

บทที่ 4

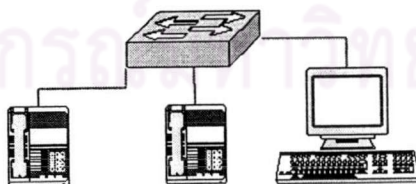
การทดสอบ

4.1 ข้อกำหนดในการทดสอบ

ในการทดสอบเครื่องโทรศัพท์อินเทอร์เน็ตที่ได้พัฒนาขึ้น ได้ใช้คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SCS SIP Proxy ของบริษัท Siemens ทำงานเป็นเครื่องแม่ข่ายทั้งแบบ Proxy และ Redirect ส่วนเครื่องลูกข่ายปลายทางได้ใช้เครื่องโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นอีกเครื่อง และคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SIP User Agent เวอร์ชัน 2.0 ของบริษัท Ubiquity ในการร่วมทดสอบ ซึ่งในการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้โปรแกรม Ethereal ตรวจสอบ Signaling ต่าง ๆ เพื่อบันทึกผล

การทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือการทดสอบการทำงานในโหมดติดต่อโดยตรง, การทำงานในโหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย, และการทดสอบฟังก์ชันการส่งซ้ำกรณีเครื่องโทรศัพท์ไม่ได้รับข้อความตอบสนอง ในการทดสอบการทำงานในโหมดติดต่อโดยตรง และทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายนั้นได้ทดสอบการสร้างเซสชันทั้งกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ร้องขอการสร้างเซสชัน และเป็นผู้ถูกร้องขอการสร้างเซสชัน ในการขอปิดเซสชันก็เช่นกัน ได้ทดสอบทั้งกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ร้องขอการปิดเซสชัน และเป็นผู้ถูกร้องขอการปิดเซสชัน และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโพรโทคอลอินเทอร์เน็ตที่ได้พัฒนาขึ้นจึงได้ทดสอบทั้งในกรณีเครื่องปลายทางอยู่ในโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน และอยู่คนละโครงข่ายกัน

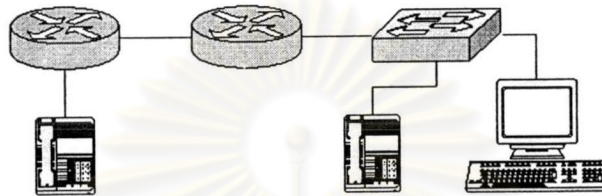
ในการทดสอบการทำงานในโหมดติดต่อโดยตรงภายในโครงข่ายเดียวกัน ได้ต่อเครื่องโทรศัพท์ และคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SIP User Agent เข้ากับสวิตซ์ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และปรับตั้งเครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น และปรับตั้งโปรแกรม SIP User Agent ให้ทำงานในโหมดติดต่อโดยตรง และตั้งค่าไอพีแอดเดรส และซับเน็ตมาสก์ให้เครื่องโทรศัพท์ และคอมพิวเตอร์อยู่ในโครงข่ายเดียวกัน



รูปที่ 4.1 การทดสอบการทำงานในโหมดติดต่อโดยตรงภายในโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน

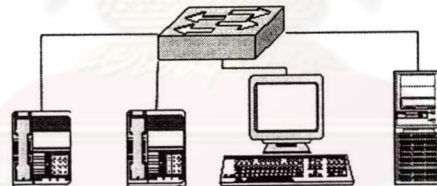
ในการทดสอบการทำงานในโหมดติดต่อโดยตรงข้ามโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น เนื่องจากเราเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบมีพอร์ตอินเทอร์เน็ตเพียงพอร์ตเดียว ดังนั้นในการสร้างโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น 2 โครงข่ายให้มีพอร์ตอินเทอร์เน็ตทั้งสองโครงข่ายจึงต้องใช้เราเตอร์ 2 ตัว ในการทดสอบได้ต่อเราเตอร์ตัวแรกเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการทดสอบโดยตรง ส่วนเราเตอร์ตัวที่ 2 ต่อเข้ากับ

สวิตช์เพื่อต่อกับเครื่องโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นอีกเครื่องหนึ่ง และคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม SIP User Agent ดังแสดงในรูปที่ 4.2 จากนั้นจึงปรับตั้งเครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น และปรับตั้งโปรแกรม SIP User Agent ให้ทำงานในโหมดติดต่อโดยตรง และตั้งค่าไอพีแอดเดรส และชั้นเนตมาส์คของ อินเทอร์เน็ตของเราเตอร์ตัวที่ 2, เครื่องโทรศัพท์, และคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับสวิตช์ให้อยู่ในโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน และตั้งค่าไอพีแอดเดรส และชั้นเนตมาส์คของเครื่องที่ต้องการทดสอบ และอินเทอร์เน็ตของเราเตอร์ตัวที่ 1 ให้อยู่วงเดียวกัน แต่อยู่คนละวงกับวงแรกที่ได้สร้างขึ้น



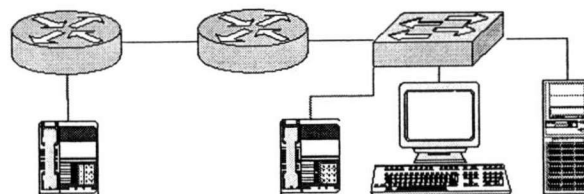
รูปที่ 4.2 การทดสอบการทำงานใน โหมดติดต่อโดยตรงข้าม โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น

ในการทดสอบการทำงานใน โหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายภายใน โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน ได้ต่อเครื่องโทรศัพท์ และคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SIP User Agent และคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SCS SIP Proxy เข้ากับสวิตช์ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และปรับตั้งเครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น และโปรแกรม SIP User Agent ให้ทำงานในโหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย พร้อมทั้งตั้งค่าไอพีแอดเดรส และชั้นเนตมาส์คให้อุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ในโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน



รูปที่ 4.3 การทดสอบการทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายภายใน โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน

การทดสอบการทำงานใน โหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย ข้าม โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น คล้ายกับการทดสอบการทำงานใน โหมดติดต่อโดยตรงข้าม โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น แต่เพิ่มเครื่องแม่ข่ายเข้าไปในวงที่ต่ออุปกรณ์ร่วมกัน โดยใช้สวิตช์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และต้องปรับตั้งเครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น และโปรแกรม SIP User Agent ให้ทำงานใน โหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4.4 การทดสอบการทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายข้าม โครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น

4.2 การทดสอบการทำงานในโมดติดต่อโดยตรง

การทดสอบการทำงานในโมดติดต่อโดยตรง เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานขั้นพื้นฐานของการควบคุมเซสชัน จึงได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ส่วนคือ การสร้างเซสชัน, การยกเลิกการสร้างเซสชัน, การปฏิเสธการสร้างเซสชัน, และการปิดเซสชัน

4.2.1 การสร้างเซสชัน

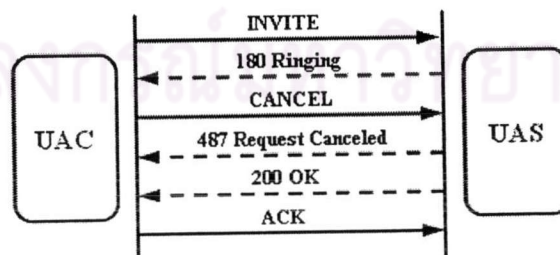
การทดสอบการสร้างเซสชันดังแสดงในรูปที่ 4.5 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถส่งข้อความร้องขอ INVITE และ ACK และตอบสนองข้อความตอบสนอง 180 Ringing และ 200 OK ได้อย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอการสร้างเซสชัน ในการสร้างเซสชันเครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผล และตอบสนองข้อความร้องขอ INVITE ที่ได้รับ และสร้างข้อความตอบสนอง 180 Ringing และ 200 OK ได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.5 การทดสอบการสร้างเซสชัน

4.2.2 การยกเลิกการสร้างเซสชัน

การทดสอบการยกเลิกการสร้างเซสชันดังแสดงในรูปที่ 4.6 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน ในการยกเลิกการสร้างเซสชันเครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถสร้างข้อความ CANCEL และเมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 478 Request Canceled และ 200 OK จากเครื่องปลายทางแล้ว เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผลข้อความตอบสนองนั้นได้อย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอสร้างเซสชัน เมื่อได้รับข้อความ CANCEL เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถตอบสนองโดยสร้างข้อความ 487 Request Canceled และ 200 OK กลับไปได้



รูปที่ 4.6 การทดสอบการขอยกเลิกการสร้างเซสชัน

4.2.3 การปฏิเสธการสร้างเซสชัน

การทดสอบการปฏิเสธการสร้างเซสชันดังแสดงในรูปที่ 4.7 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน เมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 486 Busy Here เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถตอบสนองโดยสร้างข้อความ ACK กลับไปอย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกขอสร้างเซสชัน เมื่อต้องการปฏิเสธการสร้างเซสชันต้องสามารถสร้างข้อความตอบสนอง 486 Busy Here กลับไปได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.7 การทดสอบการปฏิเสธการสร้างเซสชัน

4.2.4 การขอลิ้นสุดเซสชัน

การทดสอบการขอลิ้นสุดเซสชันดังแสดงในรูปที่ 4.8 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสิ้นสุดเซสชัน เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถส่งข้อความร้องขอ BYE ได้อย่างถูกต้อง และในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอการสิ้นสุดเซสชัน เมื่อได้รับข้อความร้องขอ BYE เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถตอบสนองโดยส่งข้อความตอบสนอง 200 OK กลับไปได้อย่างถูกต้อง



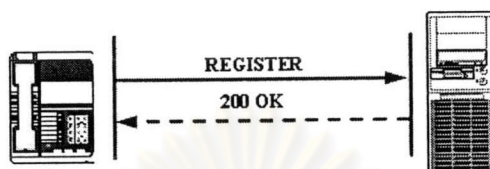
รูปที่ 4.8 การทดสอบการขอลิ้นสุดเซสชัน

4.3 การทดสอบการทำงานในโหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย

การทดสอบการทำงานใน โหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ การลงทะเบียนกับเครื่องแม่ข่าย, การสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy, การยกเลิกการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy, การปฏิเสธการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy, และการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Redirect จะเห็นได้ว่าไม่ทดสอบการขอลิ้นสุดเซสชัน ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานในโหมดทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่าย เมื่อเครื่องลูกข่ายสร้างเซสชันได้แล้ว เครื่องลูกข่ายจะติดต่อกันโดยตรงโดยไม่ผ่านเครื่องแม่ข่าย ดังนั้นกระบวนการขอลิ้นสุดเซสชันจึงมีลักษณะเหมือนการการติดต่อโดยตรงทุกประการ นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าการทดสอบการทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายแบบ Redirect นั้นทดสอบเฉพาะการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Redirect เท่านั้น เนื่องจากเมื่อผู้ร้องขอได้รับข้อความตอบสนอง 302 Moved Temporarily จากเครื่องแม่ข่าย Redirect แล้วผู้ร้องขอจะติดต่อกับเครื่องลูกข่ายปลายทางโดยตรง และมีกระบวนการเหมือนการติดต่อโดยตรงทุกประการเช่นกัน

4.3.1 การลงทะเบียนกับเครื่องแม่ข่าย

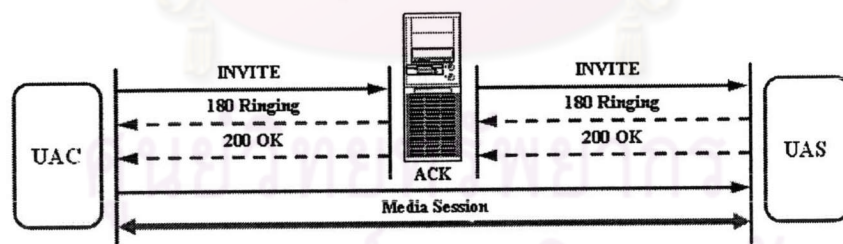
การทดสอบการลงทะเบียนกับเครื่องแม่ข่ายดังแสดงในรูปที่ 4.9 เครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้นจะลงทะเบียนกับเครื่องแม่ข่ายทุกครั้งเมื่อเครื่องโทรศัพท์เริ่มทำงาน หรือมีการปรับตั้งไอพีแอดเดรสของเครื่องแม่ข่ายใหม่ โดยในการทดสอบเครื่องลูกข่ายต้องสามารถสร้างข้อความร้องขอ REGISTER ให้กับเครื่องแม่ข่ายได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.9 การทดสอบการลงทะเบียนกับเครื่องแม่ข่าย

4.3.2 การสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

การทดสอบการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถส่งข้อความร้องขอ INVITE ให้กับเครื่องแม่ข่าย Proxy ได้อย่างถูกต้อง และเมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 180 Ringing และ 200 OK จากเครื่องแม่ข่าย Proxy เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผลข้อความตอบสนองนั้นเพื่อส่งข้อความ ACK ให้กับเครื่องปลายทางได้โดยตรง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอการสร้างเซสชัน เมื่อได้รับข้อความร้องขอ INVITE จากเครื่องแม่ข่าย Proxy เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผลข้อความ INVITE นั้นและสร้างข้อความตอบสนอง 180 Ringing และ 200 OK กลับไปให้เครื่องแม่ข่ายได้อย่างถูกต้อง

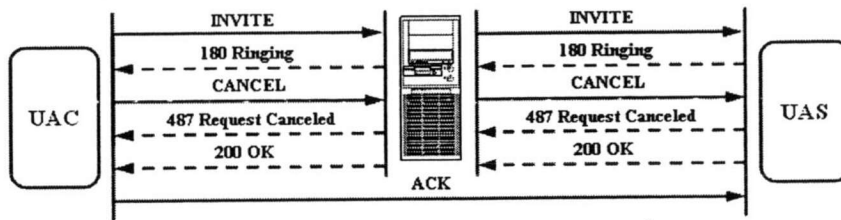


รูปที่ 4.10 การทดสอบการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

4.3.3 การยกเลิกการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

การทดสอบการยกเลิกการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน ในการยกเลิกการสร้างเซสชันเครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถสร้างข้อความ CANCEL ให้กับเครื่องแม่ข่าย Proxy และเมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 478 Request Canceled และ 200 OK จากเครื่องแม่ข่ายแล้ว เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผลข้อความตอบสนองนั้น และส่งข้อความ ACK ไปยังเครื่องปลายทางโดยตรงได้อย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอสร้างเซสชัน เมื่อได้รับข้อความ CANCEL จากเครื่องแม่ข่าย

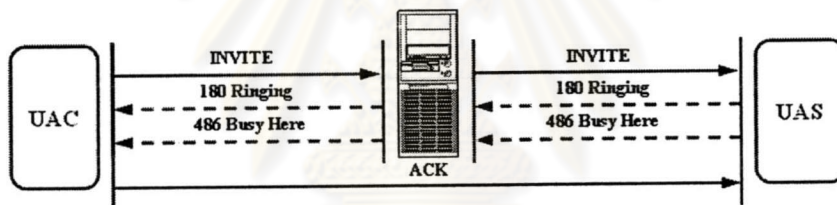
Proxy เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถตอบสนองโดยสร้างข้อความ 487 Request Canceled และ 200 OK กลับไปได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.11 การทดสอบการยกเลิกการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

4.3.4 การปฏิเสธการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

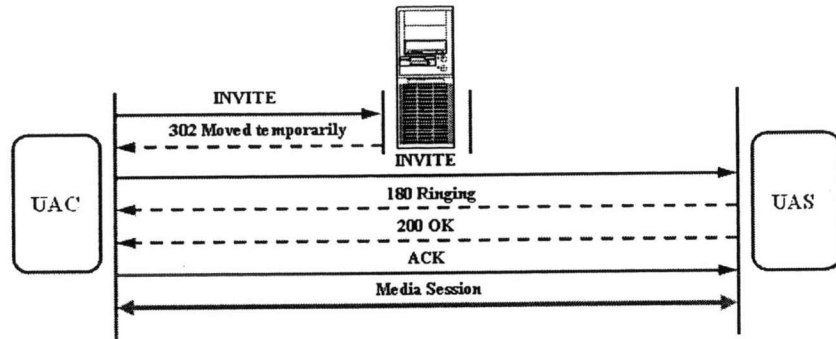
การทดสอบการปฏิเสธการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน เมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 486 Busy Here จากเครื่องแม่ข่าย Proxy เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถตอบสนองโดยสร้างข้อความ ACK และส่งกลับไปยังเครื่องปลายทางโดยตรงได้อย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกขอสร้างเซสชันเมื่อต้องการปฏิเสธการสร้างเซสชันต้องสามารถสร้างข้อความตอบสนอง 486 Busy Here กลับไปให้เครื่องแม่ข่าย Proxy ได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.12 การทดสอบการปฏิเสธการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Proxy

4.3.5 การสร้างเซสชันโดยใช้เครื่องแม่ข่าย Redirect

การทดสอบการสร้างเซสชันผ่านเครื่องแม่ข่าย Redirect ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ขอสร้างเซสชัน เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถส่งข้อความร้องขอ INVITE ให้กับเครื่องแม่ข่าย Redirect ได้อย่างถูกต้อง และเมื่อได้รับข้อความตอบสนอง 302 Moved Temporarily เครื่องโทรศัพท์ต้องสามารถประมวลผล และส่งข้อความร้องขอ INVITE ใหม่ไปยังเครื่องปลายทางโดยตรงได้อย่างถูกต้อง ส่วนในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์เป็นผู้ถูกร้องขอนั้นจะไม่ทดสอบเนื่องจากมีกระบวนการทำงานเหมือนการติดต่อโดยตรงทุกประการ

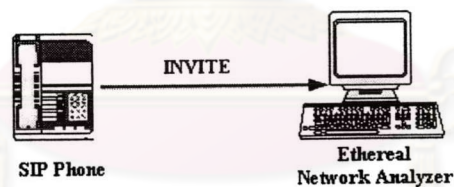


รูปที่ 4.13 การทดสอบการสร้างเซสชันโดยใช้เครื่องแม่ข่าย Redirect

4.4 การทดสอบการส่งซ้ำกรณีไม่ได้รับข้อความตอบสนอง

ในการทดสอบได้ต่อเครื่องโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Ethereal ดังแสดงในรูปที่ 4.14 จากนั้นตั้งไอพีแอดเดรสของเครื่องโทรศัพท์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ภายในโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นเดียวกัน แล้วให้เครื่องโทรศัพท์ขอสร้างเซสชันไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่ตอบสนองการขอเปิดเซสชันเนื่องจากไม่ได้เปิดโปรแกรมโทรศัพท์อินเทอร์เน็ตรองรับไว้ แต่จะตรวจจับข้อความร้องขอที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ พร้อมกับระยะเวลาที่รับข้อความร้องขอนั้นไว้ผ่านโปรแกรม Ethereal

ในการทดสอบเมื่อเครื่องโทรศัพท์ไม่ได้รับข้อความตอบสนองจากปลายทางตามช่วงเวลาที่กำหนด จะต้องสามารถส่งข้อความร้องขอไปยังปลายทางซ้ำด้วยวิธี exponential backoff โดยมี $T1 = 500 \text{ ms}$ และ $T2 = 4 \text{ s}$ ตามลำดับ



รูปที่ 4.14 การทดสอบการส่งซ้ำ

ศูนย์วิทยุโทรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย