

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ .....	(1)
บทคัดย่อภาษาไทย .....	(2)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	(3)
สารบัญ .....	(4)
สารบัญตาราง .....	(6)
สารบัญภาพ .....	(7)
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
ประโยชน์ของการวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	2
กรอบแนวความคิดของการวิจัย .....	2
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	3
ความชื้นในดิน .....	3
คุณสมบัติไดโอดีแล็กทริก .....	4
การสะท้อนของไมโครเวฟ .....	5
โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ .....	5
สายอากาศไมโครสตริป .....	9
ไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	14
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	16
ตัวอย่างสำหรับการวิจัย .....	16
ออกแบบโครงสร้างของระบบการตรวจสอบความชื้นดิน .....	16
พัฒนาระบบควบคุมการตรวจสอบความชื้นดินต้นแบบ .....	16
พัฒนาโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม .....	17
การวิเคราะห์ผล .....	17
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b> .....	18
ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัย .....	18
ผลการออกแบบโครงสร้างระบบ .....	18
ผลการพัฒนาระบบควบคุมการตรวจสอบความชื้นดินต้นแบบ .....	20
ผลการพัฒนาโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม .....	25
ผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง .....	30

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	30
สรุปผล .....	30
อภิปรายผล .....	31
ข้อเสนอแนะ .....	31
บรรณานุกรม .....	32
ภาคผนวก .....	36
ภาคผนวก ก. การเผยแพร่ผลงานวิจัย .....	37
ภาคผนวก ข. คู่มืออุปกรณ์สร้างระบบ .....	51

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุ .....	4
4.1 ขนาดของสายอากาศแพทช์ .....	22
4.2 ขนาดของ $ S_{21} $ จากการตรวจวัดที่แต่ละระดับความขึ้นดิน .....	24
4.3 ขนาดของคลื่นสะท้อนจากการตรวจวัดความขึ้นที่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ (โวลต์) .....	26
4.4 ขนาดของคลื่นสะท้อนจากการตรวจวัดความขึ้นที่ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ (โวลต์).....	26
4.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการตรวจวัดความขึ้น .....	27
4.6 ความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียมที่จำนวนโนดซ่อนเร้น 4 โหนด .....	30

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การยึดปริมาณน้ำของอนุภาคดิน .....	3
2.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม .....	6
2.3 โมเดลโครงข่ายประสาทเทียม .....	7
2.4 การป้อนสัญญาณแบบโพรบ .....	11
2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของสายอากาศไมโครสตริปรูปสี่เหลี่ยม .....	11
2.6 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	12
2.7 บอร์ดอาคิโนรุ่น UNO R3 .....	14
4.1 ลักษณะดินอะคาตามะสำหรับทดสอบ .....	18
4.2 โครงสร้างของระบบตรวจวัดความชื้นดิน .....	19
4.3 บอร์ดอาคิโน รุ่น Nano .....	20
4.4 จอไอแอลอีดี .....	20
4.5 โครงสร้างของสายอากาศแพทช์ .....	21
4.6 การปรับขนาดของตัวนำสัญญาณ .....	21
4.7 การปรับระยะจุดป้อนสัญญาณ .....	22
4.8 (ก) สายอากาศต้นแบบ (ข) ค่า $ S_{11} $ ของสายอากาศต้นแบบ .....	23
4.9 การตรวจวัดความชื้นดินโดยใช้สายอากาศแพทช์ .....	24
4.10 ระบบตรวจวัดความชื้นดินต้นแบบ .....	25
4.11 กำลังงานของคลื่นสะท้อนต่อระดับความชื้น .....	27
4.12 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ .....	28
4.13 ผลการการปรับอัตราการเรียนรู้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม .....	29