

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตงานวิจัย.....	3
1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2 การสร้างภาพตัดขวางของวัตถุ.....	5
2.1 แนวคิดพื้นฐาน.....	5
2.2 ตัวอย่างหลักการสร้างภาพ.....	6
2.2.1 การสร้างภาพตัดขวางโดยรังสีเอ็กซ์ (Computed Tomography (CT))	6
2.2.2 การสร้างภาพตัดขวางความต้านทานไฟฟ้า (Electrical Impedance Tomography (EIT)).....	9
2.3 การสร้างภาพตัดขวางในทางอุตสาหกรรม (Industrial process tomography)....	10
บทที่ 3 การสร้างภาพตัดขวางค่าความจุทางไฟฟ้า (Electrical Capacitance Tomography).....	12
3.1 หลักการพื้นฐาน.....	12
3.2 วงจรพื้นฐานที่ใช้วัดค่าความจุไฟฟ้า.....	12
3.2.1 วงจรชาร์จ-ดิสชาร์จ (Charge / Discharge Circuit).....	13
3.2.2 วงจรเอซี-เบส (AC – Based Circuit).....	15

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 รูปแบบการวางอิเล็กทรอนิกส์ในระบบ ECT.....	18
3.4 โครงสร้างของระบบ ECT.....	19
3.5 ตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	20
3.5.1 เซ็นเซอร์แบบหน้าตัดสี่เหลี่ยม.....	20
3.5.2 เซ็นเซอร์แบบหน้าตัดวงกลม.....	21
3.6 วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ (Sine Wave Generator).....	22
3.7 วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer).....	24
3.8 วงจรขยายสัญญาณ (AC-Amplifier).....	25
3.9 วงจรแบนพาสฟิลเตอร์ (Multiple Feedback Bandpass Filter).....	27
3.10 วงจรแปลงแรงดันเอซี เป็นแรงดันดีซี (RMS to DC Converter).....	29
3.11 แปลงสัญญาณอะนาลอก เป็นสัญญาณดิจิทัล (A to D Converter).....	30
3.12 การ์ดอินเตอร์เฟซ 8255 (ET-8255 Interface Card).....	31
3.13 ภาควัดจ่ายไฟ (Power Supply).....	35
 บทที่ 4 การสร้างภาพกลับ (Image reconstruction).....	 36
4.1 หลักการพื้นฐาน.....	36
4.2 วิธีการหาค่าเซนซิวิตี (Sensitivity) ของระบบ ECT.....	38
4.3 การสร้างภาพกลับ.....	41
4.3.1 การสร้างภาพกลับโดยวิธีลิเนียร์แบ็กโปรเจกชัน.....	41
4.3.2 การสร้างภาพกลับโดยใช้วิธี ART.....	44
4.4 การปรับปรุงภาพ.....	47
4.4.1 วิธีลิเนียร์แบ็กโปรเจกชันตามหลัก projected Landweber iteration.....	47
4.4.2 การใช้วิธีเทรชโฮลด์.....	49
 บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....	 51
5.1 รูปแบบการวัดค่าความจุไฟฟ้า.....	51

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.2 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง.....	53
5.2.1 การทดลองการทำงานของระบบ.....	53
5.2.2 การทดลองสร้างภาพตัดขวาง.....	59
5.3 เกณฑ์ประเมินสมรรถนะ(Performance evaluation criteria).....	66
 บทที่ 6 บทสรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	 69
 เอกสารอ้างอิง.....	 71
 ภาคผนวก ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	 72
 ประวัติผู้เขียน.....	 73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวงจรชาร์จ-ดิสชาร์จ และวงจรเอซี-เบส.....	17
3.2 แสดงข้อดีและข้อเสียของการติดอิเล็กทรอนิกส์แต่ละลักษณะ	18
3.3 การเลือกชนิดของสัญญาณเอาต์พุตของไอซี MAX 038.....	23
3.4 สถานะสวิทช์.....	25
3.5 คุณสมบัติของบอร์ดแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลรุ่น ET-AD12.....	31
3.6 คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟซรุ่น ET – 8255.....	32
3.7 การใช้งานแอดเดรสของการ์ด ET – 8255.....	33
5.1 แสดงลำดับการจับคู่ อิเล็กทรอนิกส์ตัวส่งและตัวรับ.....	53
5.2 ผลการทดลองจากการสร้างภาพกลับของวัตถุ 2 ชั้น ในเซ็นเซอร์หน้าตัดกลม.....	60
5.3 ผลการทดลองจากการสร้างภาพกลับของวัตถุ 1 ชั้น ในเซ็นเซอร์หน้าตัดกลม.....	61
5.4 การสร้างภาพกลับของวัตถุ 2 ชั้นโดยทำเทรซโซลด์เซนซิวิตีในอัลกอริทึมวงกลม.....	62
5.5 การสร้างภาพกลับของวัตถุ 1 ชั้นโดยทำเทรซโซลด์เซนซิวิตีในอัลกอริทึมวงกลม.....	63
5.6 ผลการทดลองจากการสร้างภาพกลับของวัตถุ ในเซ็นเซอร์หน้าตัดสี่เหลี่ยม.....	64
5.7 การสร้างภาพกลับโดยทำเทรซโซลด์เซนซิวิตี ในอัลกอริทึมหน้าตัดสี่เหลี่ยม.....	65

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หลักการของเทคนิคโทโมกราฟี.....	6
2.2 ตัวอย่างของการสร้างภาพตัดขวางตามวิธีการแบ็กโปรเจกชัน.....	8
3.1 วงจร ชาร์จ – ดิสชาร์จ (Charge / Discharge Circuit).....	13
3.2 วงจรเอซี – เบส (AC – Based Circuit).....	15
3.3 บล็อกไดอะแกรมของแบบชาร์จ-ดิสชาร์จ และแบบเอซี-เบส.....	16
3.4 โครงสร้างระบบ ECT.....	19
3.5 โครงสร้างเซ็นเซอร์หน้าตัดสี่เหลี่ยมและลักษณะของตำแหน่งอิเล็กโทรด.....	20
3.6 ตัวเซ็นเซอร์หน้าตัดสี่เหลี่ยมที่ใช้ในการทดลอง.....	21
3.7 โครงสร้างเซ็นเซอร์หน้าตัดกลมและลักษณะของตำแหน่งอิเล็กโทรด.....	22
3.8 ตัวเซ็นเซอร์หน้าตัดกลมที่ใช้ในการทดลอง.....	22
3.9 วงจรไซน์เวฟเจนเนอเรเตอร์โดยใช้ไอซี MAX038.....	23
3.10 รูปแบบการต่อสวิทช์ในวงจรมัลติเพล็กซ์.....	24
3.11 วงจรมัลติเพล็กซ์ (Multiplexer)	25
3.12 วงจรขยายสัญญาณ (AC Amplifier).....	26
3.13 แสดงจุดตัดความถี่ของวงจรขยาย U4 และความถี่ที่ใช้งาน.....	27
3.14 วงจรแบนพาสฟิลเตอร์แบบมัลติเฟดแบค (Multiple Feedback Bandpass Filter).....	28
3.15 การตอบสนองความถี่ของวงจรแบบพาสฟิลเตอร์ในรูปที่ 3.14.....	29
3.16 วงจรแปลง อาร์เอ็มเอส เป็น แรงดันไฟตรง (RMS to DC Converter).....	30
3.17 เอาท์พุทของวงจรในรูปที่ 3.16 เมื่อวัดใหม่.....	30
3.18 วงจรภายในของบอร์ดแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลรุ่น ET-AD12.....	31
3.19 ลักษณะของการ์คอินเตอร์เฟสรุ่น ET – 8255.....	32
3.20 ลักษณะพอร์ทของไอซี 8255 และสัญญาณควบคุม.....	33
3.21 วงจรภายในของการ์ด ET-8255.....	34
3.22 วงจรภาคจ่ายไฟ (Power Supply).....	35
4.1 รูปตัวนำสองตัวเมื่อวางอยู่ระหว่างวัสดุที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า.....	36
4.2 ลักษณะการกระจายของค่าเซนซิวิตีในแบบ 3 มิติของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยมเฉพาะ คู่อิเล็กโทรด 1-4.....	39

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 รูปลักษณะการกระจายของค่าเซนซิติวิตีของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยมเฉพาะคู่อิเล็กโทรด 1-2 ถึงคู่อิเล็กโทรด 1-8	40
4.4 รูปลักษณะการกระจายของค่าเซนซิติวิตีของเซ็นเซอร์แบบวงกลมเฉพาะคู่อิเล็กโทรด 1-6 ในแบบ 3 มิติ.....	40
4.5 รูปลักษณะการกระจายของค่าเซนซิติวิตีของเซ็นเซอร์แบบวงกลมเฉพาะคู่อิเล็กโทรด 1-2 ถึงคู่อิเล็กโทรด 1-8	41
4.6 การแบ่งพื้นที่หน้าตัดของเซ็นเซอร์ออกเป็นฟิสิกเซลล์ย่อยๆรูปสี่เหลี่ยมสำหรับเซ็นเซอร์แบบ สี่เหลี่ยม และแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมในเซ็นเซอร์แบบวงกลม.....	42
4.7 รูปแบบการฉายแสง และการคำนวณค่าแฟกเตอร์น้ำหนักของอัลกอริทึมเชิงพีชคณิต.....	44
4.8 ลักษณะการกระจายของค่าเซนซิติวิตีในแบบ 3 มิติของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยมเฉพาะคู่อิเล็กโทรด 1-4 เมื่อทำเทรซโฮลด์.....	50
5.1 รูปภาคตัดขวางของเซ็นเซอร์ทั้งสองแบบ แสดงตำแหน่งของอิเล็กโทรด.....	51
5.2 อัลกอริทึมการวัดค่าความจุไฟฟ้าของระบบ ECT.....	52
5.3 จุดทดสอบสัญญาณของอิเล็กโทรด.....	53
5.4 รูปของสัญญาณเมื่อใช้ความถี่ของระบบเป็น 500 KHz จากจุดทดสอบในรูปที่ 5.3.....	54
5.5 รูปของสัญญาณเมื่อใช้ความถี่ของระบบเป็น 1 MHz จากจุดทดสอบในรูปที่ 5.3.....	54
5.6 ผลจากการวัดค่าศักดาไฟฟ้าซ้ำกัน 4 ครั้งโดยใช้ความถี่ 500 KHz.....	55
5.7 ผลจากการวัดค่าศักดาไฟฟ้าซ้ำกัน 4 ครั้งโดยใช้ความถี่ 1 MHz.....	56
5.8 จุดทดสอบวงจรแปลงสัญญาณ AC เป็นแรงดัน DC.....	56
5.9 สัญญาณไซน์อินพุต (Ch1) และแรงดัน DC เอาท์พุต (Ch2) จากจุดทดสอบในรูปที่ 5.8.....	57
5.10 แสดงสัญญาณรบกวนที่ขึ้นอยู่กับแรงดัน DC (Ch2) จากจุดทดสอบในรูปที่ 5.8.....	57
5.11 แสดงขอบข่ายขึ้นแรงดันเอาท์พุต (Ch2) เมื่อเริ่มสวิตช์ (Ch1) จากจุดทดสอบรูปที่ 5.8.....	58
5.12 ช่วงเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าศักดาไฟฟ้าในแต่ละค่า.....	59
5.13 ตำแหน่งของวัตถุที่ใช้ทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนในเซ็นเซอร์ทั้ง 2 แบบ.....	66
5.14 ผลของการสร้างภาพตัดขวางของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยมด้วยวิธี LBP ตามหลักของ Projected Landweber Iteration โดยใช้จำนวนการทำซ้ำ 5 , 10 และ 15 รอบ ตามลำดับ.....	67

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.15 ผลของการสร้างภาพตัดขวางของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยมด้วยวิธี ART โดยใช้จำนวน การทำซ้ำ 5 , 10 และ 15 รอบ ตามลำดับ.....	67
5.16 รูปกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนนอร์มสัมพัทธ์ของเซ็นเซอร์แบบสี่เหลี่ยม.....	67
5.17 ผลของการสร้างภาพตัดขวางของเซ็นเซอร์แบบกลมด้วยวิธี LBP ตามหลักของ Projected Landweber Iteration โดยใช้จำนวนการทำซ้ำ 5 , 10 และ 15 รอบ ตามลำดับ.....	68
5.18 ผลของการสร้างภาพตัดขวางของเซ็นเซอร์แบบกลมด้วยวิธี ART โดยใช้จำนวน การทำซ้ำ 5 , 10 และ 15 รอบ ตามลำดับ.....	68
5.19 รูปกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนนอร์มสัมพัทธ์ของเซ็นเซอร์แบบกลม.....	68