สัญญาณกระแสเตอร์..... 32
4.41	สัญญาณกระแสเตอร์..... 33
4.42	สัญญาณกระแสเตอร์..... 33
4.43	สัญญาณกระแสเตอร์..... 34
4.44	สัญญาณกระแสเตอร์..... 34
4.45	สัญญาณกระแสเตอร์..... 35
4.46	สัญญาณกระแสเตอร์..... 35
4.47	สัญญาณกระแสเตอร์..... 36
4.48	สัญญาณกระแสเตอร์..... 36
4.49	สัญญาณกระแสเตอร์..... 37
4.50	สัญญาณกระแสเตอร์..... 37
4.51	สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 1 วัน 39
4.52	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบร้งค์น้ำเกลือ 1 วัน 40
4.53	สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 2 วัน 42
4.54	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบร้งค์น้ำเกลือ 2 วัน 43
4.55	สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 3 วัน 45
4.56	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบร้งค์น้ำเกลือ 3 วัน 46
4.57	สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 4 วัน 48
4.58	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบร้งค์น้ำเกลือ 4 วัน 49
4.59	สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 5 วัน 51
4.60	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบร้งค์น้ำเกลือ 5 วัน 52
4.61	สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน..... 54
4.62	กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสเบร้งค์น้ำเกลือ 0 %..... 55
4.63	สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน..... 57

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.64 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสแรงดันน้ำเกลือ 25%	58
4.65 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน.....	60
4.66 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสแรงดันน้ำเกลือ 50 %.....	61
4.67 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน.....	63
4.68 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสแรงดันน้ำเกลือ 75 %.....	64
4.69 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน.....	66
4.70 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสแรงดันน้ำเกลือ 100 %.....	67



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแบริ่ง สามารถตรวจสอบได้หลายวิธี โดยปกติแล้วมักนิยมใช้การตรวจสอบโดยการวัดการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ แต่เนื่องจากเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนมีราคาแพง จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้กับมอเตอร์ขนาดกลางและขนาดเล็ก โครงการนี้จึงนำเสนอวิธีการตรวจสอบความผิดปกติของแบริ่ง ด้วยวิธีการวิเคราะห์สัญญาณกระแสลมของมอเตอร์ และการวิเคราะห์สัญญาณเสียง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาคุณลักษณะสัญญาณกระแสและสัญญาณเสียงของมอเตอร์เมื่อแบริ่ง เกิดความเสียหายจากการเกิดสนิม

1.3 ขอบเขตโครงการ

วิเคราะห์การตรวจสอบความผิดปกติของแบริ่งที่เกิดจากสนิม โดยวิธีการวิเคราะห์การสัญญาณกระแส และวิธีการวิเคราะห์สัญญาณเสียง

ศึกษาและเปรียบเทียบการตรวจสอบความผิดปกติของโหลด 0 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ 100 เปอร์เซ็นต์

1.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2553							ปี 2554		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) หาหัวข้อโครงการที่สนใจ	■									
2) ศึกษาการวิเคราะห์ คุณลักษณะของสัญญาณ ฮาร์โมนิกส์ใน โดเมน ความถี่		■	■	■						
3) ออกแบบการทดลอง					■	■				
4) เก็บค่าสัญญาณกระแสและ สัญญาณเสียงของมอเตอร์ ที่เบรค เกิดความเสียหาย ในรูปแบบต่างๆ							■	■		
5) วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง									■	
6) จัดทำรายงาน										■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเบรคของมอเตอร์ได้
- 2) สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับมอเตอร์ในอนาคตได้
- 3) สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้

1.6 งบประมาณ

ค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	1,000 บาท
ค่าจัดทำรายงาน	1,000 บาท
รวม	2,000 บาท

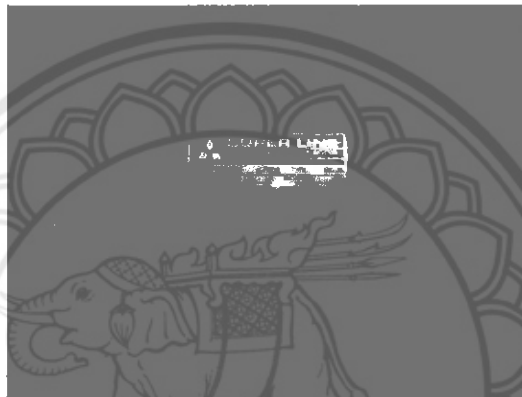
หมายเหตุ ขออนุมัติด้วยเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 มอเตอร์อินดักชัน (Induction Motors)

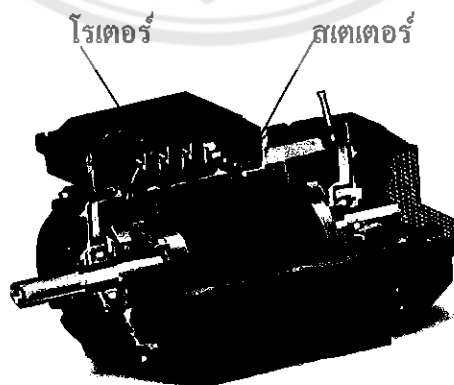
มอเตอร์อินดักชัน มักถูกนิยมใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนระบบต่าง ๆ เพราะมีข้อดี หลากหลายประการ เช่น ทนทาน บำรุงรักษาง่าย ราคาถูก เมื่อเทียบกับมอเตอร์สองเฟสแล้วมีประสิทธิภาพดีกว่า



รูปที่ 2.1 มอเตอร์อินดักชัน

2.2 โครงสร้างของมอเตอร์อินดักชัน 3 เฟส (Induction Motor Construction)

มอเตอร์อินดักชันมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ส่วนอยู่กับที่ (Stator) และส่วนที่หมุน (Rotor) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของมอเตอร์อินดักชัน [1]

2.3 หลักการทำงาน (Principle of Operation)

ถ้าจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน เมื่อฟลักแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กหมุนเคลื่อนตัวตัดผ่านตัวนำที่ฝังอยู่ในโรเตอร์จะเกิดการเหนี่ยวนำและเนื่องจากโรเตอร์ถูกลัดวงจรจึงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงบิด มีผลทำให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad (2-1)$$

N_s = ความเร็วซิงโครนัส

f = ความถี่หลักมูลของไฟฟ้ากระแสสลับ

P = จำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์

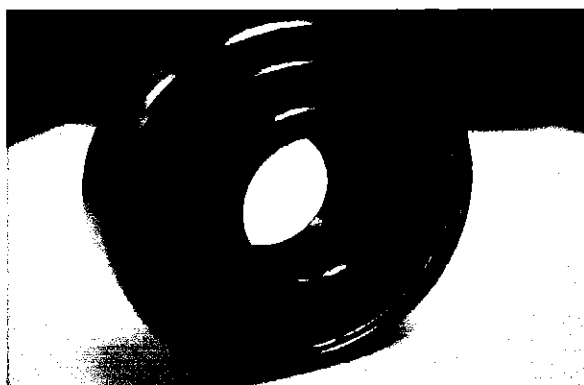
การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์อินดักชันทำได้ง่ายเพียงแค่สลับสายไฟคู่ใดคู่หนึ่งที่ย้ายให้ขดลวดที่สเตเตอร์ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กหมุนและ โรเตอร์หมุนกลับทิศทางได้ จึงเป็นข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้

2.4 ความผิดปกติของเครื่องจักรกลไฟฟ้า

ความผิดปกติภายในมอเตอร์

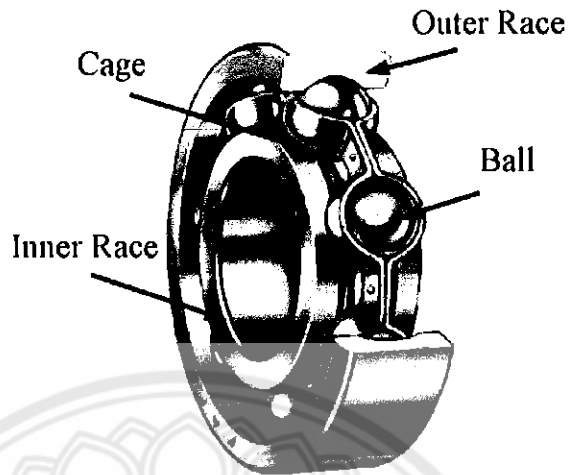
- ความผิดปกติภายในตัวมอเตอร์ได้แก่ การลัดวงจรระหว่างขดลวด (Short-turn Winding), การลัดวงจรของขดลวดลงดิน (Earth Fault Winding)

2.5 แบริ่ง (Bearing)



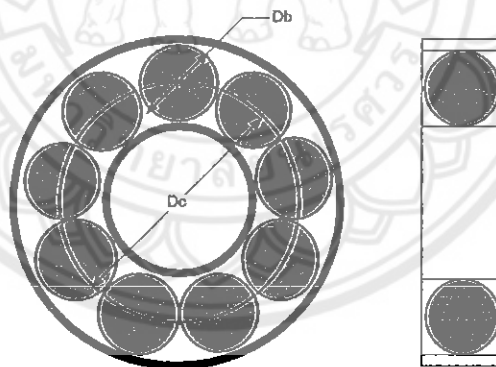
รูปที่ 2.5 แบริ่ง

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของมอเตอร์ที่ต้องการ การหล่อลื่น แบริ่งเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่างๆที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่ง แบริ่ง มีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับการออกแบบ และใช้งาน



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของแบริ่ง [3]

แบริ่งถูกป็น ในรูป 2.6 เมื่อแบริ่งเริ่มหมุนจะเกิดการเสียดสีระหว่างลูกปืน และร่องลื่นด้านใน และด้านนอก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น และในกรณีที่แบริ่งเกิดสนิมแบริ่งก็จะเกิดแรงเสียดทานขึ้นด้วย โดยแรงเสียดทานนี้สามารถลดลงได้โดยการใช้จารบีเป็นตัวหล่อลื่น



รูปที่ 2.3 ขนาดของแบริ่งที่ใช้ศึกษา

โดยขนาดของแบริ่งที่ใช้ในการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

แบริ่งด้านหน้าของมอเตอร์ (เบอร์ 6202)

D_b (cm.)	D_c (cm.)	N_b (Number)
0.60	2.53	8

แบร้งด้านหลังของมอเตอร์ (เบอร์ 6201)

D_b (cm.)	D_c (cm.)	N_b (Number)
0.56	2.23	7

2.6 ความผิดปกติในมอเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแบร้ง

ความเสียหายของอินคักซ์มอเตอร์ประกอบด้วยหลายสาเหตุแต่ที่เกิดความเสียหายจากแบร้งอาจมีสาเหตุมาได้ดังนี้

- 1) ทางกล (Mechanic) เนื่องจากแบร้งอาจรับ โหลดที่หนักกว่าขนาดที่คักของแบร้ง ส่งผลทำให้แบร้งเกิดความเสียหายได้
- 2) ความชื้น (Moisture) เนื่องจากแบร้ง ได้รับความชื้นขณะทำงาน ส่งผลทำให้แบร้งเกิดสนิมขึ้น ทำให้การทำงานของแบร้งมีประสิทธิภาพลดลง (ความเสียดทาน) ส่งผลให้ความเสียหายแก่ตัวแบร้งตามมา
- 2) อุณหภูมิสูง (Over-temperature) เนื่องจากแบร้งขณะทำงาน มีการเสียดสีทำให้เกิดความร้อน และเมื่อความร้อนสะสมเป็นเวลานาน ๆ ส่งผลให้ความเสียหายแก่ตัวแบร้งตามมา

2.7 การวินิจฉัยความผิดปกติของมอเตอร์

โดยปกติแล้วในการวินิจฉัยความผิดปกติของมอเตอร์มีด้วยกันหลายวิธี โดยขึ้นอยู่กับผู้ที่ต้องการวินิจฉัยซึ่งสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมกับกรณีของมอเตอร์ ซึ่งมีวิธีดังนี้

- 1) การเฝ้าสังเกตการณ์สั่นสะเทือน (Vibration Monitoring) [4]
- 2) การวิเคราะห์สัญญาณกระแสเตเตอร์ (Motor Current Signature Analysis) [5]
- 3) การเฝ้าสังเกตสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Field Monitoring) [6]
- 4) การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis) [7]
- 5) การวัดอุณหภูมิ (Temperature Measurement) [8]
- 6) การวัดอินฟราเรด (Infrared Measurement) [9]
- 7) การวัดริชาร์ดบางส่วน (Partial Discharge Measurement) [10]

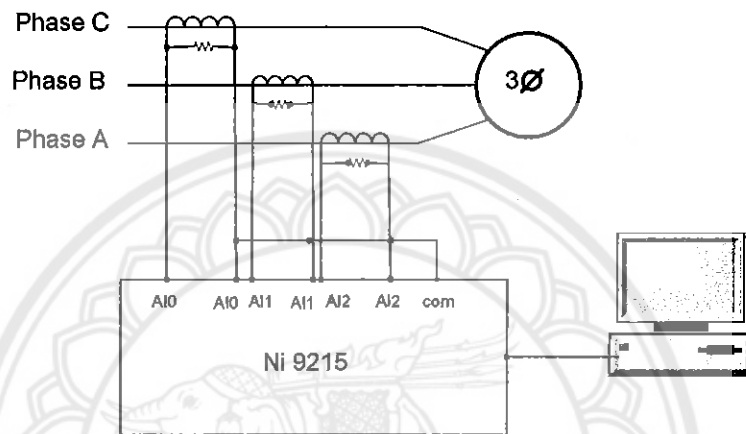
การเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจสอบความเสียหายของมอเตอร์พบว่า แต่ละเทคนิคการตรวจสอบจะมีความสามารถในการตรวจสอบความผิดปกติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับต้องการตรวจสอบความผิดปกติ ที่เกิดขึ้นประเภทใด ซึ่งโครงการนี้พิจารณา เทคนิคการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับแบร้ง เป็นหลัก โดยการวิเคราะห์จากสัญญาณกระแสเตเตอร์ และการศึกษาสัญญาณเสียงเมื่อแบร้ง เกิดการเสียหายอีกด้วย

บทที่ 3

ออกแบบการทดลอง

3.1 การออกแบบการทดลอง

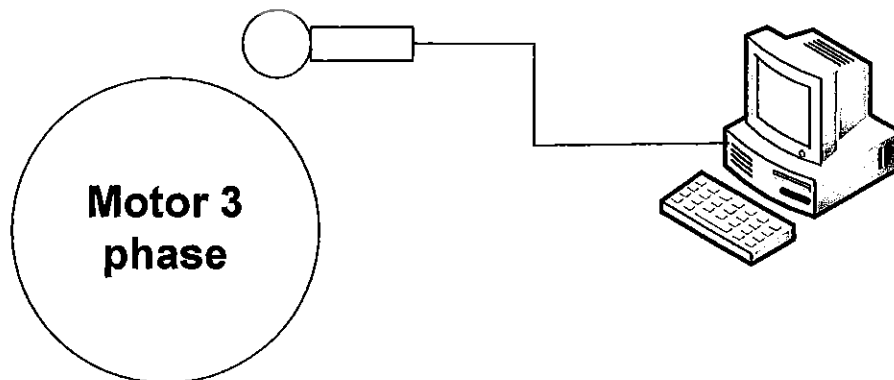
3.1.1 การออกแบบการทดลองการวัดค่ากระแสโดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.1 รูปร่างที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.1 ใช้มอเตอร์อินดักชันมอเตอร์สามเฟสวัดค่าของสัญญาณกระแสที่ต่อผ่านเครื่อง NI 9215 ซึ่งทนค่ากระแสได้น้อยจึงใช้หม้อแปลงกระแส (CT) ตามตัวเพื่อลดค่าสัญญาณกระแสก่อนต่อผ่านเครื่อง NI 9215 และต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกค่าสัญญาณกระแส

ไมโครโฟน



รูปที่ 3.2 รูปไมโครโฟนที่ต่อเพื่อเก็บค่าสัญญาณเสียง

3.1.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

- 1) ใช้ CT เพื่อลดค่ากระแสและ อุปกรณ์บันทึกค่ากระแสต่อเข้าคอมพิวเตอร์
- 2) ต่อวงจรมอเตอร์ตามรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2
- 3) ทำการทดสอบมอเตอร์ที่โหลดต่างๆดังนี้ 0%, 25%, 50%, 75% และ 100%
- 4) บันทึกค่าสัญญาณกระแสและสัญญาณเสียงด้วย โปรแกรมแลปวิว
- 5) นำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล

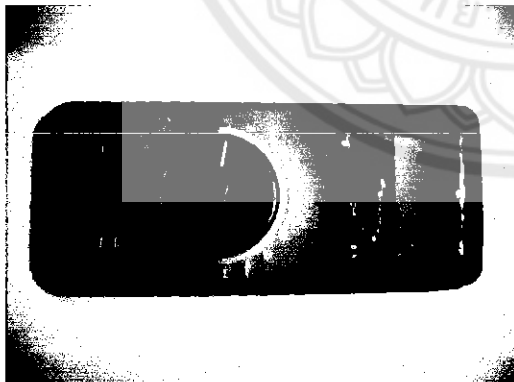
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



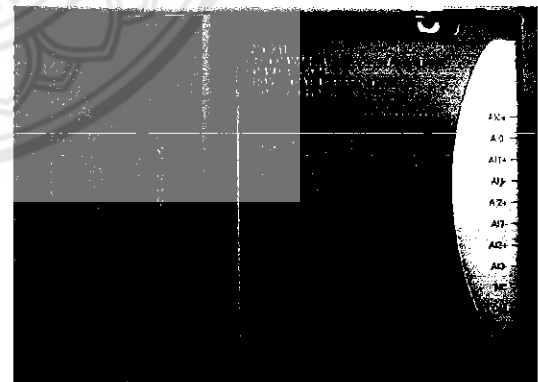
รูปที่ 3.3 อินดักชันมอเตอร์ 3 เฟส 220 V 0.4 kW 4 pole 1410r/min



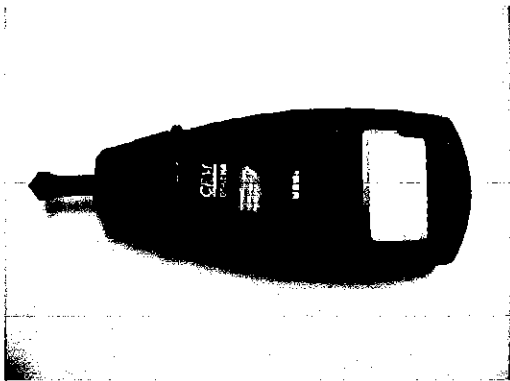
รูปที่ 3.4 CT และตัวต้านทาน 0.1 โอห์ม 3 ชุด



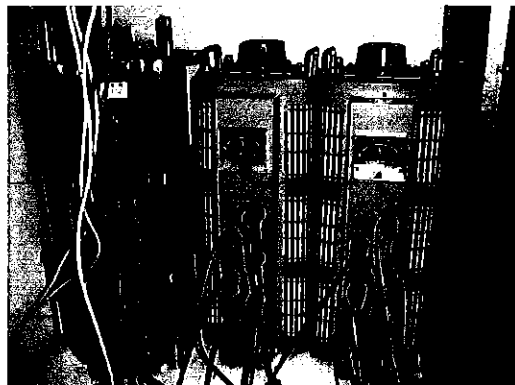
รูปที่ 3.5 มัลติมิเตอร์



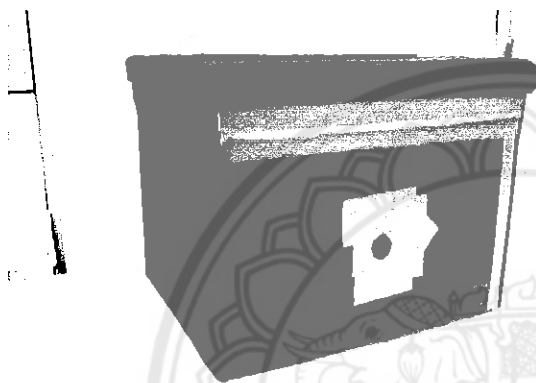
รูปที่ 3.6 เครื่องบันทึกสัญญาณกระแส



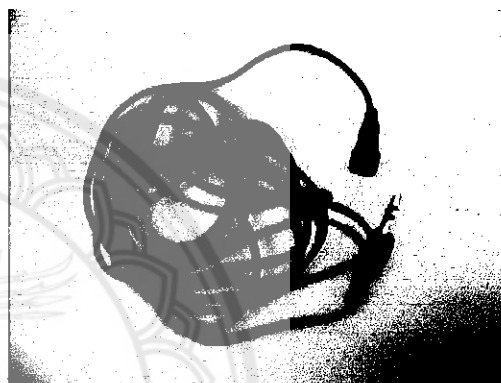
รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วรอบ



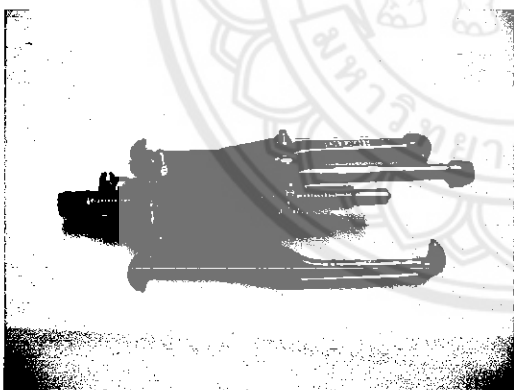
รูปที่ 3.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า



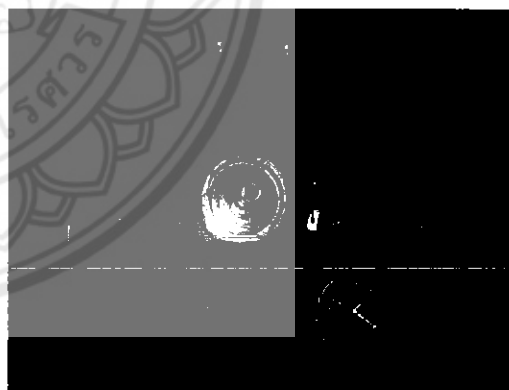
รูปที่ 3.9 กล่องเก็บเสียง



รูปที่ 3.10 ไมโครโฟน

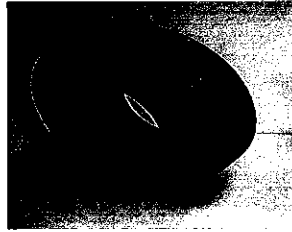


รูปที่ 3.11 ชุดถอดแบเร็ง

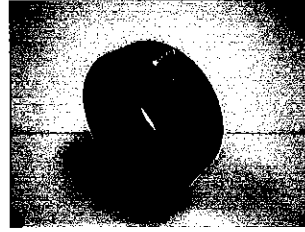


รูปที่ 3.12 ชุดรับโหลด

3.2.1 แบริ่งที่ใช้ในการทดลอง
 แบริ่งแช่น้ำเกลือ 1 วัน



ด้านหน้า



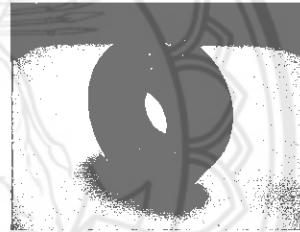
ด้านหลัง

รูปที่ 3.13 แบริ่งแช่น้ำเกลือ 1 วัน

แบริ่งแช่น้ำเกลือ 2 วัน



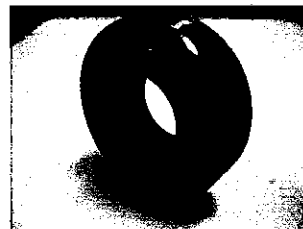
ด้านหน้า



ด้านหลัง

รูปที่ 3.14 แบริ่งแช่น้ำเกลือ 2 วัน

แบริ่งแช่น้ำเกลือ 3 วัน



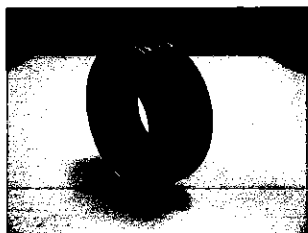
ด้านหน้า



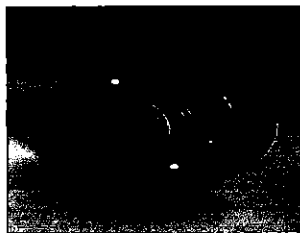
ด้านหลัง

รูปที่ 3.15 แบริ่งแช่น้ำเกลือ 3 วัน

แบร์ริงแชน้ำเกลือ 4 วัน



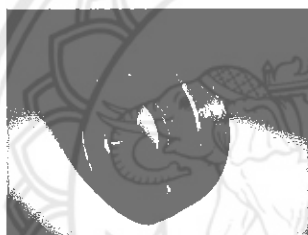
ด้านหน้า



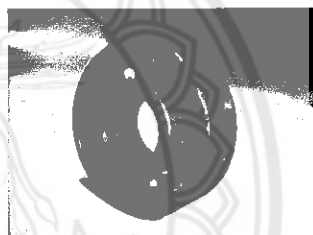
ด้านหลัง

รูปที่ 3.16 แบร์ริงแชน้ำเกลือ 4 วัน

แบร์ริงแชน้ำเกลือ 5 วัน



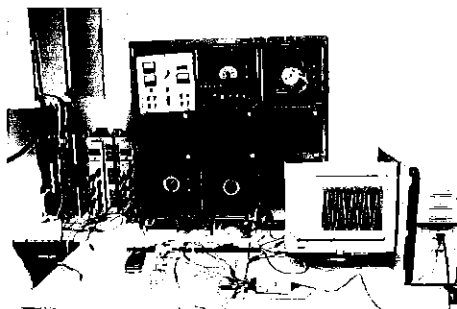
ด้านหน้า



ด้านหลัง

รูปที่ 3.17 แบร์ริงแชน้ำเกลือ 5 วัน

3.3 การเก็บค่าสัญญาณกระแสเตเตอร์



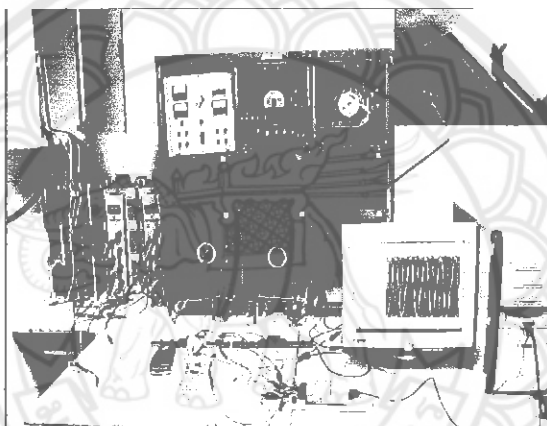
รูปที่ 3.18 การเก็บค่าสัญญาณกระแสเตเตอร์

เป็นการเก็บค่าสัญญาณกระแสในการทดลองที่มีการต่อวงจรจริง โดยเก็บค่าสัญญาณกระแสไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 3.18

3.3.1 วิเคราะห์ลักษณะสัญญาณ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการแปลงข้อมูลจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่ โดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ เมื่อได้ข้อมูลสัญญาณกระแสเป็นโดเมนความถี่แล้วสามารถวิเคราะห์ความผิดปกติของเบร็จของมอเตอร์

3.4 การวิเคราะห์สัญญาณเสียง



รูปที่ 3.19 การเก็บค่าสัญญาณเสียง

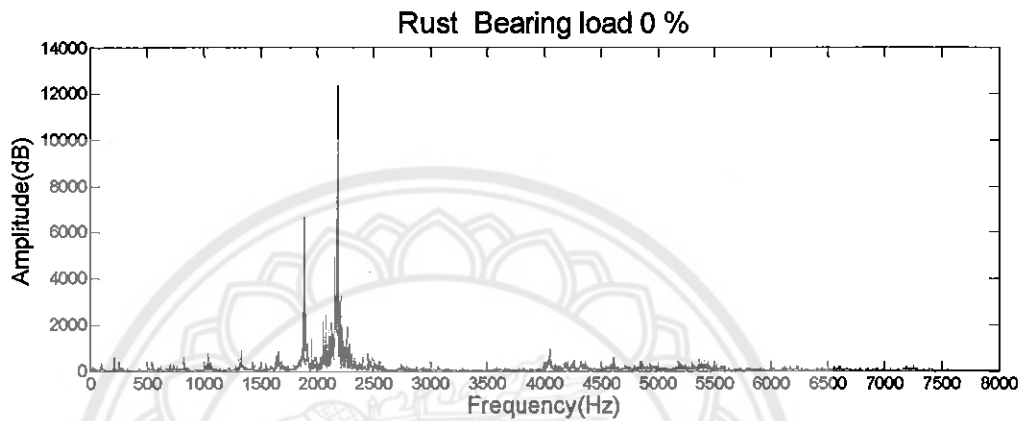
เนื่องจากการทดลองนี้มีการเก็บค่าสัญญาณเสียง มีการใช้ไมโครโฟนต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ภายในกล่องสีแดงในรูปที่ 3.11 ใช้ไมโครโฟนต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เก็บเสียง และแปลงค่าเป็นสัญญาณความถี่โดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ เนื่องจากโครงการนี้ต้องการวิเคราะห์สัญญาณของเสียงในโดเมนความถี่เมื่อเบร็จ เกิดการเสียหายในกรณีเกิดสนิม จึงจำเป็นต้องใช้กล่องเก็บเสียงเพื่อป้องกันสัญญาณเสียงจากภายนอกมารบกวน โดยกล่องเก็บเสียงนี้ใช้แคมป์เป็นวัสดุในการเก็บเสียง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

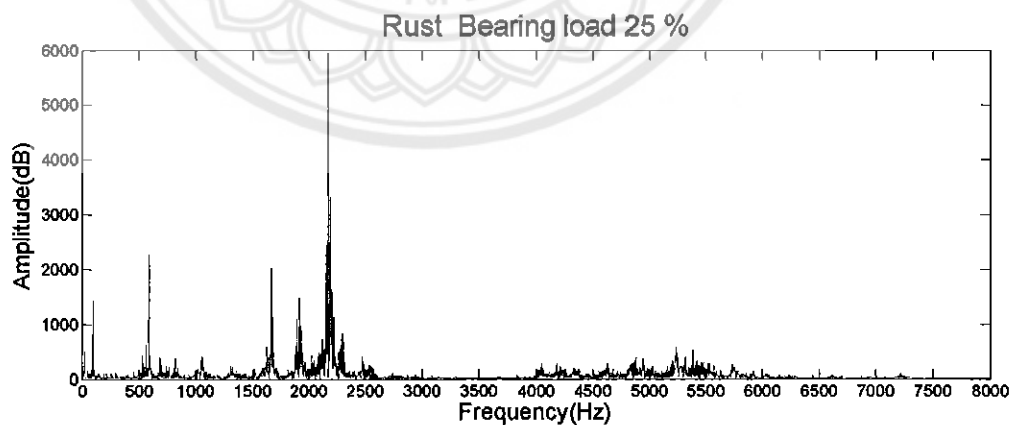
4.1 ผลการทดลองเมื่อแบร็งเกิดสนิม โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยการแปลงสัญญาณเสียง

4.1.1 สัญญาณเสียงกรณีแบร็งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



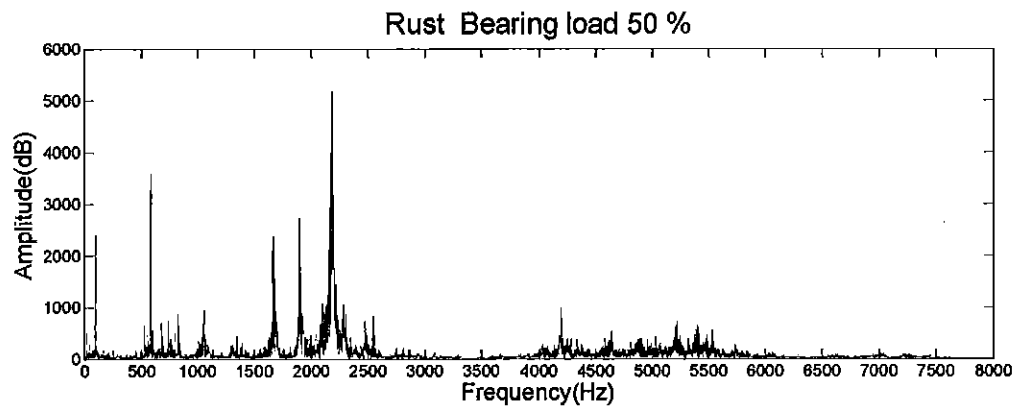
รูปที่ 4.1 สัญญาณเสียงเมื่อแบร็งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.2 สัญญาณเสียงกรณีแบร็งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



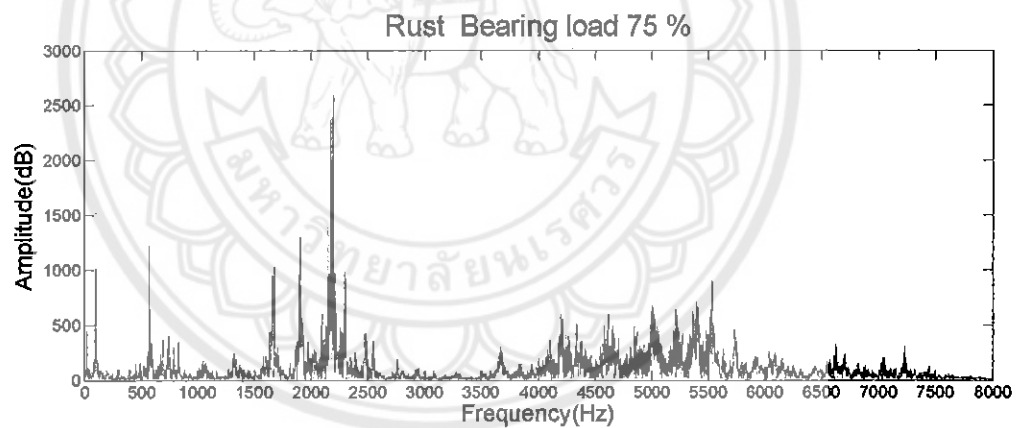
รูปที่ 4.2 สัญญาณเสียงเมื่อแบร็งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.3 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



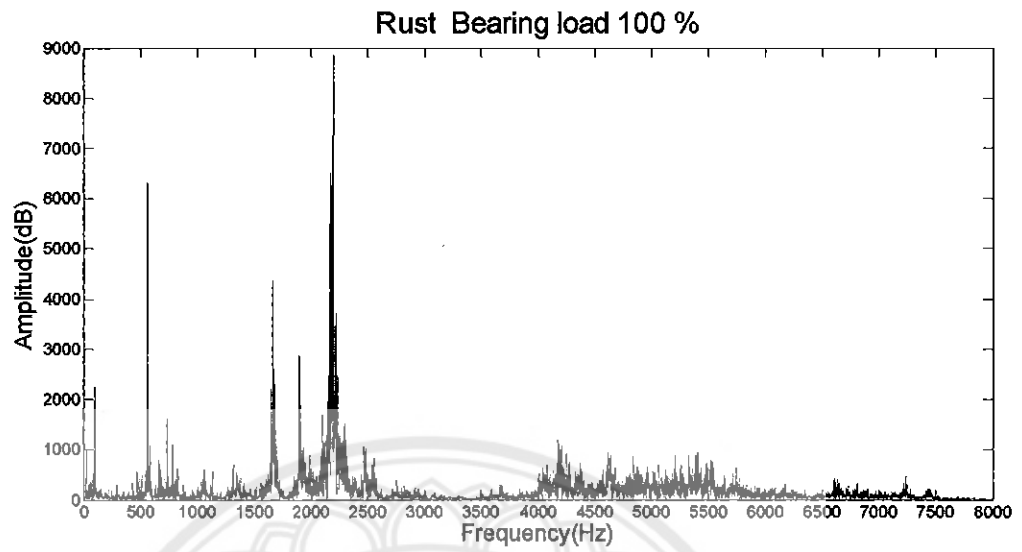
รูปที่ 4.3 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.4 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



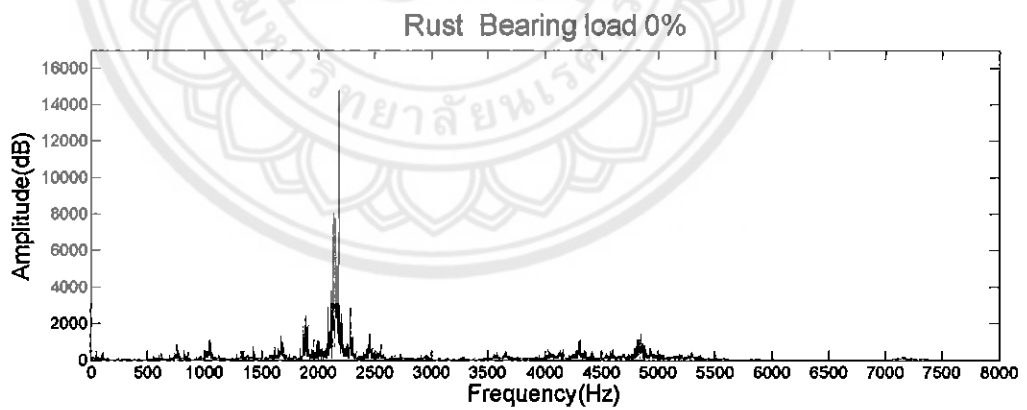
รูปที่ 4.4 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.5 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



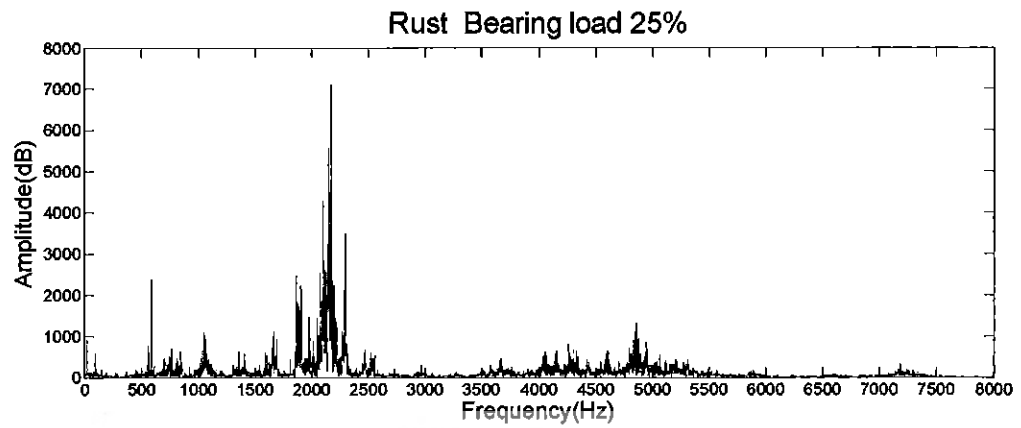
รูปที่ 4.5 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.6 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



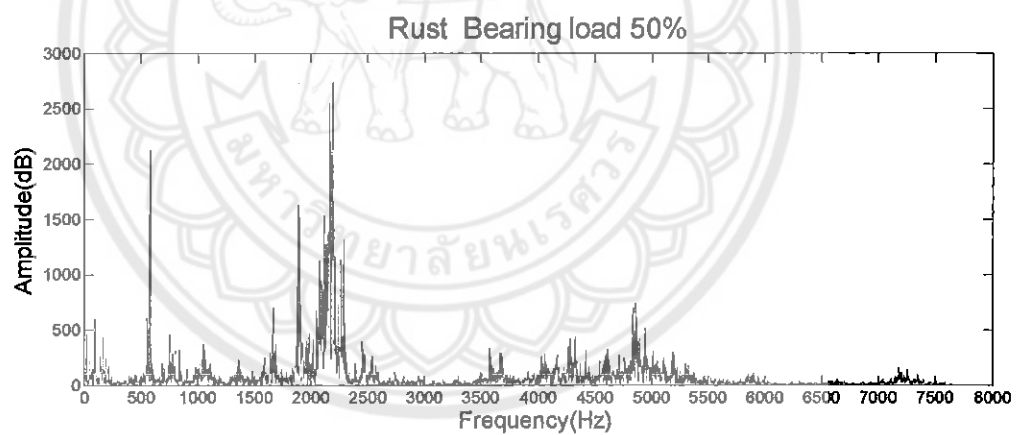
รูปที่ 4.6 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.7 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



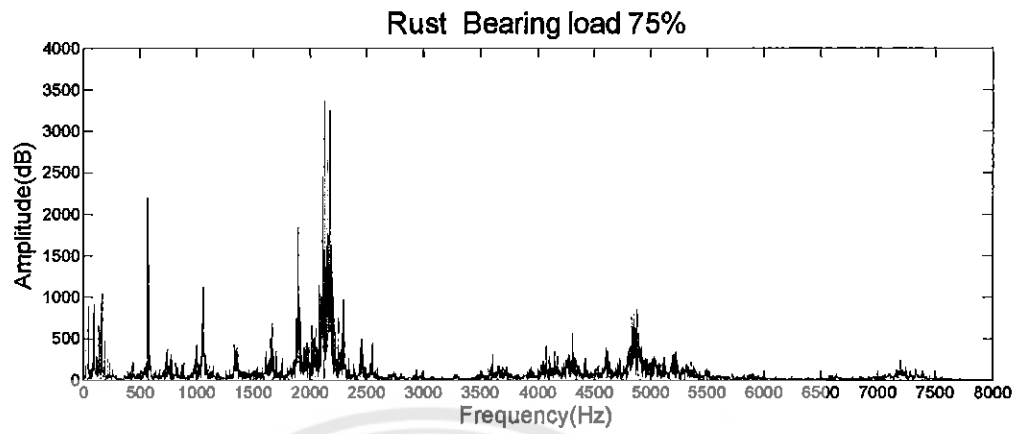
รูปที่ 4.7 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.8 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



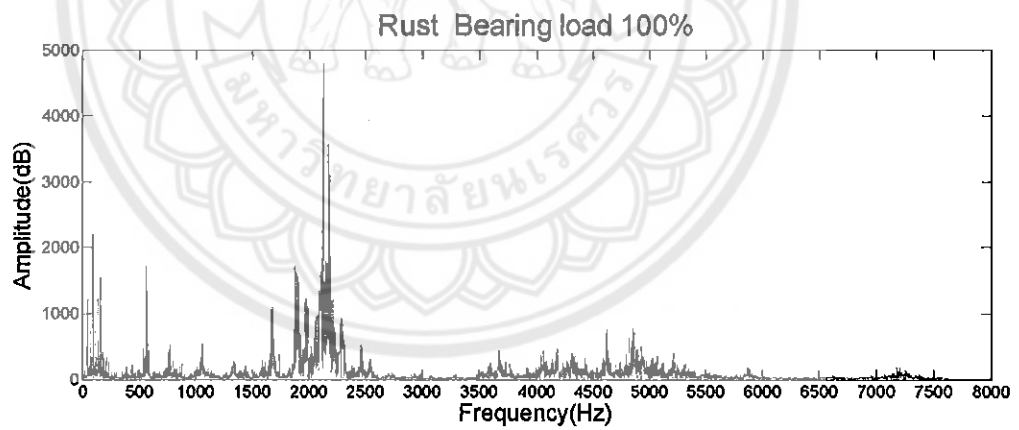
รูปที่ 4.8 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.9 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



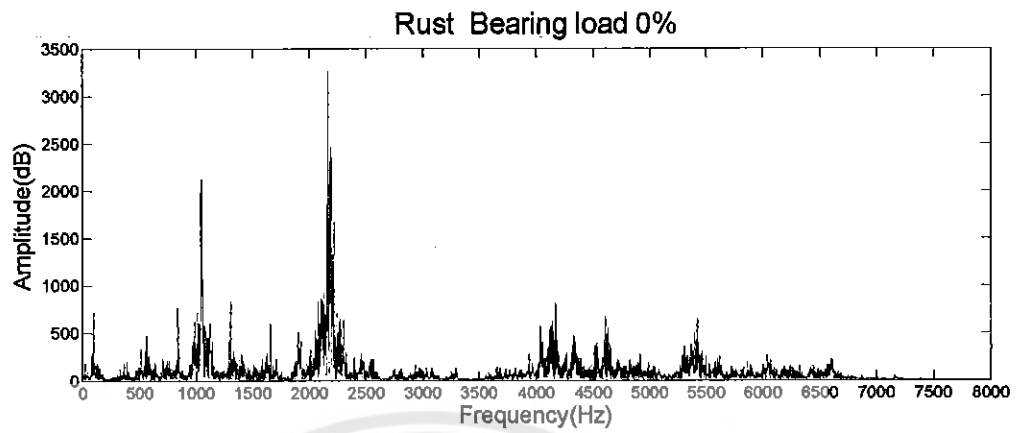
รูปที่ 4.9 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.10 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



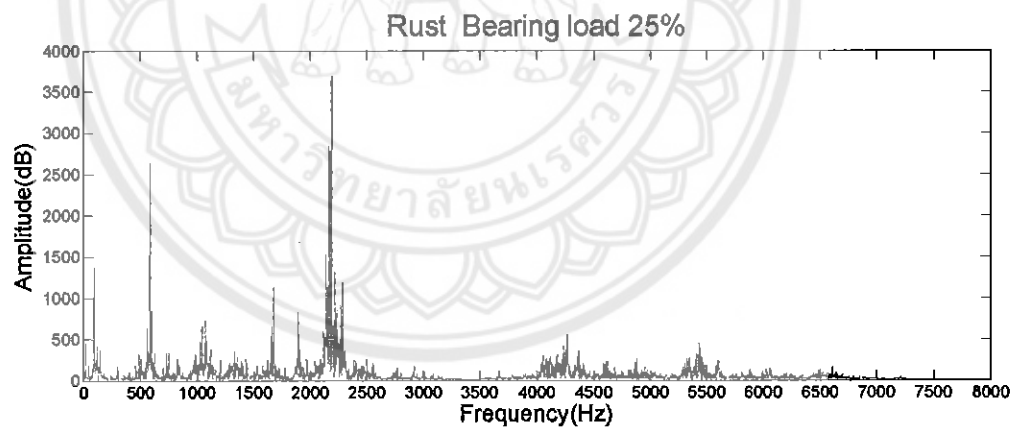
รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.11 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำหนักเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



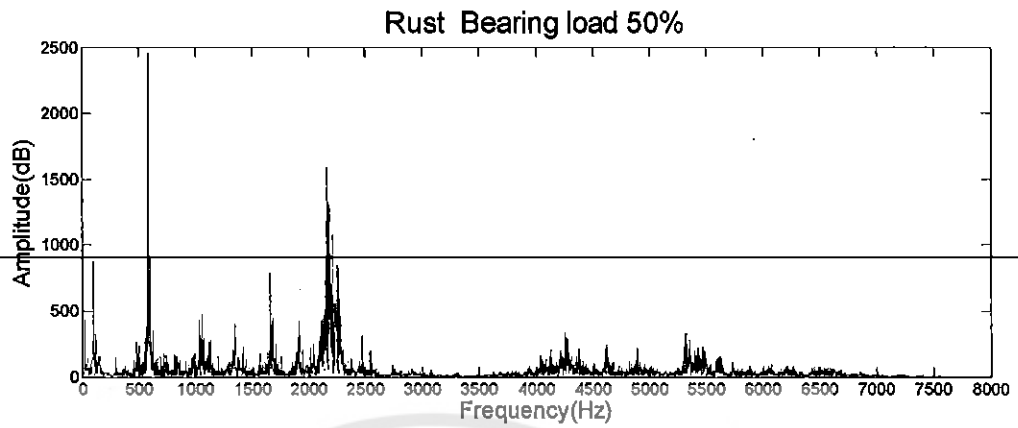
รูปที่ 4.11 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งน้ำหนักเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์

4.1.12 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำหนักเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



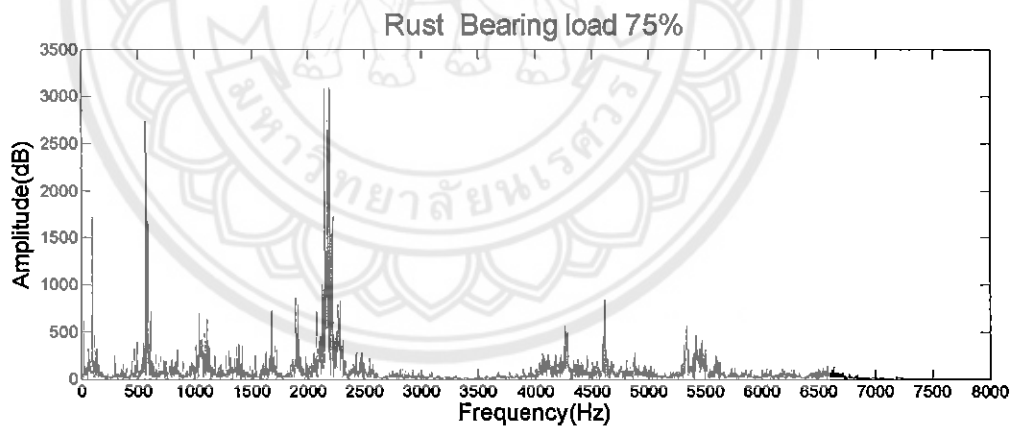
รูปที่ 4.12 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งน้ำหนักเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์

4.1.13 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแห้งน้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



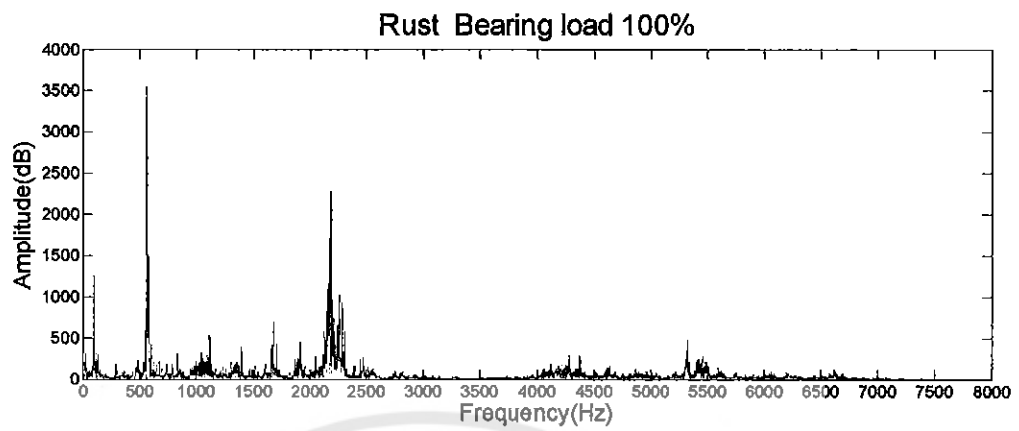
รูปที่ 4.13 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.14 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแห้งน้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



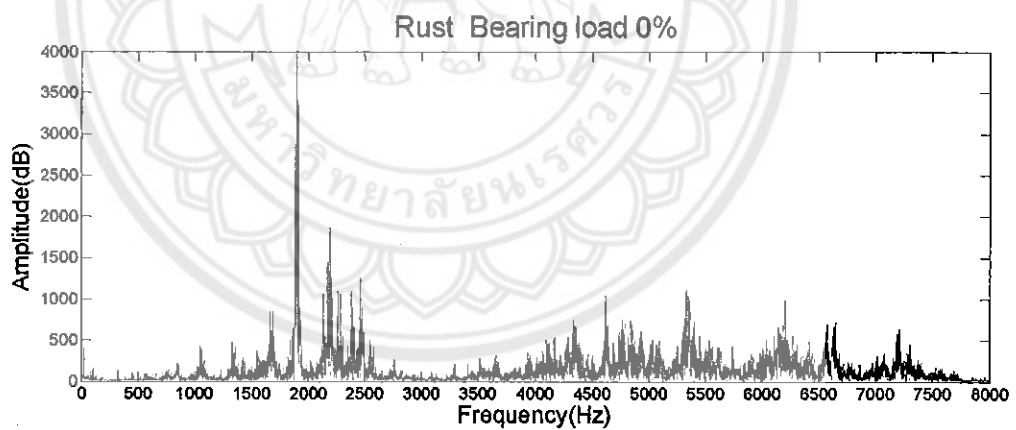
รูปที่ 4.14 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.15 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



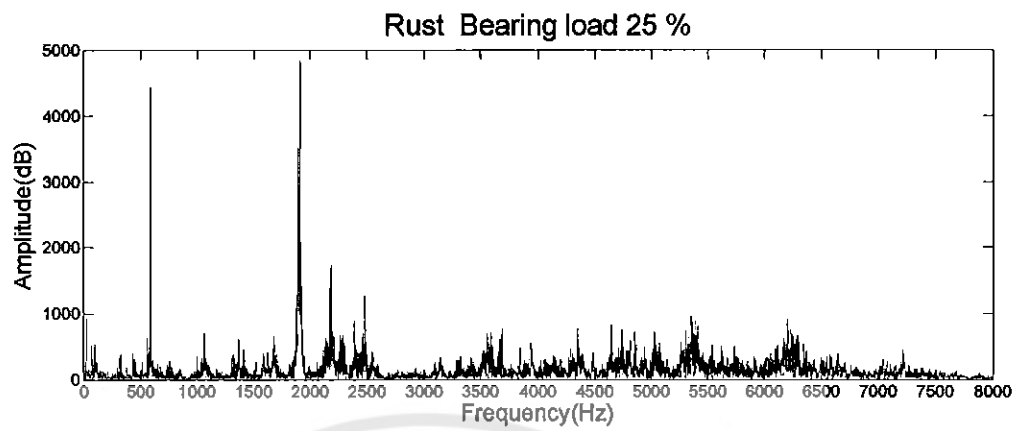
รูปที่ 4.15 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักซ์นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.16 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



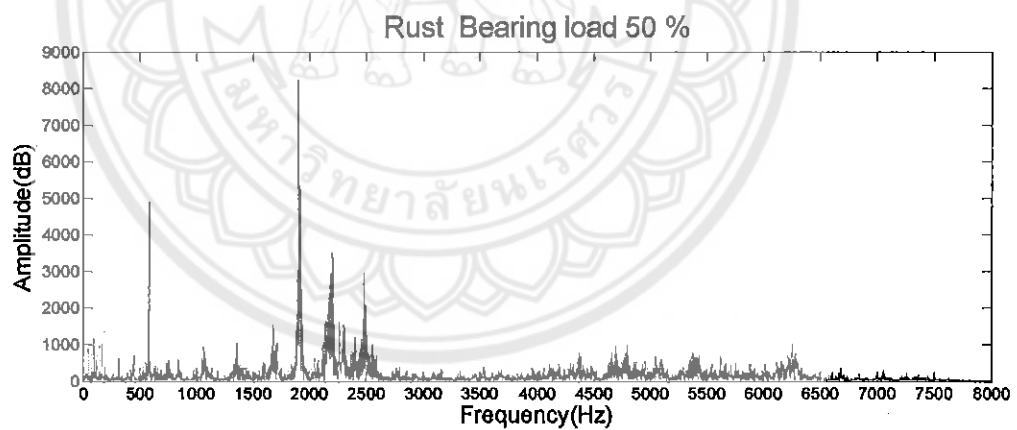
รูปที่ 4.16 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักซ์นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.17 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



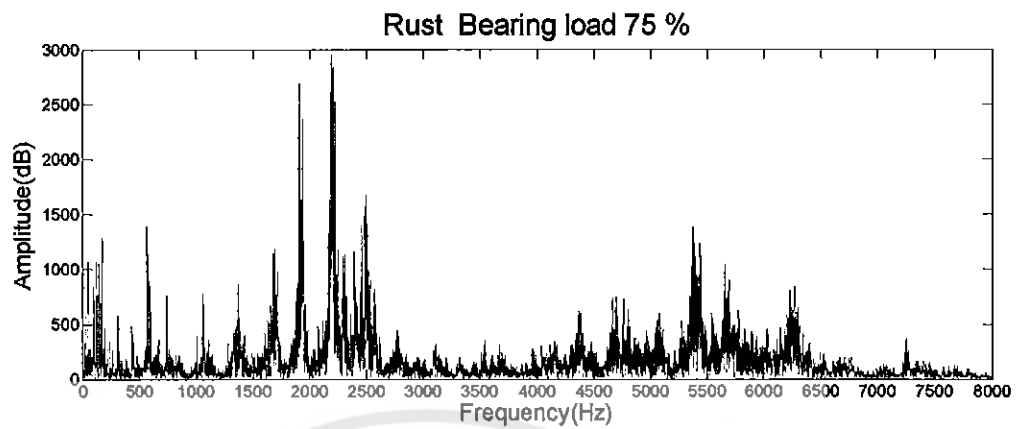
รูปที่ 4.17 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.18 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



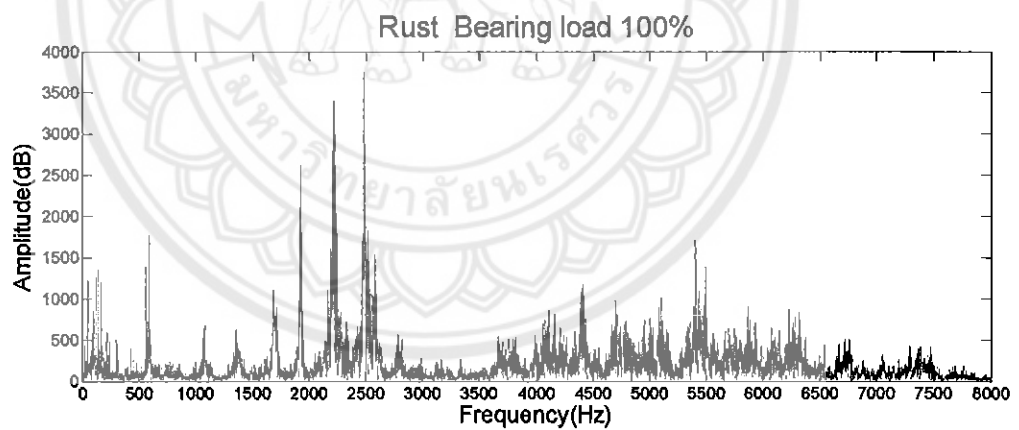
รูปที่ 4.18 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.19 สัญญาณเสียงกรณีแบริ่งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



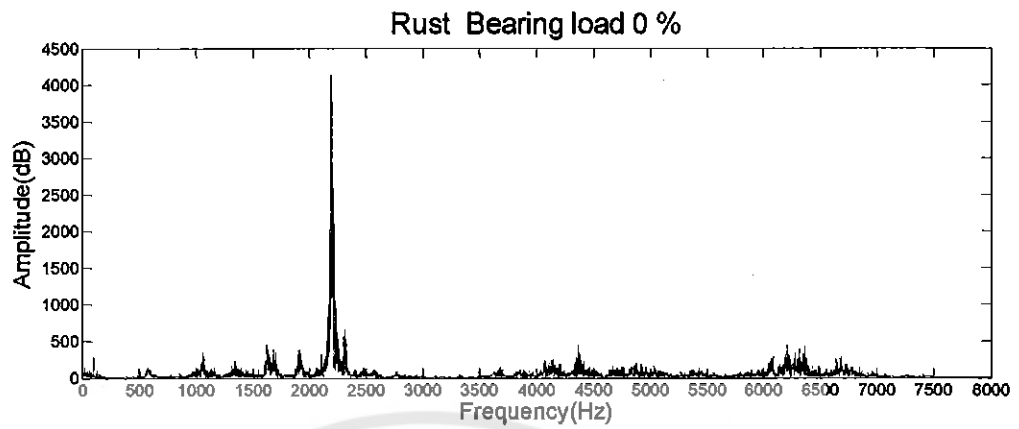
รูปที่ 4.19 สัญญาณเสียงเมื่อแบริ่งในอินคักซ์นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.20 สัญญาณเสียงกรณีแบริ่งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



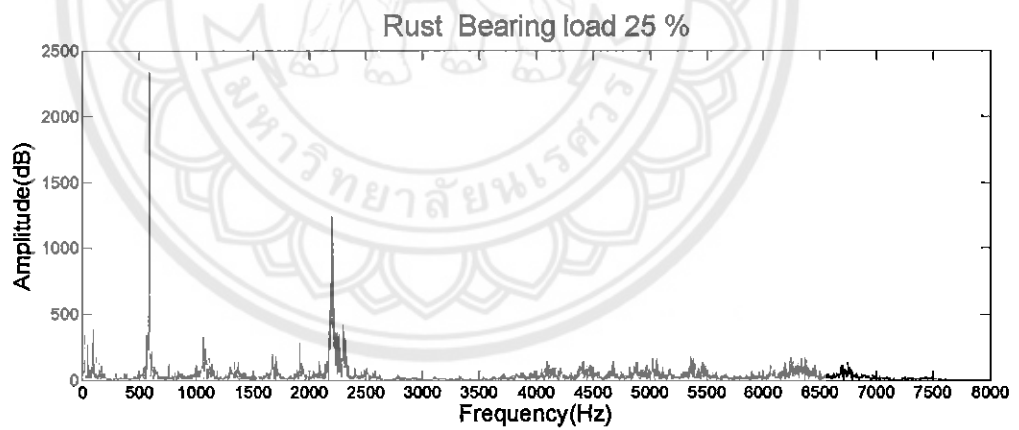
รูปที่ 4.20 สัญญาณเสียงเมื่อแบริ่งในอินคักซ์นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.21 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



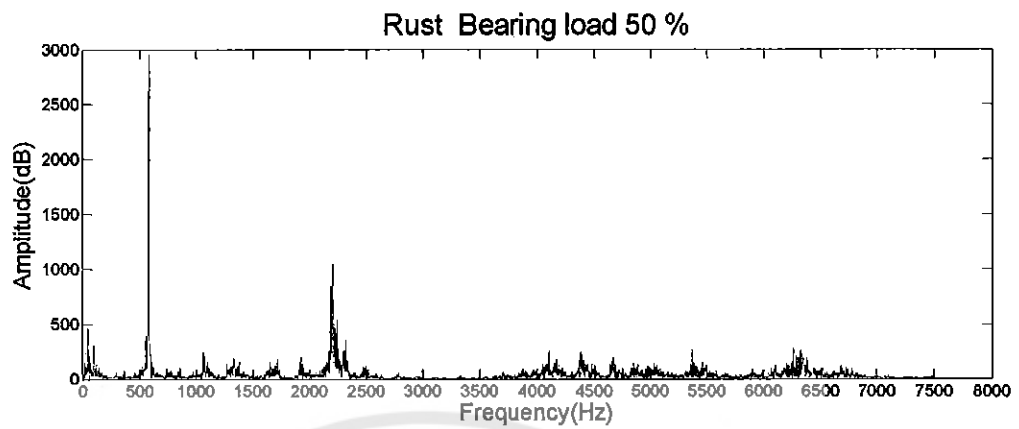
รูปที่ 4.21 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.22 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



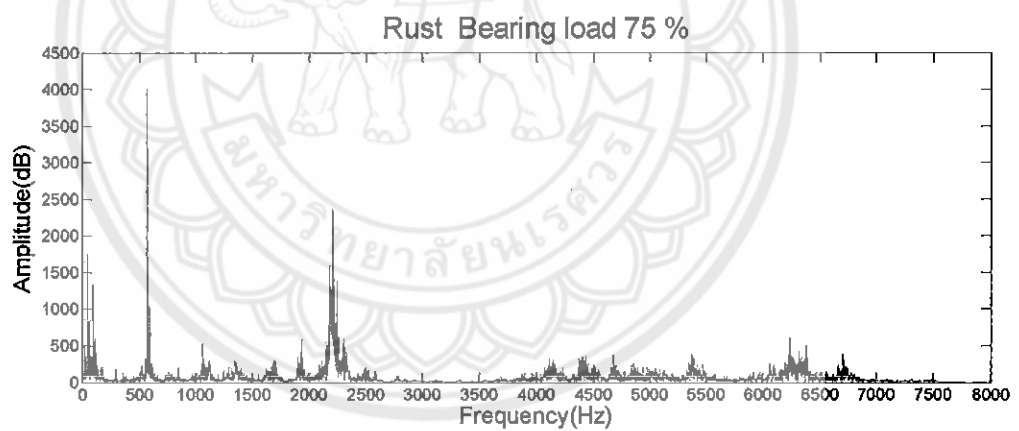
รูปที่ 4.22 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.23 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



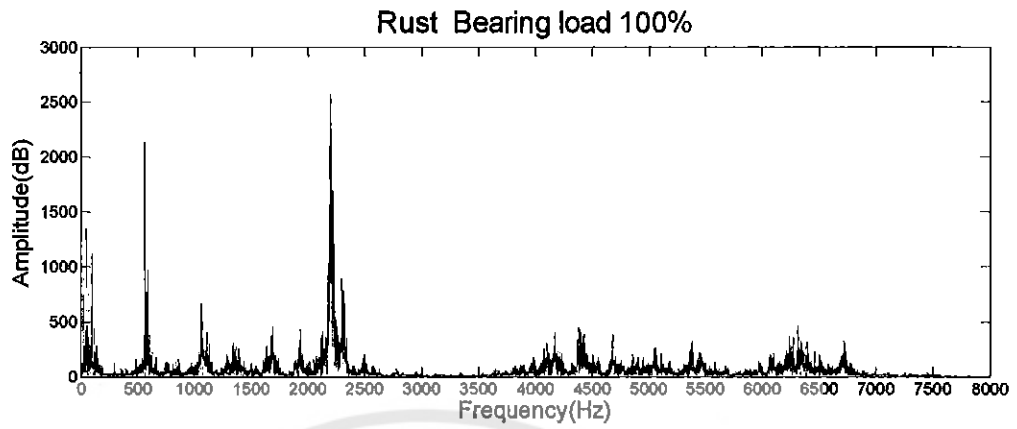
รูปที่ 4.23 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.1.24 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.24 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินดักชั่นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

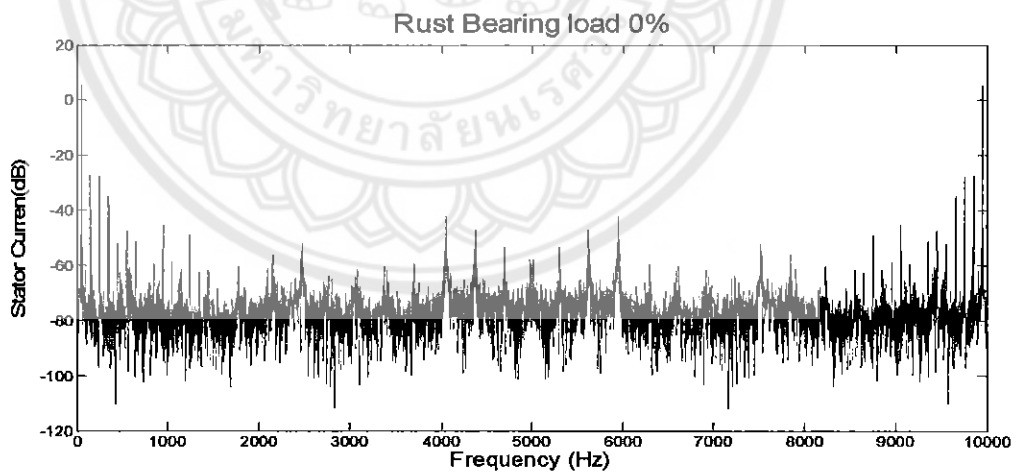
4.1.25 สัญญาณเสียงกรณีเบร้งน้ําเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.25 สัญญาณเสียงเมื่อเบร้งในอินคักชั้นมอเตอร์ที่เกิดสนิม

4.2 ผลการทดลองเมื่อเบร้งเกิดสนิม โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยกระแสเตเตอร์

4.2.1 สัญญาณกระแสกรณีเบร้งน้ําเกลือ 1 วัน ขณะมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.26 แสดงสัญญาณกระแสเตเตอร์

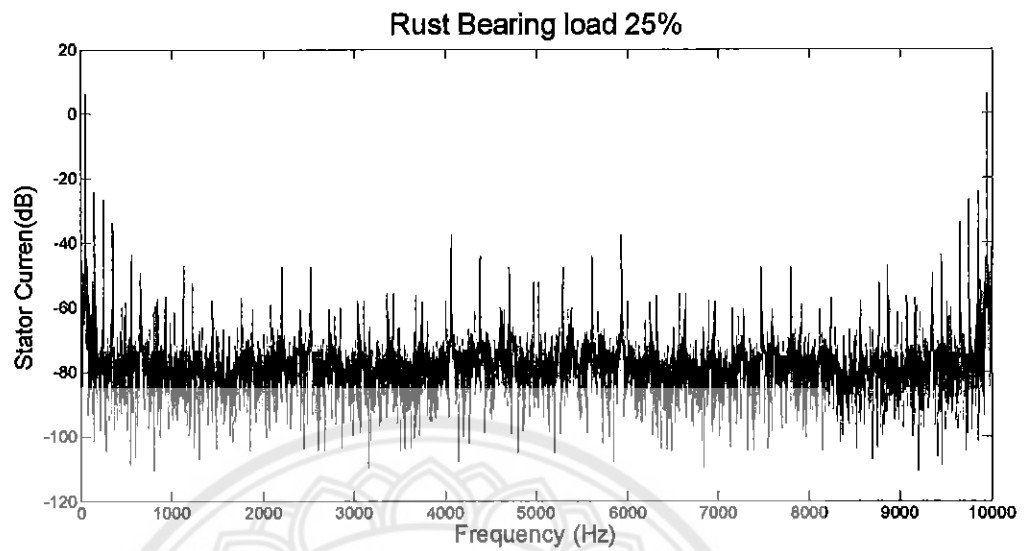
15733558

ร.

๑๖๕๕๑

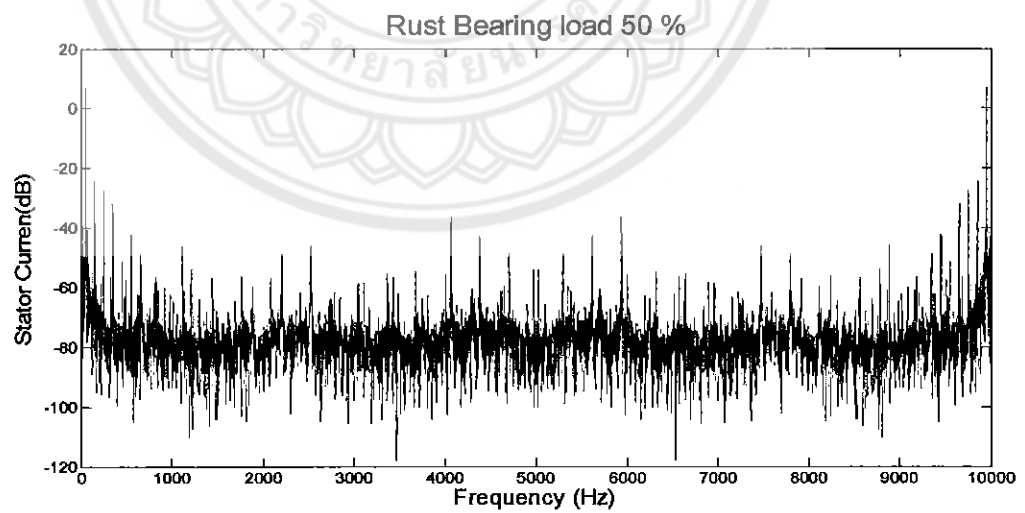
๒๕๖๓

4.2.2 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งแ่งน้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



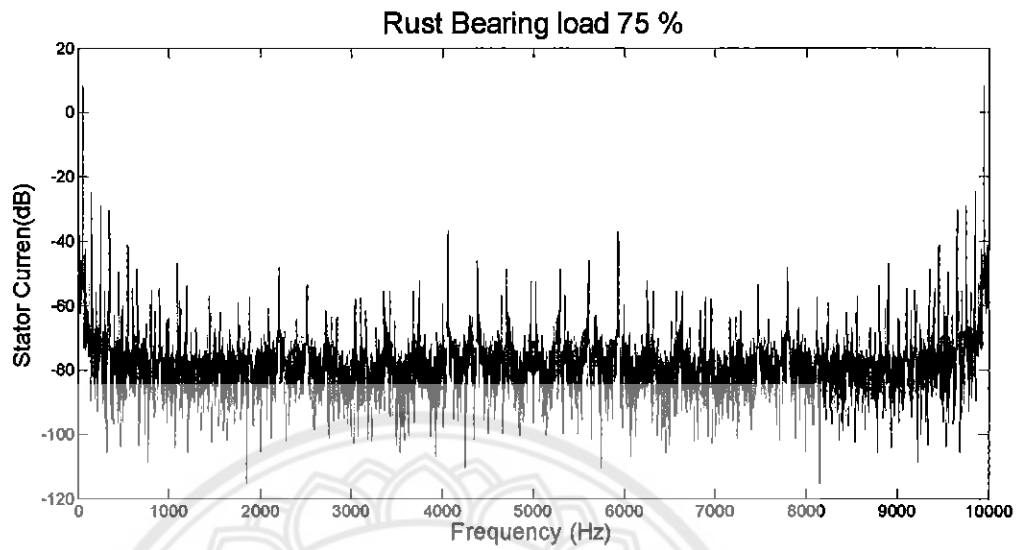
รูปที่ 4.27 สัญญาณกระแสสแตเตอร์

4.2.3 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งแ่งน้ำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



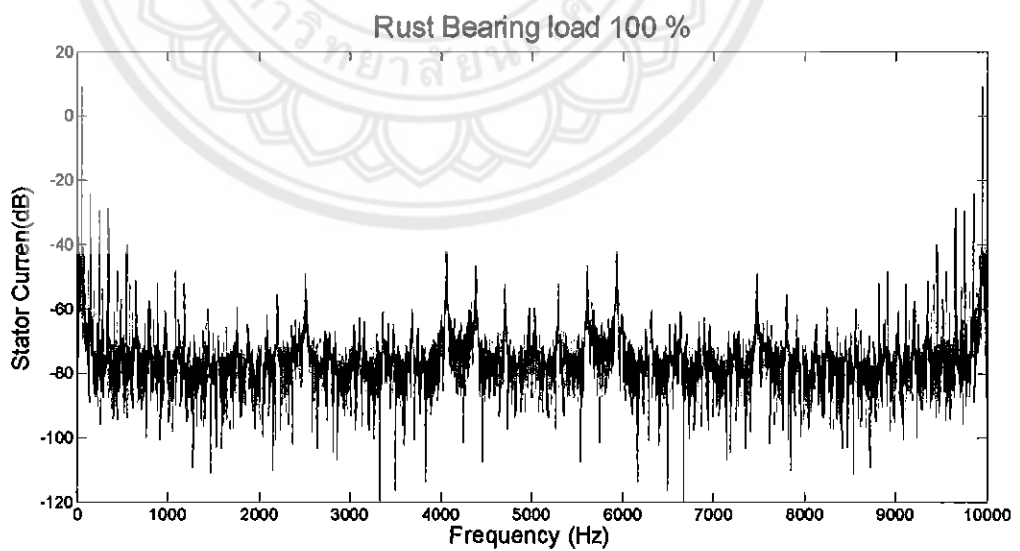
รูปที่ 4.28 สัญญาณกระแสสแตเตอร์

4.2.4 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งแ่งนำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเอดร้บ้บโหลด 75 เored์เซนต์



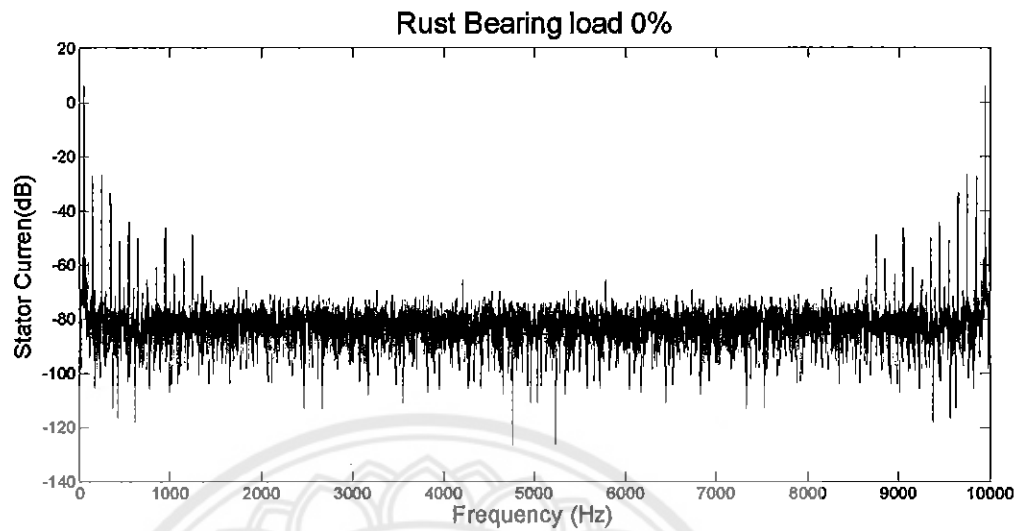
รูปที่ 4.29 สัญญาณกระแสเตดเอดร้

4.2.5 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งแ่งนำเกลือ 1 วัน ขนาดมอเอดร้บ้บโหลด 100 เored์เซนต์



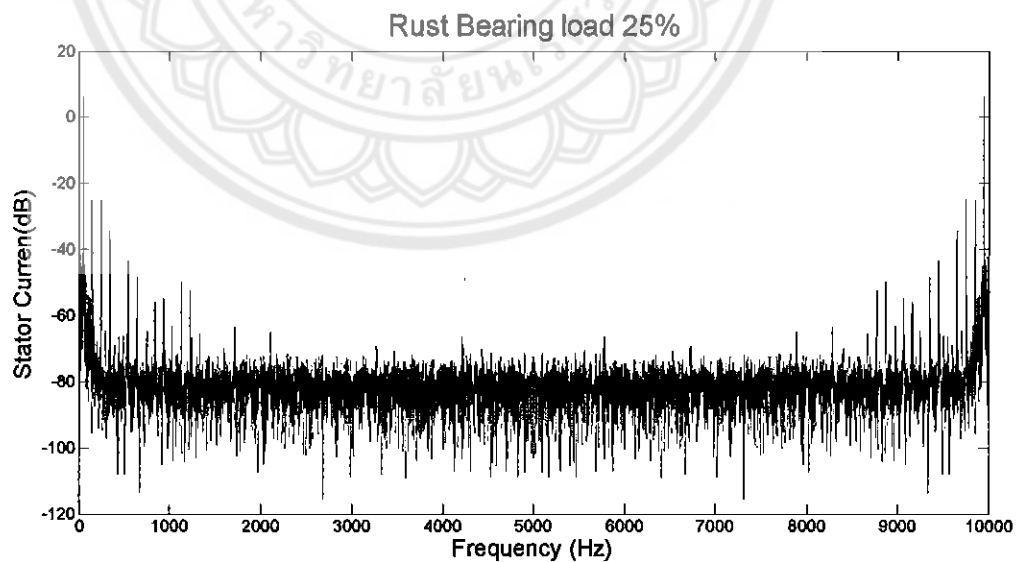
รูปที่ 4.30 สัญญาณกระแสเตดเอดร้

4.2.6 สัญญาณกระแสกรณิเบริงแชน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



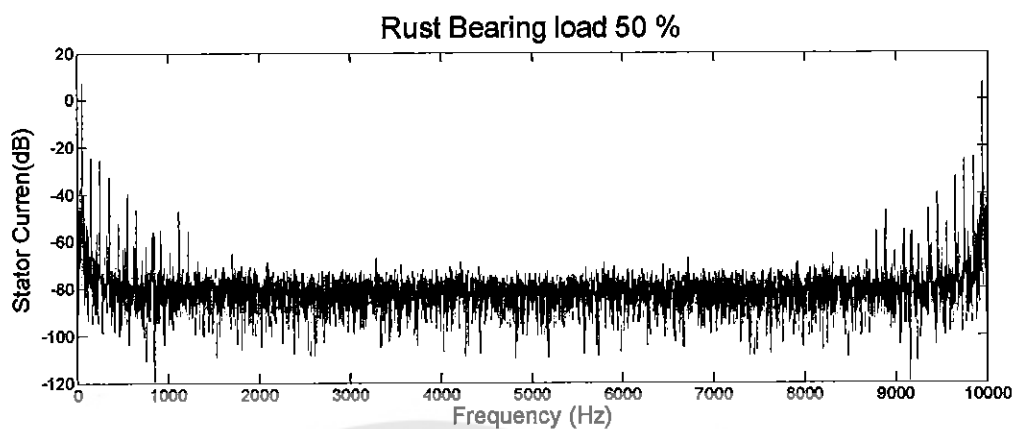
รูปที่ 4.31 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.7 สัญญาณกระแสกรณิเบริงแชน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



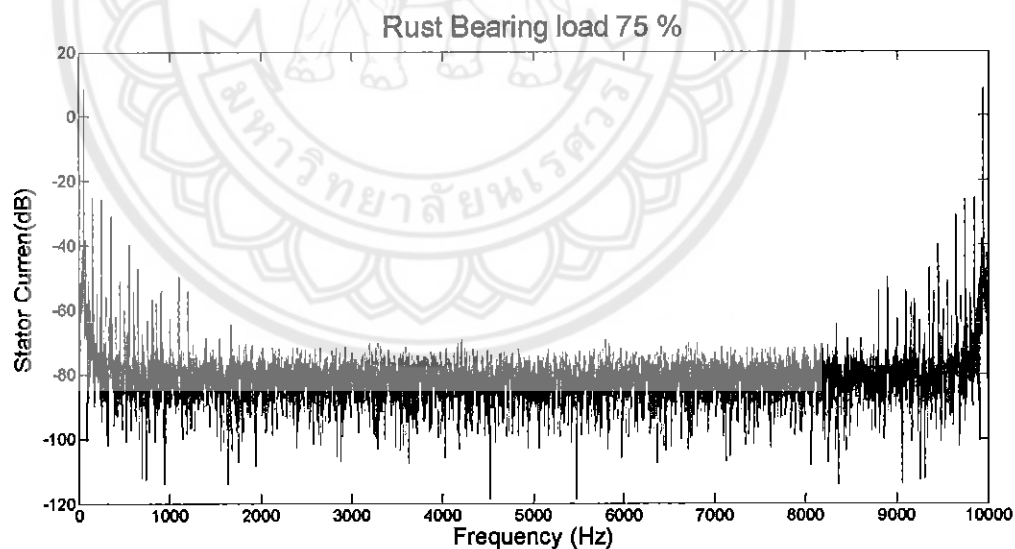
รูปที่ 4.32 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.8 สัญญาณกระแสกรณี่เบริงเข้าน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



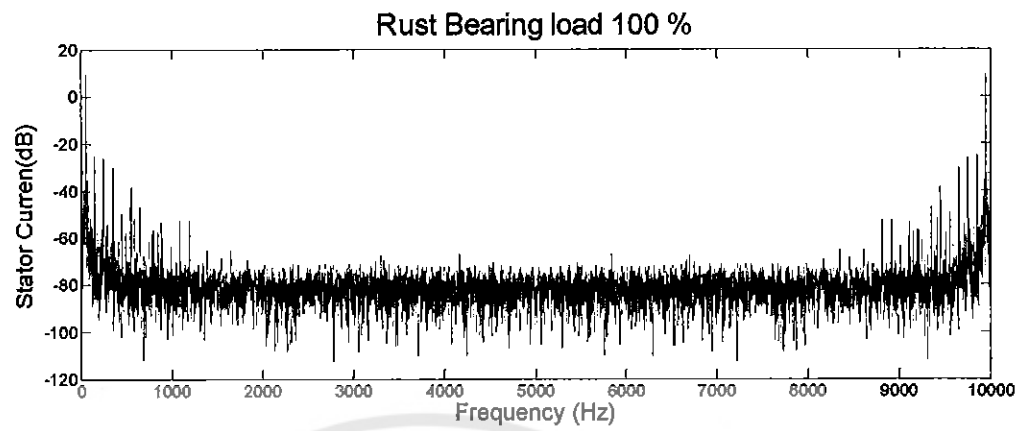
รูปที่ 4.33 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.9 สัญญาณกระแสกรณี่เบริงเข้าน้ำเกลือ 2 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



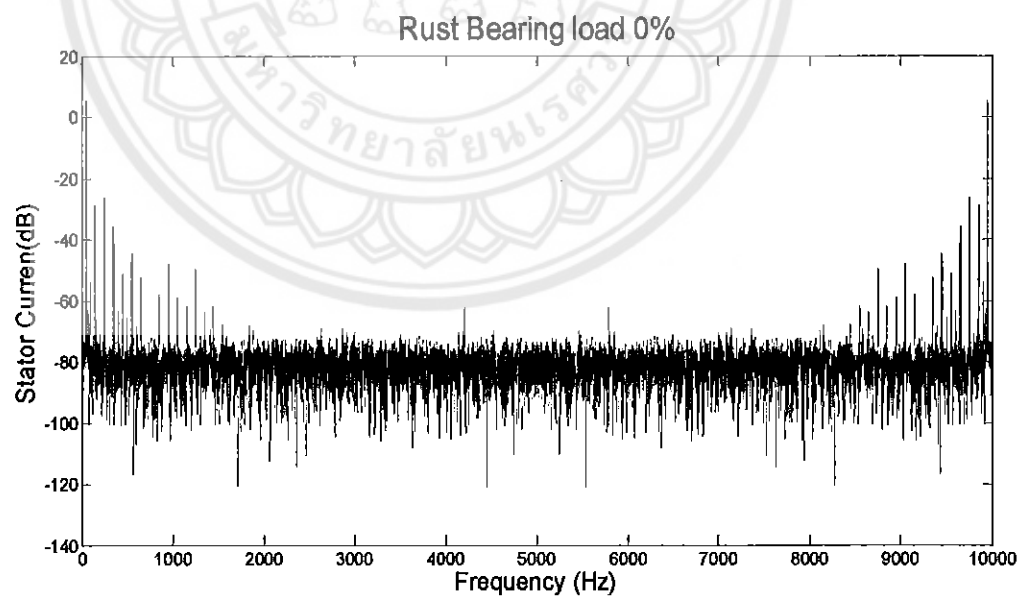
รูปที่ 4.34 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.10 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งค์น้ำเกลือ 2 วัน ขณะมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



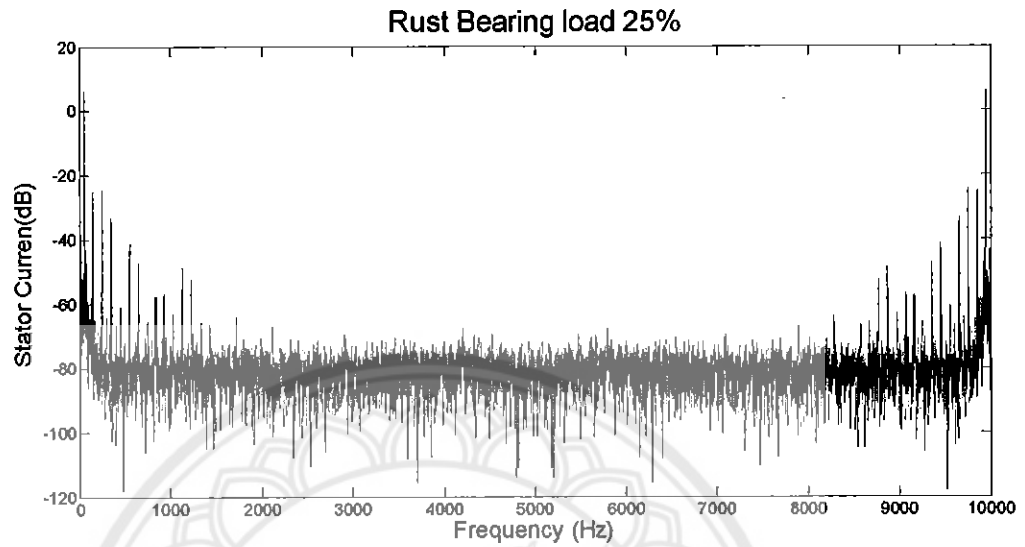
รูปที่ 4.35 สัญญาณกระแสทดสอบเตอร์

4.2.11 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งค์น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



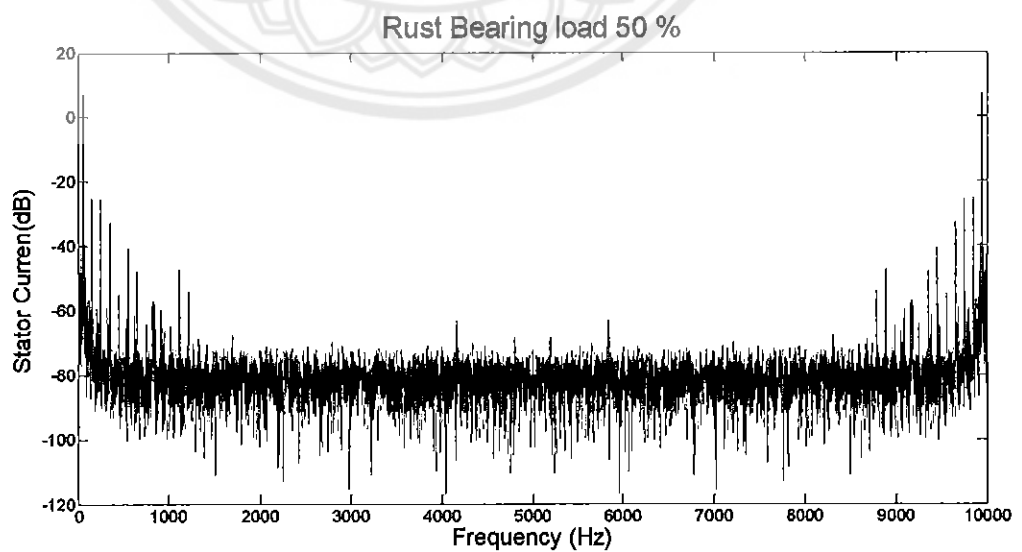
รูปที่ 4.36 สัญญาณกระแสทดสอบเตอร์

4.2.12 สัญญาณกระแสกรณี่แบร่ร่งแชน้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์จับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



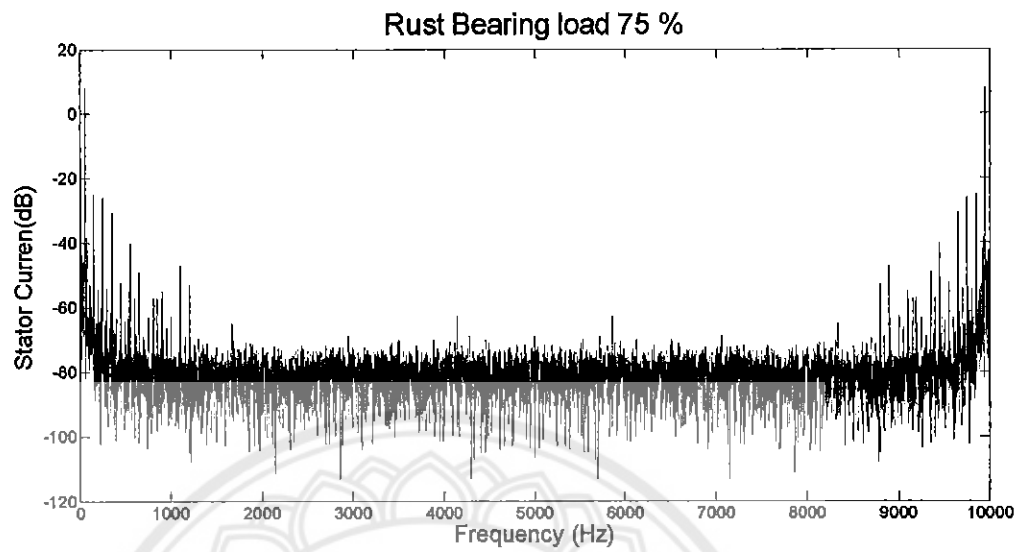
รูปที่ 4.37 สัญญาณกระแสทดสอบเตอร์

4.2.13 สัญญาณกระแสกรณี่แบร่ร่งแชน้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์จับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



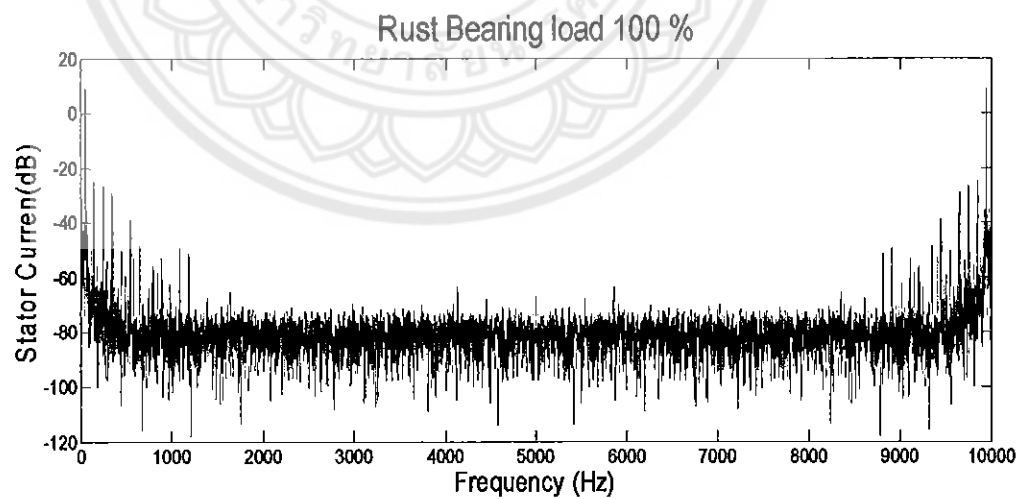
รูปที่ 4.38 สัญญาณกระแสทดสอบเตอร์

4.2.14 สัญญาณกระแสกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



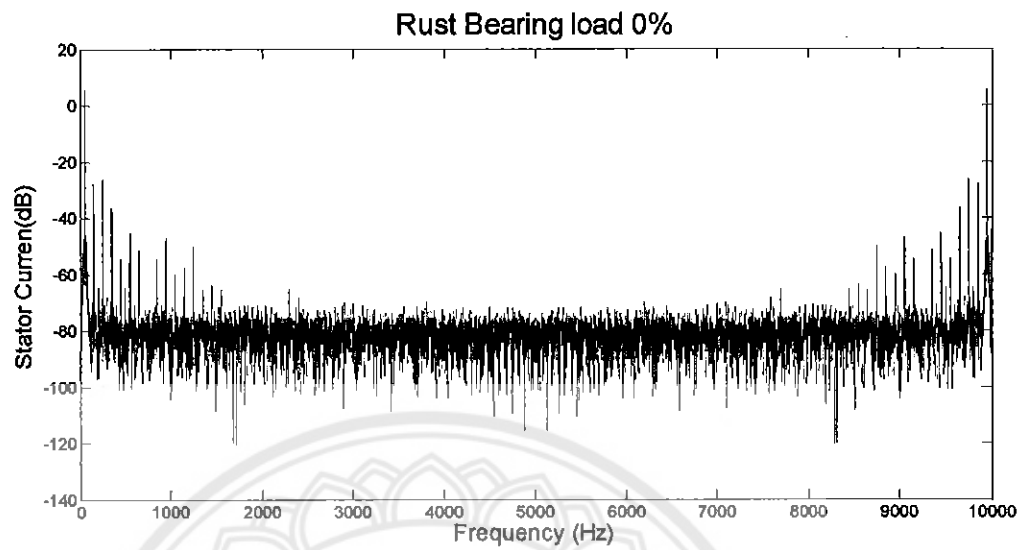
รูปที่ 4.39 สัญญาณกระแสเสตเตอร์

4.2.15 สัญญาณกระแสกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 3 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์



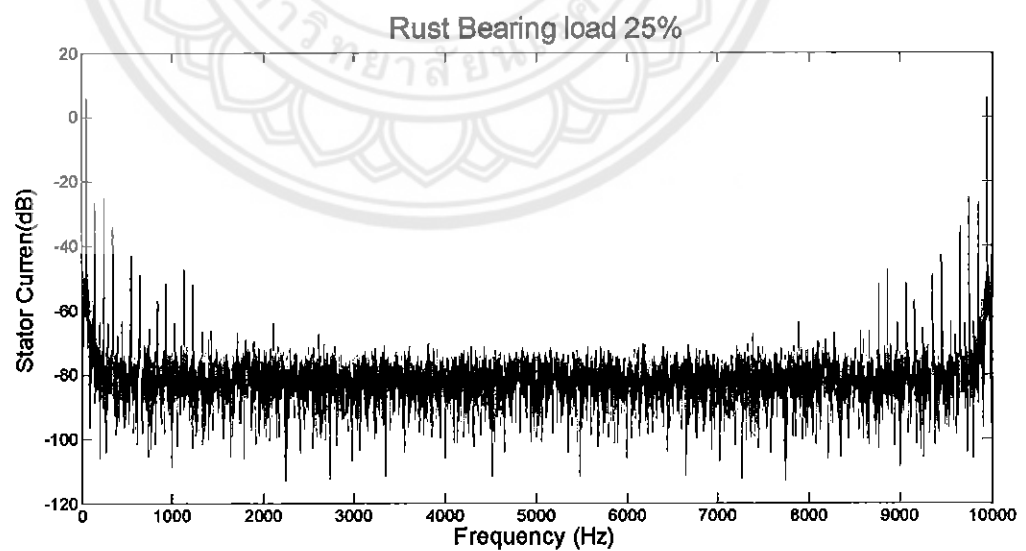
รูปที่ 4.40 สัญญาณกระแสเสตเตอร์

4.2.16 สัญญาณกระแสกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซ็นต์



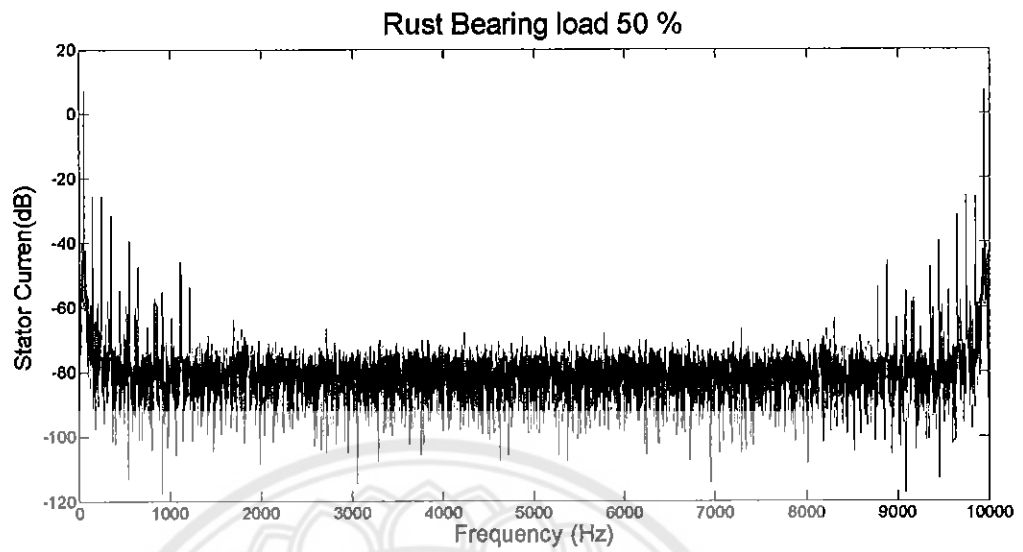
รูปที่ 4.41 สัญญาณกระแสเสตเตอร์

4.2.17 สัญญาณกระแสกรณีเบร้งแช่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



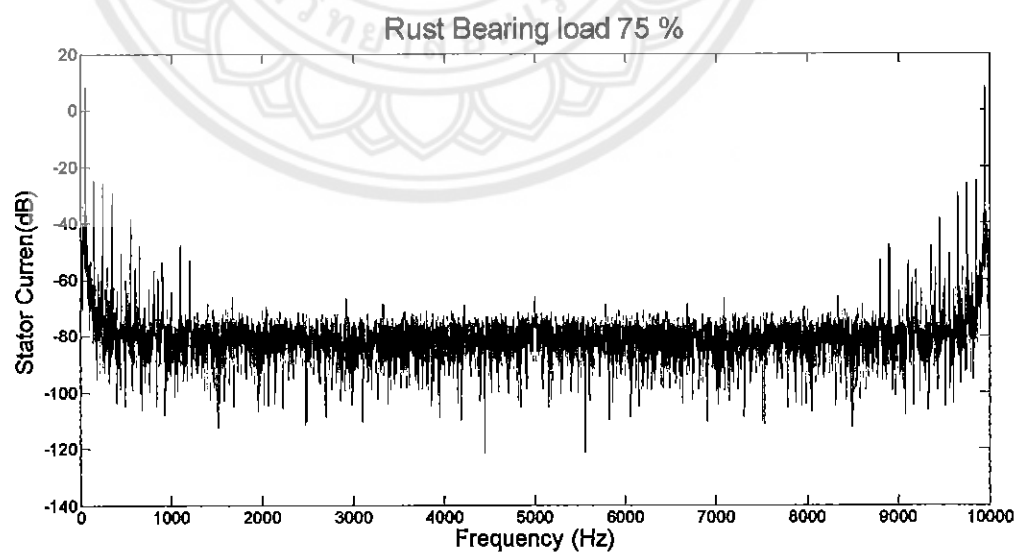
รูปที่ 4.42 สัญญาณกระแสเสตเตอร์

4.2.18 สัญญาณกระแสกรณี่เบร้งแน่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์



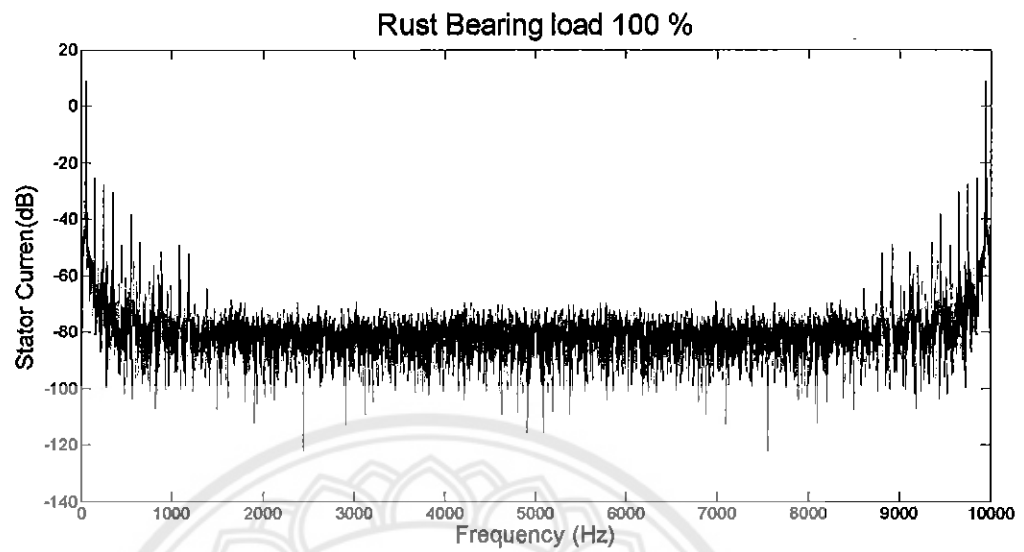
รูปที่ 4.43 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.19 สัญญาณกระแสกรณี่เบร้งแน่น้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



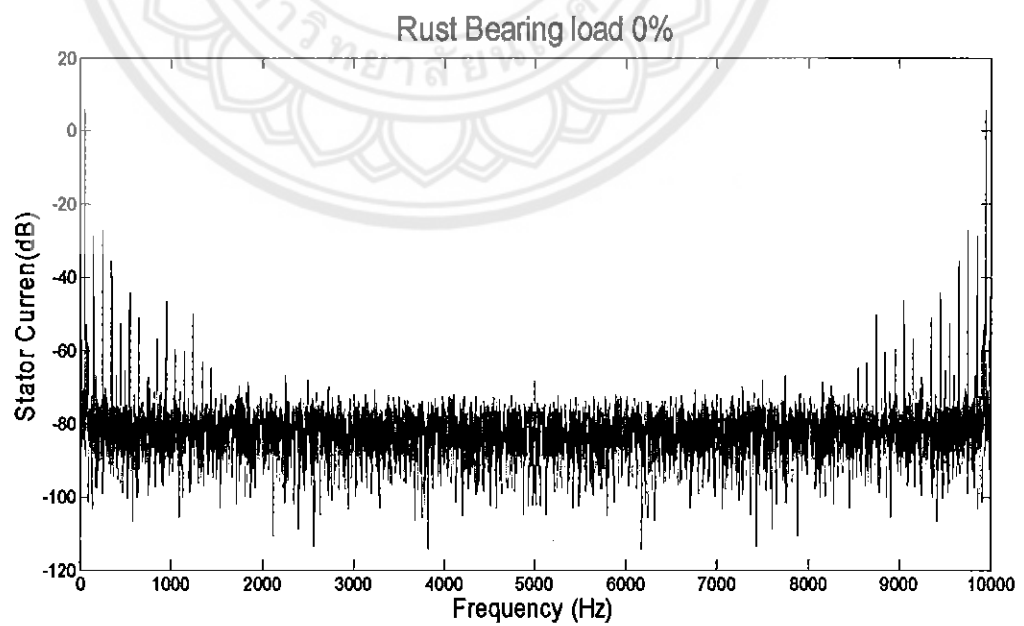
รูปที่ 4.44 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.20 สัญญาณกระแสกรณี่เบร็งแ่งน้ำเกลือ 4 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซนต์



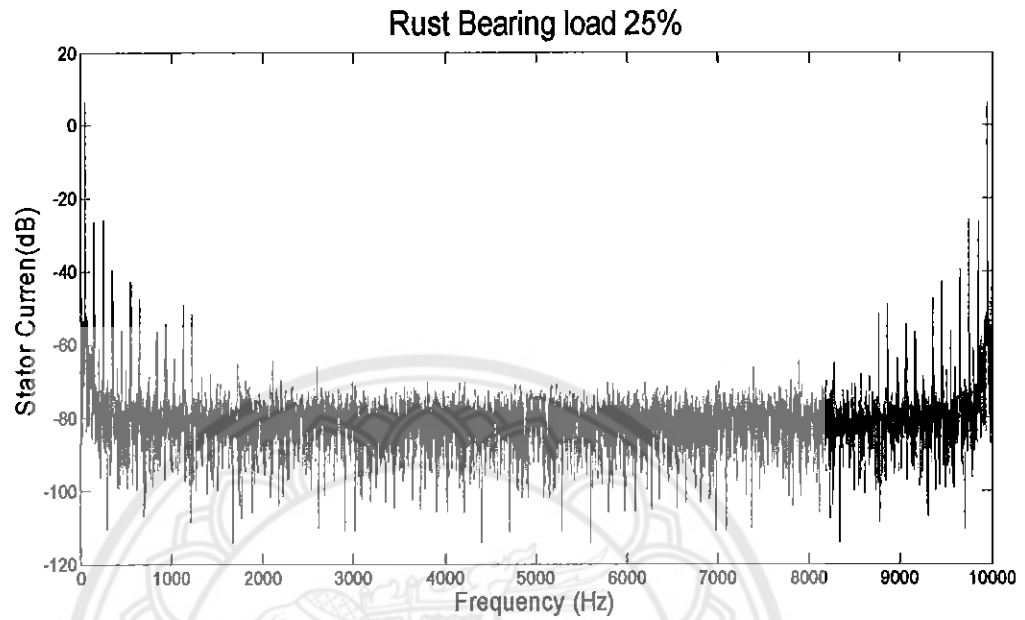
รูปที่ 4.45 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.2.21 สัญญาณเสียงกรณี่เบร็งแ่งน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 0 เปอร์เซนต์

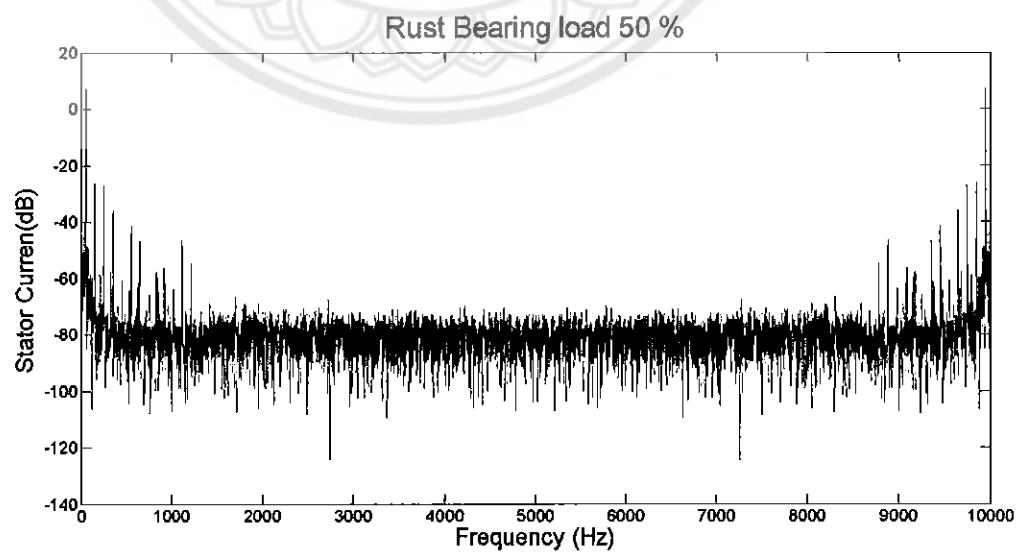


รูปที่ 4.46 สัญญาณกระแสเตเตอร์

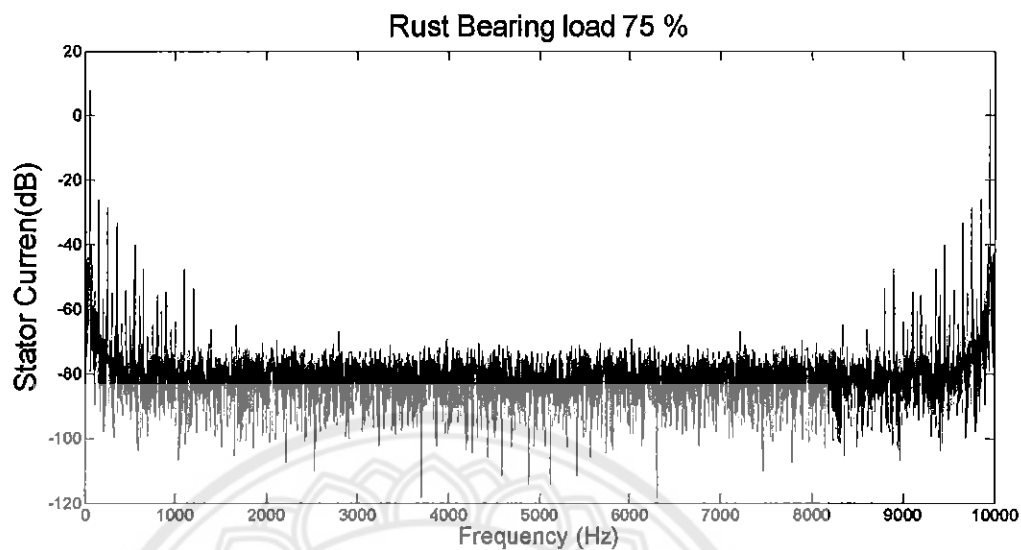
4.2.22 สัญญาณเสียงกรณีเบรจิ่งแช่หน้าเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 25 เปอร์เซ็นต์



4.2.23 สัญญาณเสียงกรณีเบรจิ่งแช่หน้าเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 50 เปอร์เซ็นต์

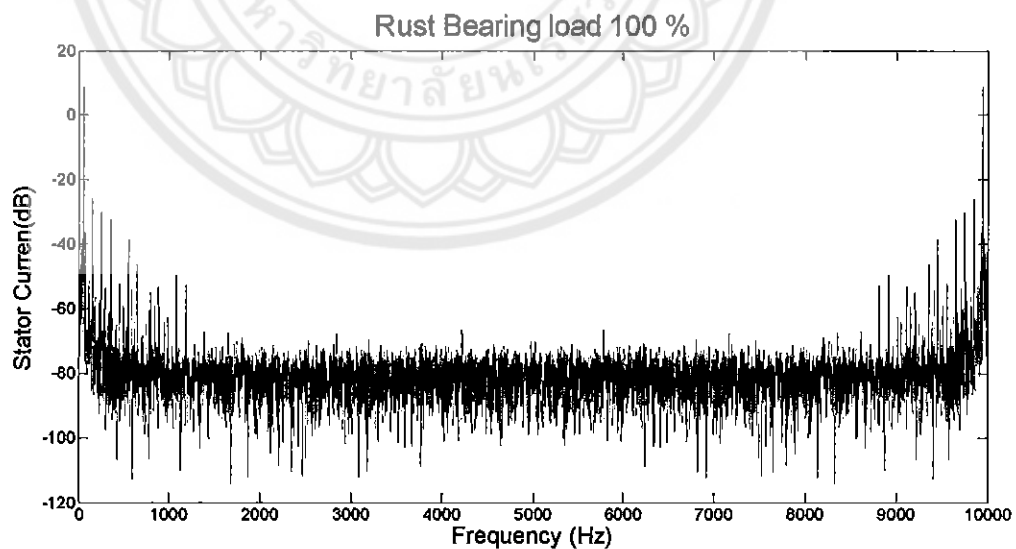


4.2.24 สัญญาณเสียงกรณีแบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 75 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.49 สัญญาณกระแสเตเตอร์

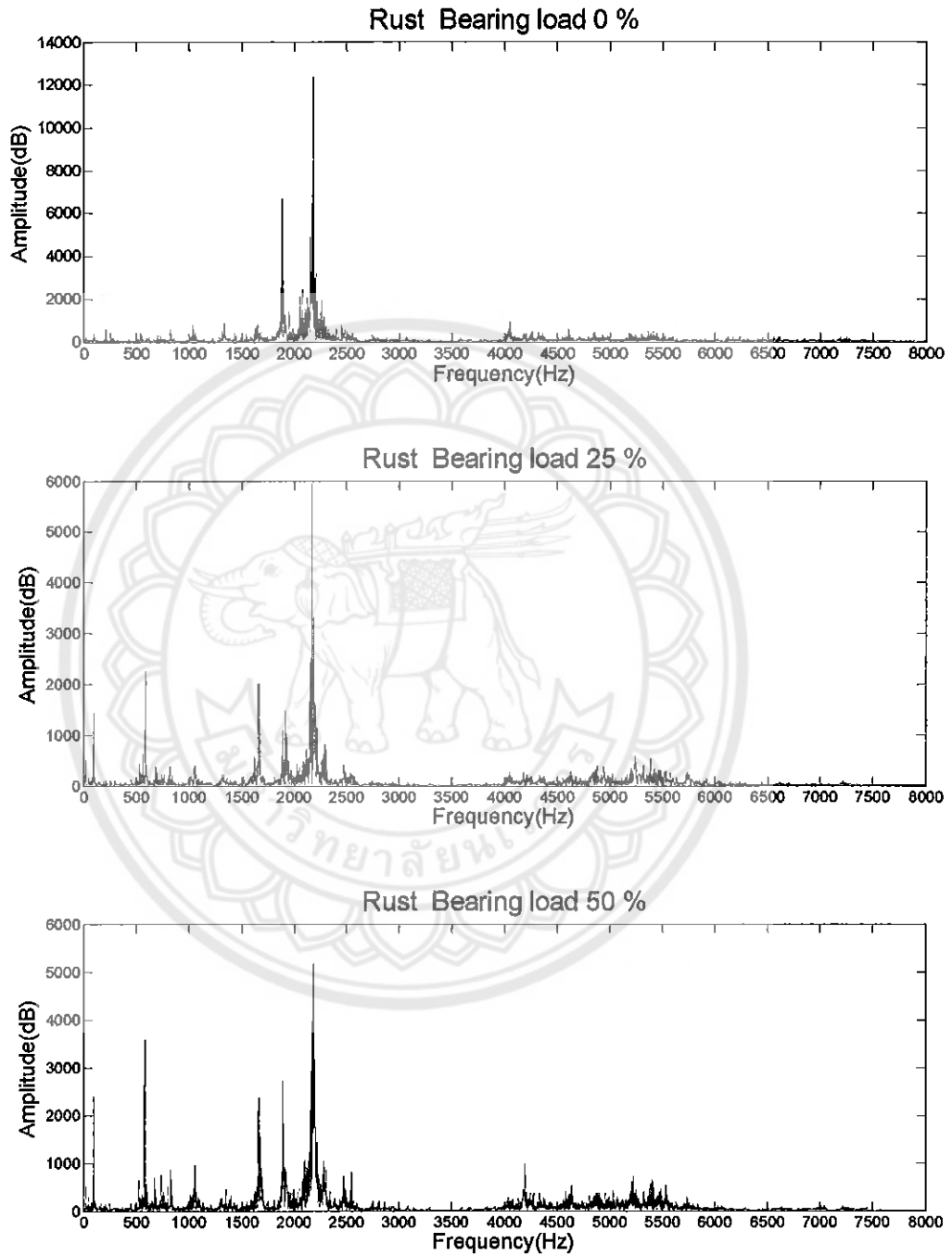
4.2.25 สัญญาณเสียงกรณีแบริงแชน้ำเกลือ 5 วัน ขนาดมอเตอร์ขับโหลด 100 เปอร์เซ็นต์

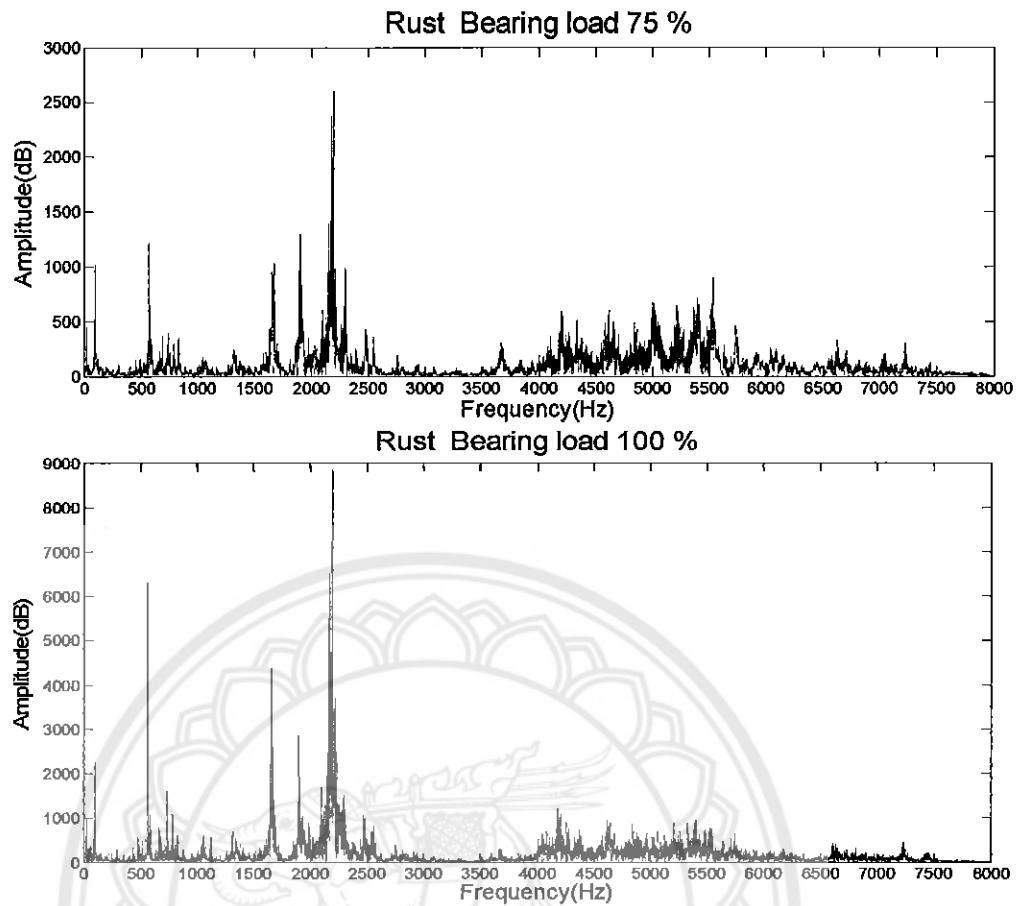


รูปที่ 4.50 สัญญาณกระแสเตเตอร์

4.3 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสัญญาณเสียง

4.3.1 สัญญาณเสียงเบริงแชน้ำเกลือ 1 วัน





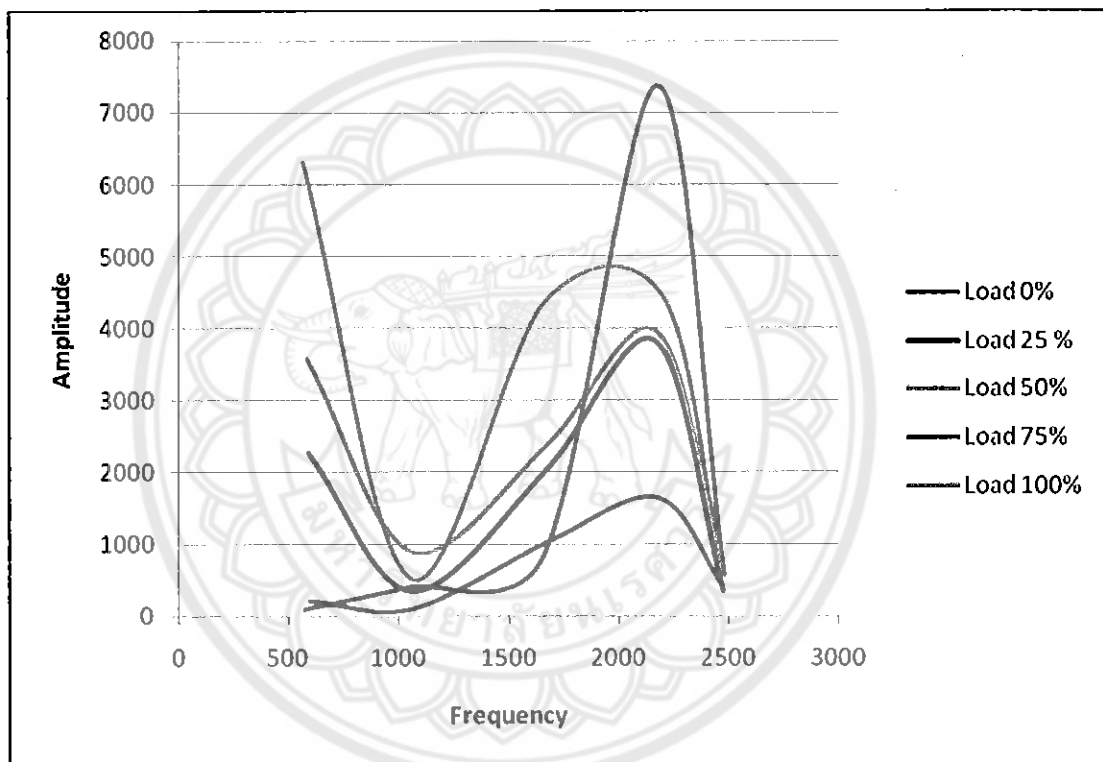
รูปที่ 4.51 สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 1 วัน

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณเสียงที่โหลด 1 วัน

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	574	103	1057	416.1	1654	832.2
25	591	2270	1057	348.5	1663	2015
50	583	3581	1056	899.7	1665	2365
75	592	219.9	1059	109.4	1672	1034
100	566	6315	1055	523.7	1661	4364

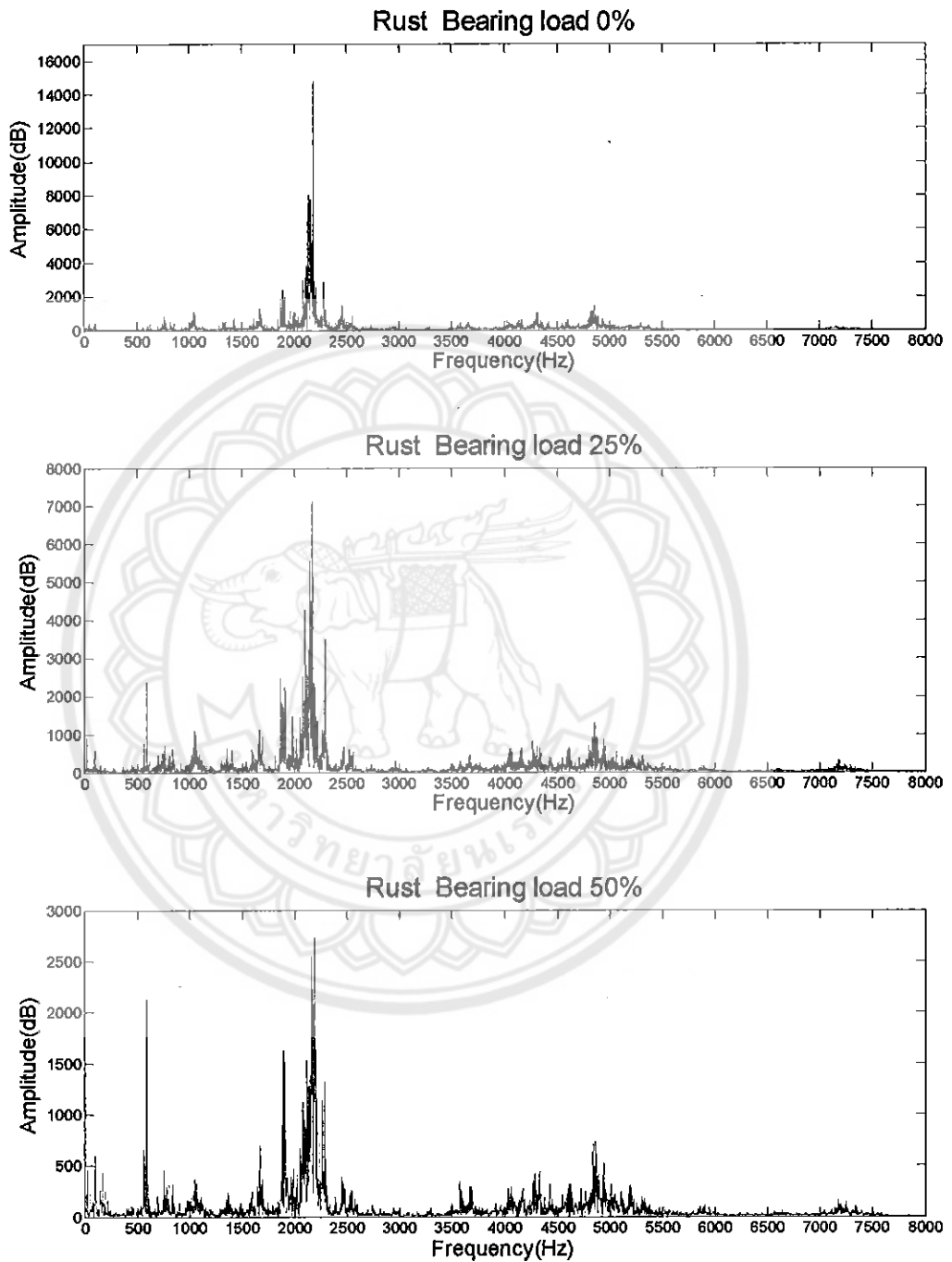
Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	2178	7377	2478	584.3
25	2164	3825	2472	360.3
50	2165	3976	2472	730
75	2174	1646	2471	417.1
100	2197	4481	2470	748.1

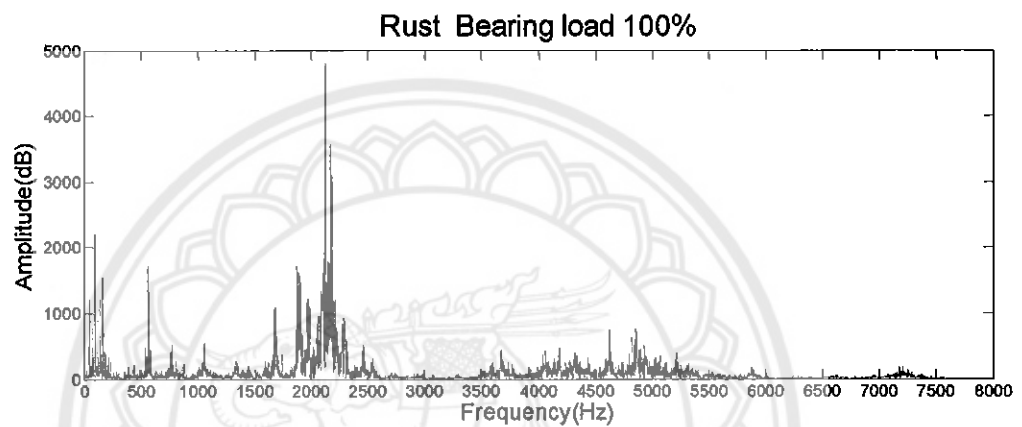
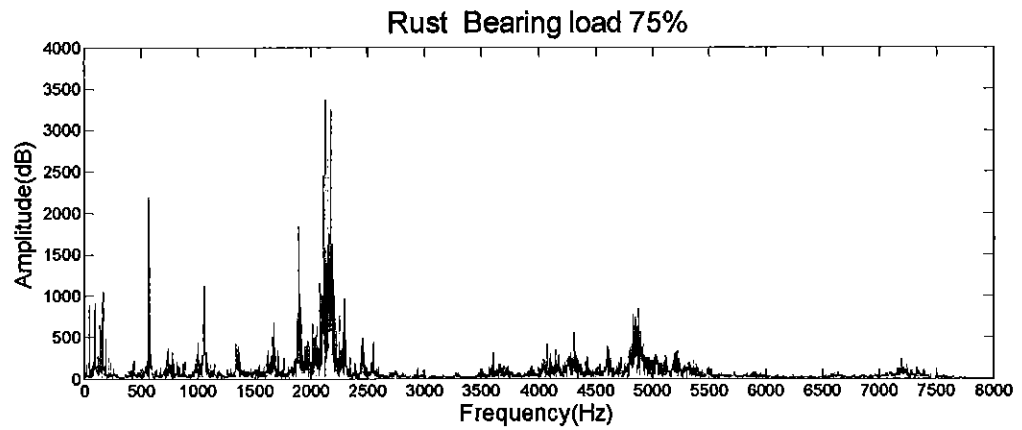
เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟรูปที่ 4.51 แสดงรูปรวมโพลคของสัญญาณกระแสที่เซ็นเบริงกรณีเกิดสนิมภายในหนึ่งวันที่ขณะ โหลดของมอเตอร์อินคันชั่น 0 เปอร์เซ็นต์ , 25 เปอร์เซ็นต์ , 50 เปอร์เซ็นต์ , 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในรูปที่ 4.51 ตำแหน่งที่เกิดของช่วงความถี่ของแต่ละโพลคภายในหนึ่งวัน มีค่าความถี่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงย่านความถี่ที่ได้ในตารางที่ 4.1 มีค่าความถี่ต่างๆที่ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 500 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 2 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,000 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 3 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,500 เฮิร์ต และตำแหน่งที่ 4 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 2,500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.52 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบริงแช่น้ำเกลือ 1 วัน

4.3.2 สัญญาณเสียงเบรจิ่งแชน้ำเกลือ 2 วัน





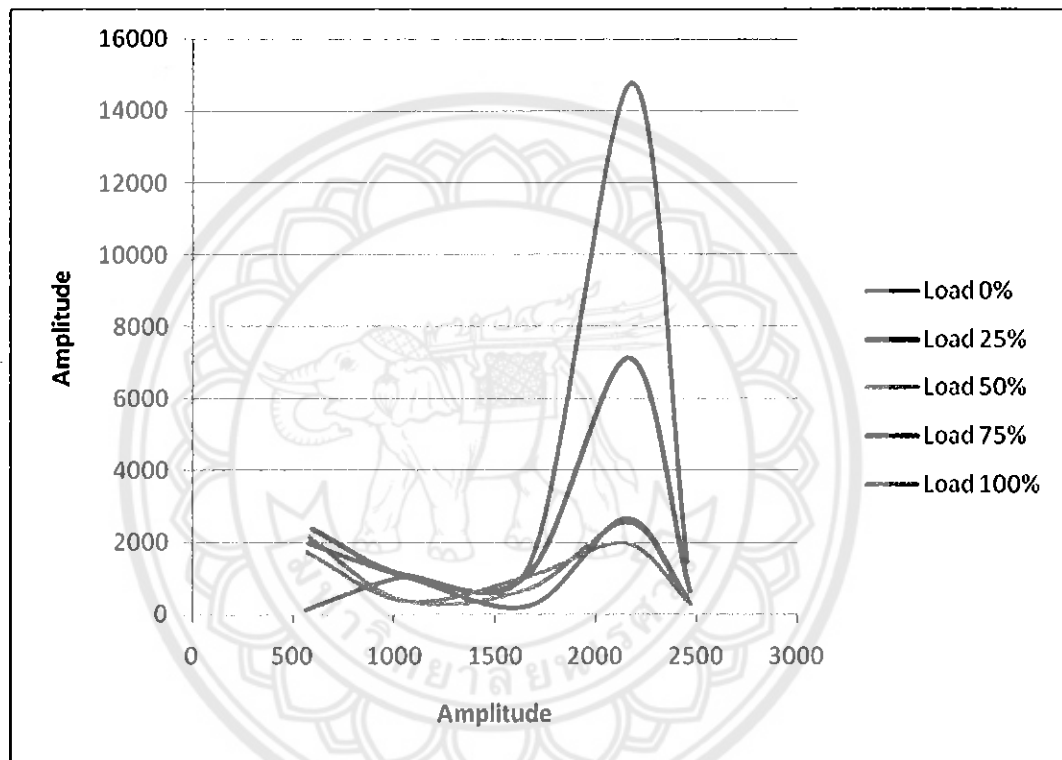
รูปที่ 4.53 สัญญาณเสียงที่รวมโหลคภายใน 2 วัน

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณเสียงที่โหลค 2 วัน

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	563	117.3	1051	1046	1667	1321
25	592	2376	1051	1101	1664	1114
50	583	2129	1049	371.2	1665	692
75	573	1982	1054	1054	1671	238.2
100	567	1723	1061	346	1682	1081

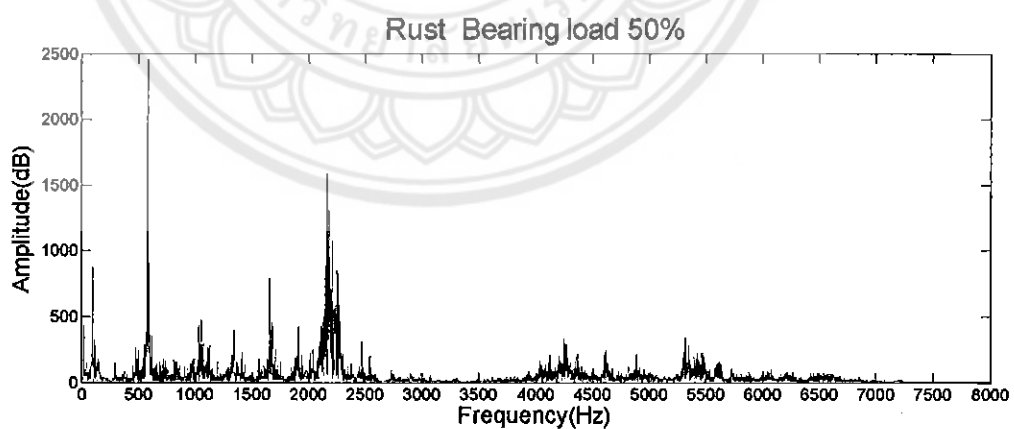
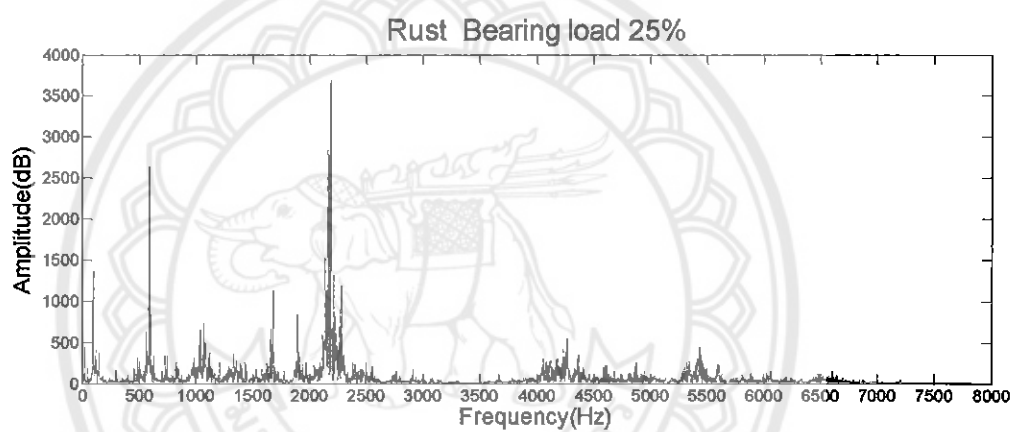
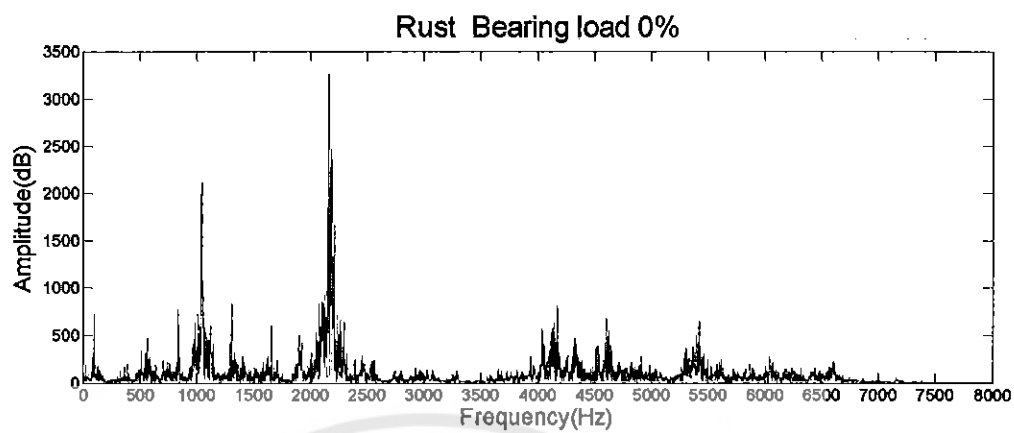
Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	2179	14770	2453	1444
25	2167	7112	2468	650.8
50	2161	2542	2447	393.3
75	2151	2685	2456	494.5
100	2153	1972	2473	275.6

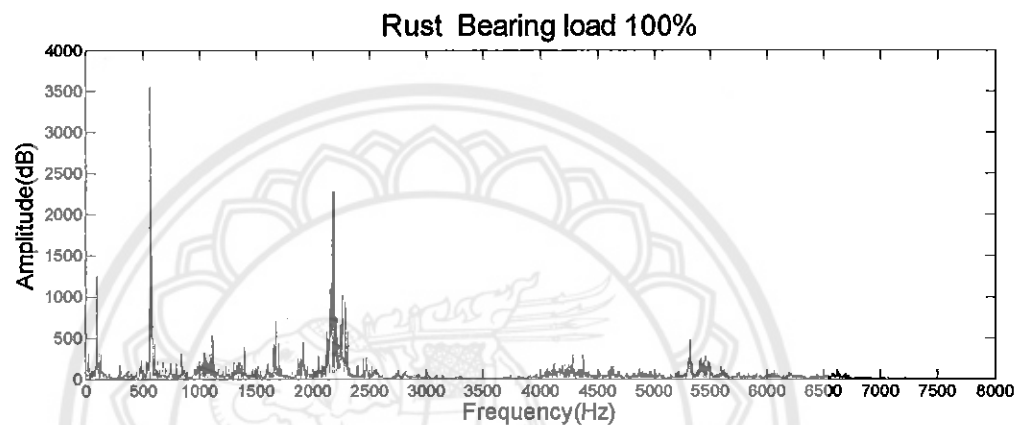
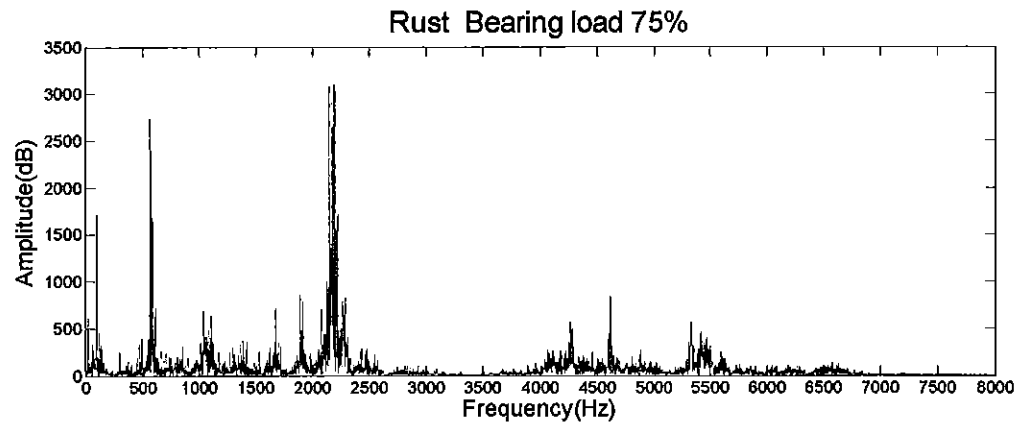
เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟรูปที่ 4.52 แสดงรูปรวม โหลดของสัญญาณ กระแสที่แซ่เบริงกรณีเกิดขึ้นภายในหนึ่งวันที่ขณะ โหลดของมอเตอร์อินตันชั้น 0 เปอร์เซ็นต์ , 25 เปอร์เซ็นต์ , 50 เปอร์เซ็นต์ , 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในรูปที่ 4.52 ตำแหน่งที่เกิดของช่วงความถี่ของแต่ละ โหลดภายในหนึ่งวัน มีค่าความถี่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงย่านความถี่ที่ได้ในตารางที่ 4.2 มีค่าความถี่ต่างๆที่ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 อยู่ในช่วงความถี่ ประมาณ 500 เฮิรต์ ตำแหน่งที่ 2 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,000 เฮิรต์ ตำแหน่งที่ 3 อยู่ในช่วง ความถี่ประมาณ 1,500 เฮิรต์ และตำแหน่งที่ 4 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 2,500 เฮิรต์



รูปที่ 4.54 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบริงแซ่น้ำเกลือ 2 วัน

4.3.3 สัญญาณเสียงแบริ่งน้ำเกลือ 3 วัน





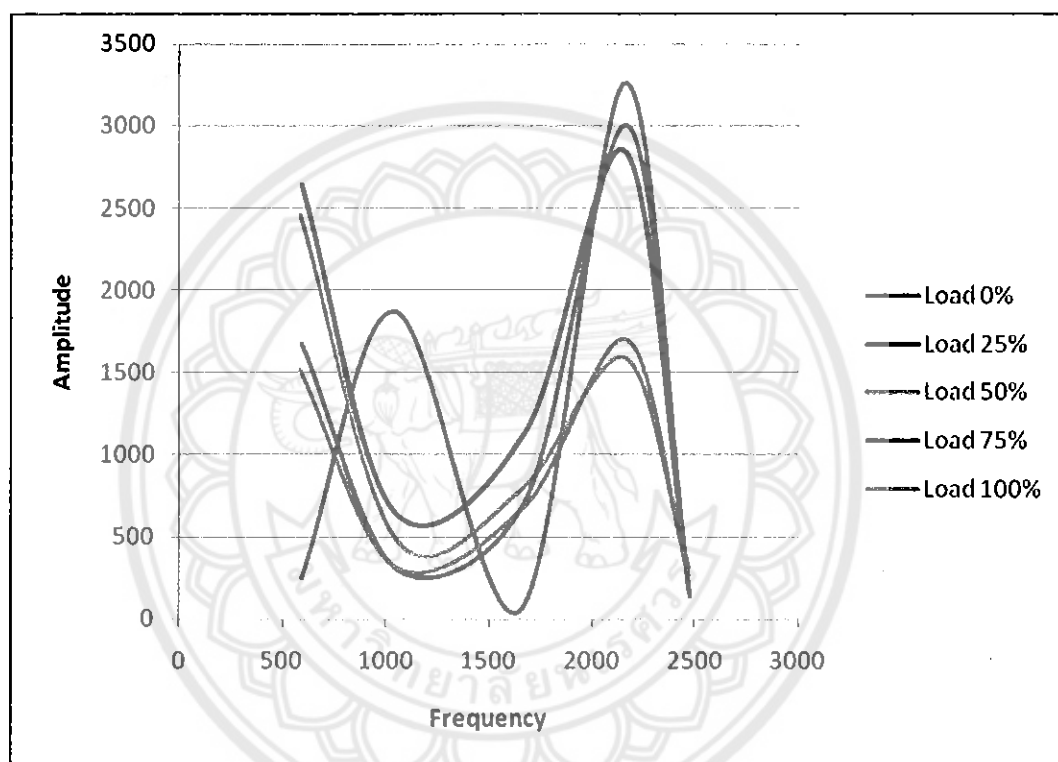
รูปที่ 4.55 สัญญาณเสียงที่รวม โหลดภายใน 3 วัน

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณเสียงที่โหลด 3 วัน

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	592	248	1045	1873	1655	55.63
25	591	2640	1044	650.2	1675	1135
50	583	2460	1055	472.1	1655	783.7
75	589	1675	1056	300.7	1674	718.8
100	582	1513	1045	314.4	1676	689.8

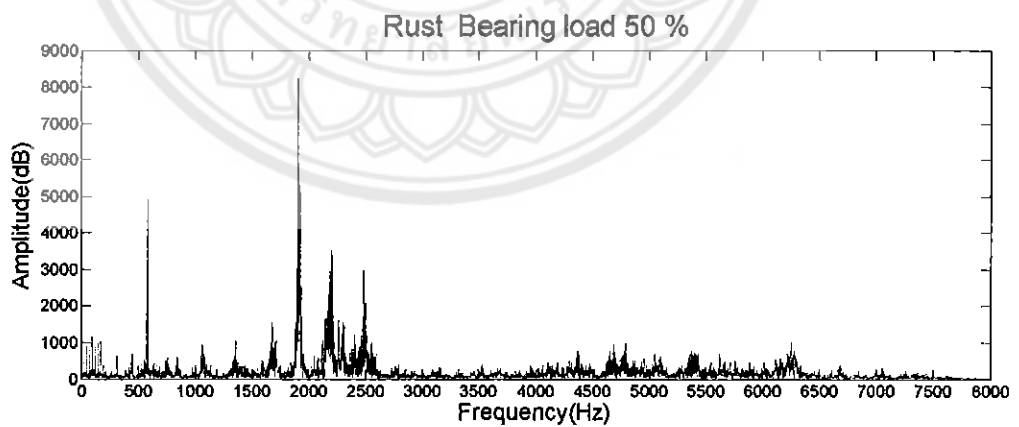
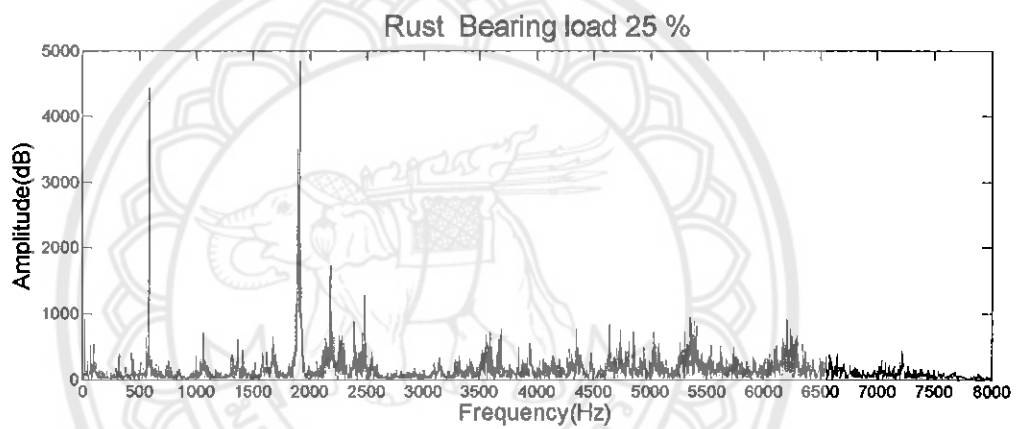
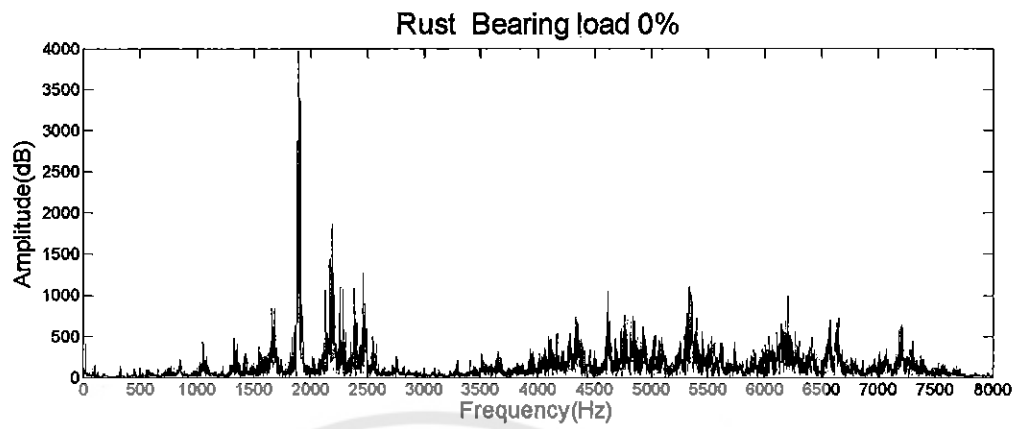
Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	2160	3261	2473	193.5
25	2161	2843	2479	143.6
50	2159	1588	2470	310.4
75	2170	2999	2477	152.4
100	2166	1701	2470	257.9

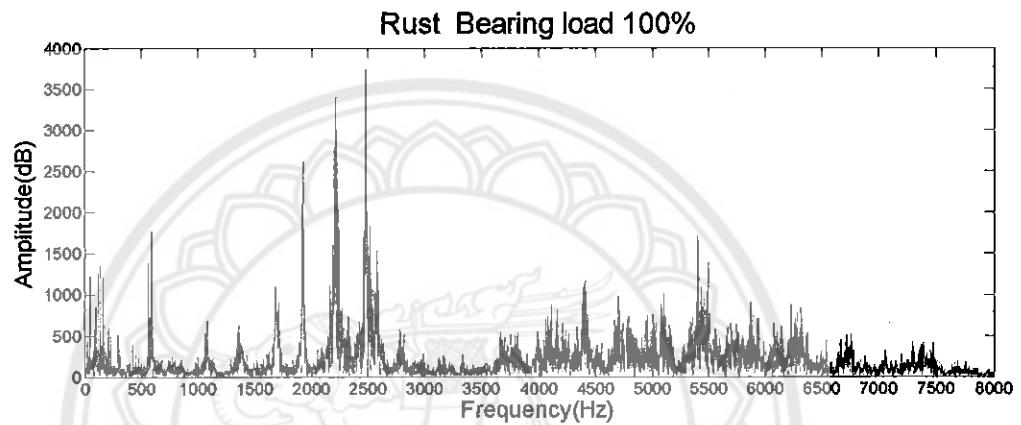
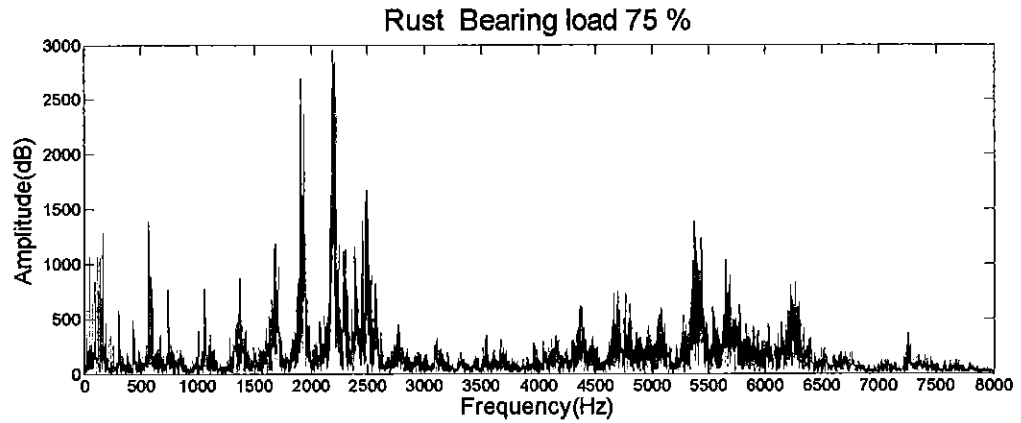
เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟรูปที่ 4.53 แสดงรูปรวมโพลคของสัญญาณกระแสที่แซ่เบริงกรณีเกิดสนิมภายในหนึ่งวันที่ขณะ โพลคของมอเตอร์อินคันชั่น 0 เปอร์เซ็นต์ , 25 เปอร์เซ็นต์ , 50 เปอร์เซ็นต์ , 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในรูปที่ 4.53 ตำแหน่งที่เกิดของช่วงความถี่ของแต่ละโพลคภายในหนึ่งวัน มีค่าความถี่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงย่านความถี่ที่ได้ในตารางที่ 4.3 มีค่าความถี่ต่างๆที่ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 500 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 2 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,000 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 3 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,500 เฮิร์ต และตำแหน่งที่ 4 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 2,500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.56 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเลียงเบริงแซ่น้ำเกลือ 3 วัน

4.3.4 สัญญาณเสียงแมริ่งแช่น้ำเกลือ 4 วัน





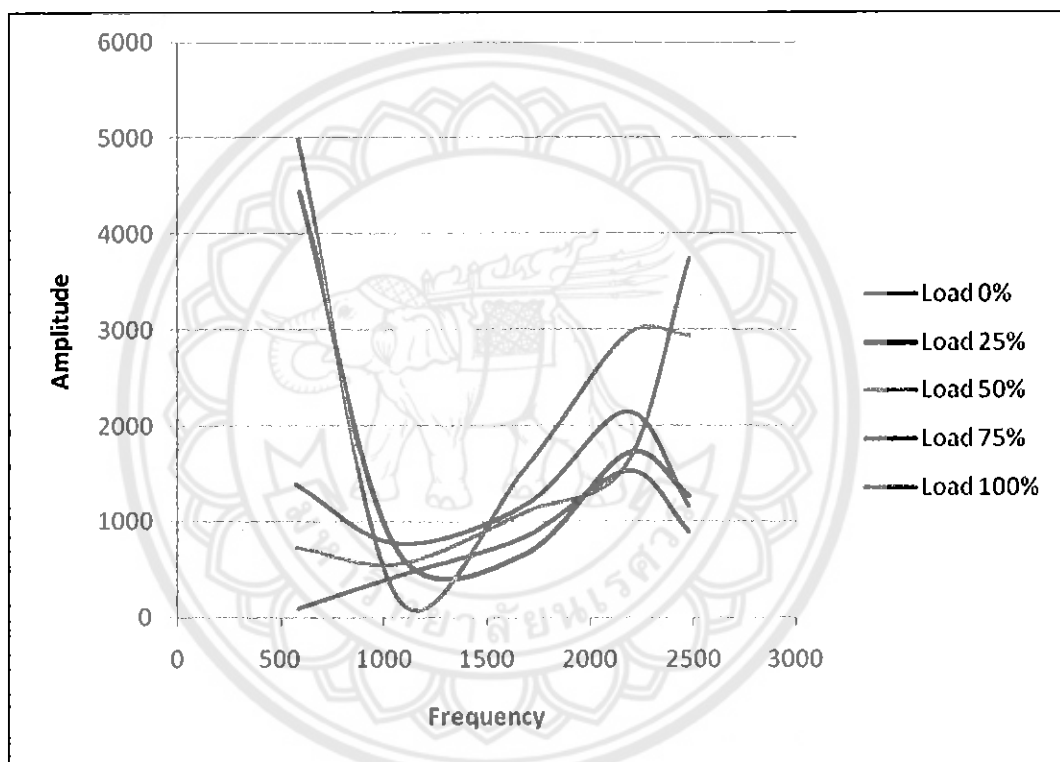
รูปที่ 4.57 สัญญาณเสียงที่รวมโหลดภายใน 4 วัน

ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณเสียงที่โหลด 4 วัน

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	582	91.93	1051	423.6	1686	845.9
25	591	4436	1062	693.8	1677	648.3
50	584	4991	1065	198.5	1678	1538
75	574	1393	1066	774.3	1691	1186
100	579	728.2	1075	555.2	1686	1100

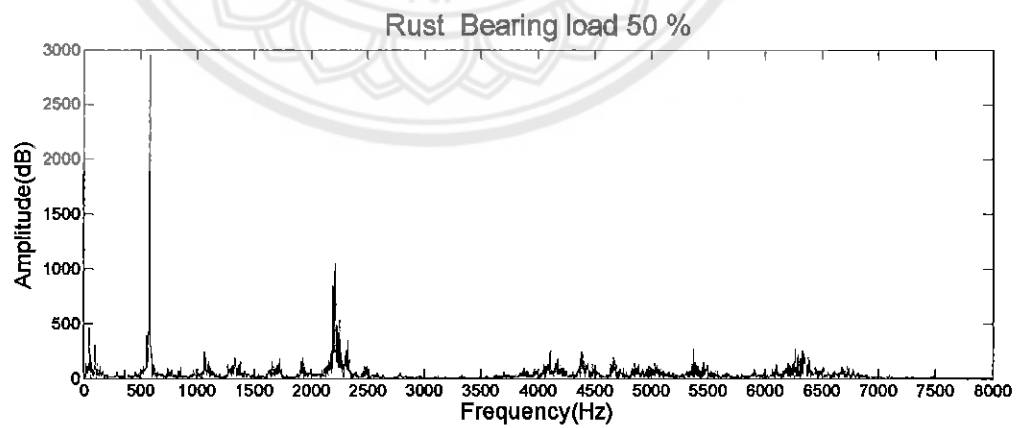
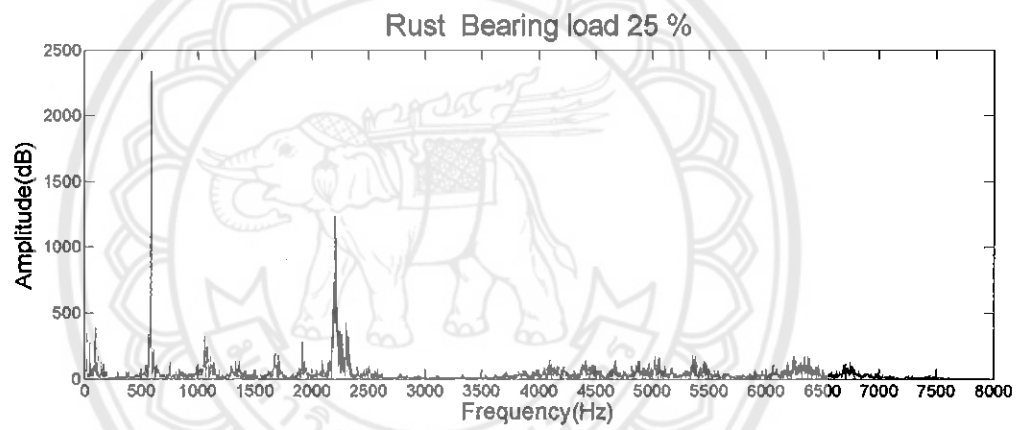
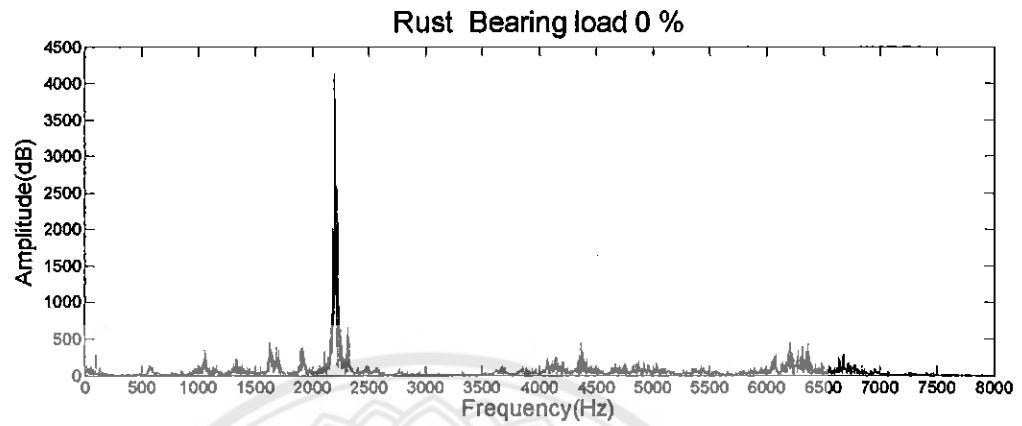
Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	2189	1535	2478	895.9
25	2182	1710	2476	1266
50	2178	2947	2479	2942
75	2181	2152	2476	1164
100	2180	1609	2476	3747

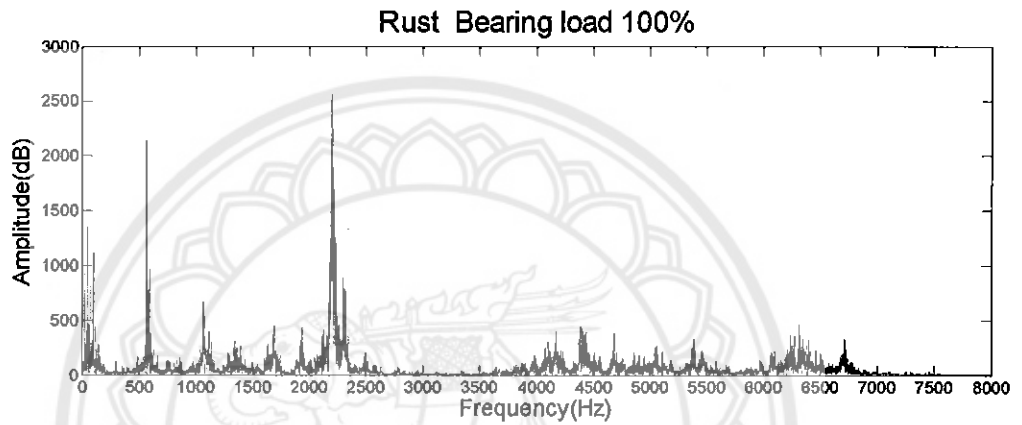
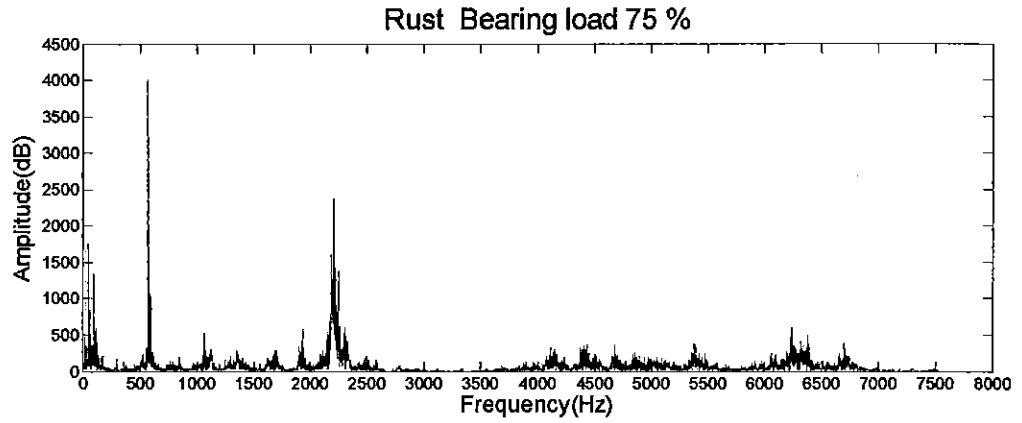
เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟรูปที่ 4.54 แสดงรูปรวม โหลดของสัญญาณ กระแสที่เซ็นเบริงกรณีเกิดขึ้นภายในหนึ่งวันที่ขณะ โหลดของมอเตอร์อินคันชั่น 0 เปอร์เซ็นต์ , 25 เปอร์เซ็นต์ , 50 เปอร์เซ็นต์ , 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในรูปที่ 4.54 ตำแหน่งที่เกิดของช่วงความถี่ของแต่ละ โหลดภายในหนึ่งวัน มีค่าความถี่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงย่านความถี่ที่ได้ในตารางที่ 4.4 มีค่าความถี่ต่างๆที่ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 อยู่ในช่วงความถี่ ประมาณ 500 เฮิรต์ ตำแหน่งที่ 2 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,000 เฮิรต์ ตำแหน่งที่ 3 อยู่ในช่วง ความถี่ประมาณ 1,500 เฮิรต์ และตำแหน่งที่ 4 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 2,500 เฮิรต์



รูปที่ 4.58 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงเบริงเซ็นน้ำเกลือ 4 วัน

4.3.5 สัญญาณเสียงแบริ่งแช่ในน้ำเกลือ 5 วัน





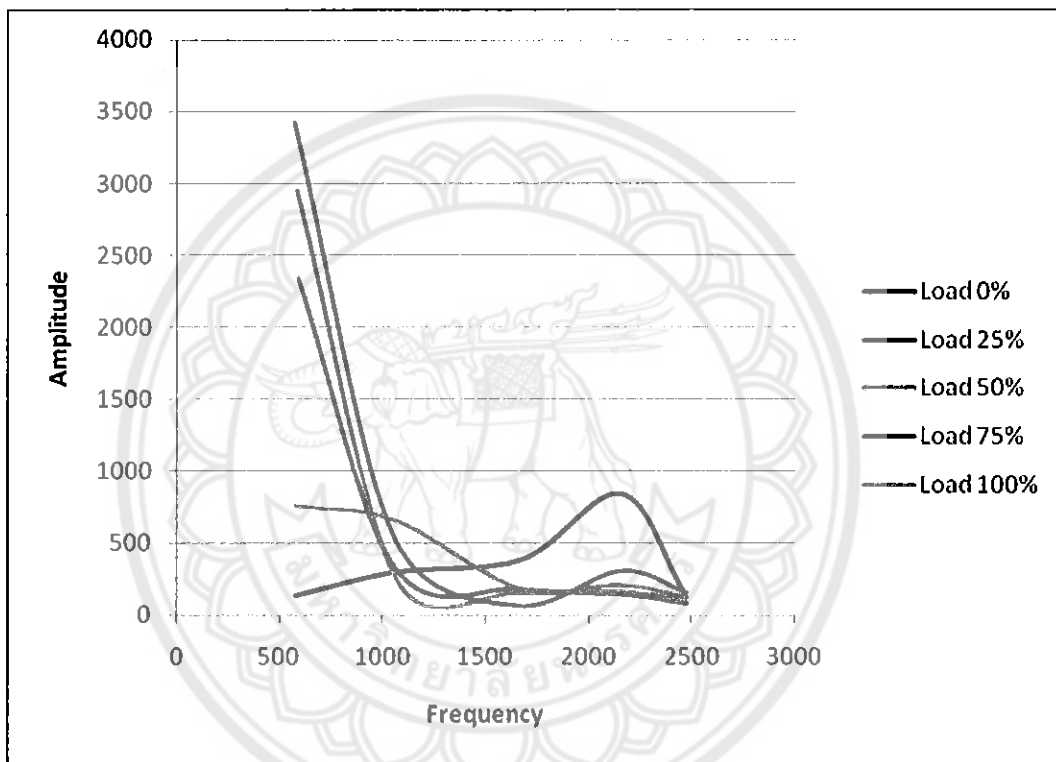
รูปที่ 4.59 สัญญาณเสียงที่รวมโหลคภายใน 5 วัน

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณเสียงที่โหลค 5 วัน

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	578	130.8	1062	293.8	1680	383
25	591	2335	1061	322.1	1667	180
50	583	2952	1072	235.6	1651	156.4
75	573	3418	1061	521.1	1652	60.56
100	580	759.9	1061	659.3	1668	179.7

Load	Frequency	Amplitude	Frequency	Amplitude
0	2158	839.7	2473	135.7
25	2153	141.1	2475	77.89
50	2153	163.2	2472	102.2
75	2153	302.2	2477	151.5
100	2151	205.2	2478	120.2

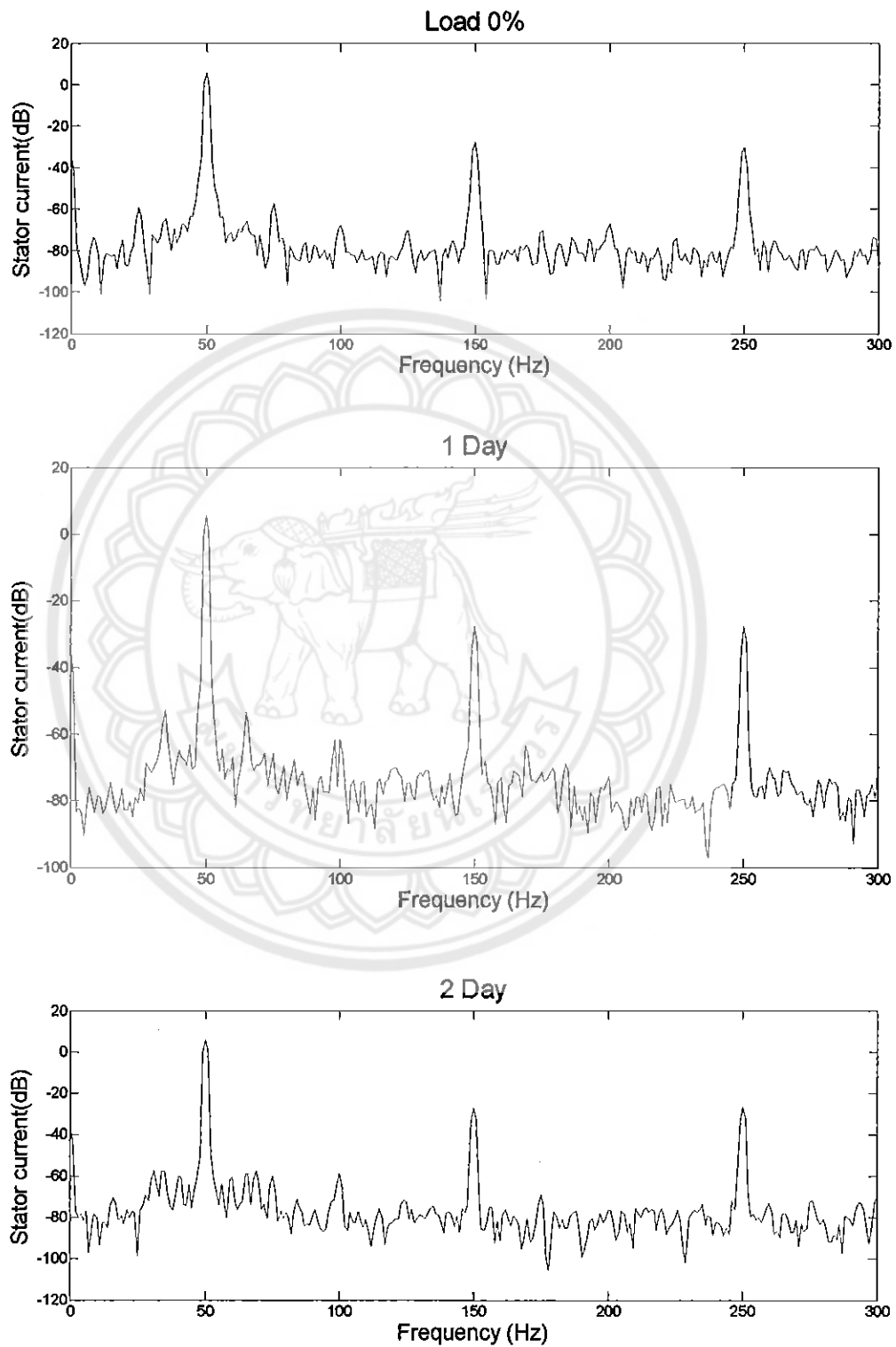
เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาพล็อตกราฟรูปที่ 4.55 แสดงรูปรวม โหลดของสัญญาณ กระแสที่แซ่เบริงกรณีเกิดขึ้นภายในหนึ่งวันที่ขณะ โหลดของมอเตอร์อินตันชั้น 0 เปอร์เซ็นต์ , 25 เปอร์เซ็นต์ , 50 เปอร์เซ็นต์ , 75 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในรูปที่ 4.55 ตำแหน่งที่เกิดของช่วงความถี่ของแต่ละ โหลดภายในหนึ่งวัน มีค่าความถี่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงย่านความถี่ที่ได้ในตารางที่ 4.5 มีค่าความถี่ต่างๆที่ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 อยู่ในช่วงความถี่ ประมาณ 500 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 2 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 1,000 เฮิร์ต ตำแหน่งที่ 3 อยู่ในช่วง ความถี่ประมาณ 1,500 เฮิร์ต และตำแหน่งที่ 4 อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 2,500 เฮิร์ต

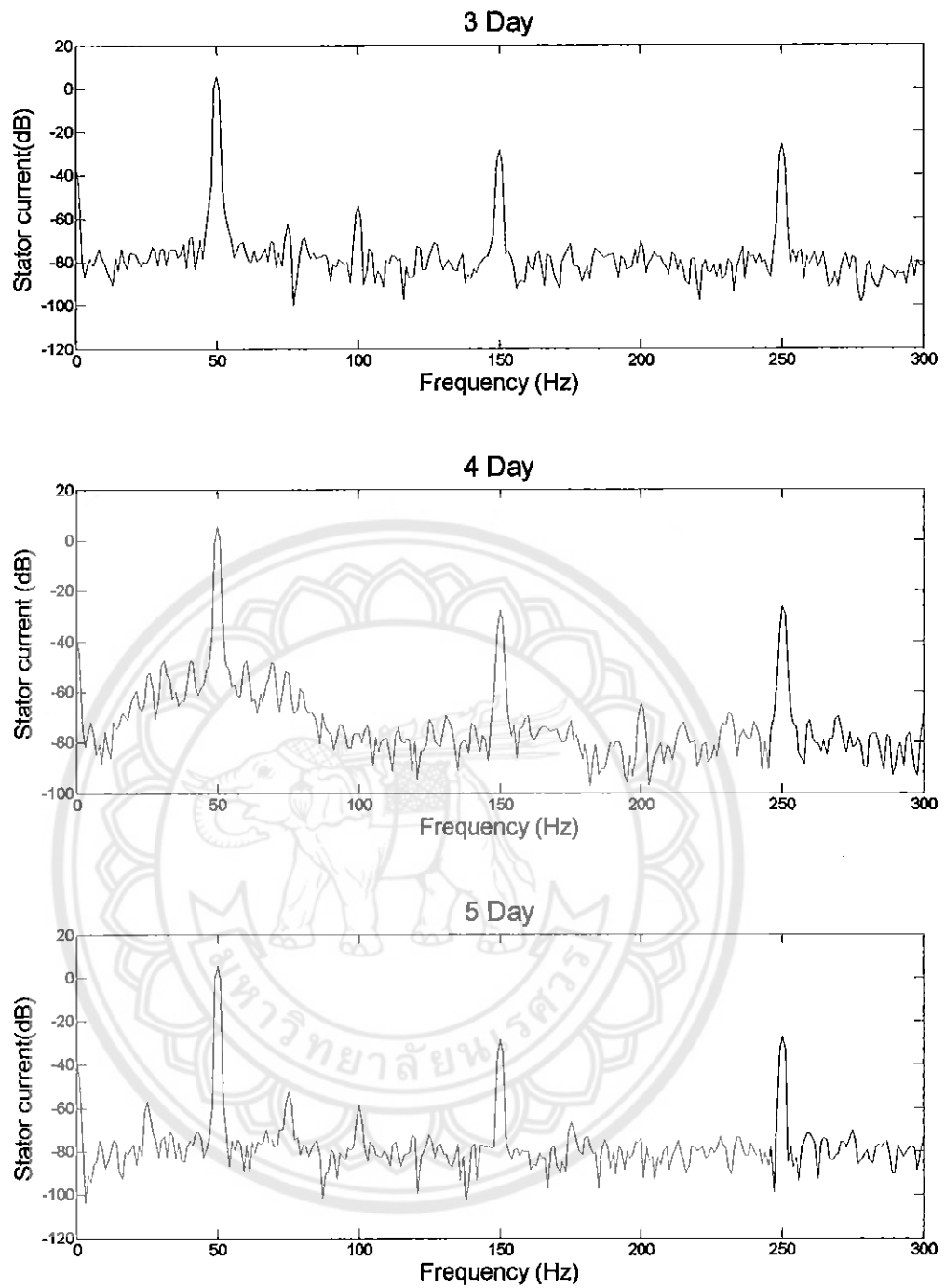


รูปที่ 4.60 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของเสียงแมรี่งแซ่น้ำเกลือ 5 วัน

4.4 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสัญญาณกระแส

4.4.1 สัญญาณกระแสที่ความถี่ 0 เปอร์เซ็นต์

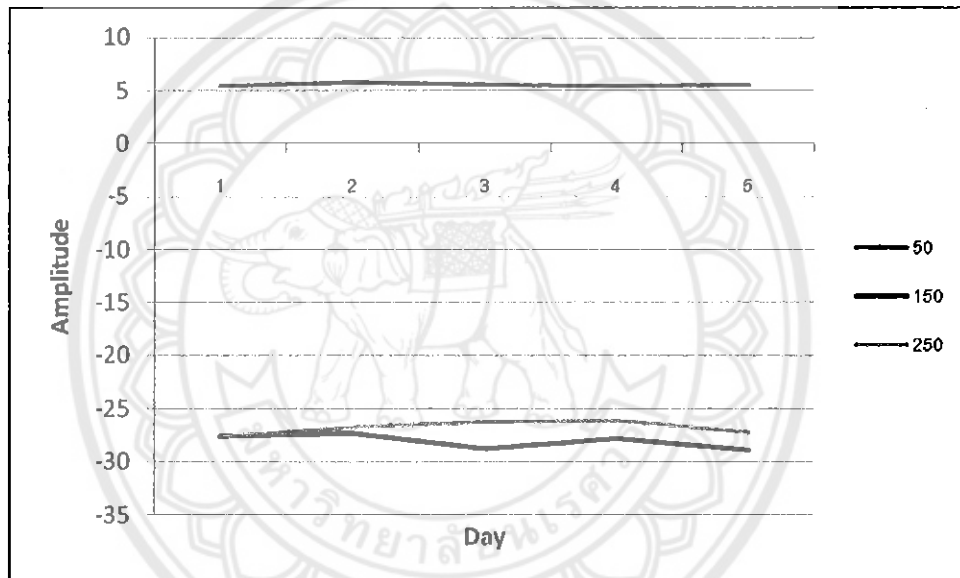




รูปที่ 4.61 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณกระแสที่โหลด 0 เปอร์เซ็นต์

Day	Amplitude		
	50	150	250
1	5.458	-27.54	-27.64
2	5.746	-27.34	-26.79
3	5.601	-28.77	-26.23
4	5.441	27.82	-26.17
5	5.557	-28.85	-27.16

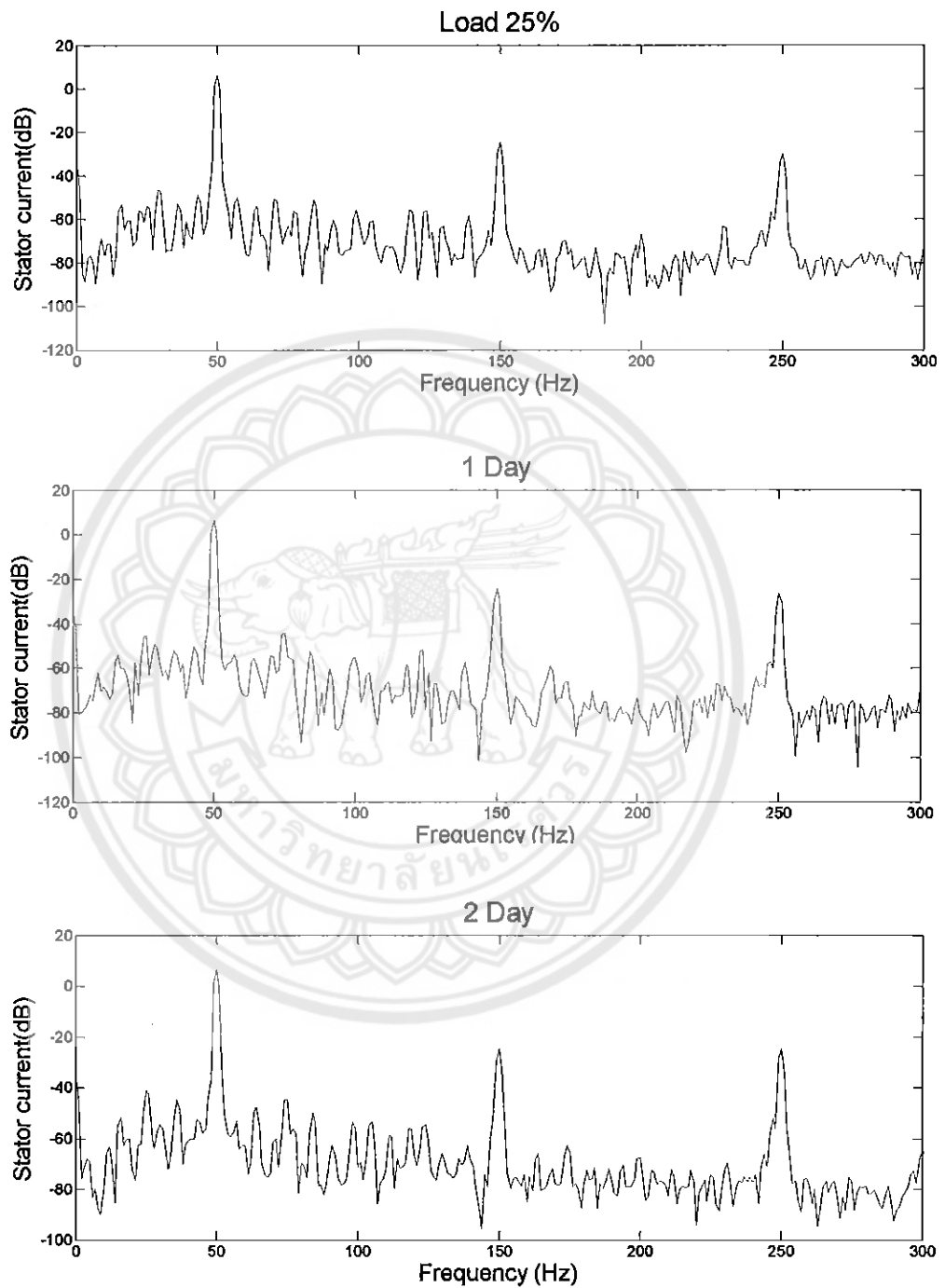


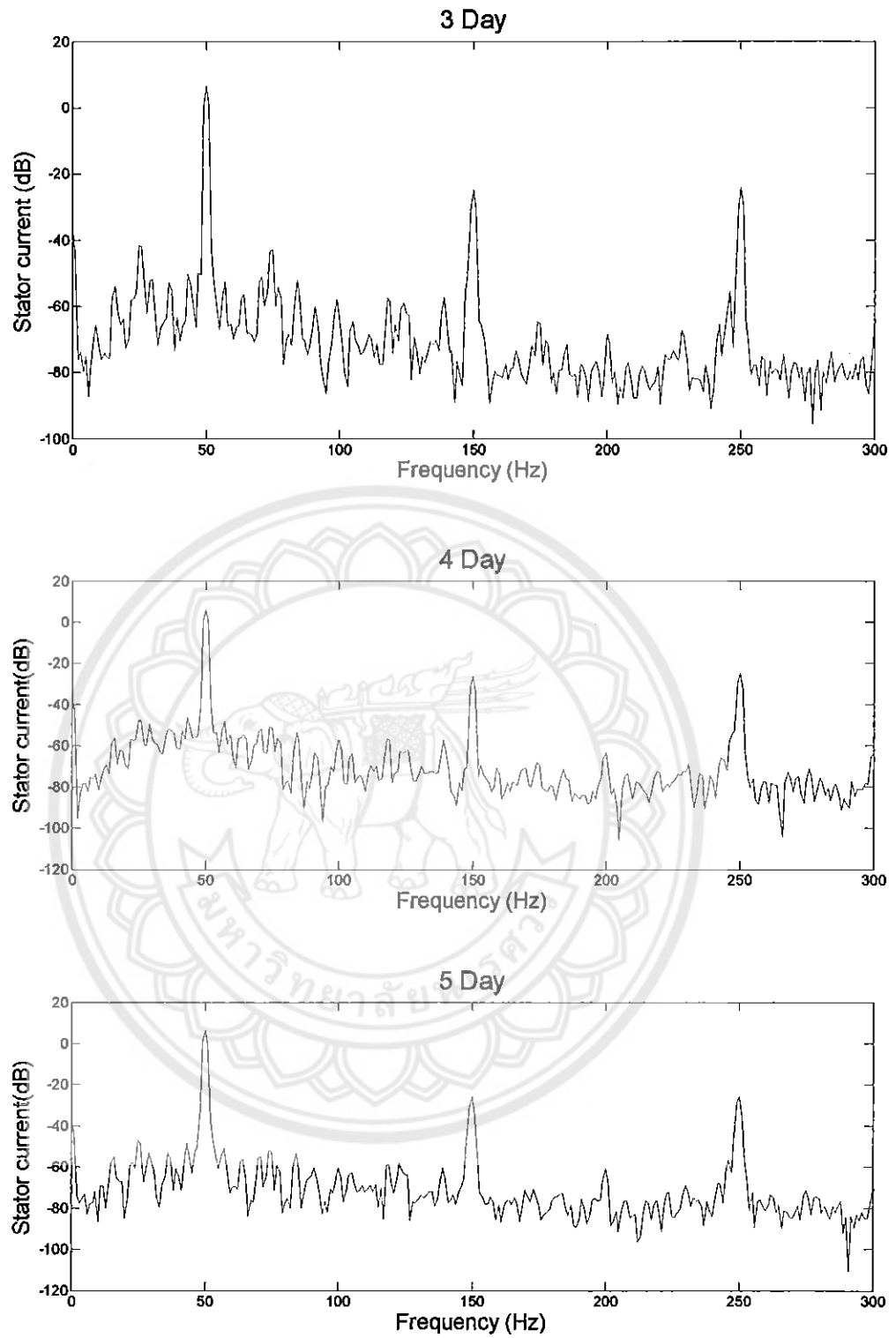
รูปที่ 4.62 กราฟสัญญาณแอมปิจูดของกระแสเบริ่งเข้าที่โหลด 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.7 ตารางสัญญาณกระแสกรณีเบริ่งปกติ

Load	Amplitude		
	50	150	250
0%	5.582	-27.82	-30.16
25%	6.211	-25.11	-30.07
50%	7.046	-25.28	-34.02
75%	8.218	-25.56	-34.01
100%	8.999	-25.3	-33.76

4.4.2 สัญญาณกระแสที่ความถี่ 25 เปอร์เซ็นต์

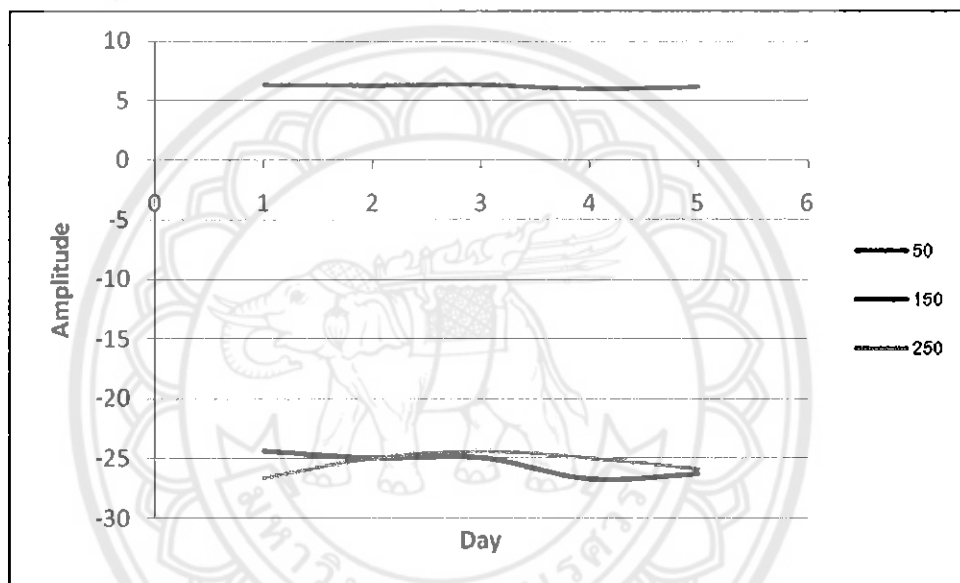




รูปที่ 4.63 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณกระแสที่โหลด 25 เปอร์เซ็นต์

Day	Amplitude		
	50	150	250
1	6.299	-24.33	-26.65
2	6.274	-24.92	-25
3	6.298	-24.9	-24.4
4	6.001	-26.73	-24.99
5	6.147	-26.3	-25.93

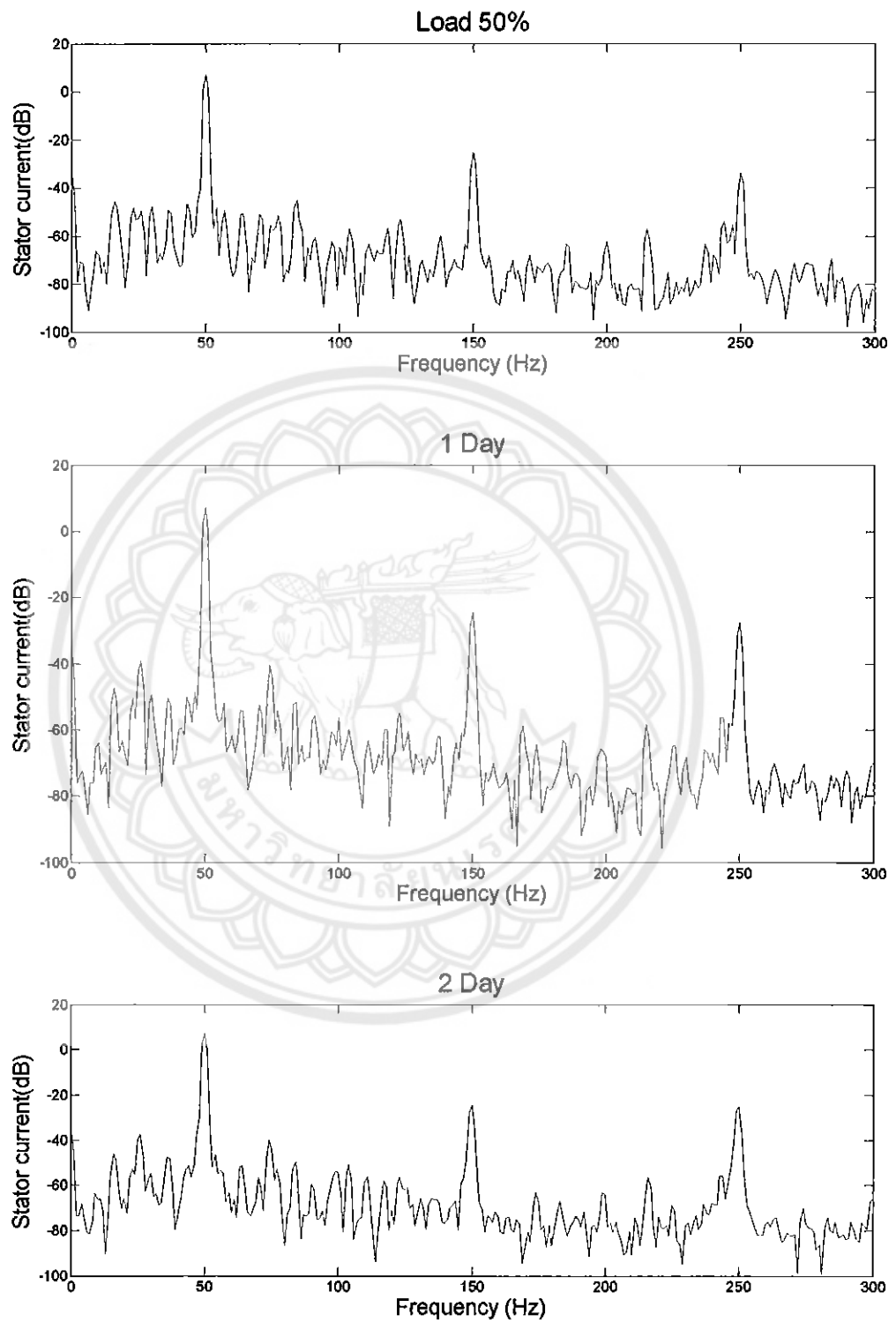


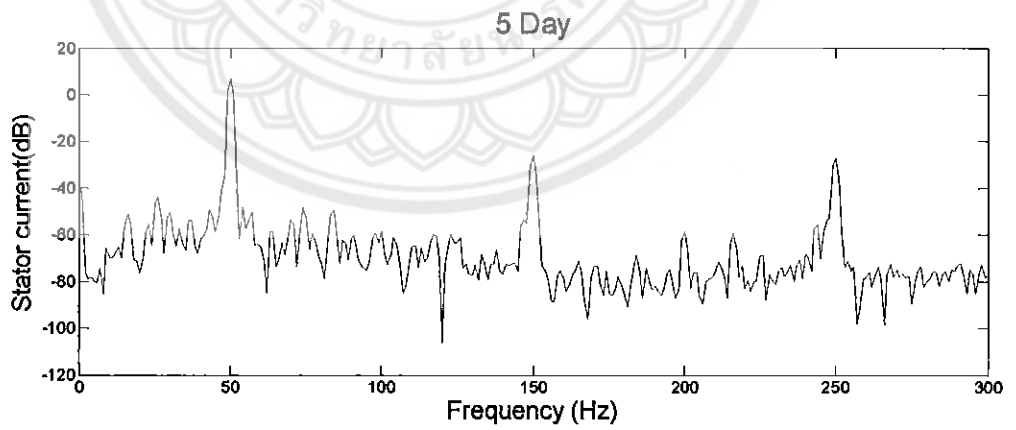
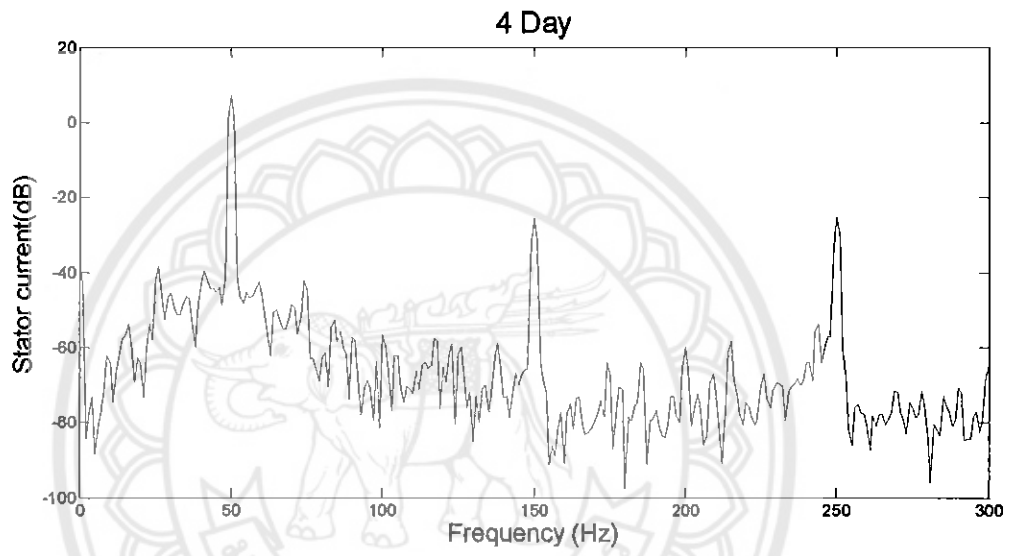
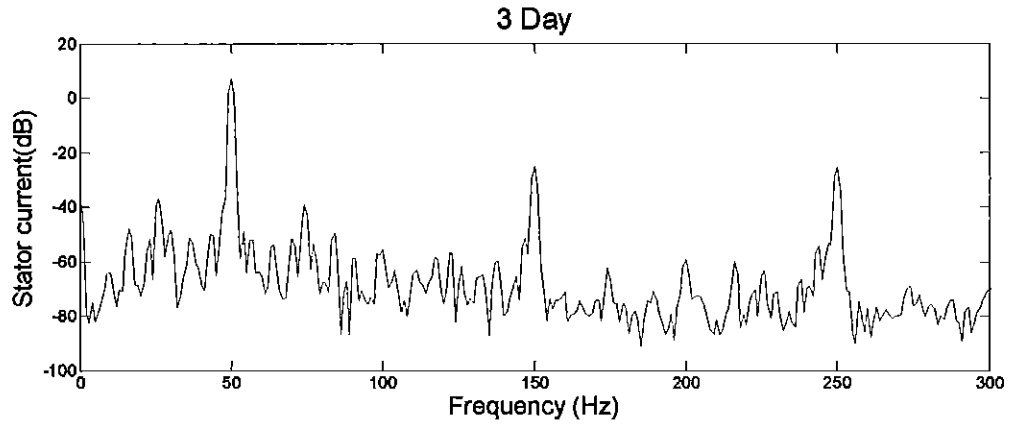
รูปที่ 4.64 กราฟสัญญาณแอมพลิจูดของกระแสเบริงแชน้ำเกลือ 25

ตารางที่ 4.9 ตารางสัญญาณกระแสกรณีเบริงปกติ

Load	Amplitude		
	50	150	250
0%	5.582	-27.82	-30.16
25%	6.211	-25.11	-30.07
50%	7.046	-25.28	-34.02
75%	8.218	-25.56	-34.01
100%	8.999	-25.3	-33.76

4.4.3 สัญญาณกระแสที่ความถี่ 50 เฮอร์เซ็นต์

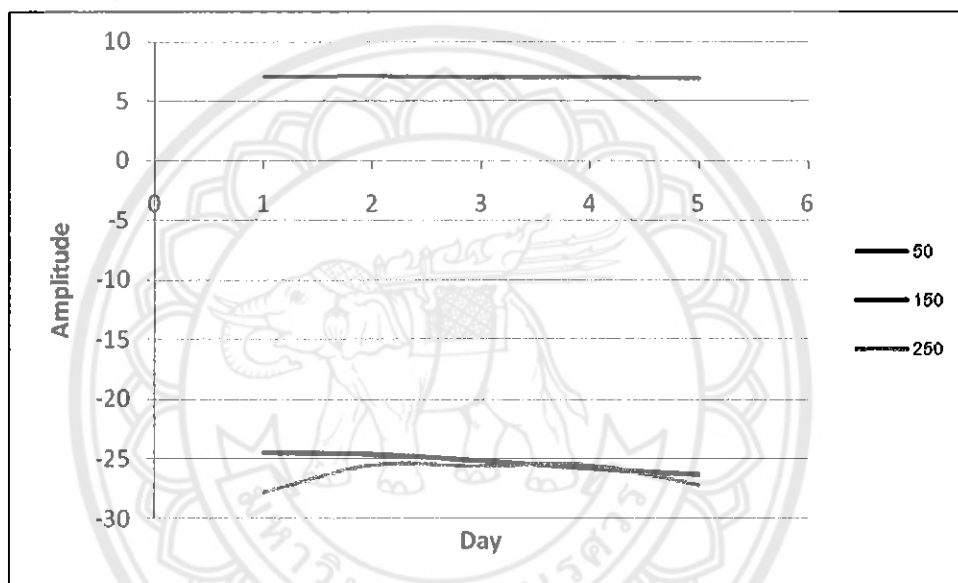




รูปที่ 4.65 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน

ตารางที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณกระแสที่โหลด 50 เปอร์เซ็นต์

Day	Amplitude		
	50	150	250
1	7.057	-24.5	-27.8
2	7.147	-24.63	-25.51
3	6.992	-25.16	-25.61
4	7.03	-25.78	-25.52
5	6.873	-26.28	-27.15

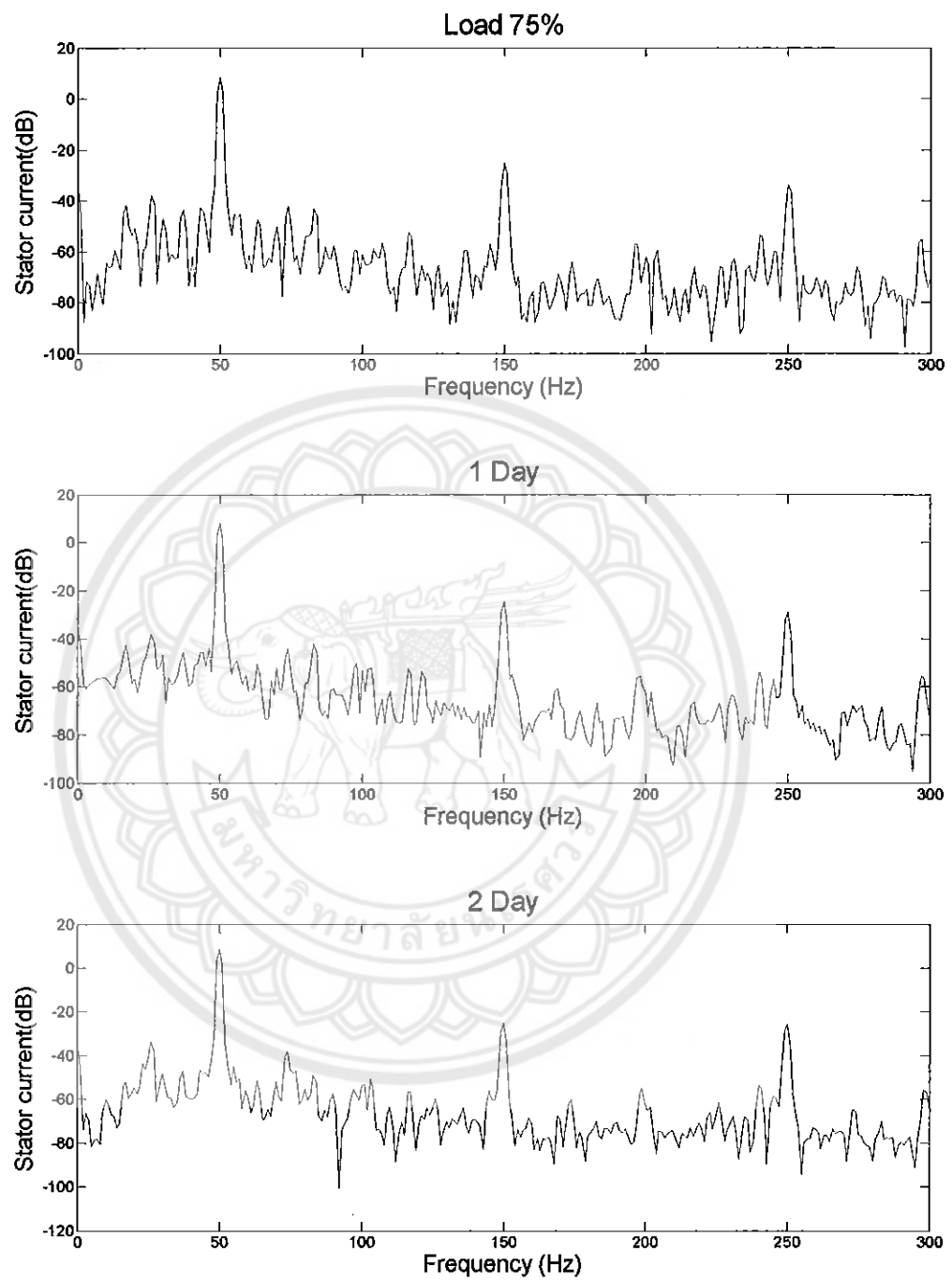


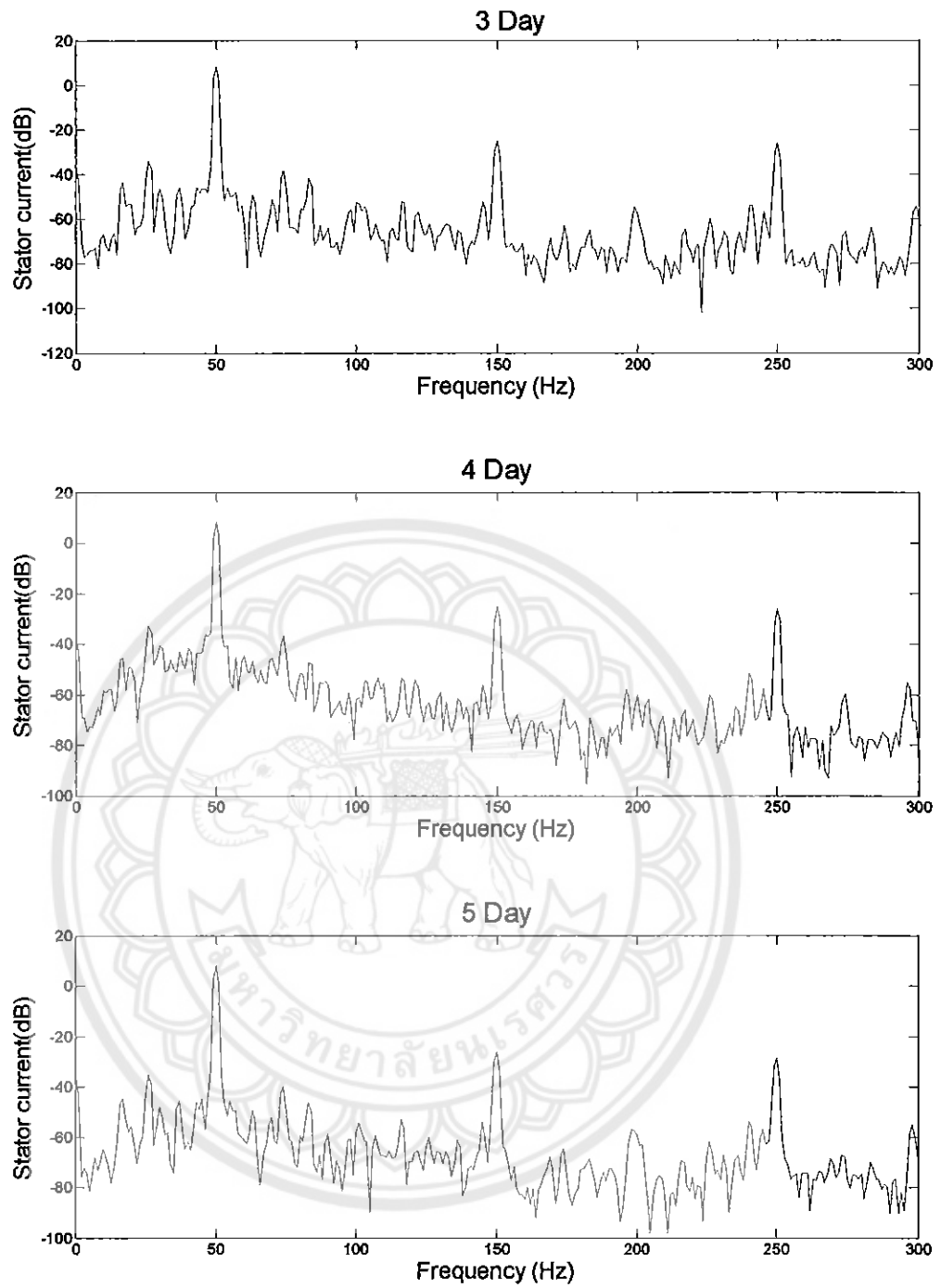
รูปที่ 4.66 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสเบริงน้ำเกลือ 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.11 ตารางสัญญาณกระแสกรณีเบริงปกติ

Load	Amplitude		
	50	150	250
0%	5.582	-27.82	-30.16
25%	6.211	-25.11	-30.07
50%	7.046	-25.28	-34.02
75%	8.218	-25.56	-34.01
100%	8.999	-25.3	-33.76

4.4.4 สัญญาณกระแสที่ความถี่ 75 เปอร์เซ็นต์

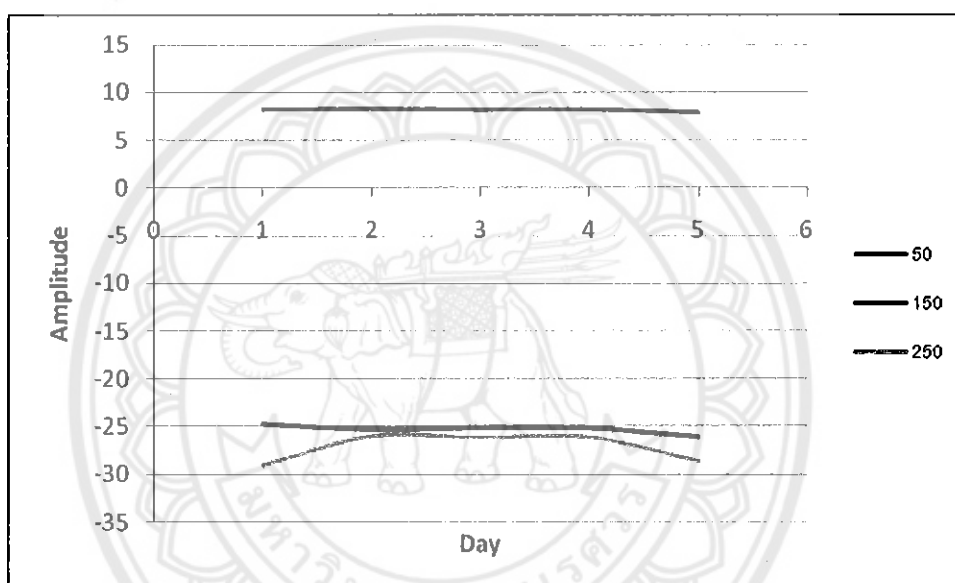




รูปที่ 4.67 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณกระแสที่โหลด 75 เปอร์เซ็นต์

Day	Amplitude		
	50	150	250
1	8.193	-24.78	-29.02
2	8.26	-25.31	-25.98
3	8.176	-25.15	-26.12
4	8.201	-25.18	-26.07
5	7.936	-26.02	-28.58

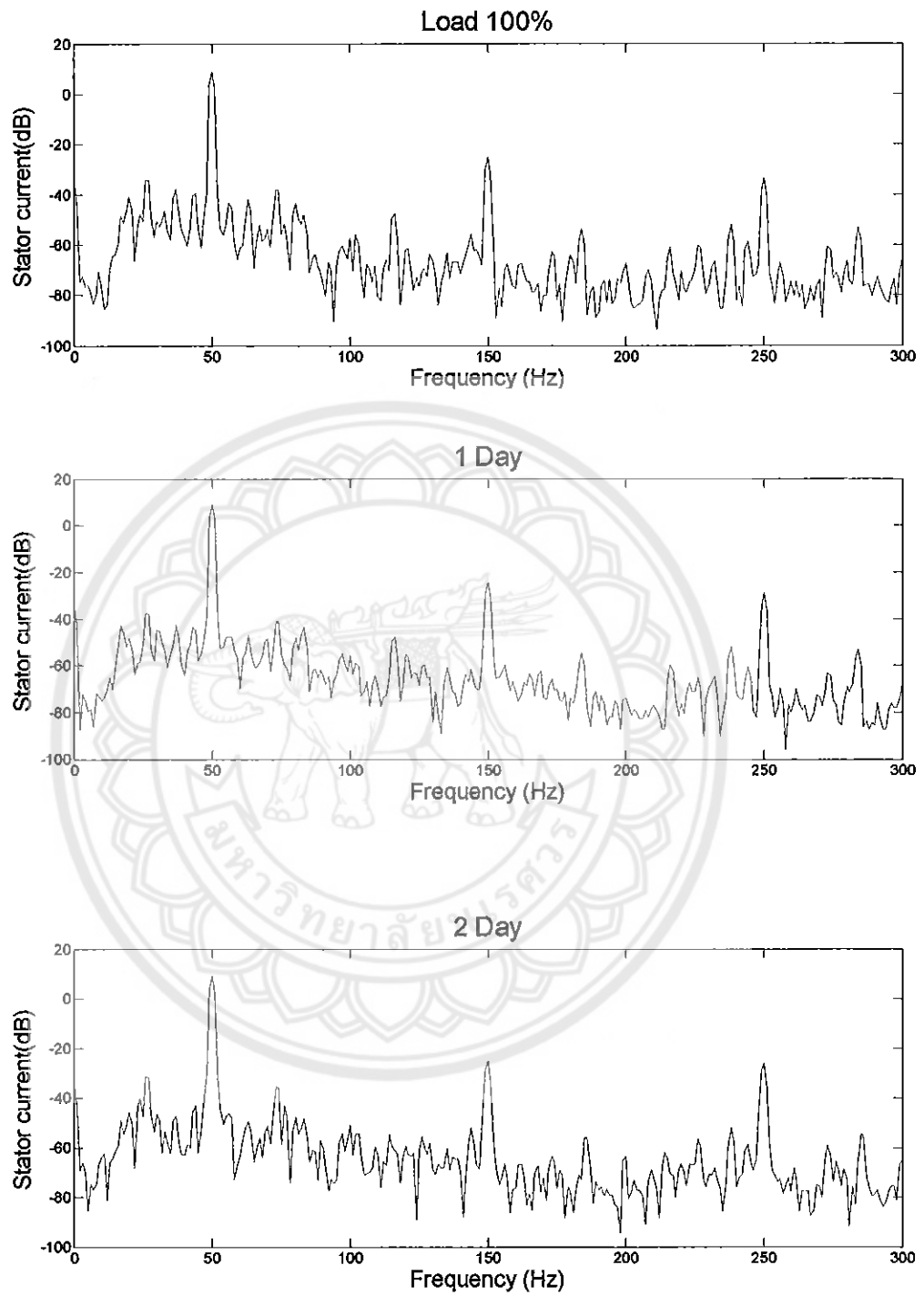


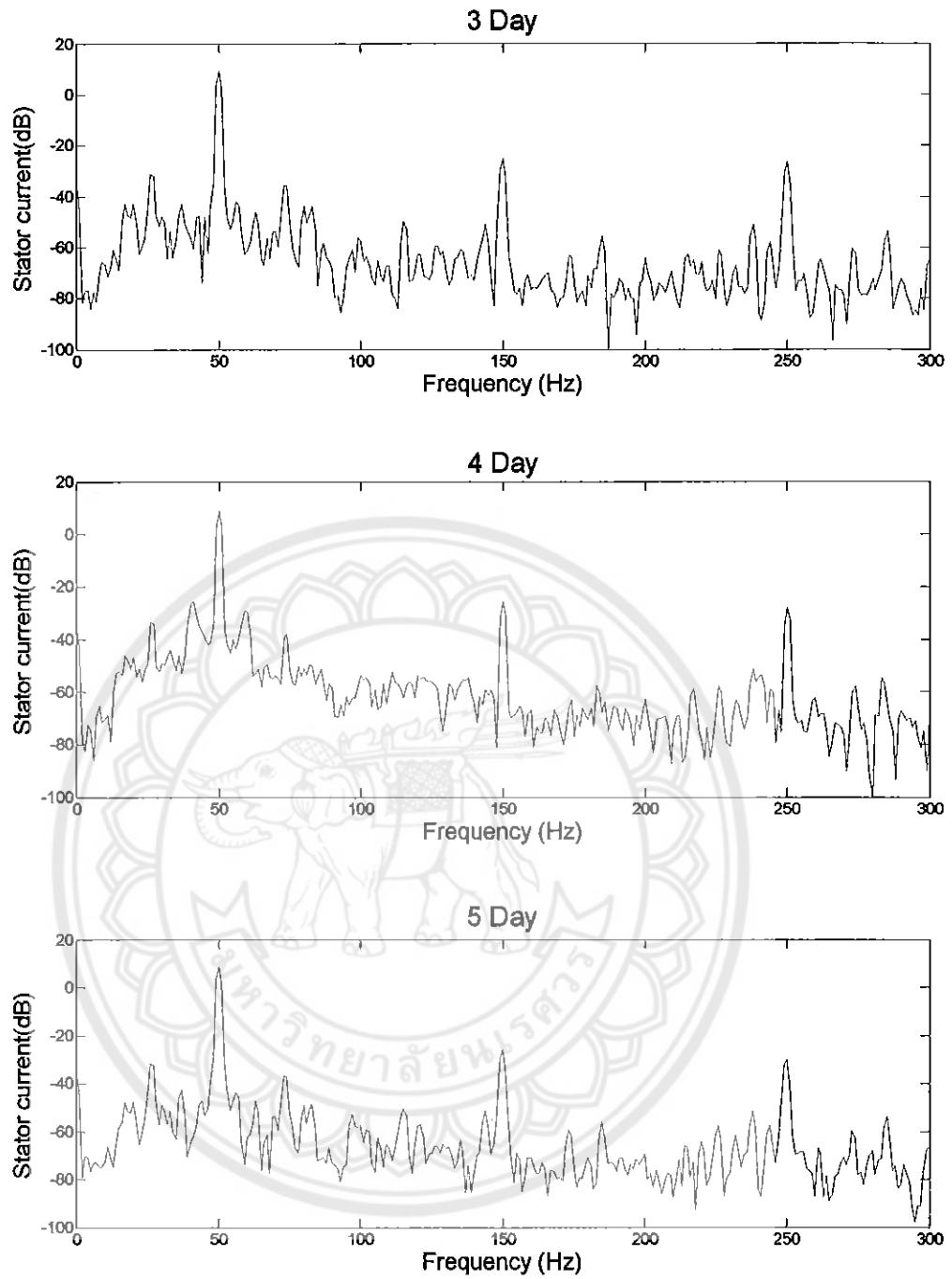
รูปที่ 4.68 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสเบริงแช่น้ำเกลือ 75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.13 ตารางสัญญาณกระแสกรณีเบริงปกติ

Load	Amplitude		
	50	150	250
0%	5.582	-27.82	-30.16
25%	6.211	-25.11	-30.07
50%	7.046	-25.28	-34.02
75%	8.218	-25.56	-34.01
100%	8.999	-25.3	-33.76

4.4.5 สัญญาณกระแสที่ความถี่ 100 เปอร์เซ็นต์

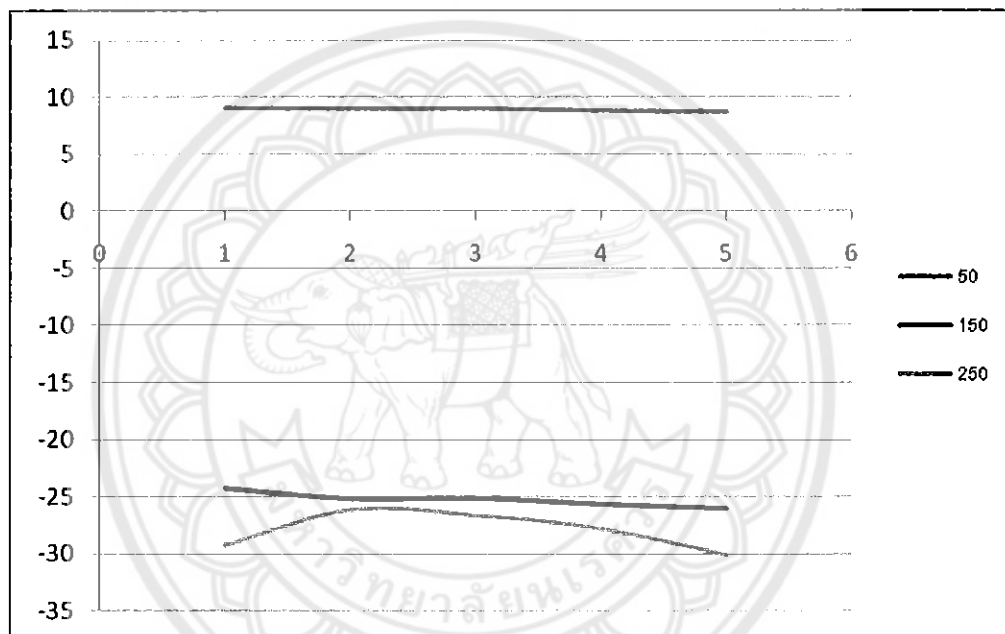




รูปที่ 4.69 สัญญาณกระแสของทั้ง 5 วัน

ตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณกระแสที่โหลด 100 เปอร์เซ็นต์

Day	Amplitude		
	50	150	250
1	9.107	-24.3	-29.25
2	9.036	-25.19	-26.15
3	9.032	-25.16	-26.65
4	8.768	-25.66	-27.83
5	8.687	-26.02	-30.11



รูปที่ 4.70 กราฟสัญญาณแอมปริจูดของกระแสเบริงเข้าน้ำเกลือ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.15 ตารางสัญญาณกระแสกรณีเบริงปกติ

Load	Amplitude		
	50	150	250
0%	5.582	-27.82	-30.16
25%	6.211	-25.11	-30.07
50%	7.046	-25.28	-34.02
75%	8.218	-25.56	-34.01
100%	8.999	-25.3	-33.76

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ในบทที่ 4 ในเรื่องของสัญญาณเสียงจะเห็นได้ว่าค่าสัญญาณเสียงที่ได้จากการทดลองกรณีเบร้งเกิดสนิมของทั้งห้าวันในมอเตอร์อินดักชั่น ที่โหลด 0 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ 75 เปอร์เซ็นต์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการเกิดแอมพริจูดส่วนใหญ่ของทั้งห้าวันมีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ที่ตำแหน่งความถี่ที่ 1 มีค่าความถี่ประมาณ 500 เฮิรตซ์ ที่ตำแหน่งที่ 2 มีค่าความถี่ประมาณ 1,000 เฮิรตซ์ ที่ตำแหน่งที่ 3 เฮิรตซ์ มีค่าความถี่ประมาณ 1,500 เฮิรตซ์ ที่ตำแหน่งที่ 4 มีค่าประมาณ 2,000 เฮิรตซ์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าสัญญาณเสียงสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำนายตัวเบร้งว่าเกิดสนิมหรือไม่โดยดูจากความถี่ที่ตำแหน่งประมาณ 500 เฮิรตซ์ , 1,000 เฮิรตซ์, 1,500 เฮิรตซ์, 2,000 เฮิรตซ์ และ 2,500 เฮิรตซ์

จากผลการทดลองสัญญาณกระแสค่าที่ได้จากผลการทดลองพบว่ากรณีค่าสัญญาณกระแสของเบร้งปกติ กับค่าสัญญาณกระแสกรณีเบร้งเกิดสนิมมีค่าที่ตำแหน่งความถี่ 50 เฮิรตซ์ 150 เฮิรตซ์ 250 เฮิรตซ์ มีค่าแอมพริจูดใกล้เคียงกันอันเนื่องมาจากการที่เบร้งเกิดสนิมไม่ทำให้การหมุนของโรเตอร์สะดุดทำให้กระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ไหลได้ต่อเนื่องจึงมีค่าแอมพริจูดใกล้เคียงกับเบร้งปกติ

ดังนั้นในการตรวจสอบหาว่าเบร้งขณะที่ใช้อยู่ในมอเตอร์อินดักชั่นนั้นเกิดสนิมหรือไม่ควรจะใช้วิธีการเสียงเป็นแนวทางในการทำนายผล

5.2 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข

1) เนื่องจากการทดลองมีการเปลี่ยนเบร้งที่เกิดสนิมหลายอันเวลาถอดเบร้งออกมาบางอันไม่สามารถถอดออกมาได้ง่ายนักทำให้เวลาทดลองต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนเบร้ง แก้ไขโดยใช้การใช้อุปกรณ์ดึงเบร้งออก

2) เวลาทดลองนานๆ มอเตอร์อินดักชั่นจะร้อนมาก ควรแก้ไขโดยมีการวางแผนในการทดลองเพื่อให้การเก็บค่าสัญญาณให้ได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

3) เนื่องจากเวลาเก็บค่าสัญญาณกระแสในเครื่องคอมพิวเตอร์มีไฟล์ที่ต้องเก็บขณะนั้นควรตั้งชื่อให้ดีเพื่อไม่ให้สับสนในการนำข้อมูลออกมาใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://www.lpc.rmutl.ac.th/elcen/elearning/motorcontrol/module8/rotor3.jpg>
- [2] Eastern Asia University "ELECTRO MECHANICAL ENERGY CONVERSION
- [3] I. Y. Onel and M. E. H. Benbouzid, "Induction Motors Bearing Failures Detection and Diagnosis: Park and Concordia Transform Approaches Comparative Study," in *Electric Machines & Drives Conference, 2007. IEMDC '07. IEEE International, 2007*, pp. 1073-1078.
- [5] C. M. Riley, *et al.*, "A method for sensorless on-line vibration monitoring of induction machines," *Industry Applications, IEEE Transactions on*, vol. 34, pp. 1240-1245, 1998.
- [6] W. T. Thomson and M. Fenger, "Current signature analysis to detect induction motor faults," *Industry Applications Magazine, IEEE*, vol. 7, pp. 26-34, 2001.
- [7] J. Vico, *et al.*, "Enhanced algorithm for motor rotor broken bar detection," in *Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), 2010 IEEE, 2010*, pp. 1-8.
- [8] C. J. Dister and R. Schiferl, "Using temperature, voltage, and/or speed measurements to improve trending of induction motor RMS currents in process control and diagnostics," in *Industry Applications Conference, 1998. Thirty-Third IAS Annual Meeting. The 1998 IEEE, 1998*, pp. 312-318 vol.1.
- [9] J. Vico, *et al.*, "Enhanced algorithm for motor rotor broken bar detection," in *Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), 2010 IEEE, 2010*, pp. 1-8.
- [10] H. Okubo, *et al.*, "Technical Development on Partial Discharge Measurement and Electrical Insulation Techniques for Low Voltage Motors Driven by Voltage Inverters," *Dielectrics and Electrical Insulation, IEEE Transactions on*, vol. 14, pp. 1516-1530, 2007.

นายก้าพล หน่อแก้ว, นายณัฐพล สิริศรีจันทร์ (2551) . การศึกษาเริ่มเดินของมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 3 เฟส , วิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร, จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายภิรมย์ รอดเงิน
ภูมิลำเนา 373 หมู่ 17 ต.หนองกุดตา อ.บางระกำ
จ.พิษณุโลก 65140

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: a-ob-jung@hotmail.com



ชื่อ นายอร่ามพงศ์ ดีอินทร์
ภูมิลำเนา 109/1 หมู่ 7 ต.วังน้ำคู้ อ.เมือง
จ.พิษณุโลก 65230

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: tom_ultimate@hotmail.com