

สารบัญ

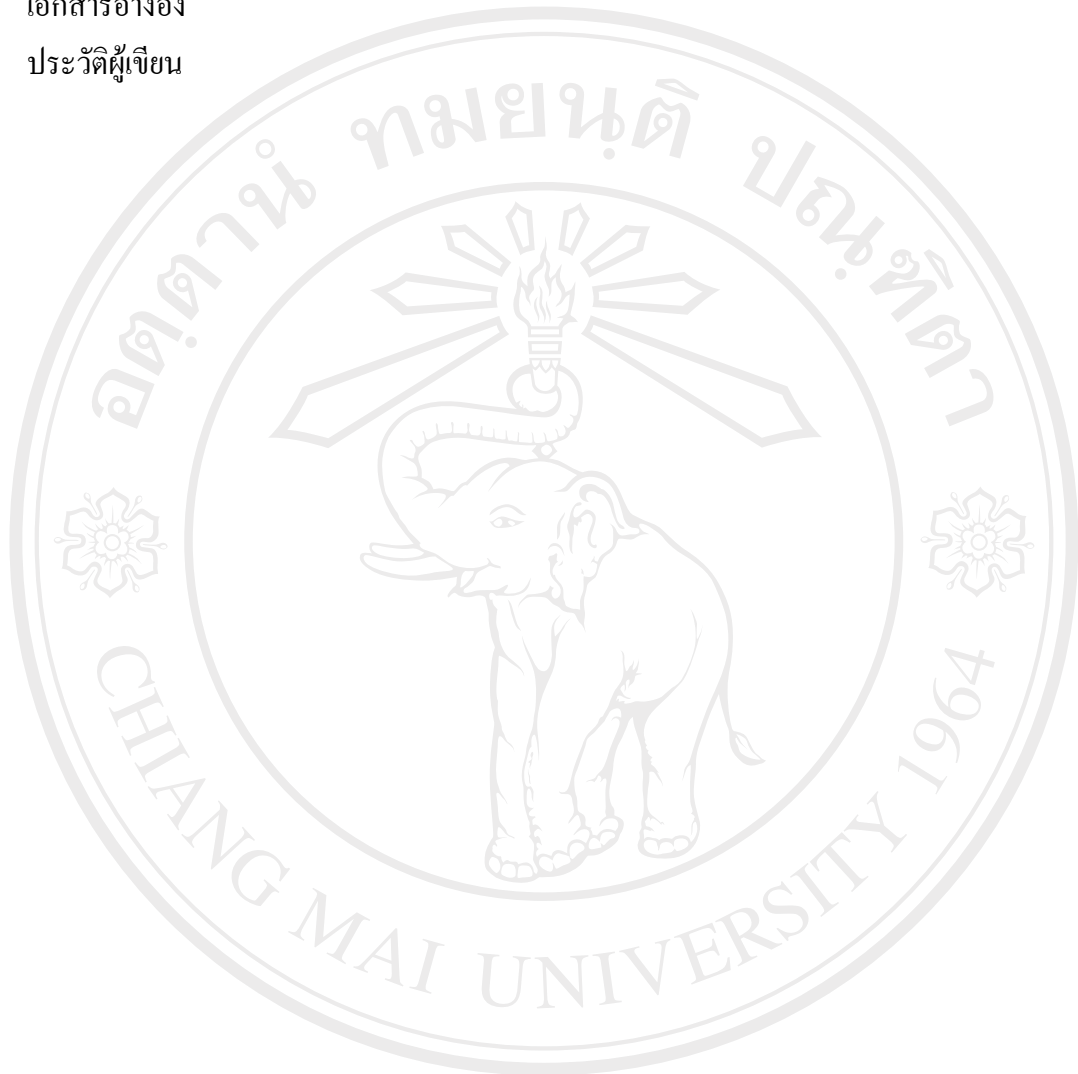
	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎีแนวความคิด	2
บทที่ 2 การวิเคราะห์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	6
2.1 การวิเคราะห์การทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณชนิดไม่มีการจัดการ (Unmanaged Switch) สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	6
2.2 การวิเคราะห์การทำงานเครือข่ายเสมือนส่วนตัว (Virtual Private Network) สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	7
2.3 การวิเคราะห์การทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณชนิดมีการจัดการ (Managed Layer 3 Switch) สำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	8
2.4 สรุปการวิเคราะห์ วิธีจัดการสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	9
บทที่ 3 เทคนิคในการปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	11
3.1 หลักการในการสื่อสารข้อมูลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	11
3.2 เทคนิคในการแยกการสื่อสารข้อมูลโดยใช้เทคนิคแยกกลุ่มเครือข่าย	13

3.3 หลักการในการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล	14
3.4 เทคนิคในการปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล	16
บทที่ 4 การพัฒนาการปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล	19
สำหรับสภาพแวดล้อมเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	
4.1 การพัฒนาส่วนปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล ส่วนเพิ่มขยายในการจัดการกำหนดค่า (Extended configuration)	20
4.2 การพัฒนาส่วนปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล ส่วนการจัดการการเชื่อมต่อ (Connection allocation)	25
4.3 การพัฒนาส่วนปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล ส่วนจัดการการส่งข้อมูล (Packet sending)	31
4.4 การพัฒนาส่วนปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล ส่วนอื่น	32
บทที่ 5 การทดสอบการทำงานการปรับปรุงการทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล สำหรับสภาพแวดล้อมเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	35
5.1 การทดสอบไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะแบบปกติ (Non-secured Public)	37
5.2 การทดสอบไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะแบบปรับปรุงระบบความปลอดภัย (Secured Public)	64
5.3 การทดสอบไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะแบบปรับปรุงระบบความปลอดภัย (Secured Public) และส่วนตัวแบบป้องกันความปลอดภัย (Secured Private)	88
5.4 การทดสอบไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะแบบปรับปรุงระบบความปลอดภัย (Secured Public) และแบบส่วนตัวแบบปกติ (Non-secured Private)	113
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	138
6.1 สรุปและวิเคราะห์การวิจัย	138
6.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ	146

เอกสารอ้างอิง
ประวัติผู้เขียน

147

149



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	เปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละวิธีในการใช้งานในระบบเครือข่ายแบบสาธารณะ	10
3.1	การแบ่งการใช้งานไพรเวตแอดเดรส (Private Address)	13
3.2	รูปแบบ DHCP Packet Format	15
3.3	ข้อมูลรายละเอียดตัวแปรของ DHCP Packet Format	15
6.1	สรุปเปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละวิธีในการใช้งานในระบบเครือข่ายแบบสาธารณะ	145

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
1.1	การใช้งานเทคโนโลยีการปรับปรุงระบบความปลอดภัยของไดนามิกโฮสต์คอนฟิก กิวเรชันโปรโตคอลสำหรับสภาพแวดล้อมเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	5
2.1	การใช้งานเทคโนโลยี Single VLAN ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	6
2.2	การใช้งานเทคโนโลยี VPN Client ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	7
2.3	การใช้งานเทคโนโลยี Multiple VLAN ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	8
2.4	การใช้งานเทคโนโลยีปัจจุบันในเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	9
3.1	ขั้นตอนการ Encapsulation และ Decapsulation	12
3.2	การทำงานของไดนามิกโฮสต์คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอล	16
3.3	ไคอะแกรมการทำงาน การปรับปรุงระบบความปลอดภัยของไดนามิกโฮสต์ คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอล สำหรับสภาพแวดล้อมเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะ	17
3.4	ส่วนในการปรับปรุงการทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอล เทียบกับไดนามิกโฮสต์คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอลเดิม	18
4.1	ส่วนในการปรับปรุงการทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอล เทียบกับไดนามิกโฮสต์คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอลเดิม	19
4.2	ส่วนเพิ่มขยายในการจัดการกำหนดค่าไฟล์ข้อมูล Mac Address ของกลุ่มชนิดที่ไม่ให้บริการ (Blacklisted User)	20
4.3	ส่วนการอ่านค่าข้อมูล Mac Address ของกลุ่มที่ไม่ให้บริการ (Blacklisted User) จากไฟล์เข้าสู่หน่วยความจำ	21
4.4	ส่วนเพิ่มขยายในการจัดการกำหนดค่า ชนิดของกลุ่มของเครื่องลูกข่าย	21
4.5	ส่วนเพิ่มขยายในการจัดการกำหนดค่า ข้อมูล Mac Address ของกลุ่มเครื่องลูกข่าย แต่ละกลุ่ม	22
4.6	ส่วนการอ่านค่าข้อมูล Mac Address ของกลุ่มผู้ใช้งานจากไฟล์เข้าสู่หน่วยความจำ	23
4.7	ตัวอย่างการกำหนดค่าการทำงานของการทำงานไดนามิกโฮสต์ คอนฟิกกิวเรชันโปรโตคอล	24

4.8	ส่วนเพิ่มการจัดการการเชื่อมต่อของ Dhcpdiscover	25
4.9	ฟังก์ชัน current_group(mac) ตรวจสอบกลุ่มของเครื่องลูกข่าย	26
4.10	ส่วนการจัดการการจัดสรรการเชื่อมต่อ (Connection Allocation)	27
4.11	ฟังก์ชัน create_subinterface() ส่วนการจัดการการจัดสรรการเชื่อมต่อ	30
4.12	ส่วนจัดการการส่งข้อมูล (Packet Sending)	31
4.13	การทำงานของ writesubinterface() ในฟังก์ชัน create_subinterface()	32
4.14	ฟังก์ชัน writesubinterface() ในส่วนช่วยการทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล	33
4.15	ฟังก์ชัน readsubinterface() ในส่วนช่วยการทำงานไดนามิกโฮสต์คอนฟิกิวเรชันโปรโตคอล	33
5.1	แผนภาพรายละเอียดเครือข่ายในการทดลองแบบที่ 1	37
5.2	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ DHCP Service ของการทดลองแบบที่ 1	38
5.3	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ Iptables Firewall Service ของการทดลองแบบที่ 1	38
5.4	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC1 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	39
5.5	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC1	39
5.6	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ifconfig)	40
5.7	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ip route)	40
5.8	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง nslookup all)	40
5.9	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC2 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	41
5.10	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC2	41
5.11	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ifconfig)	42
5.12	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ip route)	42
5.13	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง nslookup all)	43
5.14	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC3 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	43
5.15	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC3	43
5.16	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ifconfig)	44
5.17	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ip route)	45

5.18	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง nslookup all)	45
5.19	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC4 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	45
5.20	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC4	45
5.21	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ifconfig)	47
5.22	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ip route)	47
5.23	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง nslookup all)	47
5.24	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	47
5.25	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	48
5.26	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	49
5.27	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	49
5.28	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	50
5.29	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	51
5.30	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	51
5.31	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	52
5.32	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	53
5.33	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC2 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	54
5.34	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC2 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	54

5.49	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC3 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	59
5.50	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC3 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	59
5.51	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	60
5.52	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	60
5.53	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	60
5.54	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	61
5.55	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	61
5.56	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	61
5.57	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	62
5.58	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	62
5.59	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	62
5.60	แผนภาพสรุปการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายในการทดลองแบบที่ 1	63
5.61	แผนภาพรายละเอียดเครือข่ายในการทดลองแบบที่ 2	64
5.62	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ DHCP Service ของการทดลองแบบที่ 2	65
5.63	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ Iptables Firewall Service ของ การทดลองแบบที่ 2	66
5.64	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC1 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	66

5.65	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC1	66
5.66	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ifconfig)	67
5.67	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ip route)	68
5.68	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง nslookup all)	68
5.69	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC2 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	68
5.70	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC2	68
5.71	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ifconfig)	70
5.72	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ip route)	70
5.73	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (nslookup)	70
5.74	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC3 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	70
5.75	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC3	70
5.76	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ifconfig)	72
5.77	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ip route)	72
5.78	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง nslookup all)	72
5.79	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC4 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	72
5.80	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC4	73
5.81	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ifconfig)	74
5.82	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ip route)	74
5.83	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง nslookup all)	74
5.84	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	75
5.85	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด UDP	75
5.86	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด ICMP	75
5.87	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	76

5.116	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	85
5.117	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	86
5.118	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	86
5.119	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	86
5.120	แผนภาพสรุปการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายในการทดลองแบบที่ 2	87
5.121	แผนภาพรายละเอียดเครือข่ายในการทดลองแบบที่ 3	88
5.122	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ DHCP Service ของการทดลองแบบที่ 3	89
5.123	ข้อมูลการกำหนดค่าเครื่องลูกข่ายของ DHCP Service ข้อมูลไฟล์ /etc/dhcp/1 ของการทดลองแบบที่ 3	90
5.124	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงานของ Iptables Firewall Service ของ การทดลองแบบที่ 3	91
5.125	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC1 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	91
5.126	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC1	91
5.127	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ifconfig)	93
5.128	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ip route)	93
5.129	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง nslookup all)	93
5.130	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC2 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	93
5.131	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC2	93
5.132	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ifconfig)	95
5.133	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ip route)	95
5.134	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (nslookup)	95
5.135	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC3 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	95
5.136	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC3	96
5.137	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ifconfig)	97

5.138	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ip route)	97
5.139	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง nslookup all)	97
5.140	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC4 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	98
5.141	ข้อมูลการทำงานของ DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC4	98
5.142	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ifconfig)	99
5.143	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ip route)	99
5.144	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง nslookup all)	99
5.145	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	100
5.146	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด UDP	100
5.147	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด ICMP	100
5.148	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	101
5.149	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด UDP	101
5.150	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC3 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด ICMP	101
5.151	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	102
5.152	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด UDP	102
5.153	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC4 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด ICMP	102
5.154	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC2 กับ PC1 ประเภทสื่อสารข้อมูลชนิด TCP	103

[illegible]

5.169	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC3 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	108
5.170	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC3 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	108
5.171	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC3 กับ PC4 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	108
5.172	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	109
5.173	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	109
5.174	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC1 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	109
5.175	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	110
5.176	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	110
5.177	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	110
5.178	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	111
5.179	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	111
5.180	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	111
5.181	แผนภาพสรุปการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายในการทดลองแบบที่ 3	112
5.182	แผนภาพรายละเอียดเครือข่ายในการทดลองแบบที่ 4	113
5.183	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงาน DHCP Service ของการทดลองแบบที่ 4	114

5.184	ข้อมูลการกำหนดค่าเครื่องลูกข่ายของ DHCP Service ข้อมูลไฟล์ /etc/dhcp/1 ของการทดลองแบบที่ 4	115
5.185	ข้อมูลการกำหนดค่าการทำงาน Iptables Firewall Service ของ การทดลองแบบที่ 4	115
5.186	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC1 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	116
5.187	ข้อมูลการทำงาน DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC1	116
5.188	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ifconfig)	117
5.189	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง ip route)	117
5.190	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC1 (คำสั่ง nslookup all)	118
5.191	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC2 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	118
5.192	ข้อมูลการทำงาน DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย	118
5.193	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ifconfig)	119
5.194	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง ip route)	120
5.195	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC2 (คำสั่ง nslookup all)	120
5.196	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC3 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	120
5.197	ข้อมูลการทำงาน DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC3	120
5.198	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ifconfig)	122
5.199	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง ip route)	122
5.200	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC3 (คำสั่ง nslookup all)	122
5.201	การรับส่งข้อมูลของเครื่องลูกข่าย PC4 ในการร้องขอบริการกับเครื่องแม่ข่าย	122
5.202	ข้อมูลการทำงาน DHCP ของเครื่องแม่ข่ายในการให้บริการกับเครื่องลูกข่าย PC4	122
5.203	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ifconfig)	124
5.204	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง ip route)	124
5.205	รายละเอียดข้อมูลเครือข่ายของเครื่องลูกข่าย PC4 (คำสั่ง nslookup all)	124
5.206	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	125
5.207	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC1 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	125

5.236	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	135
5.237	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	135
5.238	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC2 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	135
5.239	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด TCP	136
5.240	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด UDP	136
5.241	ข้อมูลการสื่อสารของเครื่องลูกข่าย PC4 กับ PC3 ประเภทสื่อสาร ข้อมูลชนิด ICMP	136
5.242	แผนภาพสรุปการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายในการทดลองแบบที่ 4	137
6.1	แผนภาพสรุประบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบปกติ	141
6.2	แผนภาพสรุประบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบสาธารณะป้องกันความปลอดภัย	142
6.3	แผนภาพสรุประบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบส่วนตัวป้องกันความปลอดภัย	143
6.4	แผนภาพสรุประบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบส่วนตัวชนิดปกติ	144