สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัย	1
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	3
บทที่ 3 การหาค่าพารามิเตอร์ฮาร์โมนิคโดยใช้แนวคิดพีชคณิตเชิงเส้น	5
3.1 แบบจำลองพีชคณิตเชิงเส้น	5
3.2 วิธีการหาคำตอบพารามิเตอร์ฮาร์โมนิคโดยใช้เทคนิค l_1 Norm	8
3.3 วิธีการหาคำตอบพารามิเตอร์ฮาร์โมนิคโดยใช้เทคนิค l_2 Norm	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	11
4.1 ผลการทดลอง	11
4.1.1 ผลการทดลองการหาค่าขนาดและมุมเฟสที่คงที่ในสัญญาณ	11
4.1.2 ผลการทดลองการหาค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่คงที่ในสัญญาณ	15
4.1.3 ผลการทดลองการหาค่าขนาดที่คงที่และมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณ	19
4.1.4 ผลการทดลองการหาค่าขนาดและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณ	23
4.1.5 ผลการทดลองการหาค่าทั้งขนาดและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสามช่วงเวลา	27
4.1.6 ผลการทดลองการหาค่าขนาดและมุมเฟสกรณีมีสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม	31
4.1.7 ผลการทดลองการหาค่าขนาดและมุมเฟสกรณีมีสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์	38
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	43

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการวิจัย	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	47

สารบัญรูป

รูป หน้า

4.1 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 12

4.2 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 13

4.3 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 14

4.4 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่คงที่ในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 16

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.5 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่คงที่ในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 17

4.6 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่คงที่ในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 18

4.7 การประมาณค่าขนาดที่คงที่และมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 20

4.8 การประมาณค่าขนาดที่คงที่และมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 21

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.9 การประมาณค่าขนาดที่คงที่และมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 22

4.10 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 24

4.11 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 25

4.12 การประมาณค่าขนาดที่เปลี่ยนแปลงและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสัญญาณเชิงสังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.13 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสามช่วงเวลาจริงของสัญญาณเชิง-สังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] กรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 28

4.14 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสามช่วงเวลาจริงของสัญญาณเชิง-สังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] กรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 29

4.15 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสที่เปลี่ยนแปลงในสามช่วงเวลาจริงของสัญญาณเชิง-สังเคราะห์ความถี่ 50 [Hz] ที่ถูกสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่สุ่ม 3 [kHz] กรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับ-เวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 30

4.16 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.17 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 33

4.18 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 34

4.19 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 50$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 35

4.20 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 80$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.21 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-7) สำหรับกรณี $P = 100$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 37

4.22 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-8) สำหรับกรณี $P = 10$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 39

4.23 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-8) สำหรับกรณี $P = 20$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 40

4.24 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-8) สำหรับกรณี $P = 30$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.25 การประมาณค่าขนาดและมุมเฟสในสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนตามสมการที่ (4-8) สำหรับกรณี $P = 50$: (ก) สัญญาณเชิงสังเคราะห์เทียบกับเวลาจริง (ภาพบน); (ข) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สอง); (ค) ค่าขนาดของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพแถวที่สาม); (ง) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_1 Norm (ภาพแถวที่สี่); (จ) ค่ามุมเฟสของสัญญาณเทียบกับเวลาจริงที่ได้รับด้วยวิธี l_2 Norm (ภาพล่าง) 42

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

$\|\underline{x}\|_p$	หมายถึง ขนาด l_p Norm ของเวกเตอร์ตัวแปร $\underline{x}$
$w(t)$	แสดงถึง สัญญาณรบกวนที่ข้อมูลถูกสุ่มแทนธรรมชาติ หรือแบบอิมพัลส์
$s(t)$	แสดงถึง สัญญาณไฟฟ้าที่ไม่มีสัญญาณรบกวน
$x(t)$	แสดงถึง สัญญาณไฟฟ้าที่มีหรือไม่มีสัญญาณรบกวน
f_0	แสดงถึง ความถี่พื้นฐานของสัญญาณ
ω_k	แสดงถึง ความถี่ที่ฮาร์โมนิค k ของสัญญาณทางไฟฟ้า
A_k	แสดงถึง พารามิเตอร์แอมปลิจูดที่ฮาร์โมนิค k ของสัญญาณทางไฟฟ้า
ϕ_k	แสดงถึง พารามิเตอร์มุมเฟสที่ฮาร์โมนิค k ของสัญญาณทางไฟฟ้า