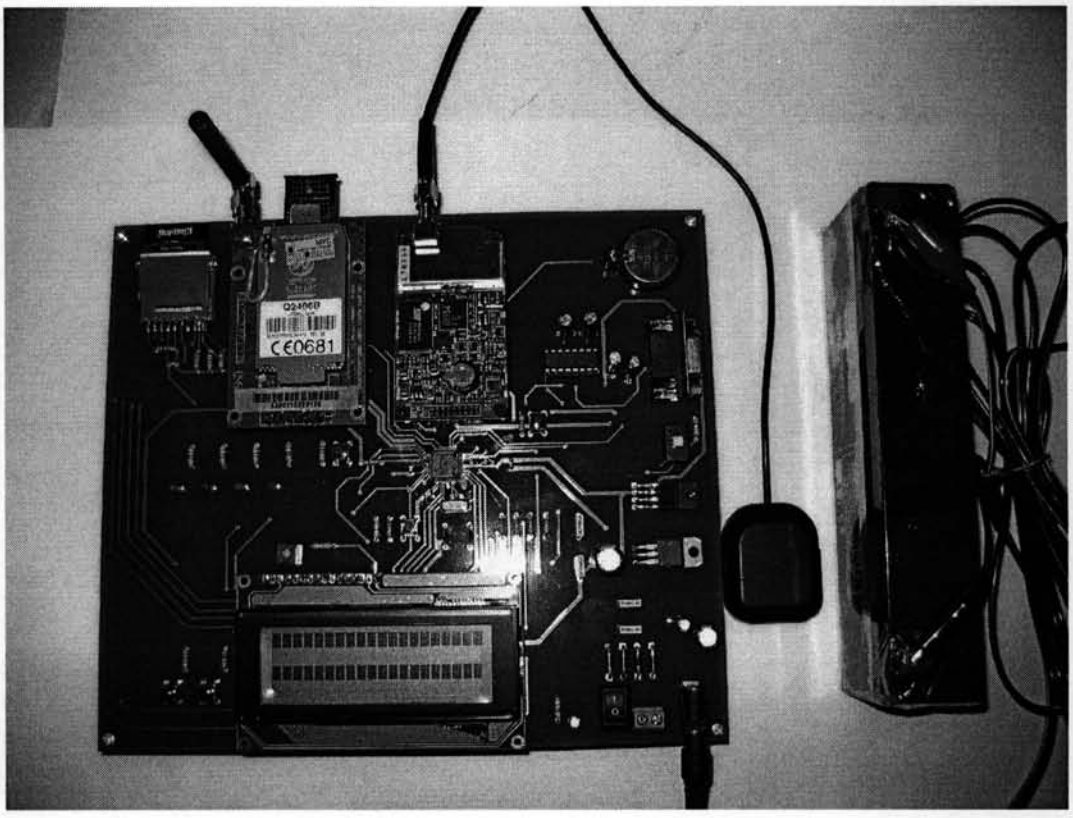
บทที่ 7

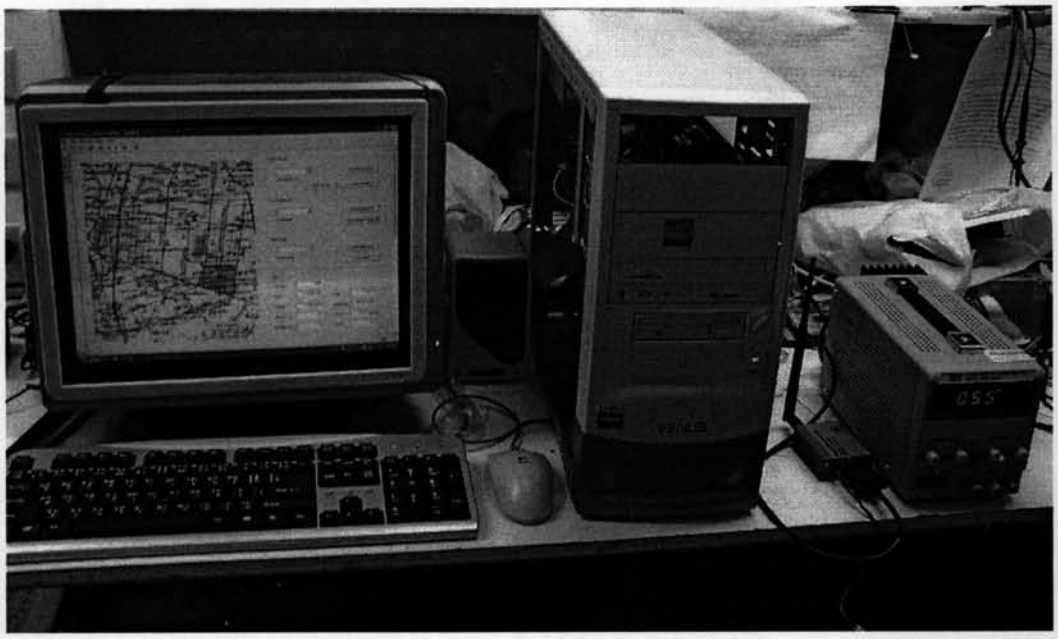
การทดสอบระบบ

7.1 การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการทดสอบระบบที่ได้ออกแบบขึ้น ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จากบทที่ 5 และบทที่ 6 ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ระบบนี้ประกอบไปด้วยหน่วยวัดข้อมูลและส่วนของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 7.1 และ รูปที่ 7.2 เป็นแผงสำหรับทดสอบระบบทั้งหมด และ เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ

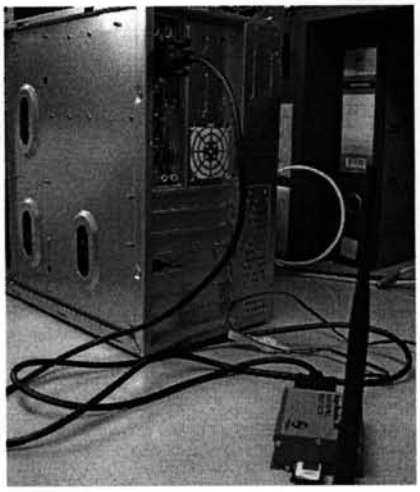


รูปที่ 7.1 แผงทดสอบของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด



รูปที่ 7.2 เครื่องบริการคอมพิวเตอร์

ในการเตรียมการของหน่วยวัดข้อมูลนั้นต้องติดตั้ง GSM MODULE, GPS RECEIVER, SD Card และ แบตเตอรี่ เข้ากับชุด GSM INTERFACE UNIT ให้เรียบร้อยเสียก่อน ดังแสดงในรูปที่ 7.1 เป็นการแสดงแผงทดสอบของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด ส่วนการเตรียมการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องติดตั้ง GSM MODULE เข้ากับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ด้วยเพื่อรับข้อมูลทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูล สำหรับการต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 7.3 หลังจากนั้นจึงเปิดโปรแกรมเพื่อสั่งการควบคุมหน่วยวัดข้อมูลหรือรอรับข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลต่อไป



รูปที่ 7.3 การต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

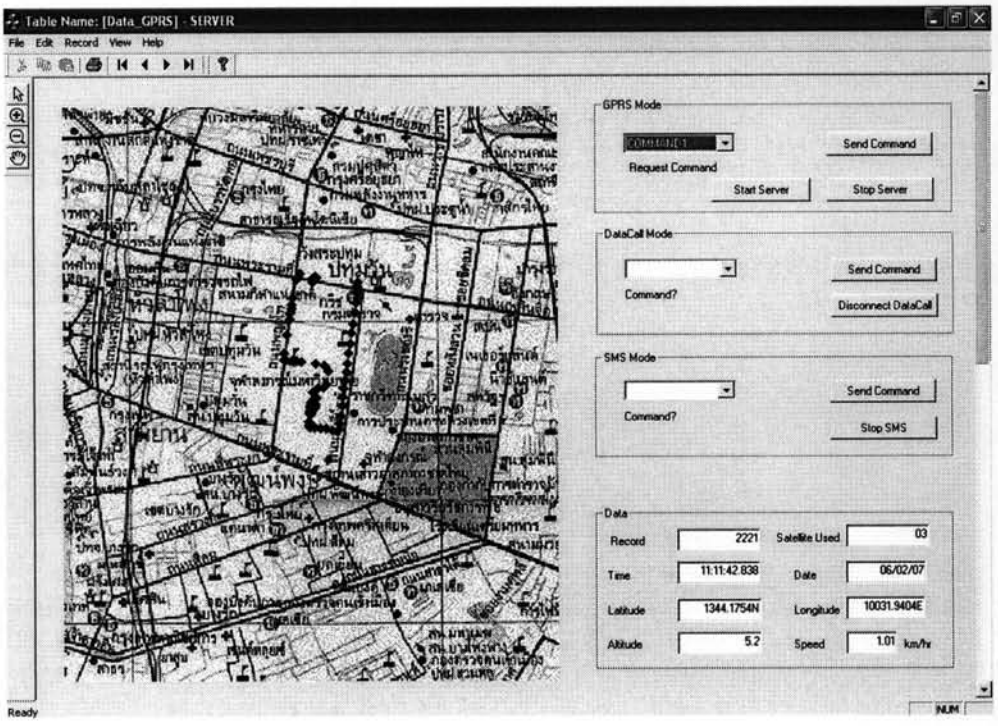
7.2 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบบริการส่งข้อมูลทั้ง 3 ระบบ คือ GPRS , Data Call และ SMS สามารถแบ่งการทดสอบได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การทดสอบความถูกต้องของการส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบบริการต่าง ๆ และ รูปแบบที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ

7.2.1 การทดสอบความถูกต้องของการส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านระบบบริการต่าง ๆ

สำหรับรูปแบบการทดสอบนี้เป็นการทดสอบรับข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบวัดและส่งข้อมูลตำแหน่งที่เคลื่อนที่จริงของหน่วยวัดข้อมูลกับตำแหน่งบนแผนที่ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ที่รับข้อมูลมาได้ และเปรียบเทียบว่าตำแหน่งที่ได้ตรงตามนั้นจริงหรือไม่ ซึ่งสามารถแบ่งการทดสอบได้เป็น 2 รูปแบบการทำงาน ตามที่ได้อธิบายหลักการทำงานจากบทที่ 6 คือ เครื่องบริการคอมพิวเตอร์สั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ เครื่องบริการคอมพิวเตอร์สั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ ดังแสดงในรูปที่ 6.2 และแต่ละรูปแบบการทำงานสามารถส่งข้อมูลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มได้ 3 ระบบบริการโดยผ่านทางระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS

7.2.1.1 **ระบบ** GPRS ทดสอบโดยการนั่งรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสายที่ 1 โดยเก็บบันทึกข้อมูลตำแหน่งที่วัดมาได้ทุก ๆ 15 วินาที หลังจากรถโดยสารวิ่งครบ 1 รอบ ใช้เวลาทดสอบ 20 นาที เครื่องบริการคอมพิวเตอร์จึงส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด หมายถึง การสั่งให้หน่วยวัดข้อมูลส่งข้อมูลทั้งหมดที่เก็บบันทึกไว้กลับมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ โดยผ่านระบบ GPRS ผลการวัดที่ได้ถูกส่งมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์และพล็อตลงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 7.4 เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด

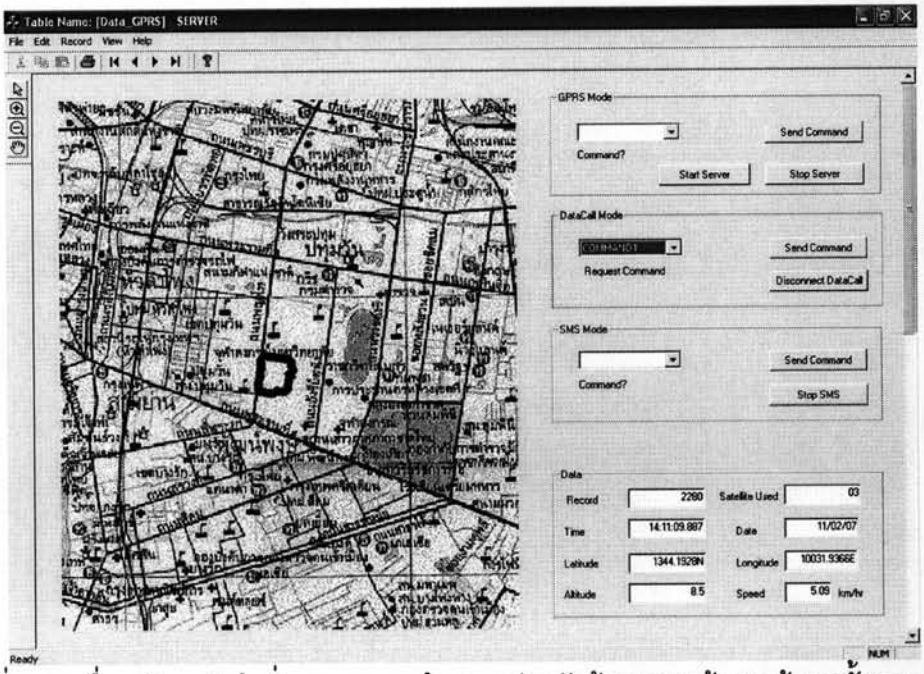


รูปที่ 7.4 เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมดผ่านระบบ GPRS

ในระหว่างที่รถโดยสารเคลื่อนที่ เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ นั้นหมายถึง การสั่งให้หน่วยวัดข้อมูลส่งข้อมูลปัจจุบันที่วัดและเก็บบันทึกไว้กลับมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ตลอดเวลาที่มีการวัดข้อมูลใหม่เกิดขึ้น โดยผ่านระบบ GPRS ผลการวัดที่ได้ถูกส่งมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์และพล็อตลงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 7.5 เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ และจากรูปที่ 7.5 ผลการวัดตำแหน่งที่ได้เกิดขึ้นที่จุดจอดรับส่งผู้โดยสารบริเวณห้างมาบุญครอง

รูปที่ 7.5 เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบผ่านระบบ GPRS

7.2.1.2 **ระบบ** Data Call ทดสอบโดยการเดินรอบภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเก็บบันทึกข้อมูลตำแหน่งที่วัดมาได้ทุก ๆ 15 วินาที หลังจากเดินครบ 1 รอบ ใช้เวลาทดสอบ 15 นาที เครื่องบริการคอมพิวเตอร์จึงส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด นั้นหมายถึง การสั่งให้หน่วยวัดข้อมูลส่งข้อมูลทั้งหมดที่เก็บบันทึกไว้กลับมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ โดยผ่านระบบ Data Call ผลการวัดที่ได้ถูกส่งมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์และพล็อตลงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 7.6 เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมด



รูปที่ 7.6 เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมดผ่านระบบ Data Call

ก่อนการเดินบันทึกวัดตำแหน่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งควบคุมการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ นั้นหมายถึง การสั่งให้หน่วยวัดข้อมูลส่งข้อมูลปัจจุบันที่วัดและเก็บบันทึกไว้กลับมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ตลอดเวลาที่มีการวัดข้อมูลใหม่เกิดขึ้น โดยผ่านระบบ Data Call ผลการวัดที่ได้ถูกส่งมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์และพล็อตลงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 7.7 เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ และจากรูปที่ 7.7 ผลการวัดตำแหน่งที่ได้เกิดขึ้นที่ทางเข้าออกของจุฬาลงกรณ์มหาลัยบริเวณคณะพาณิชยศาสตร์และบัญชี

รูปที่ 7.7 เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบผ่านระบบ Data Call

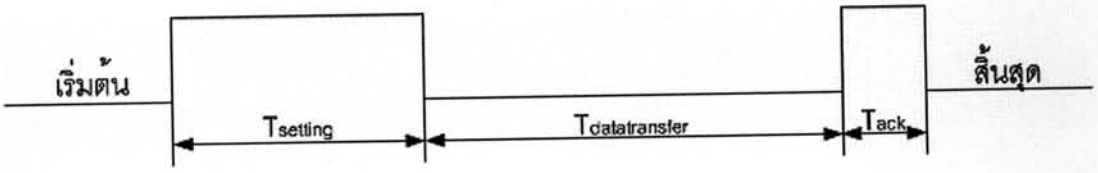
7.2.1.3 **ระบบ SMS** เนื่องจากข้อจำกัดในการส่งข้อมูลของระบบ SMS สามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละไม่เกิน 160 ตัวอักษรจึงทำให้เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทดสอบส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลทั้งหมดซึ่งมีข้อมูลจำนวนมากได้ แต่ได้ทดสอบกับแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบ โดยการหยุดตำแหน่งอยู่กับที่ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยส่งข้อมูลตำแหน่งที่วัดมาได้ผ่านระบบ SMS ผลการวัดที่ได้ถูกส่งมายังศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลและพล็อตลงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 7.8 เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ผลการวัดตำแหน่งที่ได้เกิดขึ้นที่อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

รูปที่ 7.8 เครื่องบริการส่งคำสั่งควบคุมการทำงานหน่วยวัดข้อมูลแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบผ่านระบบ SMS

สรุปผลของการทดสอบรับข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ทั้ง 3 รูปแบบบริการ คือ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS พบว่าตำแหน่งที่เคลื่อนที่จริงของหน่วยวัดข้อมูลกับตำแหน่งบนแผนที่ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ที่รับข้อมูลมาได้ เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งที่ได้พบว่าได้ตรงตามนั้นจริงทั้ง 3 ระบบบริการ และสามารถสรุปได้ว่าระบบ GPRS และ ระบบ Data Call สามารถทำงานได้เหมือนกัน ส่วนระบบ SMS มีข้อจำกัดในการส่งข้อมูลซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละไม่เกิน 160 ตัวอักษรเท่านั้นจึงทดสอบได้เพียงกับคำสั่งแบบร้องขอข้อมูลเป็นรายคาบเท่านั้นเนื่องจากคำสั่งนี้จะส่งข้อมูลตำแหน่งต่อครั้งมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ไม่เกิน 160 ตัวอักษร

7.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GSM

การทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงาน (Response Time) ของระบบ GSM คือ การทดสอบผลตอบสนองของการทำงานใน 1 รอบการทำงานของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ของแต่ละระบบ ได้แก่ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และระบบ SMS ดังแสดงในรูปที่ 7.9 เป็นแผนภาพเวลาการส่งข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ใน 1 รอบการทำงาน



รูปที่ 7.9 แผนภาพเวลาแสดงการส่งข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ใน 1 รอบการทำงาน

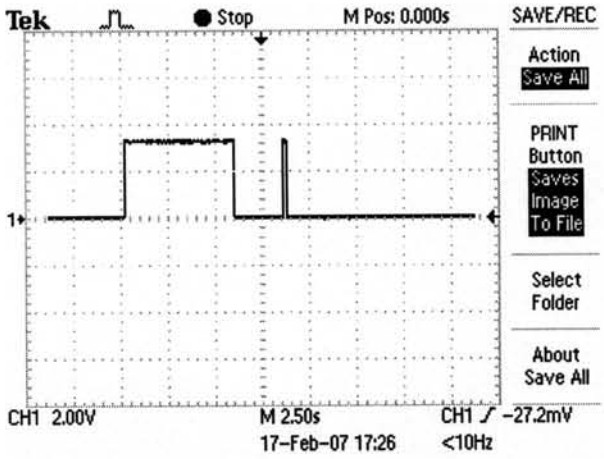
Tsetting หมายถึง ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการตั้งค่าคำสั่งต่าง ๆ ที่สำคัญเพื่อใช้เชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม รวมถึงช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจนสำเร็จ

Tdatatransfer หมายถึง ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับส่งข้อมูล

Tack หมายถึง ช่วงเวลาที่ตอบสนองการรับข้อมูลเสร็จเรียบร้อยและตัดการเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มจนสำเร็จ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพในด้านเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GSM ทำได้โดยการโปรแกรมให้กับคอนโทรลเลอร์เพื่อกำหนดขาเอาต์พุตแบบดิจิตอล 1 ขา เพื่อใช้สำหรับแสดงสถานะของช่วงเวลาการทำงานของระบบ GSM ในการทดลองจะต่อขานี้เข้ากับหลอดไฟแสดงสถานะ LED โดยจะใช้ออสซิลโลสโคปตรวจจับสถานะการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขานี้เพื่อใช้แสดงช่วงเวลาการส่งข้อมูลตำแหน่งทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ใน 1 รอบการทำงาน ในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้แก่ Tsetting , Tdatatransfer และ Tack โดยทดสอบกับระบบบริการต่าง ๆ ได้แก่ ระบบ GPRS, ระบบ Data Call และ ระบบ SMS จำนวน 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยและเวลารวมของแต่ละระบบ

7.2.2.1 การทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS



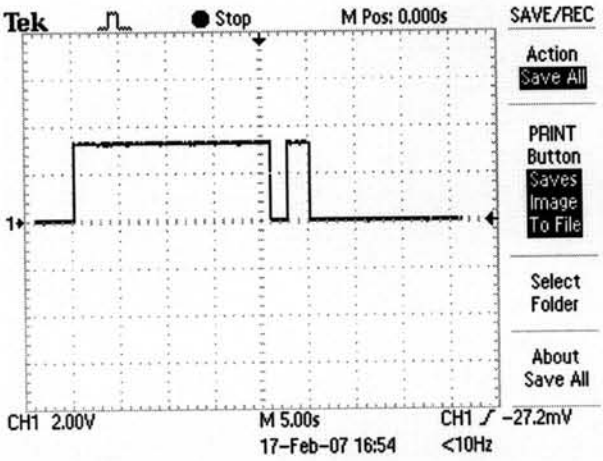
รูปที่ 7.10 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS

จากรูปที่ 7.10 เป็นผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS โดยส่งข้อมูลขนาด 150 ไบต์ ผ่านระบบ GPRS สำหรับการตั้งค่าของออสซิลโลสโคป มีการตั้งค่าดังนี้ แกน Y เป็นแกนของค่าระดับแรงดัน ตั้งค่าไว้ที่ 2 โวลต์ ต่อ 1 ช่อง อ่านค่าระดับแรงดันได้ 3.4 โวลต์ และ แกน X เป็นแกนของค่าเวลา ตั้งค่าไว้ที่ 2.5 วินาที ต่อ 1 ช่อง อ่านค่า Tsetting ได้ค่าเท่ากับ 5.75 วินาที , Tdatatransfer ได้ค่าเท่ากับ 2.625 วินาที และ Tack ได้ค่าเท่ากับ 0.2 วินาที

ตารางที่ 7.1 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ GPRS

ครั้งที่ทดสอบ	Tsetting (วินาที)	Tdatatransfer (วินาที)	Tack (วินาที)
1	5.75	2.625	0.2
2	6	2.75	0.2
3	7.5	4.125	0.2
4	6	3	0.2
5	6	3.125	0.2
เฉลี่ย	6.25	3.125	0.2
รวม	9.275 วินาที		

7.2.2.2 การทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call



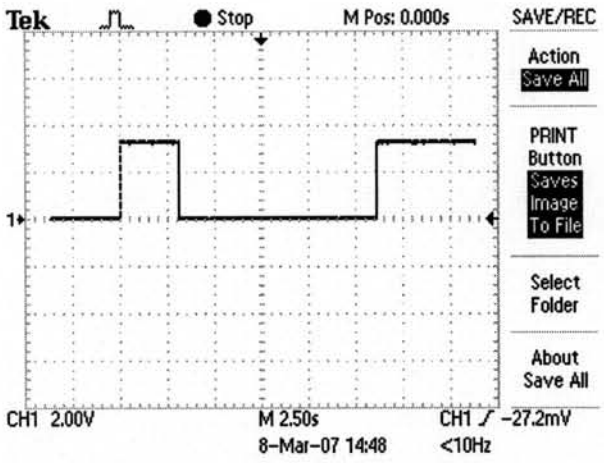
รูปที่ 7.11 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call

จากรูปที่ 7.11 เป็นผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call โดยส่งข้อมูลขนาด 150 ไบต์ ผ่านระบบ Data Call สำหรับการตั้งค่าของออสซิลโลสโคป มีการตั้งค่าดังนี้ แกน Y เป็นแกนของค่าระดับแรงดัน ตั้งค่าไว้ที่ 2 โวลต์ ต่อ 1 ช่อง อ่านค่าระดับแรงดันได้ 3.4 โวลต์ และ แกน X เป็นแกนของค่าเวลา ตั้งค่าไว้ที่ 5 วินาที ต่อ 1 ช่อง อ่านค่า Tsetting ได้ค่าเท่ากับ 21 วินาที , Tdatatransfer ได้ค่าเท่ากับ 1.75 วินาที และ Tack ได้ค่าเท่ากับ 2.25 วินาที

ตารางที่ 7.2 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ Data Call

ครั้งที่ทดสอบ	Tsetting (วินาที)	Tdatatransfer (วินาที)	Tack (วินาที)
1	21	1.75	2.25
2	21	2	2.25
3	20.5	2	2.25
4	20.75	2	2.25
5	20	2.25	2.25
เฉลี่ย	20.65	2	2.25
รวม	24.9 วินาที		

7.2.2.3 การทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS



รูปที่ 7.12 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS

จากรูปที่ 7.12 เป็นผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS โดยส่งข้อมูลขนาด 150 ไบต์ (ระบบ SMS ส่งข้อมูลได้ครั้งละไม่เกิน 160 ไบต์) ผ่านระบบ SMS สำหรับการตั้งค่าของออสซิลโลสโคป มีการตั้งค่าดังนี้ แกน Y เป็นแกนของค่าระดับแรงดัน ตั้งค่าไว้ที่ 2 โวลต์ ต่อ 1 ช่อง อ่านค่าระดับแรงดันได้ 3.4 โวลต์ และ แกน X เป็นแกนของค่าเวลา ตั้งค่าไว้ที่ 2.5 วินาที ต่อ 1 ช่อง อ่านค่า Tsetting ได้ค่าเท่ากับ 3 วินาที และ Tdatatransfer ได้ค่าเท่ากับ 10.75 วินาที สำหรับการทดสอบระบบ SMS จะพิจารณาเพียงแค่ข้อความไปถึงยังปลายทางเรียบร้อยแล้วเท่านั้น เนื่องจากเป็นรูปแบบการส่งข้อมูลในทิศทางเดียวจึงไม่นำค่า Tack มาพิจารณาด้วย

ตารางที่ 7.3 ผลการทดสอบเวลาตอบสนองการทำงานของระบบ SMS

ครั้งที่ทดสอบ	Tsetting (วินาที)	Tdatatransfer (วินาที)
1	3	10.75
2	2.875	11.75
3	3	11
4	3	11.25
5	3	10.75
เฉลี่ย	2.975	11.1
รวม	14.05 วินาที (ไม่รวม Tack)	