รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับการโทรมาตร (ปีที่ 3)

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล

โครงการวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชน ปีงบประมาณ 2550

สัญญาเลขที่ GRB_50_50_21_08

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤษภาคม 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่วิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	หน่วยงานที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
	ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	ระเบียบวิธีวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	6
	ระยะเวลาการวิจัย	6
	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	6
	อุปกรณ์การวิจัย	6
บทที่ 2	ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM และบริการข่าวสารสั้น	8
	ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	8
	บริการส่งข่าวสารสั้น Short Message Service หรือ SMS)	9
	ข้อดีของการใช้งานบริการส่งข่าวสารสั้น ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM	11
	การส่งข้อมูลแบบ Stream	11
	การพัฒนาการสื่อสารข้อมูลบนโครงข่าย GSM	12
	ข้อดีของการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Stream เมื่อเทียบกับการส่งข่าวสารสั้น (SMS)	12
	โมดการทำงานของโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่	13
	GPRS (General Packet Radio Service)	14
บทที่ 3	คุณสมบัติของระบบ GPS (Global Positioning System)	17
	องค์ประกอบหลักของระบบ GPS	17
	หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS	18
	หน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน	19
	การคำนวณตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS	19
	คำสั่งขาออก NMEA	20

บทที่ 4 การต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ 23
คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ 23
มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 25
ชุดคำสั่งในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ 27
บทที่ 5 การออกแบบและสร้างระบบ 29
ความหมายของการโทรมาตร (Telemetering) 29
ข้อดีของระบบการโทรมาตร (Telemetering) 29
องค์ประกอบของโครงสร้างระบบ 30
คุณสมบัติที่ต้องการของ GSM INTERFACE UNIT 31
คุณสมบัติที่ต้องการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ 31
บทที่ 6 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ 32
หน้าที่ของหน่วยวัดข้อมูล 32
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT 32
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GPS RECEIVER 37
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM MODULE 39
วงจรสมบูรณ์และลายวงจรพิมพ์ของ GSM INTERFACE UNIT 40
บทที่ 7 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ 43
หลักการทำงานของระบบ 43
โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT 45
การดึงข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องรับ GPS 47
โครงสร้างข้อมูลที่ส่งจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ 49
โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ 50
บทที่ 8 การทดสอบระบบ 52
การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ 52
การทดสอบระบบ 54
บทที่ 9 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย 62
สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย 62
ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้วิจัย 62
เอกสารอ้างอิง 64
ภาคผนวก 65
ภาคผนวก ก 66

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่วิจัย

เนื่องจากปัจจุบันโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM (Global System for Mobile communication) ได้กระจายครอบคลุมไปทั่วประเทศ ผู้ใช้บริการจึงมีความสะดวกสบายไม่ว่าจะติดต่อในสถานที่ใดๆ ประกอบกับรูปแบบของการให้บริการมีความหลากหลายและการประยุกต์ใช้งานโครงข่ายแบบใหม่ๆ มีเข้ามาตลอด อีกทั้งค่าบริการต่างๆ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีการแข่งขันของผู้ให้บริการสูง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังมีการใช้ประโยชน์จากบริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Services หรือ SMS) นอกเหนือจากการส่งข่าวสารสั้นให้กับบุคคลอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก เนื่องจากยังมีการพัฒนาการใช้งานจำกัดอยู่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ยังใหม่ มีผู้พัฒนาการใช้งานไม่มากนัก ทำให้คู่แข่งทางการค้ามีจำนวนค่อนข้างน้อย ดังนั้นการพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ นอกเหนือจากการส่งข่าวสารสั้นให้กับบุคคล จึงน่าจะเป็นหนทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ เป็นการเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศและอาจนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการยกระดับคุณภาพชีวิตได้อีกด้วย

เราสามารถใช้ประโยชน์จากบริการส่งข่าวสารสั้นในการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้เช่น การโทรมาตรซึ่งก่อนหน้านี้มักมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงในการติดต่อสื่อสารระหว่างจุดที่ต้องการวัดกับศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลเนื่องจากต้องสร้างระบบสื่อสารเฉพาะกิจไม่สามารถใช้ระบบสื่อสารที่ให้บริการสาธารณะได้ หรือหากใช้ระบบวิทยุสื่อสารปกติ (Radio Telemetry) ก็จะมีปัญหาเรื่องการขอใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งทำให้ภาคเอกชนไม่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นถ้าสามารถนำโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM นี้มาประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ใช้บริการไม่ว่าจะเป็นทั้งในระดับองค์กรหรือระดับผู้บริโภค เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการทำงานจะลดลงจากเดิมค่อนข้างมาก

อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติปัจจุบันก็คือ ราคาของอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาแพง และไม่ใช่ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถต่อร่วมเข้ากับการประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรทุกชนิดได้โดยตรง ดังนั้นการทำโครงการวิจัยสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface เพื่อการประยุกต์ใช้งานด้านการโทรมาตรนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ผู้ใช้ในประเทศสามารถหาอุปกรณ์ GSM Interface ที่มีราคาถูกและสามารถ

นำไปใช้กับการประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นใช้เองภายในประเทศรวมไปถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องได้อีกด้วย เช่น อุปกรณ์วัดชนิดต่างๆ ที่สามารถต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM เพื่อการส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางการประมวลผลต่างๆ เป็นต้น สำหรับพันธกิจของโครงการวิจัยในปีที่ 3 นี้คือ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตรได้
- เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านการพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร ให้กับภาครัฐบาลและภาคเอกชน
- เพื่อเป็นการสร้างความแข็งแกร่งให้กับรากฐานการวิจัยและพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร
- เพื่อสนองตอบต่อนโยบายของรัฐบาลด้านการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศและการเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ
- เพื่อสร้างและพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีโทรคมนาคมทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยในปีที่ 3 คือ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

อุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

สำหรับลักษณะการประยุกต์ใช้งาน GSM Interface เป็นดังนี้

เนื่องจากโครงข่าย GSM มีอยู่ในเกือบทุกประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย ทำให้เป็นโครงข่ายสื่อสารที่สามารถติดต่อได้ทั่วโลกตลอดเวลา อีกทั้งมีความเชื่อถือได้สูงเพราะเป็นระบบดิจิทัล และมีการดูแลรักษาอย่างดีจากผู้ให้บริการ หากสามารถสร้างอุปกรณ์ GSM Interface เพื่อต่อระหว่างอุปกรณ์โทรมาตรที่มีพอร์ตสื่อสารชนิดต่างๆ กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM จะทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อ ควบคุม เชื่อมโยง อุปกรณ์โทรมาตรดังกล่าวจากสถานีควบคุมหรือศูนย์รวบรวมข้อมูลในระยะไกลโดยใช้ระบบ GSM SMS ได้ ตัวอย่างเช่น

1. ระบบ Telemetry เพื่อ monitor หรือ ควบคุมอุปกรณ์ทางไกลใดๆ เช่น ระบบวัดกระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า
2. ระบบส่งข้อมูลอัตโนมัติ

เป็นต้น

ทั้งนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ถือเป็นระบบที่มีการใช้ประโยชน์ของช่องสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากใช้ระบบวิทยุสื่อสารปกติจะมีปัญหาเรื่องการขอใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งทำให้ภาคเอกชนไม่สามารถใช้งานได้

หากสามารถพัฒนาเครื่องต้นแบบจนนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์นอกจากจะสามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศในการลดการนำเข้าแล้ว ยังสามารถผลิตเพื่อเป็นการส่งออกสินค้าไปต่างประเทศได้อีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยี GSM ยังมีการพัฒนาการใช้งานจำกัดอยู่ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ยังใหม่ มีผู้พัฒนาการใช้งานไม่มากนัก ทำให้คู่แข่งทางการค้ามีจำนวนค่อนข้างน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 หน่วยงานที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่สามารถนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้มีทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่มีความต้องการใช้การโทรมาตรเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ฯลฯ

1.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้สืบค้นถึงผลงานวิจัยที่ผ่านมารวมทั้งสิทธิบัตรเกี่ยวกับอุปกรณ์ GSM Interface แต่ไม่พบงานวิจัยที่เผยแพร่ในรูปของบทความทางวิชาการหรือเผยแพร่ในอินเทอร์เนต ฯลฯ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศนั้นน่าจะมีสิทธิบัตรคุ้มครองอยู่โดยปกติทั่วไปอยู่แล้ว หากผู้ใดลอกเลียนแบบจากอุปกรณ์นั้นๆ โดยตรงก็จะมีความผิดฐานละเมิดสิทธิบัตรดังกล่าว อย่างไรก็ตาม โครงการวิจัยนี้ไม่ได้ลอกเลียนแบบ แต่เป็นการออกแบบวงจรด้วยตนเองโดยให้วงจรที่ออกแบบเองนี้สามารถทำหน้าที่ได้ตามความต้องการของการต่อร่วมนั้นๆ ซึ่งวงจรที่ได้ออกแบบนั้นมีทางเป็นไปได้มากมาย จึงมีความเป็นไปได้ที่น้อยมากที่จะไปเหมือนกับของอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้น การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นในโครงการวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสม

1.6 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาการทำงาน ลักษณะ และคุณสมบัติของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การส่งข้อมูลการวัดผ่านระบบ SMS ฯลฯ โดยศึกษาจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นศึกษารายละเอียดการใช้คำสั่ง AT commands โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสั่งงานและติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ทำความเข้าใจกับคำสั่งและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานด้านการต่อเข้ากับระบบและการใช้งาน SMS ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและการใช้งานการสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 ฯลฯ ทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ศึกษาลักษณะการทำงานและการใช้งานอุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า ศึกษารูปแบบข้อมูลของเครื่องรับ GPS (Global Positioning System) ซึ่งมีข้อมูลตำแหน่งที่เราสามารถนำมาอ้างอิงตำแหน่งของการวัดกระแสไฟฟ้าเกินที่เราต้องการรวมอยู่ด้วย

2. นำข้อมูลและความรู้ที่ได้มาออกแบบลักษณะของโครงการในปีที่ 3 โดยออกแบบปรับปรุงลักษณะของโครงการในปีที่ 3 นี้ให้เข้ากับความรู้ที่ได้จากข้อที่ 1 โดยทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะทำหน้าที่ชี้แนะแนวทางและช่วยเหลือข้อมูลด้านเทคนิค
3. ศึกษาวิธีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่กับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในขั้นตอนนี้ผู้ร่วมโครงการจะศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมภายใต้คำแนะนำของหัวหน้าโครงการ ส่วนทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะคอยแนะนำและสาธิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ
4. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM ที่อาจนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า โดยทางหัวหน้าโครงการและบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะร่วมกันดูแลและช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนนี้บริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการให้ความสะดวกเรื่องสถานที่การปฏิบัติงานของโครงการวิจัยร่วมอีกด้วย
5. ทดสอบการทำงานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ GSM Interface ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาโดยนำอุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและเครื่องรับ GPS ไปใช้กับอุปกรณ์ GSM Interface ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่และส่งข้อมูลตำแหน่งที่เราสามารถนำมาอ้างอิงตำแหน่งของการวัดกระแสไฟฟ้าเกินไปแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ปลายทางหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยขั้นตอนนี้จะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมในการทดสอบและเก็บข้อมูล หัวหน้าโครงการจะคอยเป็นที่ปรึกษาถึงวิธีในการทดสอบรวมทั้งการประเมินผลการทดสอบและทางบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการจะคอยช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ทดสอบต่างๆ ที่จำเป็น
6. สรุปผลการดำเนินการ แนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข ขั้นตอนสุดท้ายนี้ผู้ร่วมโครงการจะต้องอภิปรายและสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการรวมทั้งระดับความสำเร็จของโครงการร่วมกับหัวหน้าโครงการและบริษัทเอกชนที่ร่วมโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ต่อไปในอนาคต

1.7 ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ GSM Interface ที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อการส่งข่าวสารสั้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

1.8 ระยะเวลาการวิจัย

1 ปี

1.9 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

โปรดดูตารางที่ 1.1

1.10 อุปกรณ์การวิจัย

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 2 เครื่อง

   สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ GSM Interface, จำลองการทำงานของวงจรส่งและวงจรรับข้อมูลเพื่อให้ได้การออกแบบระบบที่ดีที่สุดก่อนการลงมือสร้างฮาร์ดแวร์ GSM Interface และใช้เป็นสถานีรับข้อมูลเพื่อ Monitor และวิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลการวัดระยะไกลของเครื่องต้นแบบ GSM Interface ซึ่งอาจนำไปใช้ได้กับระบบวัดค่ากระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

2. โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM 1 เครื่อง

   สำหรับเป็นเครื่องรับข้อมูลในการทดลองใช้งานจริง

3. GSM/GPRS Module

   สำหรับเป็นเครื่องส่งข้อมูลในการทดลองใช้งานจริงโดยการสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์

4. เครื่องรับ GPS รุ่น MTI-1
5. อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า
6. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของ GSM Interface ซึ่งได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด, ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น dsPIC30F4011, External EEPROM (24LC256), Character Liquid Crystal Display และ IC Regulator 7805C

ตารางที่ 1.1

การพัฒนาการประยุกต์ใช้บริการส่งข่าวสารสั้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการโทรมาตร

ปีที่ 3

ขั้นตอน	แนวทางการทำโครงการ / แผนการดำเนินโครงการ	สถานที่	ม.ค.-ก.พ. 50	มี.ค.-เม.ย.50	พ.ค.-มิ.ย. 50	ก.ค.-ส.ค.50	ก.ย.-ต.ค. 50	พ.ย.-ธ.ค. 50
1	ศึกษาวิธีการ ลักษณะ และคุณสมบัติของระบบฯ สำหรับประยุกต์ใช้กับงานในปีที่ 3 โดยเฉพาะ	จุฬาลงกรณ์						
2	นำข้อมูลและความรู้ที่ได้มาออกแบบลักษณะของโครงการสำหรับงานในปีที่ 3 โดยเฉพาะ	จุฬาลงกรณ์						
3	ศึกษาวิธีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่กับอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับงานในปีที่ 3 โดยเฉพาะ	จุฬาฯ, บริษัทฯ						
4	ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ GSM Interface สำหรับงานในปีที่ 3 โดยเฉพาะ	บริษัทฯ						
5	ทดสอบการทำงานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ GSM Interface ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น	บริษัทฯ						
6	สรุปผลการดำเนินการ ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการแก้ไข และแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต	จุฬาลงกรณ์						

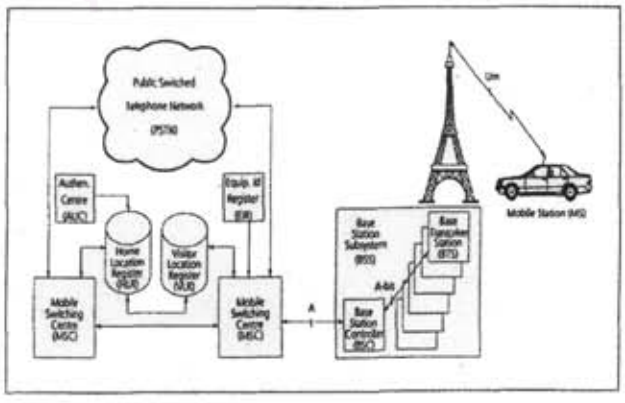
บทที่ 2
ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM และบริการข่าวสารสั้น

2.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM

ในปัจจุบันนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากระบบหนึ่งก็คือระบบ GSM (Global System for Mobile communication) ซึ่งเป็นระบบโทรศัพท์แบบดิจิทัล ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแอนะลอกที่ใช้อยู่แต่เดิมหลายด้านได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้สเปกตรัม โดยสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้ได้มากกว่า สามารถทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า มีความปลอดภัยสูง และยังใช้กำลังในการส่งสัญญาณน้อยกว่าอีกด้วย

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ประกอบด้วยระบบย่อย ๆ 4 ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ดังนี้

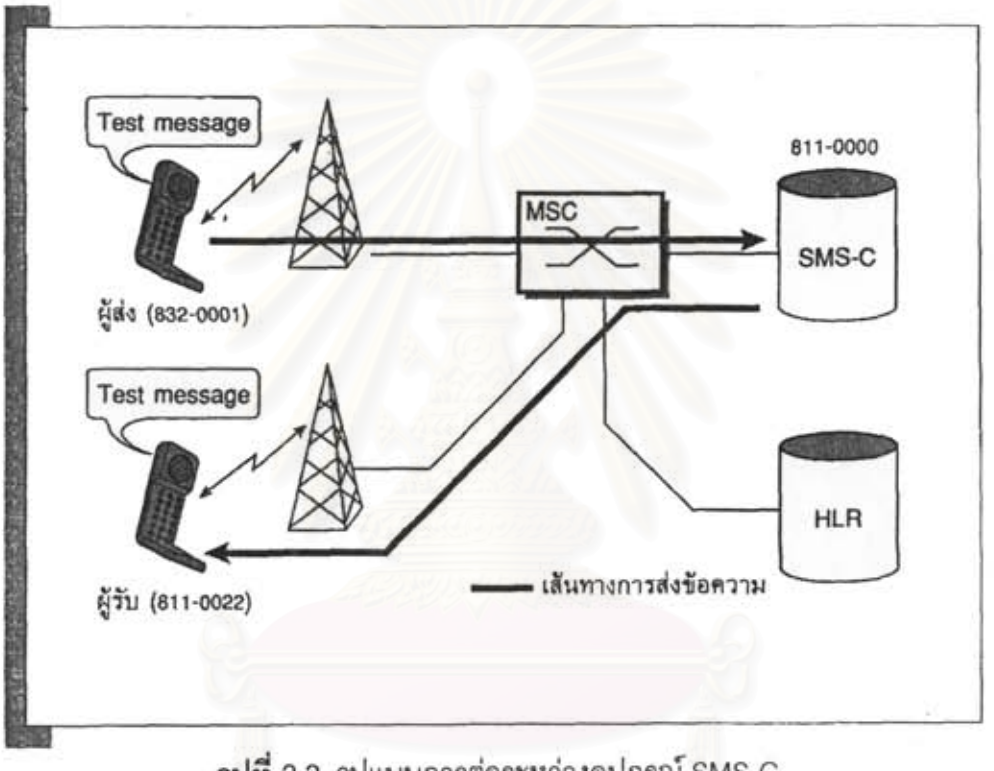
1. ระบบย่อยสถานีฐาน (Base Station Sub System, BSS) ประกอบด้วย
   - สถานีฐานรับส่งสัญญาณ (Base Transceiver station หรือ BTS)
   - ตัวควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller หรือ BSC)
2. ระบบย่อยสวิตชิง (Switching Sub System, SSS) ประกอบด้วย
   - ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Switching Center หรือ MSC)
   - ฐานข้อมูลทะเบียนผู้ใช้ (Home Location Register (HLR))
   - ฐานข้อมูลผู้มาเยือน (Visitor Location Register (VLR))
   - ฐานข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของผู้ใช้ (Authentication Center (AC))
   - ฐานข้อมูลเครื่องโทรศัพท์มือถือ (Equipment Identity Register (EIR))
   - ศูนย์บริการเสริม เช่น ศูนย์บริการส่งข่าวสารสั้น (Short Message Service Center หรือ SMS-C) เป็นต้น
3. ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Center หรือ OMC)
   - ศูนย์ปฏิบัติการและบำรุงรักษาสำหรับระบบย่อยสถานีฐาน (Operation and Maintenance Center for Base Station Sub System หรือ OMC-B)
4. สถานีเคลื่อนที่หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS)



รูปที่ 2.1 การต่อร่วมระหว่างระบบย่อยต่างๆ ในโครงข่าย GSM

2.2 **บริการส่งข่าวสารสั้น** Short Message Service **หรือ** SMS)

บริการส่งข่าวสารสั้นใช้ความสามารถของระบบย่อยในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ในการรับข่าวสารสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้พร้อมกับตรวจสอบจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะส่งข่าวสารนั้น เมื่อพบแล้วจึงส่งข้อมูลนั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทาง โดยเรียกตัวกลางที่ทำหน้าที่นี้ว่า ศูนย์บริการรับฝากข่าวสาร หรือ Short Message Service Center (SMS-C) การต่อร่วมจะกระทำระหว่างชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับ SMS-C โดยใช้ระบบการสัญญาณแบบ CCS 7 (Common Channel Signaling System No. 7) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



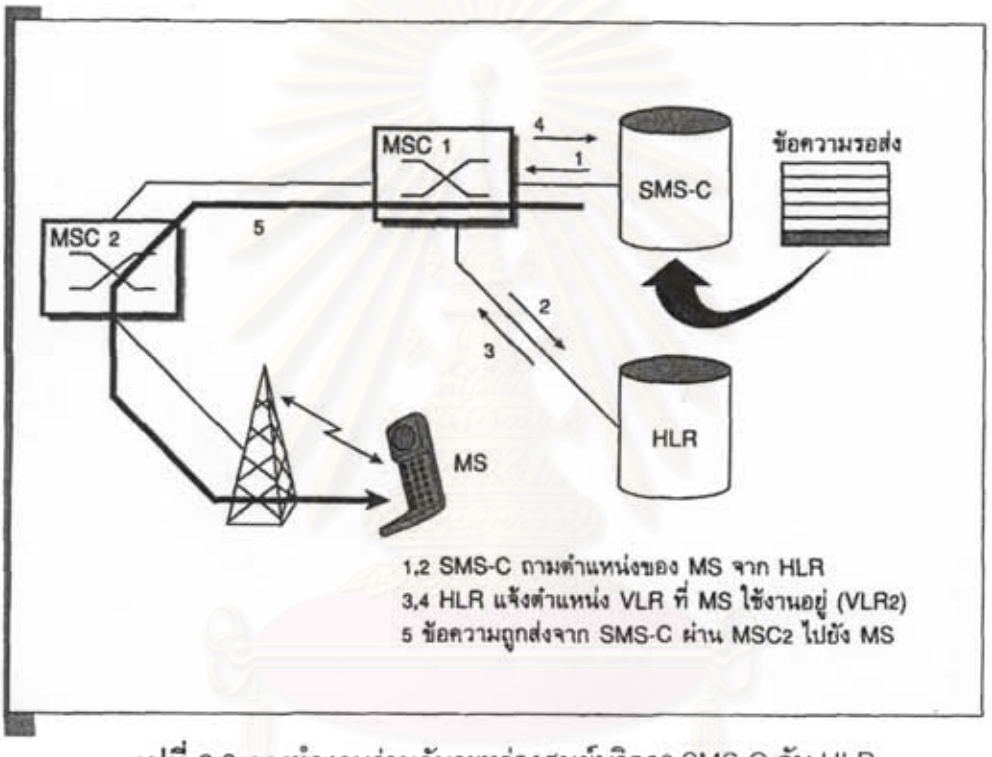
รูปที่ 2.2 รูปแบบการต่อระหว่างอุปกรณ์ SMS-C

ข่าวสารสั้นที่ส่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ไปเก็บไว้ใน SMS-C แต่ละชุดมีความยาวได้สูงสุด 160 อักขระ (160 characters)

เมื่อข่าวสารสั้นถูกส่งไปยัง SMS-C แล้ว อุปกรณ์ SMS-C จะประมวลผลข่าวสารสั้นเหล่านั้น เนื่องจากในตัวของข่าวสารสั้นเองได้รวมหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางอยู่ อุปกรณ์ SMS-C จึงสามารถติดต่อกับ HLR เพื่อตรวจสอบว่าเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อนั้นอยู่ ณ ที่ใดในโครงข่าย HLR จะแจ้งหมายเลขของ VLR ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นลงทะเบียนอยู่ในปัจจุบันกลับไปยัง SMS-C ซึ่ง SMS-C จะติดต่อไปยัง VLR นั้นๆ เพื่อให้ VLR ติดต่อเรียกโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นต่อไป ในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ตอบรับการเรียกจาก VLR

ศูนย์บริการ SMS-C จะส่งข่าวสารสั้นนั้นผ่านระบบย่อยสถานีฐานไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางต่อไป

ในกรณีที่ไม่มีการตอบรับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออุปกรณ์ HLR พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางนั้นอยู่ในสถานะของการปิดเครื่อง HLR จะแจ้งกลับไปยัง SMS-C ให้ประวิงเวลาการส่งนั้นออกไป เมื่อใดก็ตามที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปรากฏตัวขึ้นในโครงข่าย จะเกิดกระบวนการ Location Update ขึ้น SMS-C จะเริ่มกระบวนการส่งข่าวสารสั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นอีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



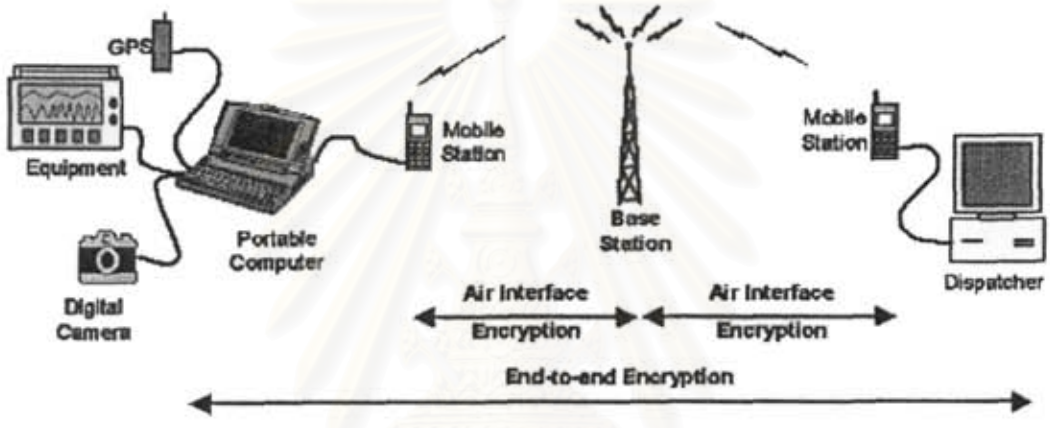
รูปที่ 2.3 การทำงานร่วมกันระหว่างศูนย์บริการ SMS-C กับ HLR

ข่าวสารสั้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางได้รับจาก SMS-C จะถูกเก็บลงในแผ่น SIM (Subscriber Identification Module) การรับข่าวสารสั้นแล้วไม่ลบออกไปเมื่ออ่านเสร็จจะทำให้พื้นที่สำหรับเก็บข่าวสารสั้นในแผ่น SIM มีโอกาสเต็ม ข่าวสารสั้นอื่นๆ ที่ไม่สามารถเก็บลงใน SIM จะได้รับการเก็บไว้ในอุปกรณ์ SMS-C ซึ่งผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่บางรายได้จำกัดระยะเวลาที่ข่าวสารสั้นสามารถคงอยู่ได้ใน SMS-C หากเกินกว่าเวลาที่ได้ตั้งไว้ ข่าวสารสั้นเหล่านั้นก็จะถูกลบไปโดยอัตโนมัติ

2.3 **ข้อดีของการใช้งานบริการส่งข่าวสารสั้น ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่** GSM

1. มีความเชื่อถือได้สูง เนื่องจากข่าวสารสั้นที่ถูกส่งไปจะไม่สูญหายไปจนกว่าจะถึงปลายทางในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
2. ครอบคลุมพื้นที่การใช้งานได้เป็นบริเวณกว้าง เนื่องจากสามารถทำงานได้ในทุกพื้นที่ที่มีโครงข่ายของระบบ GSM อยู่
3. ค่าใช้จ่ายค่อนข้างถูก มีการลงทุนน้อย ค่าบริการต่อครั้งไม่แพงจนเกินไป

2.4 **การส่งข้อมูลแบบ** Stream



รูปที่ 2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

SS7 (Signaling System No.7) เป็นระบบการสัญญาณที่มีคุณภาพในการออกแบบโพรโทคอล (protocol) สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูง, มีประสิทธิภาพ, และเชื่อถือได้ ซึ่งจะรองรับทั้งการประยุกต์ใช้งานที่เป็นเสียงและไม่ใช่เสียง ไม่ว่าจะเป็น ข้อมูล, โทรสาร หรือรูปภาพ

การสัญญาณ SS7 เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลที่รวดเร็วระหว่าง MSCs (Mobile Switching Centers) นั่นคือเมื่อมีการติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่อง โครงข่ายจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลอย่างรวดเร็ว เช่น บริการข่าวสารสั้น (SMS) ก็เป็นบริการที่เป็นส่วนหนึ่งของ SS7

ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย GSM ประการแรก โทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องสนับสนุนการรับ-ส่งข้อมูลนั่นคือ จะต้องมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า โมเดม อยู่บนตัวเครื่องซึ่งโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำงานเหมือนกับโมเดมแบบแอนะลอกที่ใช้ในการต่อร่วมระหว่างโทรศัพท์พื้นฐานกับคอมพิวเตอร์ แต่โมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นจะต้องติดตั้งอยู่ประจำที่สถานีหลักของโครง

ข่ายเหมือนกับโมเดมแบบแอนะลอก เราเรียกโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่า "IWU" หรือ Inter Working Unit

ในการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Data stream ข้อมูลจะไหลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้นทางไปสู่โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางด้วยอัตราข้อมูล 9.6 kbps

การรับ-ส่งข้อมูลบนโครงข่าย GSM แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- การรับ-ส่งข้อมูลแบบโปร่งใส (Transparent Data Transmission)
- การรับ-ส่งข้อมูลแบบไม่โปร่งใส (Non-transparent Data Transmission)

ซึ่งในแบบที่ 2 จะมีข้อดีกว่าแบบแรกตรงที่ จะมีการตรวจวัดความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูลซึ่งเรียกว่า "Radio Link Protocol" หรือ RLP ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นหน้าที่การทำงานของ IWU ในการควบคุมการไหลของข้อมูล

การตรวจวัดความผิดพลาดจะใช้สัญญาณการตอบรับ (Acknowledgement Signal) ซึ่งผู้รับข้อมูลจะส่งกลับมายังผู้ส่งเพื่อแจ้งให้ทราบว่า ผู้รับได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว หากไม่มีสัญญาณการตอบรับจากผู้รับ โครงข่ายจะใช้การเก็บพักข้อมูลไว้ชั่วคราว (Data Buffering) ซึ่งจะส่งข้อมูลใหม่ในภายหลัง สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลโดยผ่านการสื่อสารทางอากาศจะไม่มีการตรวจวัดความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล

หากต้องการรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย GSM จะต้องใช้หมายเลขที่ได้รับจากโครงข่าย เช่นหากเป็นข้อมูลเสียงธรรมดา ซึ่งก็คือการสนทนาทางโทรศัพท์ธรรมดา จะใช้หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเช่นเดียวกัน หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้ในการติดต่อเพื่อรับ-ส่งข้อมูลที่อัตราข้อมูล 9.6 kbps ด้วย ดังนั้น จะเห็นได้ว่า หากต้องการรับ-ส่งข้อมูลจะต้องมีการหมุนโทรศัพท์เพื่อติดต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 เครื่องเสียก่อน

2.5 การพัฒนาการสื่อสารข้อมูลบนโครงข่าย GSM

-เพิ่มอัตราข้อมูลให้เป็น 14.4 kbps จาก 9.6 kbps ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาทั้งโครงข่ายและอุปกรณ์ภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่

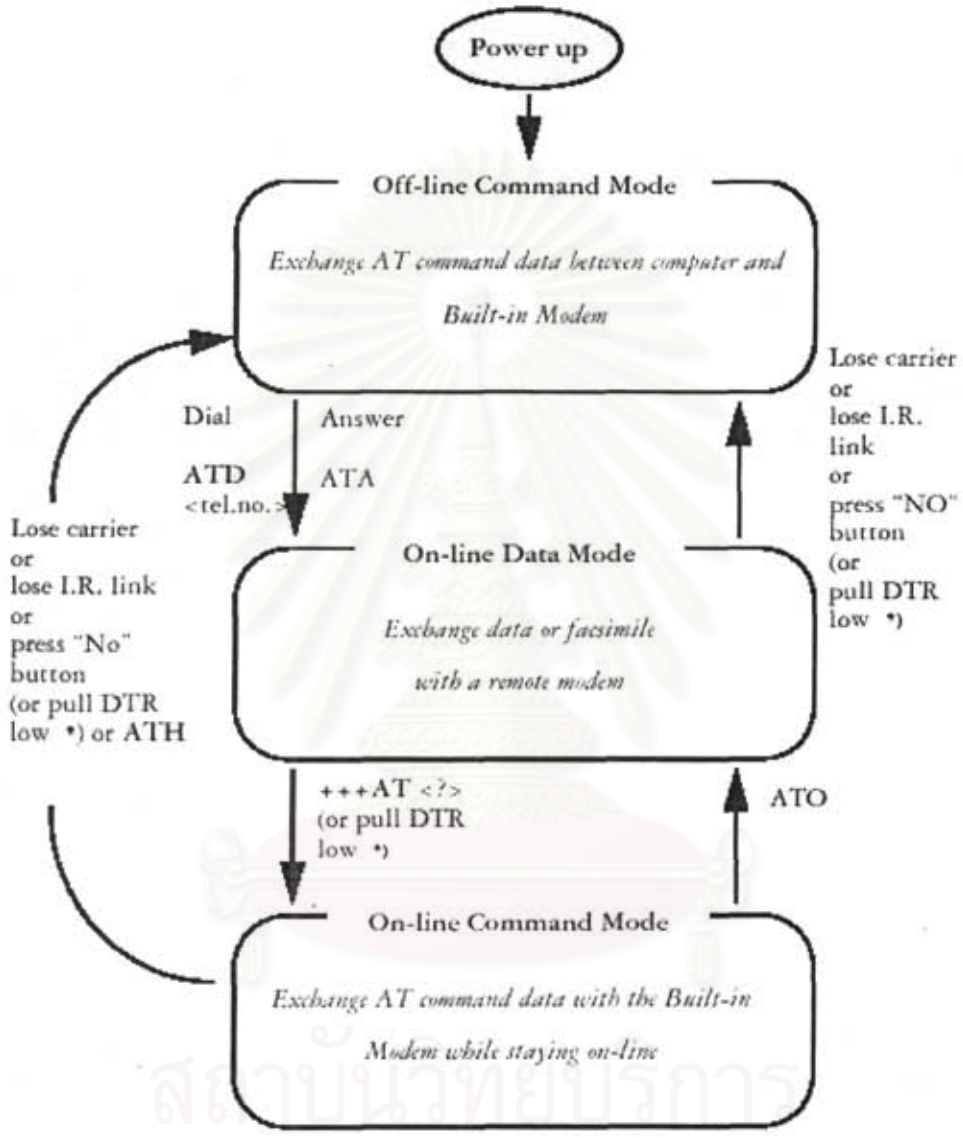
-ใช้การรวมกลุ่มข้อมูลให้เป็น "Packet Data" ซึ่งเรียกว่า "GPRS" (General Packet Radio Services) และ HSCSD (High-Speed Circuit Switched Data) ซึ่งจะอนุญาตให้มีการแบ่งช่องสัญญาณที่ซับซ้อน ซึ่งจะส่งผลให้สมรถนะของระบบดียิ่งขึ้น

2.6 ข้อดีของการรับ-ส่งข้อมูลแบบ Stream เมื่อเทียบกับการส่งข่าวสารสั้น (SMS)

- สามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละมากๆ ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการส่ง SMS 1 ครั้ง
- สามารถโปรแกรมให้รายงานข้อมูลเป็นระยะๆ ได้

2.7 โมดการทำงานของโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

การสื่อสารข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และ GSM Module ในโมดนี้มีขั้นตอนการรับ-ส่งข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โมดการทำงานของโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

โมดการทำงานของโมเดมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่มี 3 โมดได้แก่

1) off-line command mode : เป็นโมดการทำงานที่ไม่มีการติดต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะไม่สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ และโมดนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อมีการเปิดเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) on-line data mode : โมดการทำงานที่แสดงว่าจะมีการติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการรับ-ส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นที่โมดการทำงานนี้

3) on-line command mode : โมดการทำงานที่เราสามารถใช้ชุดคำสั่ง AT ในการสั่งการอื่นๆ โดยจะใช้โปรแกรม Hyper-Terminal

เนื่องจากการทำงานของโมเดมในแต่ละโมดไม่สามารถทำงานได้พร้อมกัน ดังนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนโมดการทำงาน เพื่อที่จะสามารถกำหนดสถานะของโมเดมได้ตามต้องการ ซึ่งจะแบ่งเป็น 5 แบบได้แก่

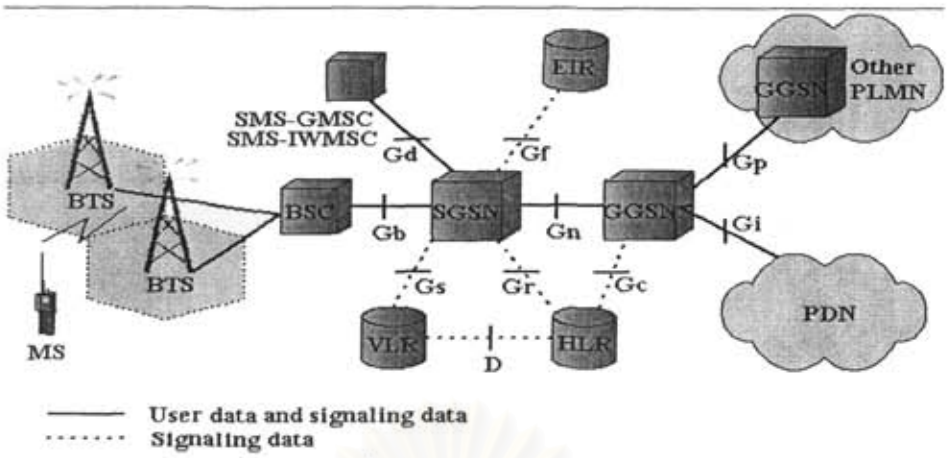
- ✓ การเปลี่ยนโมดการทำงานจาก off-line command mode เป็น on-line data mode เมื่อต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องเข้าสู่ on-line data mode โดยใช้คำสั่ง ATD แล้วตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางเพื่อสร้างการต่อระหว่างกัน หรือคำสั่ง ATA เพื่อตอบรับสายที่เรียกเข้ามา
- ✓ การเปลี่ยนโมดการทำงานจาก on-line data mode เป็น off-line command mode ซึ่งจะมีสาเหตุหลายสาเหตุที่ทำให้สถานะของโมเดมกลับเข้าสู่ off-line command mode ได้แก่

  -สัญญาณขาดหาย

  -โทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องใดเครื่องหนึ่งมีการกดวางสาย
- ✓ การเปลี่ยนโมดการทำงานจาก on-line data mode เป็น on-line command mode สามารถทำได้โดยพิมพ์ "+++" ตามด้วยคำสั่ง AT ที่ต้องการใช้ได้แก่ AT, ATE, ATH, ATI, ATM, ATQ, ATV, และ ATX เช่น พิมพ์ +++ATH แล้วกด Enter เพื่อออกจาก on-line data mode และวางสาย
- ✓ การเปลี่ยนโมดการทำงานจาก on-line command mode เป็น on-line data mode ใช้คำสั่ง ATO เพื่อกลับสู่โมดการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลปกติ โดยพิมพ์ ATO แล้วกด Enter
- ✓ การเปลี่ยนโมดการทำงานจาก on-line command mode เป็น off-line command mode ใช้คำสั่ง ATH เพื่อวางสาย โดยพิมพ์ +++ATH แล้วกด Enter

2.8 GPRS (General Packet Radio Service)

ระบบ GPRS มีส่วนประกอบของโครงข่ายเพิ่มเติมขึ้นมาจากโครงข่ายเดิม โดยมีลักษณะโครงข่ายเป็นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงข่าย GPRS

เริ่มต้น MS จะต้องระบุค่า APN (Access Point Name) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท เช่น WAP, Internet, Multimedia เพื่อที่จะระบุการเข้าถึงข้อมูล จากนั้นทาง Base Station จะส่งสัญญาณข้อมูลต่อไปยัง BSC ซึ่งจะมี Node ของ PCU (Packet Control Unit) อยู่ด้วย ซึ่งจะส่งข้อมูลไปยัง SGSN (Serving GPRS Support Node) และ GGSN (Gateway GPRS Support Node) ต่อไป ในช่วงของการส่งสัญญาณข้อมูลระหว่าง MS กับ Base Station (BTS) จะสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามวิธีการเข้ารหัส (Coding Scheme) โดยวิธีการเข้ารหัสจะถูกแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามอัตราการส่งข้อมูลดังต่อไปนี้

CS-1 9.05 kbps / TS(Time Slot)

CS-2 ประมาณ 13 kbps / TS(Time Slot)

CS-3 ประมาณ 15 kbps / TS(Time Slot)

CS-4 ประมาณ 20 kbps / TS(Time Slot)

โดย MS แต่ละเครื่องสามารถจอง TS ได้มากที่สุด 8 TS แต่ในปัจจุบันสามารถจองได้สูงสุดเพียง 4 TS แต่ก็ยังไม่สามารถทำเป็น MAX rate ได้ เนื่องจากในการส่งข้อมูลในลักษณะ Packet Switching จะต้องมีการเติมส่วนของ Header ซึ่งไม่ใช่ Data เข้าไป ดังนั้นค่าที่ส่งได้สูงสุดจึงต่ำกว่าค่าสูงสุดทางทฤษฎีที่ควรจะเป็น

MS จะสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท ขึ้นกับ class ต่าง ๆ ดังนี้

Power Class

1 เครื่องจะส่งด้วยกำลังส่ง 1 watt (ปัจจุบันใช้ใน GSM1800)

4 เครื่องจะส่งด้วยกำลังส่ง 2 watt (ปัจจุบันใช้ใน GSM 900)

GPRS Terminal Class

A เครื่องจะสามารถใช้ได้ทั้ง GPRS และ GSM ในเวลาเดียวกัน (แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการให้บริการ)

B เครื่องจะสามารถใช้ได้ทั้ง GPRS และ GSM แต่จะต้องใช้ในเวลาที่ต่างกัน

C เครื่องจะใช้ได้แต่ GPRS เท่านั้น

Multislot Class จะบ่งบอกถึงความสามารถของ MS ในการจอง TS (1-29) โดยจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลของ TX, RX, Sum

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
คุณสมบัติของระบบ GPS (Global Positioning System)

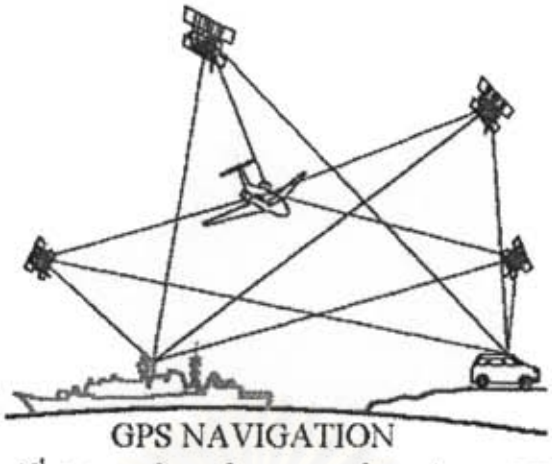
ระบบ GPS คือระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (ละติจูด ลองกิจูด และความสูง) โดยเป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมซึ่งโคจรอยู่เหนือพื้นโลก ระบบดาวเทียมที่ใช้ในการนำร่องเต็มระบบมีอยู่ทั้งหมด 24 ดวง หรือมากกว่านั้น (จากสถิติที่มีการบันทึกไว้มีอยู่ 28 ดวง เมื่อเดือนมีนาคม ค.ศ. 2000) โดยดาวเทียมทั้งหมดโคจรอยู่เหนือพื้นโลกด้วยระยะห่าง 26,560 กิโลเมตร การโคจรรอบโลก 1 รอบกินเวลา 11.967 ชั่วโมง (คิดเป็นความเร็วเท่ากับ 2.6 กิโลเมตรต่อวินาที) ดาวเทียมทั้งหมดถูกควบคุมเส้นทางการโคจรจากสถานีที่ภาคพื้นดิน ดาวเทียมเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณความถี่สูงมายังพื้นโลก สัญญาณที่ว่านี้ไม่ว่าใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS ก็จะสามารถรับสัญญาณได้ทันที สัญญาณที่รับได้เมื่อนำมาผ่านการคำนวณ ถอดรหัส จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่เครื่องรับตั้งอยู่ในเวลานั้น ๆ ในทางทฤษฎีการโคจรของดาวเทียม GPS ทั้งระบบทำให้ทุกจุดบนพื้นโลกไม่ว่าขณะเวลาใด เครื่องรับจะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งเป็นจำนวนมากพอในการคำนวณหาพิกัดบนพื้นโลกได้

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ GPS

ภาคอวกาศ (Space Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของดาวเทียม GPS จำนวน 24 ดวงที่โคจรรอบโลกซึ่งจะส่งสัญญาณเวลาที่มีความแม่นยำสูงและข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณ ตำแหน่งพิกัด ไปยังทุกจุดบนพื้นโลก ตลอด 24 ชั่วโมง โคจรรอบโลกที่ความสูง 11,000 ไมล์ทะเล เป็น 6 ระนาบๆละ 4 ดวง โคจรรอบโลก 2 รอบภายใน 1 วัน ใช้สัญญาณความถี่ 1,575.42 MHz

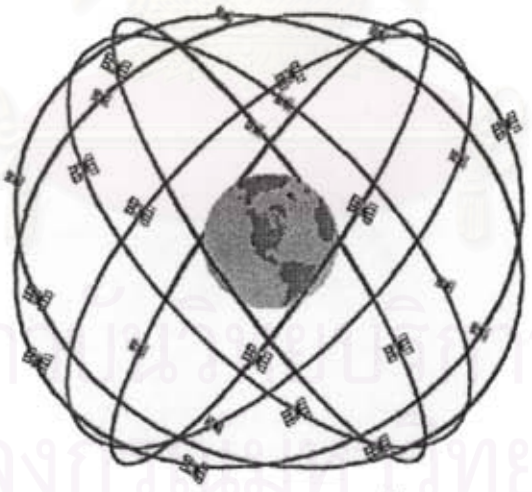
ภาคพื้นโลก (Ground Segment) ประกอบด้วย กลุ่มของสถานีควบคุมดาวเทียม ทำหน้าที่ควบคุมวงโคจรดาวเทียม คำนวณวงโคจรและตำแหน่งดาวเทียม ตรวจวัดความผิดพลาดของวงโคจร ปรับแก้ความถูกต้องของสัญญาณก่อนส่งข้อมูลที่ถูกต้องขึ้นไปที่ดาวเทียมเพื่อส่งสัญญาณกลับลงมายังผู้ใช้

ภาคผู้ใช้ (Users Segment) ประกอบด้วย เครื่องบอกตำแหน่งพิกัด ซึ่งก็คือ เครื่องรับ GPS (GPS Receiver) ที่รับข้อมูลต่างๆ จากดาวเทียม GPS แล้วนำมาคำนวณ หาตำแหน่งพิกัดและความสูงของเครื่อง



รูปที่ 3.1 การทำงานในการบอกตำแหน่งของ GPS

ระบบดาวเทียม GPS ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โคจรในอวกาศ ครอบคลุมทั่วโลกทั้งหมด 6 ระนาบ แต่ละระนาบทำมุม 60 องศา กับเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละดวงมีส่วนประกอบหลักคล้ายคลึงกับดาวเทียมสื่อสารโดยทั่วไปซึ่งได้แก่ ภาครับสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณ ภาคควบคุม และระบบสายอากาศวิทยุ ส่วนพิเศษที่มีเฉพาะในดาวเทียม GPS คือ ภาคกำเนิดสัญญาณเวลาความแม่นยำสูง



รูปที่ 3.2 การโคจรของดาวเทียม GPS ทั้ง 24 ดวงรอบโลก

3.2 หน้าที่สำคัญของดาวเทียม GPS

3.2.1 รับข้อมูลวงโคจรที่ถูกต้องของดาวเทียม (Ephemeris Data) ที่ส่งมาจากสถานีควบคุมดาวเทียมหลัก (Master Control Station) เพื่อส่งกระจายสัญญาณข้อมูลนี้ลงไปยังพื้นโลก

เพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับคำนวณระยะห่าง (Range) ระหว่างเครื่องรับ GPS กับดาวเทียมดวงนั้นและดาวเทียมดวงอื่น ๆ บนท้องฟ้าเพื่อใช้คำนวณหาตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS

3.2.2 ส่งรหัส (Code) และข้อมูล Carrier Phase ไปกับคลื่นวิทยุลงไปยังพื้นโลกเพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับคำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมดวงนั้นกับตัวเครื่องรับ GPS

3. ส่งข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของดาวเทียมทั้งหมด (Almanac Information) และข้อมูลสุขภาพของดาวเทียมลงไปยังพื้นโลกเพื่อให้เครื่องรับ GPS ใช้สำหรับกำหนดดาวเทียมที่จะสามารถรับสัญญาณได้

3.4 หน้าที่ของสถานีควบคุมภาคพื้นดิน

ระบบ GPS ถูกควบคุมโดยกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาจากสถานีควบคุมหลักในรัฐโคโลราโด ซึ่งจะคอยตรวจสอบดาวเทียมทุกดวงในระบบ ป้อนคำสั่งควบคุมและป้อนข้อมูล รวมทั้งให้ข่าวสารในการนำร่อง สถานีตรวจสอบภาคพื้นดินใช้สายอากาศภาคพื้นดินในการควบคุมดาวเทียม GPS และส่งต่อข้อมูลให้แก่สถานีควบคุมหลัก (Master Control) เพื่อกำหนดตำแหน่งพิกัดที่แน่นอนของดาวเทียมแต่ละดวง รวมทั้งปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลอยู่ตลอดเวลา ถ้าดาวเทียมดวงใดเกิดความผิดปกติขึ้น สถานีควบคุมภาคพื้นดินจะกำหนดดาวเทียมดวงนั้นเป็น "Un - healthy" เพื่อให้เพื่อให้เครื่องรับ GPS ทราบว่าไม่ควรใช้ข้อมูลจากดาวเทียมดวงนี้ ซึ่งเครื่องรับ GPS ก็จะตรวจสอบได้จากการตรวจสอบสถานะของดาวเทียม โดยเครื่องรับ GPS จะรับข้อมูลจากดาวเทียมดวงดังกล่าว แล้วใช้ดาวเทียมดวงอื่นที่มีความเหมาะสมในการคำนวณตำแหน่งพิกัดแทน ในบางครั้งดาวเทียมอาจถูกปิดใช้งานเพื่อทำการบำรุงรักษา หรืออาจจะถูกปิดเพื่อเปลี่ยนวงโคจรตามความเหมาะสม

3.5 การคำนวณตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับ GPS

ดาวเทียม GPS แต่ละดวงจะส่งกระจายสัญญาณ 2 ชนิดอย่างต่อเนื่องได้แก่ สัญญาณ Standard Positioning Service (SPS) ซึ่งใช้สำหรับบุคคลทั่วไป และ สัญญาณ Precise Positioning Service (PPS) ซึ่งใช้สำหรับทางทหาร สัญญาณ SPS เป็นสัญญาณแบบ Spread-Spectrum ที่กระจายสัญญาณด้วยความถี่ 1575 MHz สภาพแวดล้อมหรือสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นโลกมีผลกระทบค่อนข้างน้อยต่อสัญญาณดังกล่าว สัญญาณ SPS ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับวงโคจรของดาวเทียม 2 ชนิดได้แก่ ข้อมูล Almanac และข้อมูล Ephemeris ข้อมูล Almanac เป็นข้อมูลที่บอกถึงสภาพของดาวเทียมและตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมทุกดวงในระบบอย่างคร่าว ๆ เครื่องรับ GPS จะรับข้อมูล Almanac จากดาวเทียมดวงใด ๆ ที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการเลือกรับดาวเทียมที่สามารถจะใช้ได้ในการ

คำนวณตำแหน่งพิกัด ส่วนข้อมูล Ephemeris ประกอบด้วยข้อมูลที่แม่นยำโดยละเอียดของวงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงที่ทำการรับสัญญาณได้ สัญญาณ SPS จะส่งรหัสลงมาด้วย โดยรหัสดังกล่าวจะทำให้เครื่องรับ GPS สามารถคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับ GPS ได้ เมื่อเครื่องทราบเวลาที่เดินทางและตำแหน่งดาวเทียม (Ephemeris) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะ (Pseudorange) ระหว่างดาวเทียมแต่ละดวงกับเครื่องรับ GPS ได้ เครื่องรับ GPS จะรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ถึง 4 ดวงในเวลาเดียวกัน โดยจะใช้ดาวเทียม 3 ดวงในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดเพียงอย่างเดียว

3.6 คำสั่งขาออก NMEA

NMEA เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารซึ่งกำหนดโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronics Association ในเริ่มแรกนั้น NMEA ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเดินเรือเป็นหลัก ต่อมาเมื่อระบบ GPS ถูกนำมาใช้งาน และมีบทบาทในการเดินเรือมากขึ้นตามวันเวลาที่ผ่านไป จึงทำให้ NMEA ถูกพัฒนามาเป็นมาตรฐานกลางสำหรับใช้สื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ แต่ถึงกระนั้นก็ยังคงมีอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS อยู่บ้างที่ผู้ผลิตมีโปรโตคอลเฉพาะสำหรับใช้งานเองแต่เนื่องจากเป็นส่วนน้อยเท่านั้น

สำหรับมาตรฐาน NMEA ที่หมายถึงคือมาตรฐานซึ่งมีชื่อเรียกเต็ม ๆ ว่า NMEA 0183 เวอร์ชั่น 1.5 หรือ 2.2 ซึ่งเป็นสำหรับมาตรฐานที่ใช้กัน อย่างไรก็ตามมาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชั่น 2.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1997 เป็นเวอร์ชั่นใหม่กว่าและในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ส่วนใหญ่สามารถรองรับได้แล้ว

ข่าวสาร NMEA คือข้อมูลซึ่งถูกส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลในข่าวสาร NMEA สามารถแบ่งได้เป็น record หรือ field ย่อย ๆ โดยแต่ละ record ประกอบด้วยอักขระ ASCII ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร เราสามารถอ่านดูข้อมูล NMEA ที่ว่านี้ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เช่น Hyper Terminal Record ข้อมูลในข่าวสาร NMEA แต่ละเวอร์ชั่น อาจมีอยู่มากน้อยต่างกันแต่ record ที่มักใช้กันเป็นหลักในข่าวสาร NMEA มี 6 record ตามตาราง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดภายใน Record ต่าง ๆ ของข่าวสาร NMEA

NMEA Record	Description
GGA	Global positioning system fixed data
GLL	Geographic position – latitude/ longitude
GSA	GNSS DOP and active satellites
GSV	GNSS satellites in view
RMC	Recommended minimum specific GNSS data
VTG	Course over ground and ground speed

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ Record ที่นำมาใช้งานเท่านั้นคือ GGA

GGA - Global Positioning System Fixed Data

Record นี้จะประกอบด้วยข้อมูลซึ่งใช้บอกถึงตำแหน่งพิกัด ละติจูด ลองติจูด เวลา จำนวนดาวเทียมที่ใช้คำนวณพิกัด (Satellites Used) และความสูงจากระดับน้ำทะเล (MSL Altitude)

$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,,0000*18<CR><LF>

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดภายใน Record GGA

Name	Example	Description
Message ID	$GPGGA	GGA protocol header
UTC Time	161229.487	Hhmmss.sss
Latitude	3723.2475	Ddmm.mmmm
N/S Indicator	N	N=north, S=south
Longitude	12158.3416	Dddmm.mmmm
E/W Indicator	W	E=east W=west
Position Fix Indicator	1	0 Fix not available or invalid 1 GPS SPS Mode, fix valid

		2 Differential GPS, SPS mode, fix valid 3 GPS PPS Mode, fix valid
Satellites Used	07	Range 0 to 12
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0 (meter)	
Units	M (meter)	
Geoid Seperation	(meter)	
Units	M (meter)	
Age of Diff. Corr.	(second)	Null fields when DGPS is not used
Diff.Ref Station ID	0000	
Checksum	*18	
<CR><LF>		End of message termination

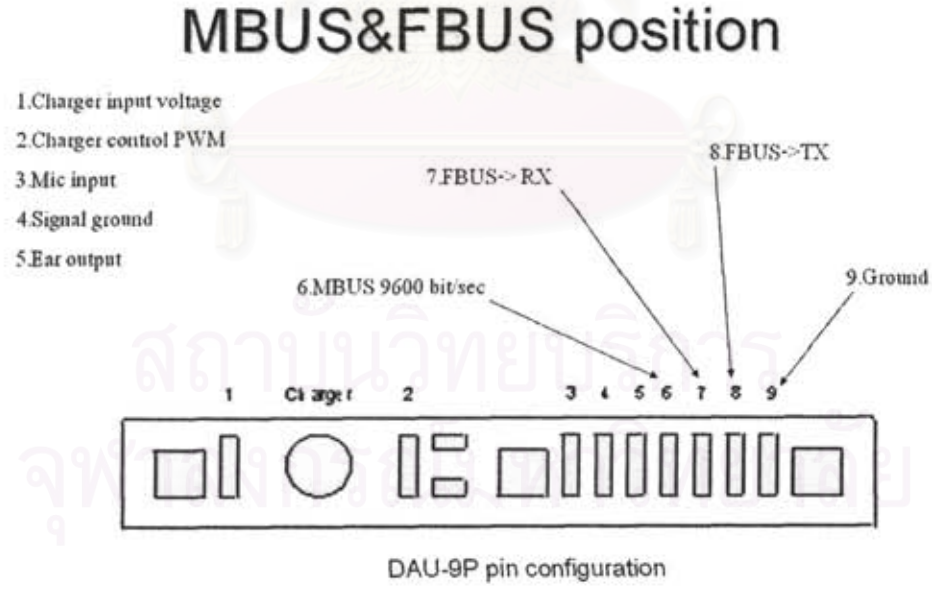
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1 คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไปส่วนมากมีความสามารถในการต่อร่วมเพื่อถ่ายโอนข้อมูลกับอุปกรณ์ปลายทางชนิดต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC), คอมพิวเตอร์พกพา (PDA), หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน ตัวอย่างเช่น เพื่อ upload ringtone, logo ฯลฯ ความสามารถเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ว่าจะต้องมีจุดต่อร่วม (พอร์ต) อยู่ จากการศึกษาทราบว่า จุดต่อร่วมของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ผลิตแต่ละรายจะมีลักษณะแตกต่างกันไป แต่สิ่งที่เหมือนกันคือโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ผลิตทุกรายจะมีบัสข้อมูล 2 อย่างคือ MBUS และ FBUS ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

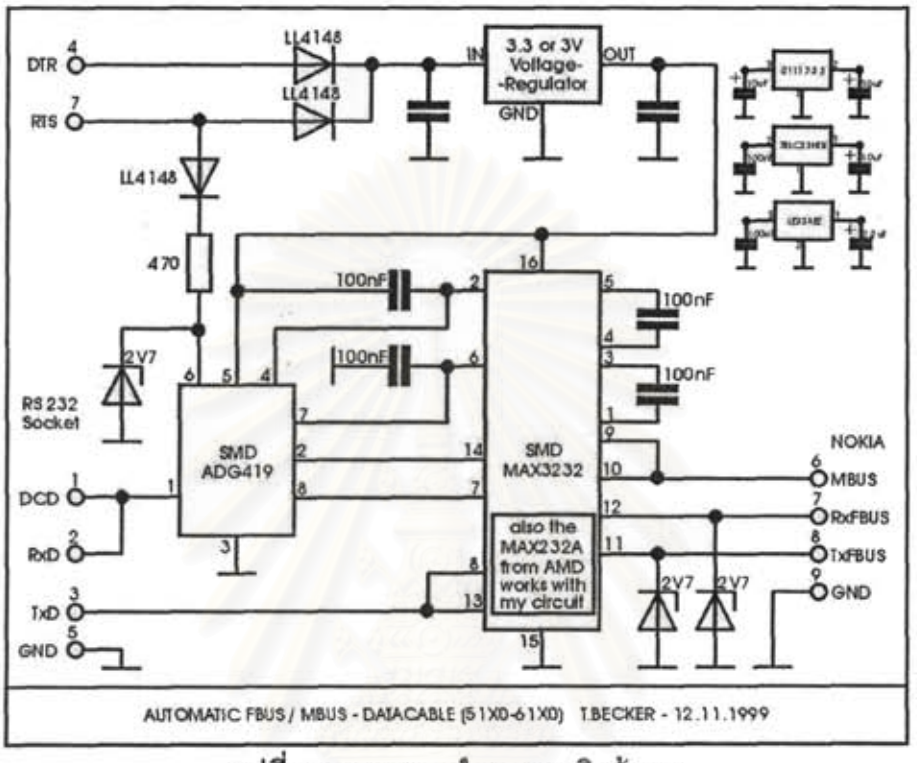
- ✓ MBUS หรือ message bus ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมครึ่งดูเพลกซ์ โดยสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นโมเดมและใช้รับส่งข่าวสารสั้นสำหรับบริการ SMS
- ✓ FBUS ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมดูเพล็กซ์เต็ม ครอบคลุมความสามารถเข้าถึงข้อมูลทุกอย่างที่ MBUS ทำได้ แต่ FBUS จะมีพอร์ตออกมาให้ใช้เพียงโทรศัพท์เคลื่อนที่บางรุ่นเท่านั้น



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างจุดต่อร่วมแบบ DAU-9P ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

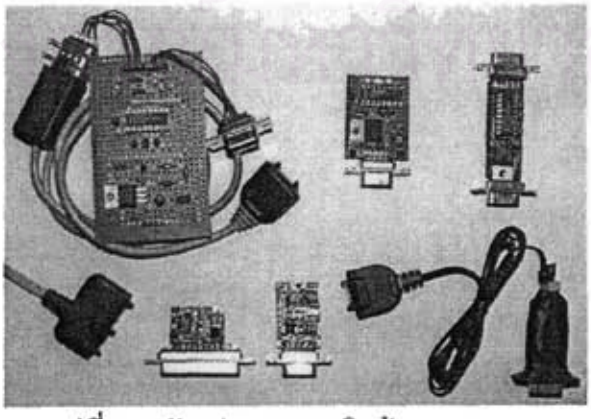
สายเคเบิลข้อมูล (Data cable)

เนื่องจากสัญญาณที่ออกจาก MBUS และ FBUS ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 จึงต้องมีตัวแปลงมาตรฐานแรงดันซึ่งก็คือสายเคเบิลข้อมูล (data cable) ภายในประกอบไปด้วยวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าและตัวตัดต่อสัญญาณสำหรับ MBUS และ FBUS ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจรภายในสายเคเบิลข้อมูล

สายเคเบิลข้อมูลชนิดหนึ่งๆ จะมีตัวต่อ (Connector) อยู่ที่ด้านหนึ่งของสายโดยเฉพาะสำหรับต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่กำหนด ส่วนตัวต่อที่ปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นชนิด DB-9 สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ปลายทางข้อมูล (Data Terminal Equipment หรือ DTE) เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) เป็นต้น รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างของสายเคเบิลข้อมูลชนิดต่างๆ



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างสายเคเบิลข้อมูล

4.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการต่อร่วมแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ปลายทางข้อมูล (Data Terminal Equipment หรือ DTE) กับอุปกรณ์ปิดปลายวงจรข้อมูล (Data Circuit Terminating Equipment หรือ DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

โดย ระบุช่วงระดับแรงดันสำหรับการทำงานของพอร์ตอนุกรมดังนี้

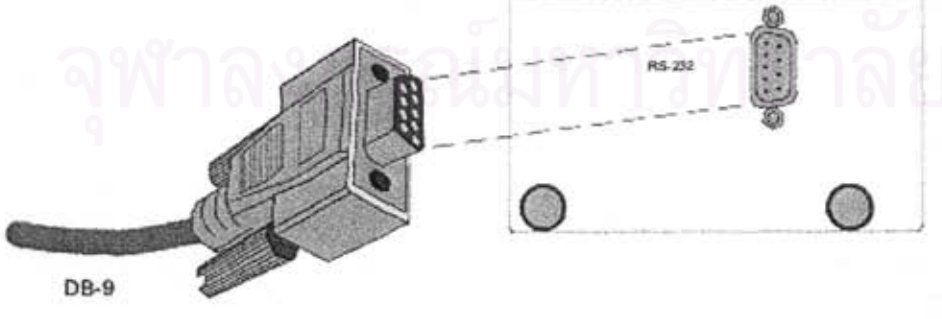
ลอจิก "0" จะมีระดับแรงดัน +3 ถึง +15 V

ลอจิก "1" จะมีระดับแรงดัน -3 ถึง -15 V

ระดับแรงดันนี้ทำให้ไม่สามารถที่จะนำขาเอาต์พุตใด ๆ ของพอร์ตอนุกรมต่อเข้ากับลอจิกเกตเพื่อใช้งานได้โดยตรง แต่จะต้องนำมาผ่านวงจรเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันเสียก่อน โดยสามารถใช้ IC MAX 232 ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันของ RS-232 ให้อยู่ในระดับของ Transistor-Transistor-Logic หรือ TTL โดยลอจิก "0" ซึ่งเดิมมีระดับแรงดัน +3 ถึง +15 V จะถูกแปลงเป็น 0 V ส่วนลอจิก "1" ซึ่งมีระดับแรงดัน -3 ถึง -15 V จะถูกแปลงเป็น +5 V ทั้งนี้เพื่อให้สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์ดิจิทัลอื่นๆ ที่ใช้ระดับแรงดันทีทีแอลได้

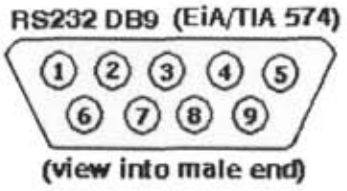
ตัวต่อสำหรับพอร์ต RS-232 และการต่อร่วม

การต่อร่วมอุปกรณ์ DTE เข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะใช้ตัวต่อแบบ DB-9 ดังแสดงในรูปที่ 4.4, 4.5 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.4 ตัวต่อสำหรับพอร์ต RS-232

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



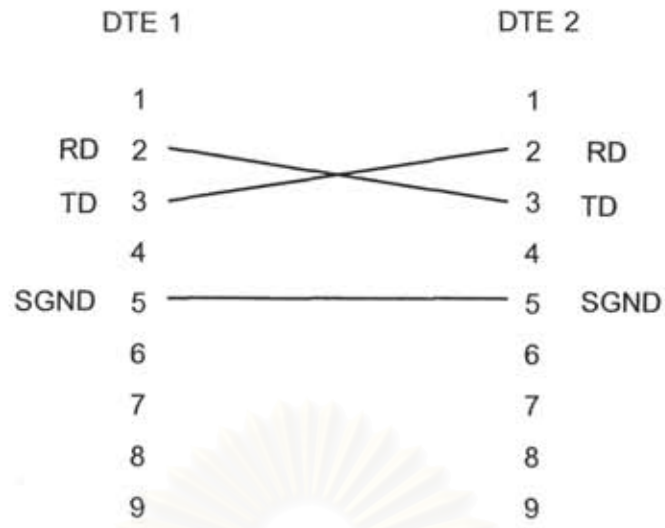
รูปที่ 4.5 ตัวต่อ RS-232 แบบ DB-9

ตารางที่ 4.1 หน้าที่ของขาต่างๆ ในตัวต่อแบบ DB-9

Pin No.	Name	Notes/Description
1	DCD	Data Carrier Detect
2	RD	Receive Data (a.k.a RxD, Rx)
3	TD	Transmit Data (a.k.a TxD, Tx)
4	DTR	Data Terminal Ready
5	SGND	Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request To Send
8	CTS	Clear To Send
9	RI	Ring Indicator

การต่อร่วมระหว่างอุปกรณ์ DTE กับโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นแบบนัลล์โมเดม (Null modem) หรือการต่อร่วมโดยไม่ต้องผ่านโมเดม ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวนด์ ดังนั้นเราสามารถต่อร่วมอุปกรณ์ DTE ร่วมเข้าด้วยกันโดยใช้นัลล์โมเดมสำหรับส่งข้อมูลระยะใกล้ๆ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ DCE โดยมีการต่อร่วมมูลฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ดังนี้

- พิน 2 ของอุปกรณ์ DTE 1 ต่อเข้ากับพิน 3 ของอุปกรณ์ DTE 2
- พิน 2 ของอุปกรณ์ DTE 2 ต่อเข้ากับพิน 3 ของอุปกรณ์ DTE 1
- พิน 5 ของอุปกรณ์ DTE 1 ต่อเข้ากับพิน 5 ของอุปกรณ์ DTE 2



รูปที่ 4.6 การต่อร่วมแบบนัลล์โมเดมที่ใช้สายสัญญาณ 3 เส้น

UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์สากลที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง

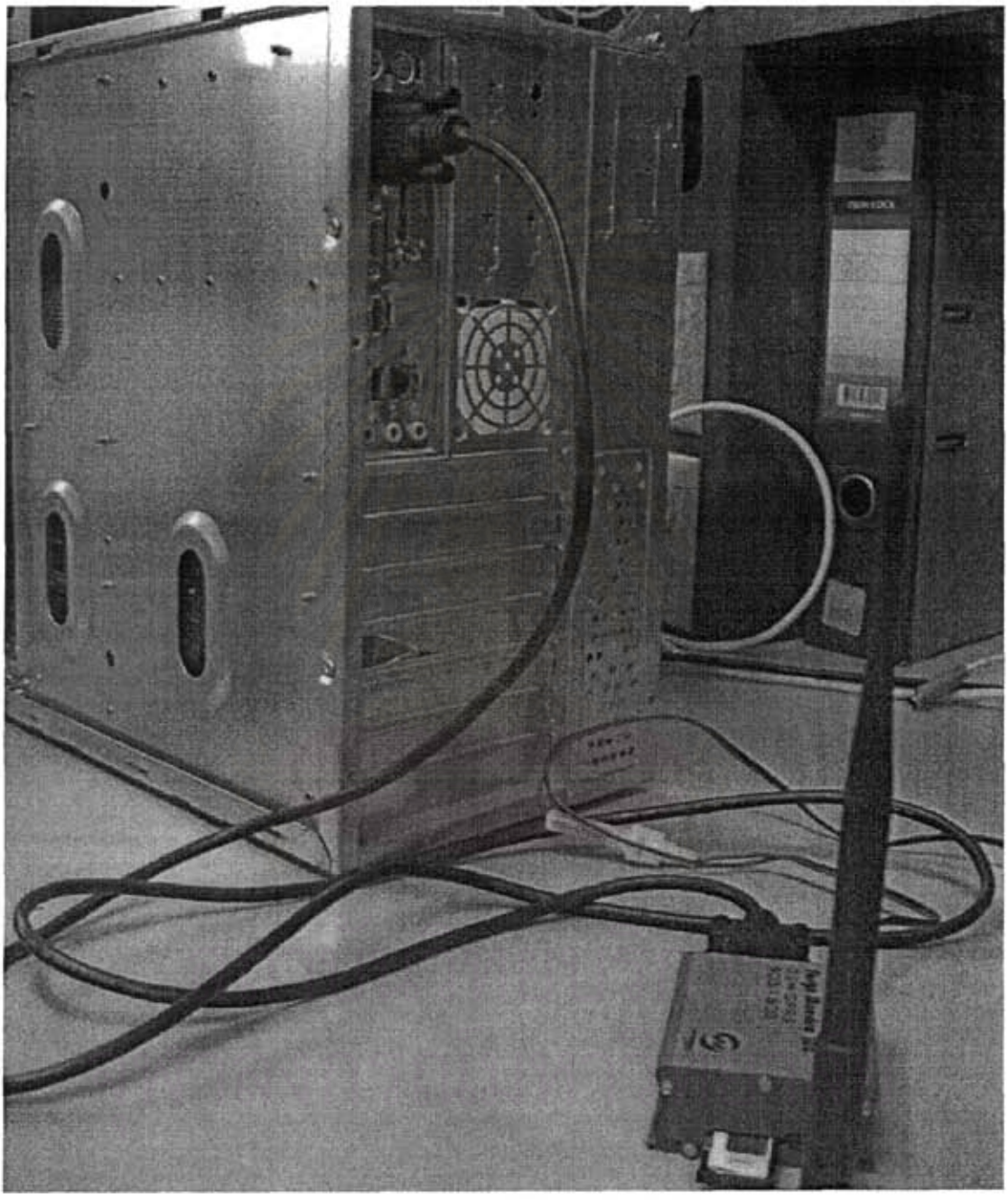
หน้าที่หลักของ UART คือแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี, เฟรมข้อมูล ฯลฯ)

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 ได้ UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบครึ่งดูเพลกซ์ (Half duplex) และดูเพลกซ์เต็ม (full duplex) โดยการส่งแบบครึ่งดูเพลกซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบดูเพลกซ์เต็มสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

4.3 ชุดคำสั่งในการต่อร่วมเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่

เพื่อศึกษาการใช้งานชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ GSM Module สำหรับการทดสอบชุดคำสั่งต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Hyperterminal สำหรับศึกษาชุดคำสั่ง คำสั่งที่ใช้ติดต่อกับ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ GSM Module เป็นคำสั่งประเภท AT ในที่นี้เราใช้ Fargo Maestro 100 GSM/GPRS Module สำหรับทดสอบชุดคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับ

โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้สามารถรับและส่งข้อมูลได้ตามต้องการ โดยรูปแบบชุดคำสั่งที่ใช้คำอธิบายการทดสอบ การทดสอบเกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ ปรากฏอยู่ใน *ภาคผนวก ก* รูปที่ 4.7 แสดงการต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232 เพื่อทำการทดสอบชุดคำสั่ง AT COMMAND



รูปที่ 4.7 การต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการทดสอบชุดคำสั่ง

บทที่ 5
การออกแบบและสร้างระบบ

5.1 **ความหมายของการโทรมาตร** (Telemetering)

การโทรมาตร (Telemetering) คือ การใช้ระบบสื่อสารข้อมูล ส่งข้อมูลการวัดที่อุปกรณ์เครื่องวัดสามารถวัดออกมาได้ ซึ่งเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมหรือผู้ประกอบการจะได้รับข้อมูลการวัดที่อุปกรณ์ปลายทางที่อยู่กับตัว ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ หรือ โทรศัพท์เคลื่อนที่

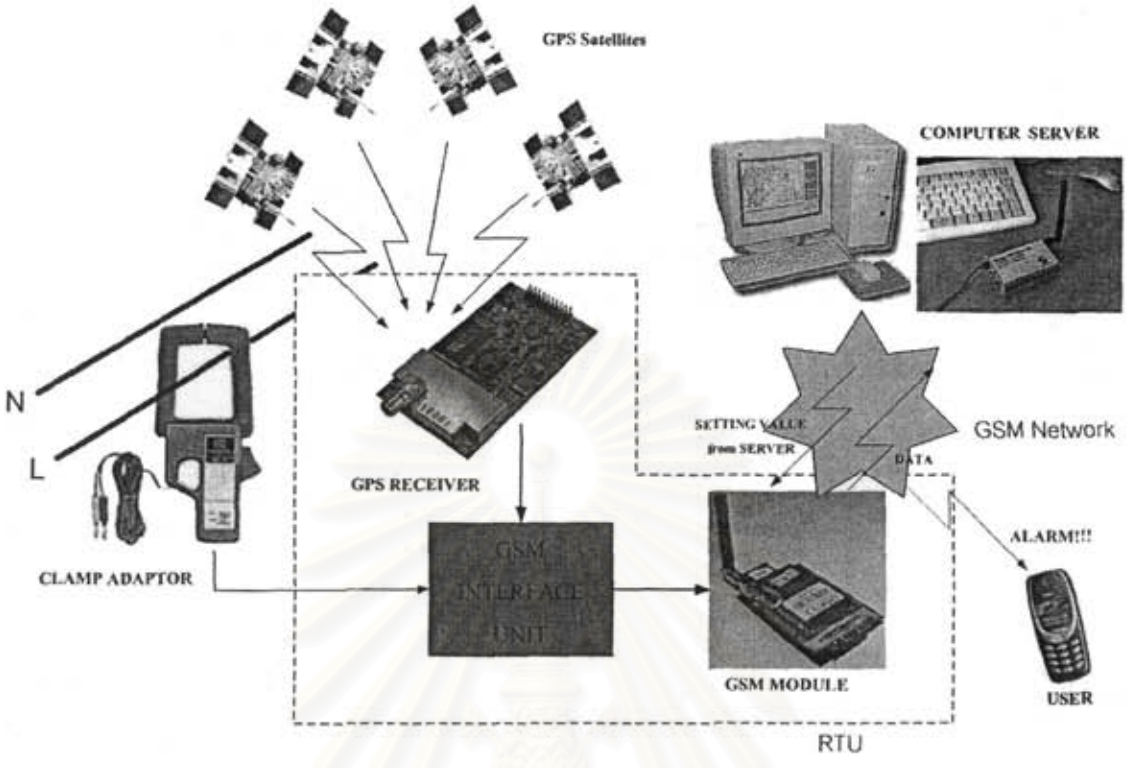
ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ระบบการโทรมาตร สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการวัดที่เกี่ยวกับไฟฟ้า เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า, ค่าแรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า ฯลฯ, การวัดที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณออกซิเจน ฯลฯ หรือจะเป็นการวัดระดับน้ำเพื่อใช้เป็นระบบเฝ้าเตือนระดับน้ำในแม่น้ำ และอุทกภัย

5.2 **ข้อดีของระบบการโทรมาตร** (Telemetering)

- ประหยัดแรงงานคนที่จะต้องจดค่าที่วัดได้
- ค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพมีราคาค่อนข้างถูก
- เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน สามารถควบคุมได้ทันที

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างระบบโทรมาตรโดยผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM เพื่อส่งค่าการวัดข้อมูลกระแสไฟฟ้า โครงสร้างของระบบโทรมาตรแสดงดังรูปที่ 5.1 จากรูปที่ 5.1 จะพบว่าปลายทางที่รับข้อมูลนั้นเป็นเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ (COMPUTER SERVER) โดยหน่วยวัดข้อมูล (RTU) เป็นตัววัดและส่งข้อมูลขนาดกระแสไฟฟ้ามายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา เมื่อเกิดเหตุการณ์ใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่กำหนดไว้โดยเครื่องบริการคอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนดค่า หน่วยวัดข้อมูลจะส่งข่าวสารสั้นไปแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ให้ทราบถึงเหตุการณ์เตือนการใช้กระแสไฟฟ้าเกินที่เกิดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 โครงสร้างของระบบ

5.3 องค์ประกอบของโครงสร้างระบบ

1. GPS RECEIVER เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลในรูปของ NMEA Message ต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลต่าง ๆ ที่รับได้จากดาวเทียม GPS ซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ได้แก่ ละติจูด, ลองจิจูด, วัน และเวลาที่รับค่าได้ เป็นต้น
2. CLAMP ADAPTOR เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้นและแปลงกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นแรงดันไฟฟ้า
3. GSM INTERFACE UNIT เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ส่งมาจาก CLAMP ADAPTOR รวมถึงต่อ และ แปลงผันข้อมูลที่มาจาก GPS RECEIVER เพื่อส่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมาได้ส่งให้กับ GSM MODULE ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกนำมาแปลงผันให้อยู่ในรูปแบบของ AT Commands เพื่อที่จะทำให้เข้าใจกันได้กับ GSM MODULE แล้วจึงส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM

4. GSM MODULE เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ต่อเข้ากับโครงข่าย GSM ซึ่งในส่วนนี้จะมี SIM card (Subscriber Identify Module card) เพื่อระบุข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน และกำหนดการให้บริการของระบบโครงข่าย สำหรับการควบคุม GSM MODULE นั้นสามารถทำได้โดยรับ AT Commands มาจาก GSM INTERFACE UNIT เพื่อติดต่อกับโครงข่าย GSM
5. COMPUTER SERVER เป็นเครื่องบริการคอมพิวเตอร์สำหรับตั้งค่าขนาดกระแสไฟฟ้า, เบอร์โทรศัพท์ปลายทางสำหรับการแจ้งเตือน และรวบรวมข้อมูลที่ได้จาก GSM INTERFACE UNIT ที่ส่งมา
6. USER เป็นส่วนของผู้ใช้ที่รับข่าวสารสั้นการแจ้งเตือนการใช้กระแสไฟฟ้าเกินที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ผู้ใช้อาจไม่ได้ประจำอยู่ที่เครื่องคอมพิวเตอร์

5.4 คุณสมบัติที่ต้องการของ GSM INTERFACE UNIT

- มีพอร์ตรับ-ส่งข้อมูลเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร และเป็นพอร์ตอย่างน้อย 3 พอร์ตเพื่อใช้ติดต่อกับ GSM MODULE, GPS RECEIVER และ CLAMP ADAPTER
- มีหน่วยความจำ (Memory) เพื่อเก็บข้อมูลที่วัดได้
- มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากต้องสามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้
- มีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้าย และ ติดตั้งได้สะดวก
- มีแหล่งจ่ายพลังงานภายในหน่วยวัดข้อมูล เช่น Battery เป็นต้น
- มีส่วนแสดงผลที่หน่วยวัดข้อมูลสำหรับแสดงวัน, เวลา และ ขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าปลายทางที่ได้รับ

5.5 คุณสมบัติที่ต้องการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

- มีพอร์ตรับ-ส่งข้อมูลเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสาร และเป็นพอร์ตอนุกรมอย่างน้อย 1 พอร์ตเพื่อใช้ติดต่อกับ GSM MODULE
- มีโปรแกรม Graphical User Interface เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน
- มีแผนที่สำหรับแสดงตำแหน่งข้อมูลของหน่วยวัดข้อมูล

บทที่ 6
โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ

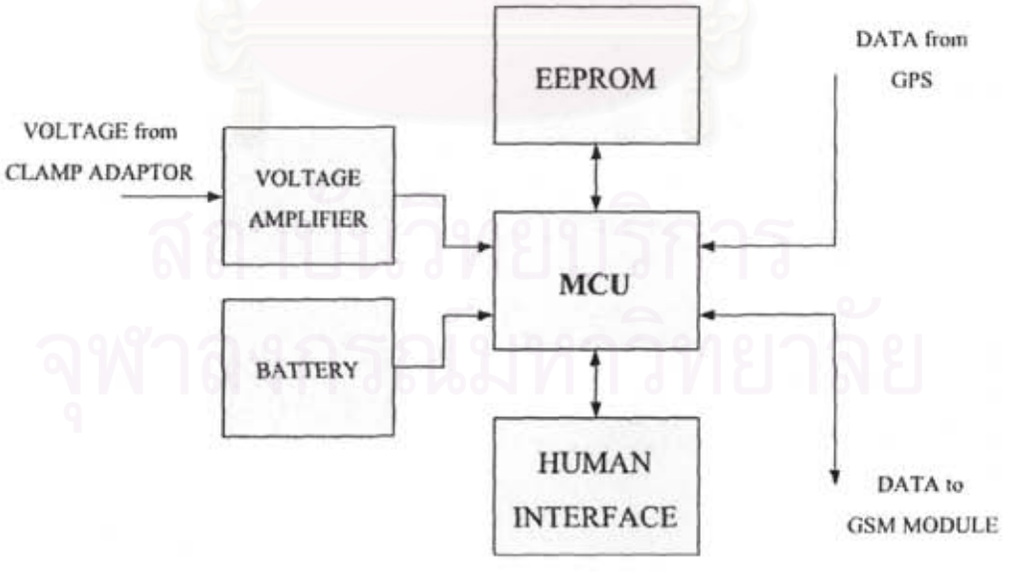
6.1 หน้าที่ของหน่วยวัดข้อมูล

หน่วยวัดข้อมูล มีหน้าที่ต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ทำหน้าที่รับและวัดข้อมูล มีหน้าที่รับข้อมูลวัน เวลา ละติจูดและลองจิจูด จากระบบ GPS ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปดิจิทัลและวัดขนาดกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นข้อมูลในรูปแอนะลอก
- ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม มีหน้าที่ควบคุมกระบวนการรับข้อมูลต่าง ๆ ตรวจสอบขนาดกระแสไฟฟ้าเกินเพื่อแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้และตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้ข้อมูลไปถึงยังปลายทางตามความต้องการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์
- ส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับโครงข่าย GSM มีหน้าที่ส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังปลายทางซึ่งเป็นผู้ใช้และเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM

6.2 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 5 เรื่องการออกแบบและสร้างระบบ แต่ยังไม่ได้ให้รายละเอียดของ GSM INTERFACE UNIT สำหรับการออกแบบในส่วนโครงสร้างของ GSM INTERFACE UNIT เป็นไปดังรูปที่ 6.1

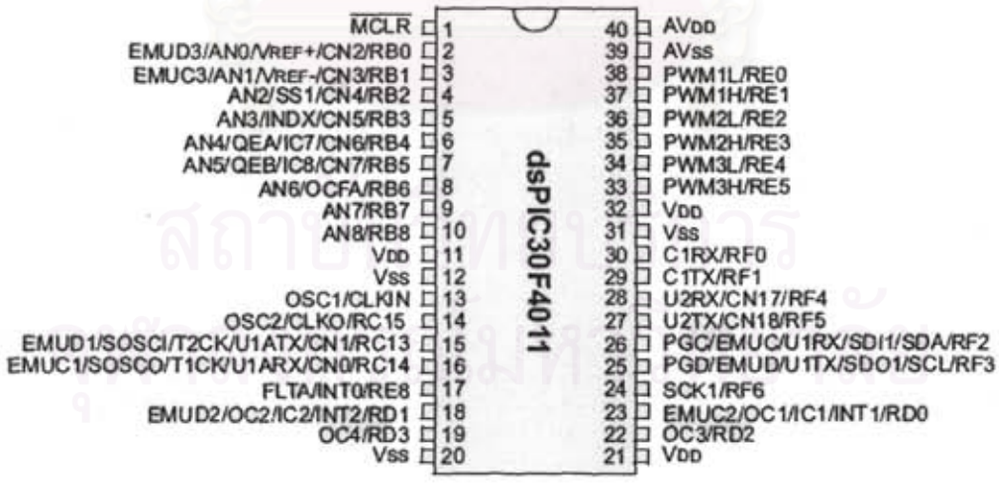


รูปที่ 6.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของ GSM INTERFACE UNIT

- MCU หรือ Microcontroller Unit เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ GSM INTERFACE UNIT โดยไมโครคอนโทรเลอร์ที่เลือกใช้อยู่ในตระกูล PIC Controller เบอร์ dsPIC30F4011
- EEPROM เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ต้องการของระบบ ได้แก่ วัน เวลา และขนาดกระไฟฟ้า
- HUMAN INTERFACE เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ LCD สำหรับแสดงค่าที่รับมาได้, LED สำหรับแสดงสถานการณ์ทำงานต่าง ๆ ที่สำคัญของระบบ และ สวิตช์ ใช้เป็นอินพุตเลือกโมดการแสดงผลของระบบ
- BATTERY เป็นแหล่งพลังงานของระบบ
- VOLTAGE AMPLIFIER เนื่องจากขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการแปลงขนาดกระแสไฟฟ้าของ CLAMP ADAPTOR มีขนาดเล็กจึงจำเป็นต้องขยายขนาดของแรงดันไฟฟ้าให้สูงเพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น

6.2.1 รายละเอียดโครงสร้างในแต่ละส่วน

6.2.1.1 MCU หรือ Microcontroller Unit เลือกใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล dsPIC Controller เบอร์ dsPIC30F4011 โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญต่อระบบ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011

- เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้ซีพียูแบบ Reduced Instruction Set Computer (RISC)
- มีขนาดความกว้างของข้อมูลขนาด 16 บิต และชุดคำสั่งมีขนาด 24 บิต
- มีความเร็วในการทำงานสูงถึง 30 ล้านคำสั่งต่อวินาที (30 MIPs)
- มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช สามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง
- มีหน่วยความจำอีอีพรอมภายในขนาด 1 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง
- มีอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์จำนวนมาก จึงรองรับการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ดี
- มีแอกคิวมูเลเตอร์ขนาด 40 บิต 2 ตัว เพื่อรองรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี
- มีหน่วยประมวลผลด้านการคูณและการหารเลข 17 บิตในรูปของฮาร์ดแวร์ จึงสามารถคูณและหารได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งใช้เวลาภายในสัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ไซเกิลเท่านั้น
- มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิทัล ความละเอียด 12 บิต จำนวน 8 ตัว
- มีมอดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART) 2 มอดูล

6.2.1.2 Character Liquid Crystal Display (LCD) Module 16x2 มีคุณสมบัติที่สำคัญต่อระบบดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.3 Liquid Crystal Display (LCD) Module 16x2

- LCD แสดงตัวอักษร 16 ตัว 2 บรรทัด
- ปรับความเข้มของตัวอักษรได้
- ไม่มีการต่อเฉพาะเจาะจงกับ MCU แต่มีรูปแบบการติดต่อเป็นมาตรฐานที่เข้าใจง่าย
- ใช้แสดงข้อมูล เวลาและความสูง จากระบบ GPS รวมถึงสถานะของแบตเตอรี่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

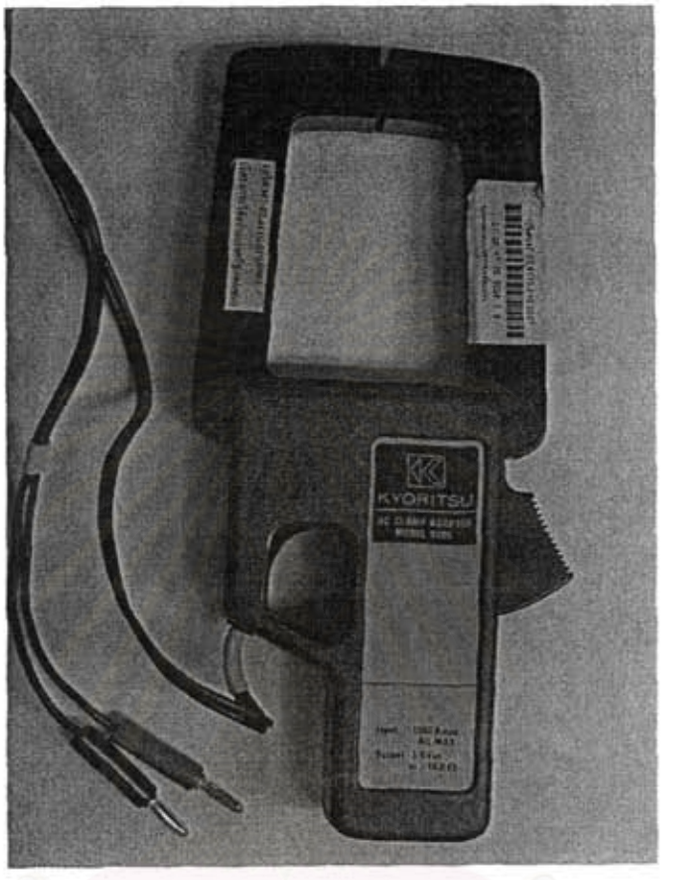
6.2.1.3 แบตเตอรี่

รูปที่ 6.4 แบตเตอรี่

- ให้แรงดันไฟฟ้ากับหน่วยวัดข้อมูลไม่ต่ำกว่า 9 โวลต์
- จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยวัดข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 1 แอมแปร์
- น้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายและติดตั้งได้ง่าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.1.4 Clamp Adaptor

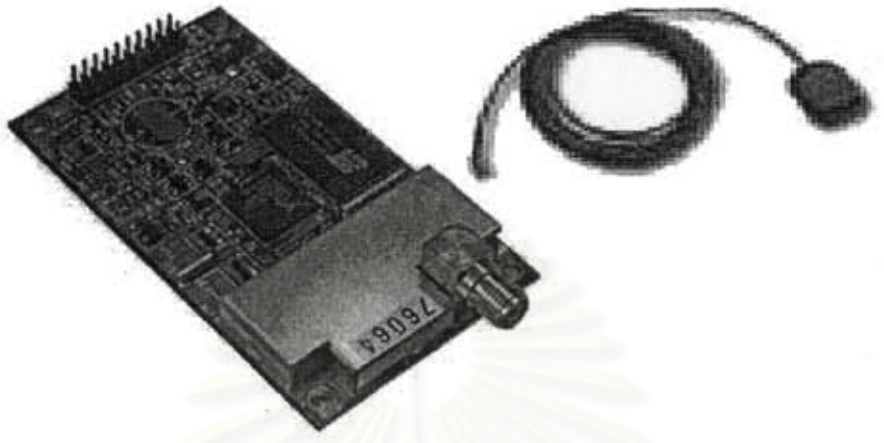


รูปที่ 6.5 Clamp Adaptor

- ย่านการวัดกระแสไฟฟ้าสลับ 0 - 1,500 แอมแปร์
- ให้แรงดันไฟฟ้าสลับเอาต์พุต 0 – 1.5 โวลต์
- Load Resistance มากกว่า 1 กิโลโอห์ม
- ความถี่ 45 – 65 เฮิรตซ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GPS RECEIVER



รูปที่ 6.6 GPS RECEIVER

6.3.1 GPS RECEIVER มีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- รองรับมาตรฐานโปรโตคอลข้อมูลตำแหน่ง National Marine Electronics Association 0183 หรือ NMEA0183 โดย Message ที่รับได้คือ GGA, GSA, GSV และ RMC
- รับดาวเทียมได้อย่างน้อย 12 ดวง
- ใช้เวลาในการเริ่มต้นการทำงาน 45 วินาที
- สื่อสารข้อมูลและควบคุม ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 แบบ Full-duplex
- สามารถรองรับระบบ Differential GPS ได้โดยผ่านพอร์ตอนุกรมตัวที่ 2
- ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งทางแนวราบของระบบ GPS คือ 15 เมตร ระบบ WAAS คือ 10 เมตรและ ระบบ DGPS คือ 1-5 เมตร สำหรับเวลาคือ 1 ไมโครวินาที
- เงื่อนไขทางพลวัตของการวัดพิกัดความสูง คือ วัดได้สูงสุดที่ 18,000 เมตร หรือ 60,000 ฟุต
- อัตราการส่งข้อมูลสามารถโปรแกรมได้ (ค่าเริ่มต้นระบบอยู่ที่ 4,800 บิตต่อวินาที)
- อุณหภูมิทำงานอยู่ระหว่าง -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส
- ใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 3.8 – 6.5 Vdc
- ใช้กระแสไฟฟ้า ที่ Continuous mode 60 mA และ Trickle power mode 25 mA

6.3.2 การเชื่อมต่อกับ GPS RECEIVER

ตารางที่ 6.1 แสดงการเชื่อมต่อกับ GPS RECEIVER

ตำแหน่งขา	ชื่อขา	คำอธิบาย	รูปแบบ
1	VANT	ไฟเลี้ยงเสาอากาศใช้แรงดัน 5 โวลต์	อินพุต
2	VDC	ไฟเลี้ยงหลักใช้แรงดันขนาด 3.8 ถึง 6.5 โวลต์	อินพุต
3	VBAT	ไฟเลี้ยงจาก Battery ขนาด 2.5 ถึง 3.6 โวลต์ ใช้เพื่อให้ GPS RECEIVER คงค่าตำแหน่งที่ทำงานไว้ครั้งที่ผ่านมา มีผลทำให้การทำงานในครั้งต่อไปใช้เวลาน้อยลง	อินพุต
4	VDC	ทำการลัดวงจรได้กับขาที่ 2	อินพุต
5	PBRES	ขารีเซตระบบ GPS RECEIVER ทำงานแบบ Active-Low	อินพุต
10	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	
11	TXA	ขาข้อมูลออกของระบบ GPS	เอาต์พุต
12	RXA	ขาข้อมูลเข้าสำหรับรับคำสั่ง	อินพุต
13	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต
16	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต
18	GND	ขา Ground ของ GPS RECEIVER	อินพุต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของ GSM MODULE

รูปที่ 6.7 GSM MODULE

6.4.1 GSM MODULE มีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- GSM circuit Data/Fax features:

  Data circuit asynchronous, transparent and non transparent up to 14,400 bits/s

  Automatic fax group 3 (Class 1 and Class 2)

  MNP2, V.42bis

- GPRS packet Data features:

  GPRS Class 10

  Coding Schemes: CS1 to CS4

  Compliant with SMG31bis

  Optional embedded TCP/IP stack

- Short Messages Services features (GSM or GPRS mode):

  Text and PDU

  Point to point (MT/MO)

  Cell Broadcast

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

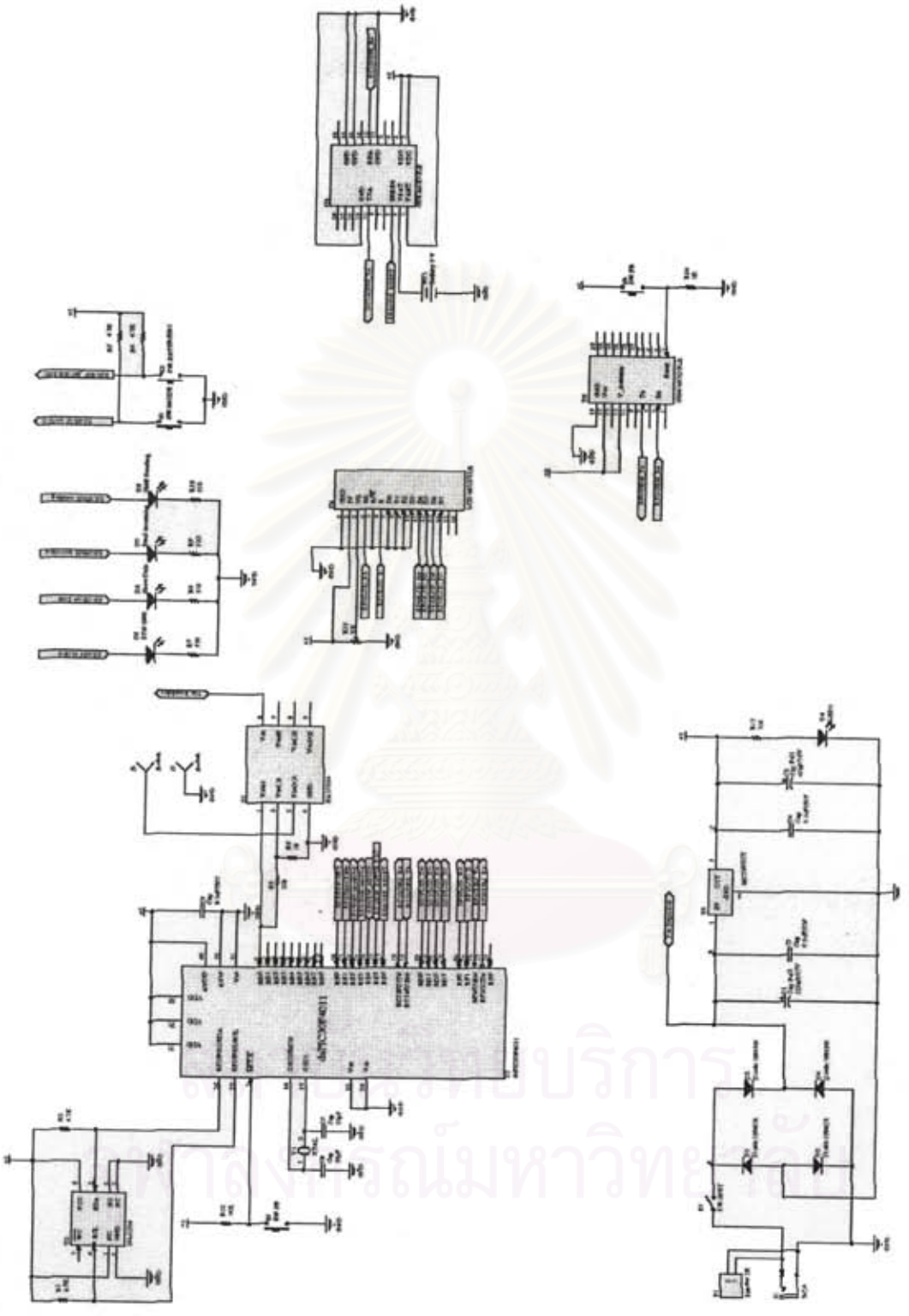
6.4.2 การเชื่อมต่อกับ GSM MODULE

ตารางที่ 6.2 แสดงการเชื่อมต่อกับ GSM MODULE

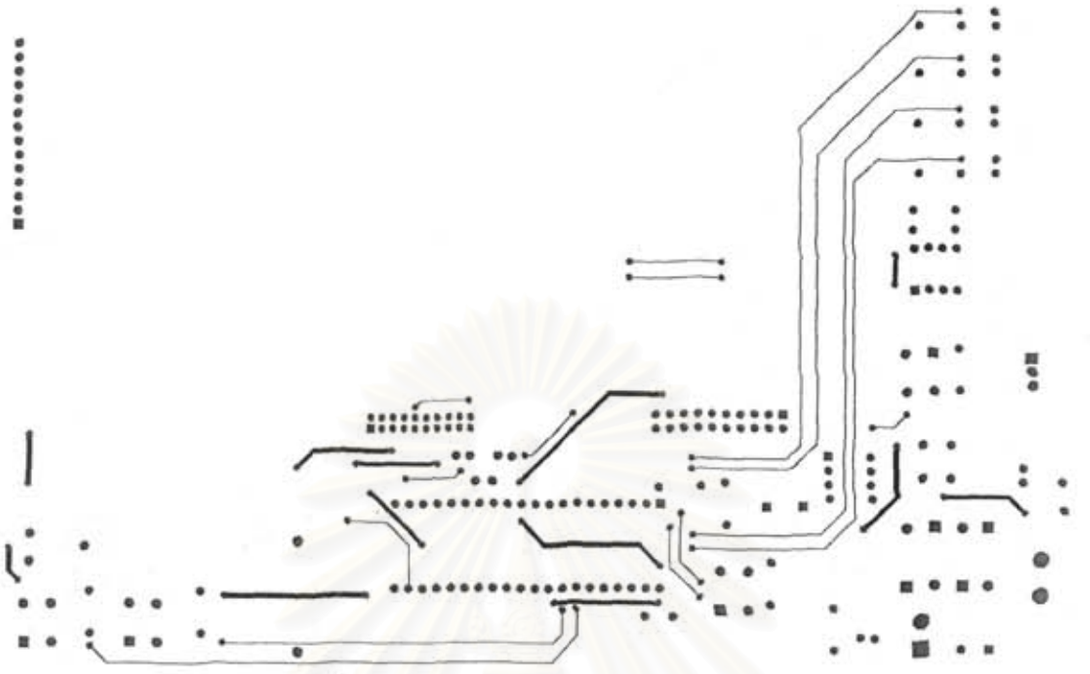
ตำแหน่งขา	ชื่อขา	คำอธิบาย	รูปแบบ
2	RESET	ขารีเซตระบบ GPS RECEIVER ทำงานแบบ Active-High	อินพุต
3	RX	ขาข้อมูลเข้าสำหรับรับคำสั่ง AT Command	อินพุต
7	TX	ขาข้อมูลออกสำหรับรับ Response ของ GSM MODULE	เอาต์พุต
13	VANT	ไฟเลี้ยงเสาอากาศใช้แรงดัน 5 โวลต์	อินพุต
17	VCC	ไฟเลี้ยงหลักใช้แรงดันขนาด 5 โวลต์	อินพุต
19	GND	ขา Ground ของ GSM MODULE	อินพุต

6.5 **วงจรสมบูรณ์และลายวงจรพิมพ์ของ** GSM INERFACE UNIT

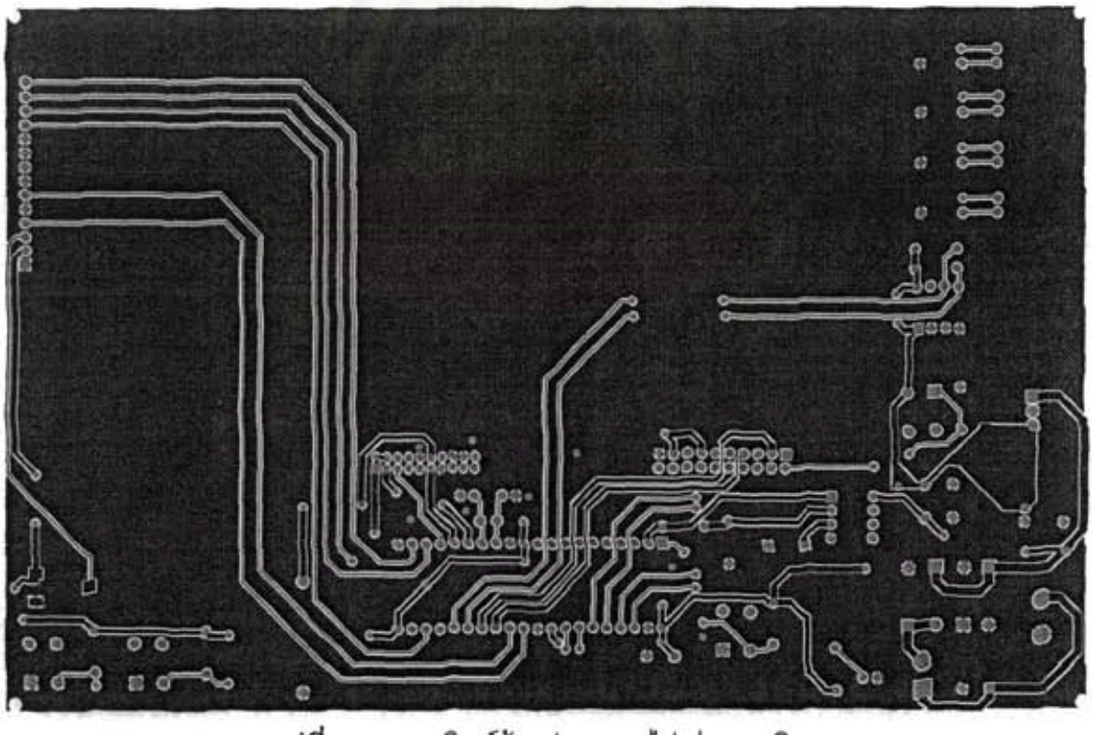
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.8 วงจรสมบูรณ์ของ GSM INTERFACE UNIT



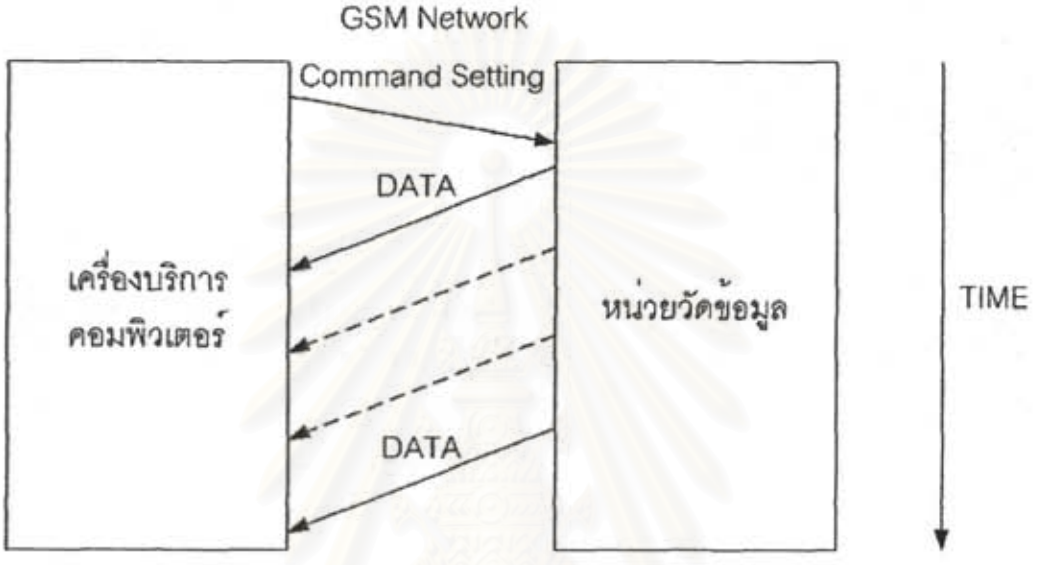
รูปที่ 6.9 ลายพิมพ์ด้านบนขนาดไม่เท่าของจริง



รูปที่ 6.10 ลายพิมพ์ด้านล่างขนาดไม่เท่าของจริง

บทที่ 7
โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ

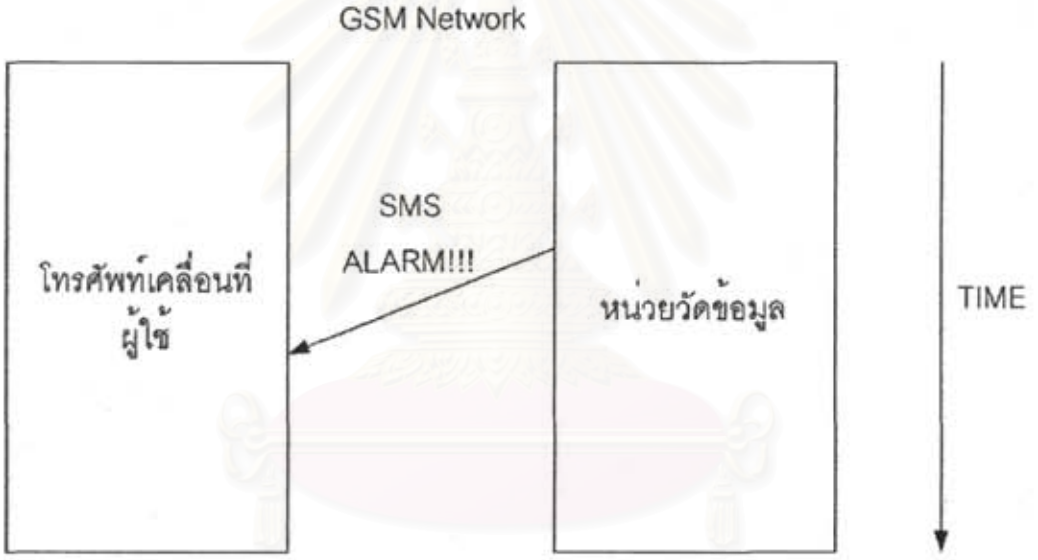
7.1 หลักการทำงานของระบบ



รูปที่ 7.1 รูปแบบการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 7.1 เมื่อเริ่มการทำงานหน่วยวัดข้อมูลจะโหลดการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้กับระบบ เช่น ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่ให้มีการแจ้งเตือน และ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางสำหรับส่งข่าวสารสั้นแจ้งเตือนกรณีหากเกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกินค่าขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตั้งไว้ เป็นต้น หลังจากนั้นหน่วยวัดข้อมูลจะเริ่มกระบวนการรับและวัดข้อมูลต่าง ๆ โดยเริ่มจากรับสัญญาณข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS โดยข้อมูลที่รับได้อยู่ในรูป NMEA Message ต่าง ๆ จากดาวเทียม GPS ที่ส่งเข้ามา สำหรับข้อมูลที่เราต้องการในระบบนี้ คือ วัน, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่รับได้ ละติจูด และ ลองจิจูด เพื่อบอกตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูล จากนั้นจะเป็นกระบวนการวัดกระแสไฟฟ้าโดยเมื่อผ่าน CLAMP ADAPTOR กระแสไฟฟ้าสลับที่วัดมาได้จะถูกแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งแรงดันไฟฟ้านี้จะถูกนำไปประมวลผลต่อไปในส่วนของ GSM INTERFACE UNIT เพื่อแปลงขนาดแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้โดยใช้วงจรแปลงแอนะลอกเป็นดิจิทัลให้กลับเป็นค่าตัวเลขของขนาดกระแสไฟฟ้าเพื่อแสดงผลบนจอแอลซีดีต่อไป ในส่วนของ GSM INTERFACE UNIT มี

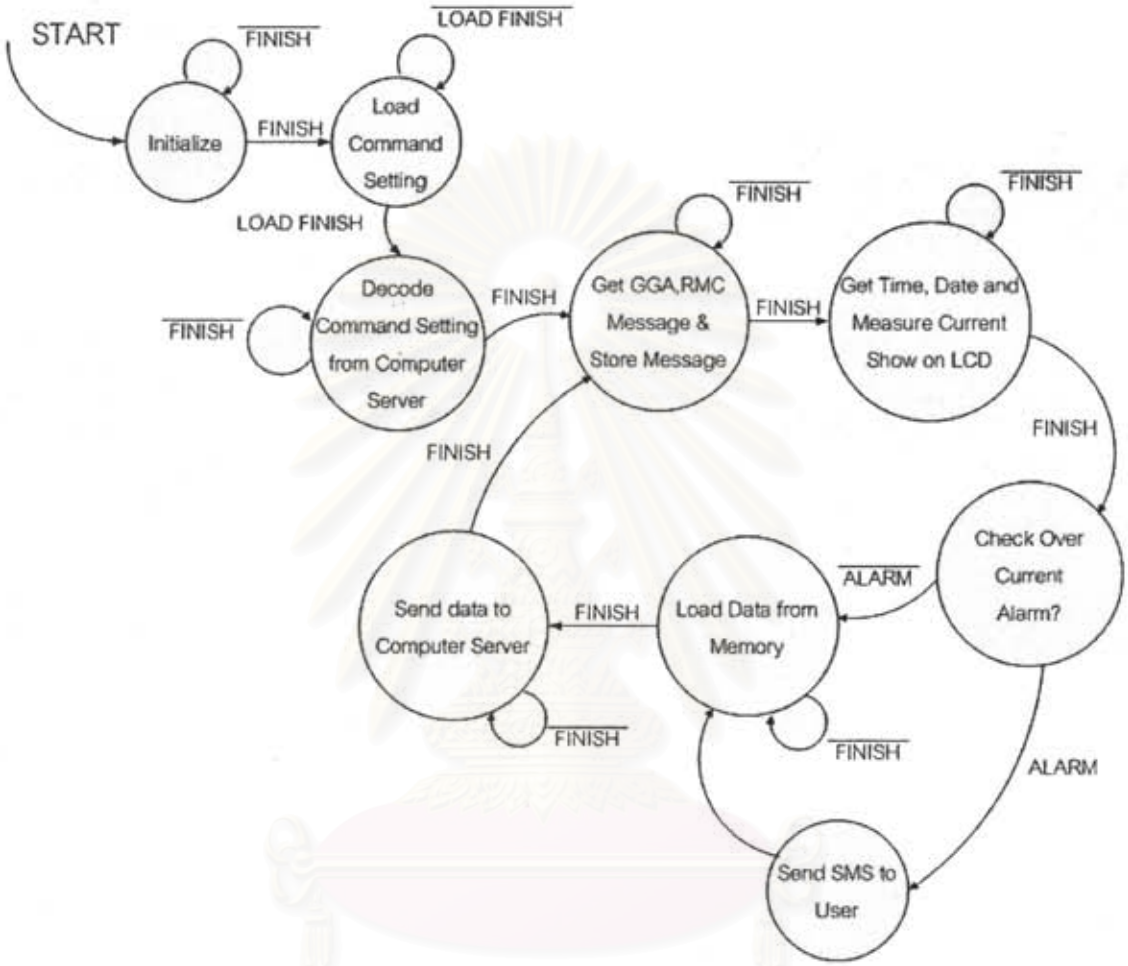
ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานในส่วนนี้อยู่ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน้าที่หลัก คือ คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจาก GPS ที่รับเข้ามา นั่นคือ วัน, เวลา, จำนวนดาวเทียมที่รับได้ ละติจูด และลองจิจูด (สำหรับการแสดงผลบนจอแอลซีดีของหน่วยวัดข้อมูลจะแสดงเพียงวัน เวลา และขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้) ข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาจะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความจำ พร้อมทั้งส่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการให้กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการทำงานจะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งกระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้หน่วยวัดข้อมูลจะแจ้งเตือนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ให้ทั้งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ซึ่งเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ทราบ สำหรับกรณีของผู้ใช้ซึ่งเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่จะแจ้งเตือนในรูปแบบของข่าวสารสั้นด้วยเหตุผลที่ว่าผู้ปฏิบัติงานอาจไม่ได้ประจำอยู่ที่เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 การแจ้งเตือนการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT



รูปที่ 7.3 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของ GSM INTERFACE UNIT

- สถานะ Initialize เป็นสถานะสำหรับเริ่มต้นค่าการทำงานต่าง ๆ ภายในโปรแกรมการทำงาน ซึ่งได้แก่ ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบ, พอร์ตและมอดูลที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นต้น
- สถานะ Load Command Setting เป็นสถานะที่หน่วยวัดข้อมูลโหลดการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้กับระบบ เช่น ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่ให้มีการแจ้งเตือน และ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางสำหรับส่งข่าวสารสั้นแจ้งเตือนกรณีหากเกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกินค่าขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตั้งไว้ เป็นต้น

- สถานะ Decode Command Setting from Computer Server หลังจากที่ได้โหลดการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้ ข้อความที่ส่งมาจากเครื่องบริการคอมพิวเตอร์จะมีการกำหนดค่าที่สำคัญต่อการทำงาน 2 ค่า ได้แก่ ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุด และ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง โดยโปรแกรมจะตรวจสอบค่าที่ส่งมาเพื่อใช้กำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมต่อไป
- สถานะ Get GGA, RMC message & Store Message การทำงานในสถานะนี้จะเป็นการนำเอาข้อความ GGA และ RMC ซึ่งมีข้อมูลภายในข้อความที่เป็นประโยชน์อยู่อีกมากมาย แต่จะคัดเลือกเอาเฉพาะวัน และ เวลา เท่านั้น (สำหรับค่าเวลาที่ได้จาก GPS จะอ้างอิงเวลาของ UTC แต่กระบวนการในส่วนนี้จะแปลงเวลาให้เป็นเวลาท้องถิ่นนั่นคือเวลาในประเทศไทยจะต้องบวกเพิ่มอีก 7 ชั่วโมง) เพื่อแสดงผลบนจอแอลซีดี หลังจากนั้นจะเก็บบันทึกข้อความ GGA และ RMC ทั้งหมดลงในหน่วยความจำ
- สถานะ Get Time, Date and Measure Current Show on LCD การทำงานในสถานะนี้จะวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ รวมถึงนำข้อมูลวันและเวลาที่ได้มาแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดี
- สถานะ Check Over Current Alarm? การทำงานในสถานะนี้คือ ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้เมื่อขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดมาได้มีค่ามากกว่าระดับสูงสุดที่กำหนดไว้จะเกิดการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ให้รับทราบในสถานะต่อไป
- สถานะ Load Data from Memory การทำงานในสถานะนี้ก็คือ โปรแกรมจะโหลดค่าข้อมูลเพื่อเตรียมไว้ส่งข้อมูลให้เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ในสถานะต่อไป โดยข้อมูลที่จะส่งจะประกอบไปด้วยข้อความ GGA, RMC ขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ปัจจุบัน และ ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่เริ่มวัดมา
- สถานะ Send SMS to User เมื่อตรวจสอบพบว่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้เกินกว่าค่าสูงสุดที่กำหนดเอาไว้ระบบจะส่งข้อความเพื่อแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ให้รับทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- สถานะ Send Message data to Computer Server การทำงานในสถานะนี้คือ ส่งข้อมูลที่เตรียมไว้ทั้งหมดไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.3 การดึงข้อมูลที่ต้องการจากเครื่องรับ GPS

สำหรับการรับข้อความของระบบ GPS ที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยนี้คือ GGA และ RMC โดยโปรแกรมต้องตรวจสอบจำนวนดาวเทียมที่รับได้จะต้องมีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ดวงขึ้นไป ข้อมูลตำแหน่งที่ได้จึงมีความถูกต้อง ซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ได้แก่ ละติจูด, ลองจิจูด, จำนวนของดาวเทียมที่รับได้ , วัน และเวลาที่รับค่าได้ ซึ่งเป็นค่าที่สนใจในงานวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลจากข้อความ GGA และ RMC เป็นไปตามตารางที่ 7.1 และ 7.2

ตัวอย่าง

$GPGGA,060131.123,1344.1955,N,10031.9338,E,1,05,3.8,21.4,M,-27.5,M,*75

$GPRMC,060131.123,A,1344.1955,N,10031.9338,E,1.89,264.69,300607,,*03

ดังนั้น จากตัวอย่างข้อความ GGA และ RMC ข้างบนโปรแกรมจะคัดเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเพื่อแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ (สำหรับการส่งข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ และการจัดเก็บบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำจะบันทึกลงทั้งข้อความ GGA และ RMC ทั้งหมด)

Time	=	06:01:31.123 แต่ถ้าเป็นเวลาในประเทศไทยจะต้องบวกเพิ่มอีก +7 ชั่วโมง จึงกลายเป็น TIME = 13:01:31.123
Lat	=	ละติจูดที่รับได้ คือ 13d 44.1955' N (องศาเหนือ)
Long	=	ลองจิจูดที่รับได้ คือ 100d 31.9338' E (ตะวันออก)
Sat	=	จำนวนของดาวเทียมที่รับได้ คือ 5 ดวง
Date	=	วันที่ 30 เดือนที่ 6 หรือ มิถุนายน ค.ศ.2007

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 ข้อมูลของ GPS ในรูปข้อความ GGA

ชื่อ	ตัวอย่างข้อมูล	คำอธิบาย
Sentence Identifier	$GPGGA	ชื่อข้อความ Global Positioning System Fix Data
Time	060131.123	เวลาที่รับ คือ 06:01:31 อ้างอิงเวลาของ UTC
Latitude	1344.1955, N	ละติจูดที่รับได้ คือ 13d 44.1955' N
Longitude	10031.9338, E	ลองจิจูดที่รับได้ คือ 100d 31.9338' E
Fix Quality: - 0 = Invalid - 1 = GPS fix - 2 = DGPS fix	1	ข้อมูลที่รับได้มาจากระบบ GPS fix
Number of Satellites	05	จำนวนของดาวเทียมที่รับได้ คือ 5 ดวง
Horizontal Dilution of Precision (HDOP)	3.8	ค่าบ่งชี้ถึงความถูกต้องของตำแหน่งทางราบ (ยิ่งมีค่าต่ำยิ่งดี)
Altitude	21.4, M	ความสูงที่รับได้เทียบกับระดับน้ำทะเลกลางคือ 21.4 เมตร
Height of geoid above WGS84 ellipsoid	-27.5, M	-27.5 meters
Time since last DGPS update	blank	ไม่มีการ update
DGPS reference station id	blank	ไม่มีสถานีที่รับ
Checksum	*75	ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งข้อมูลโดยโปรแกรม

ตารางที่ 7.2 ข้อมูลของ GPS ในรูปข้อความ RMC

ชื่อ	ตัวอย่างข้อมูล	คำอธิบาย
Sentence Identifier	$GPRMC	ชื่อข้อความ Recommended minimum specific GPS/Transit data
Time Stamp	060131.123	เวลาที่รับ คือ 06:01:31 อ้างอิงเวลาของ UTC
receiver : - A = Valid Position - V = Invalid Position	A	เครื่องรับสามารถรับตำแหน่งได้
Latitude	1344.1955, N	ละติจูดที่รับได้ คือ 13d 44.1955' N
Longitude	10031.9338, E	ลองจิจูดที่รับได้ คือ 100d 31.9338' E
Speed over ground in knots	1.89	ความเร็วเท่ากับ 1.89 knots หรือ 3.50 km/hr
True course	264.69	
Date Stamp	300607	วันที่ 30 เดือนที่ 6 หรือ มิถุนายน ค.ศ.2007
Checksum	*03	ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งข้อมูลโดยโปรแกรม

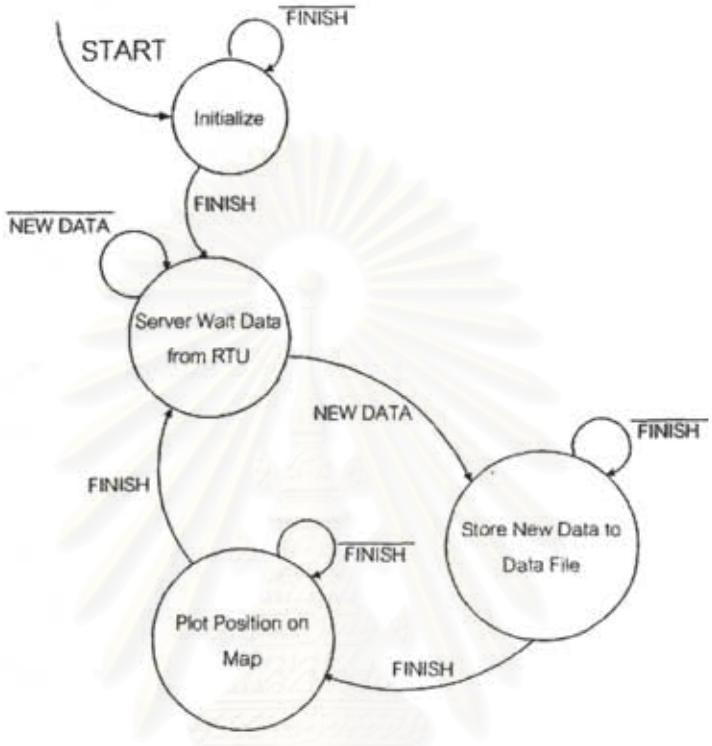
7.4 โครงสร้างข้อมูลที่ส่งจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

GGA Message	RMC Message	ขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้

รูปที่ 7.4 โครงสร้างข้อมูลที่ส่งจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

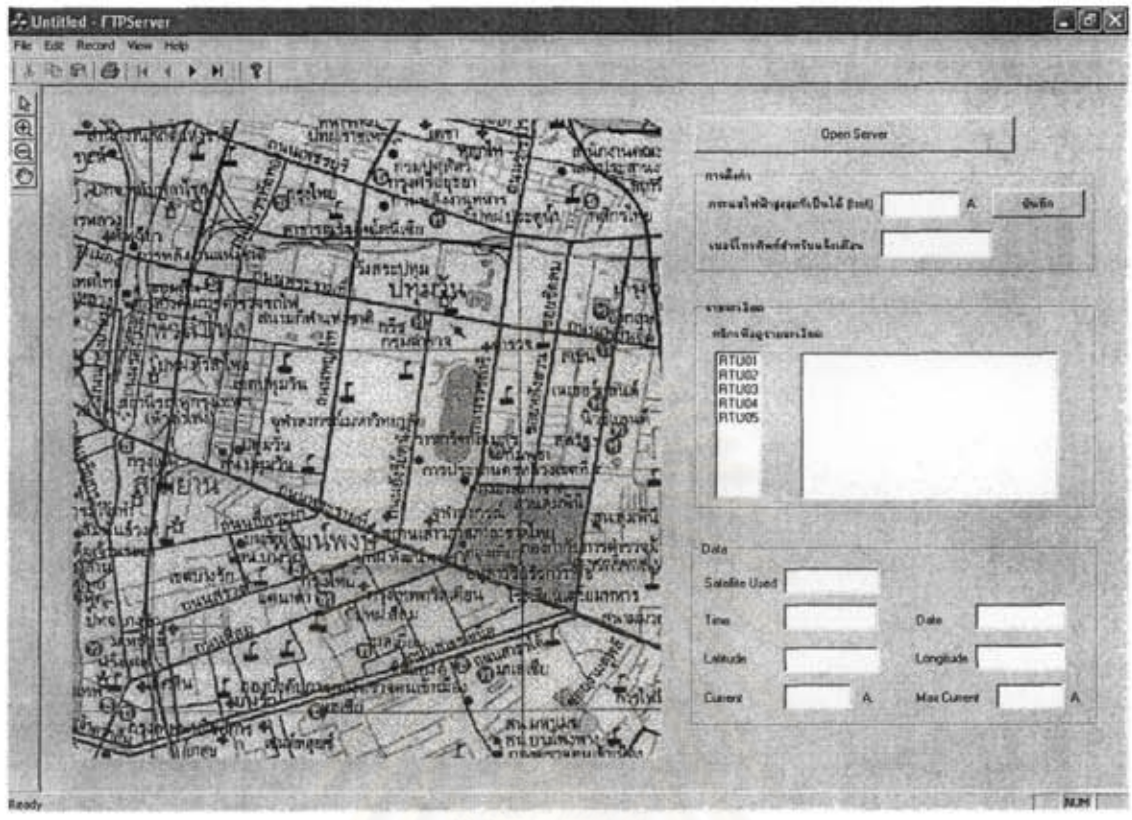
โครงสร้างของการส่งข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลไปยังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ แบ่งได้ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 GGA Message เป็นข้อมูล ละติจูด, ลองจิจูด, เวลา และ จำนวนดาวเทียมที่ใช้ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูล วันที่รับข้อมูล และส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลกระแสไฟฟ้า

7.5 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์



รูปที่ 7.5 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

- สถานะ Initialize เป็นสถานะสำหรับเริ่มต้นค่าการทำงานต่าง ๆ ภายในโปรแกรมการทำงาน ซึ่งได้แก่ ตัวแปรต่าง ๆ ในระบบ, พอร์ตสื่อสารอนุกรม, ไทเมอร์และมอดูลที่ต้องใช้ในการทำงาน เป็นต้น
- สถานะ Server Wait Data from RTU เป็นสถานะที่เครื่องบริการคอมพิวเตอร์รอการส่งข้อมูลการวัดครั้งใหม่จากหน่วยวัดข้อมูลเพื่อการบันทึกข้อมูลและแสดงผล
- สถานะ Store New Data to Data File การทำงานในสถานะนี้ คือ การบันทึกข้อมูลใหม่ที่เข้ามาลงในแฟ้มข้อมูลเพื่อเก็บบันทึกเหตุการณ์ในอดีตที่เกิดขึ้น
- สถานะ Plot Position on Map การทำงานในสถานะนี้ คือ นำข้อมูลใหม่ที่ได้หลังจากการเก็บบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลมาคำนวณเพื่อหาพิกัด ละติจูด และ ลองจิจูด แล้วพล็อตพิกัดที่ได้ลงบนแผนที่ รวมถึงแสดงค่าอื่น ๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ได้แก่ วัน, เวลา, กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ปัจจุบัน และ กระแสไฟฟ้ามากที่สุดตั้งแต่เริ่มวัด



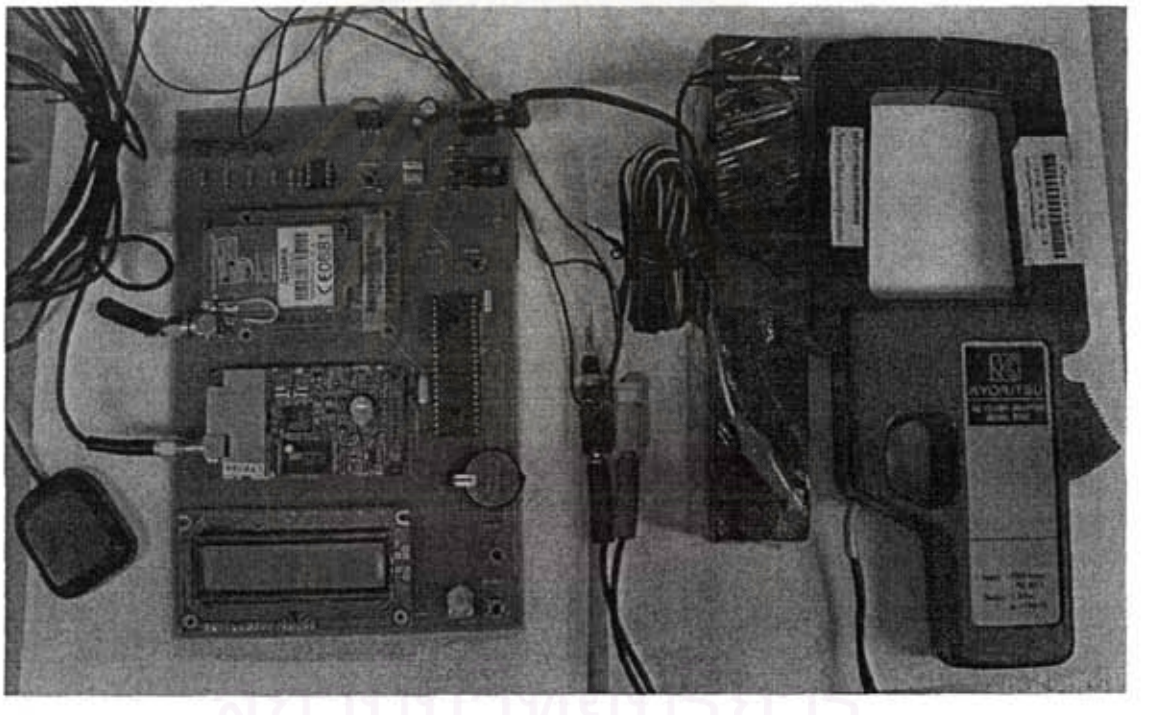
รูปที่ 7.6 หน้าจอแสดง Graphical User Interface สำหรับใช้ในการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8
การทดสอบระบบ

8.1 การเตรียมระบบสำหรับการทดสอบ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการทดสอบระบบที่ได้ออกแบบขึ้น ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จากบทที่ 6 และบทที่ 7 ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ระบบนี้ประกอบไปด้วยหน่วยวัดข้อมูล และส่วนของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 8.1 และ รูปที่ 8.2 เป็นแผงสำหรับทดสอบระบบทั้งหมด และ เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ



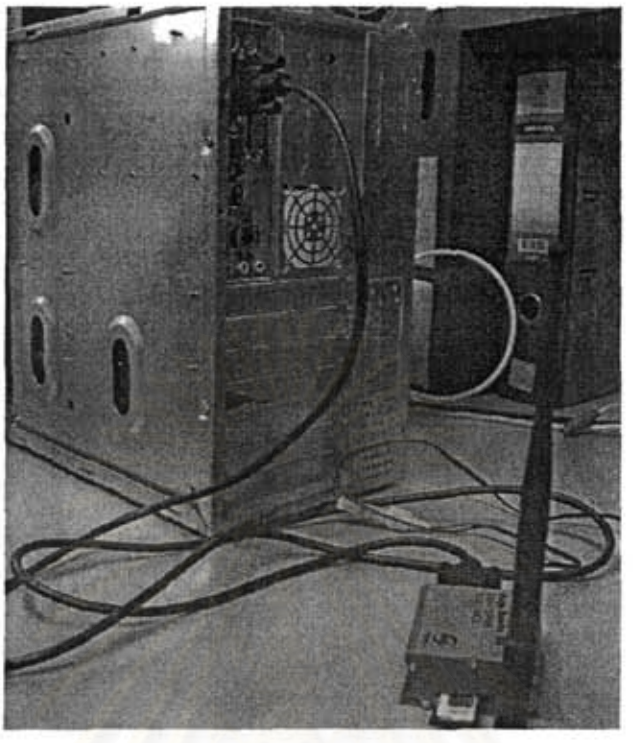
รูปที่ 8.1 แผงทดสอบของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8.2 เครื่องบริการคอมพิวเตอร์

ในการเตรียมการของหน่วยวัดข้อมูลนั้นต้องติดตั้ง GSM MODULE, GPS RECEIVER และแบตเตอรี่ เข้ากับชุด GSM INTERFACE UNIT ให้เรียบร้อยเสียก่อน รวมถึงนำ Clamp Adaptor ไปคล้องสายไฟที่ต้องการจะวัดขนาดกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 8.1 เป็นการแสดงแผงทดสอบของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด ส่วนการเตรียมการของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องติดตั้ง GSM MODULE เข้ากับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ด้วยเพื่อรับข้อมูลทางไกลจากหน่วยวัดข้อมูล สำหรับการต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของเครื่องบริการคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 8.3 หลังจากนั้นจึงเปิดโปรแกรมเพื่อตั้งค่าสั่งการควบคุมหน่วยวัดข้อมูลหรือรอรับข้อมูลจากหน่วยวัดข้อมูลต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

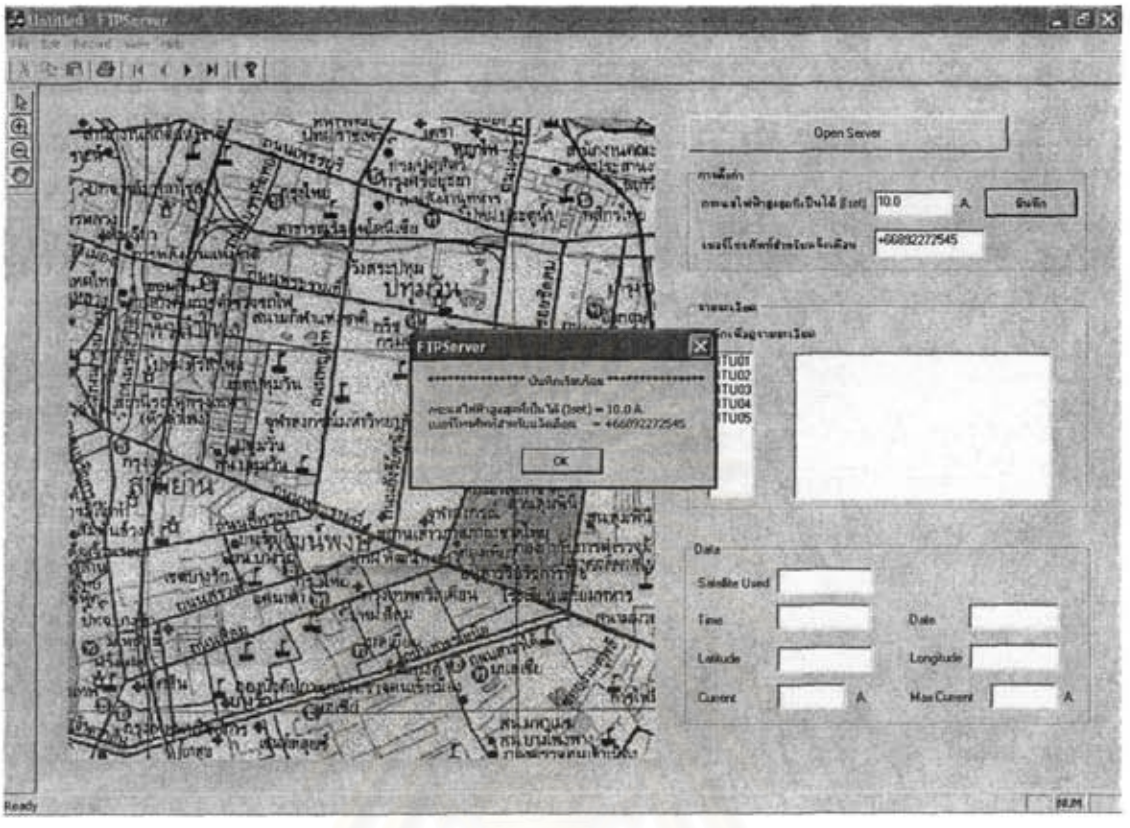


รูปที่ 8.3 การต่อร่วม GSM MODULE กับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

8.2 การทดสอบระบบ

เริ่มจากผู้ใช้กำหนดค่าเริ่มต้นการทำงานที่เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ 2 ค่า ได้แก่ ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไม่ให้มีการแจ้งเตือน หน่วยเป็นแอมแปร์ และ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางสำหรับส่งข่าวสารสั้นแจ้งเตือนกรณีหากเกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกินค่าขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นต้องบันทึกการตั้งค่านี้ไว้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 8.4

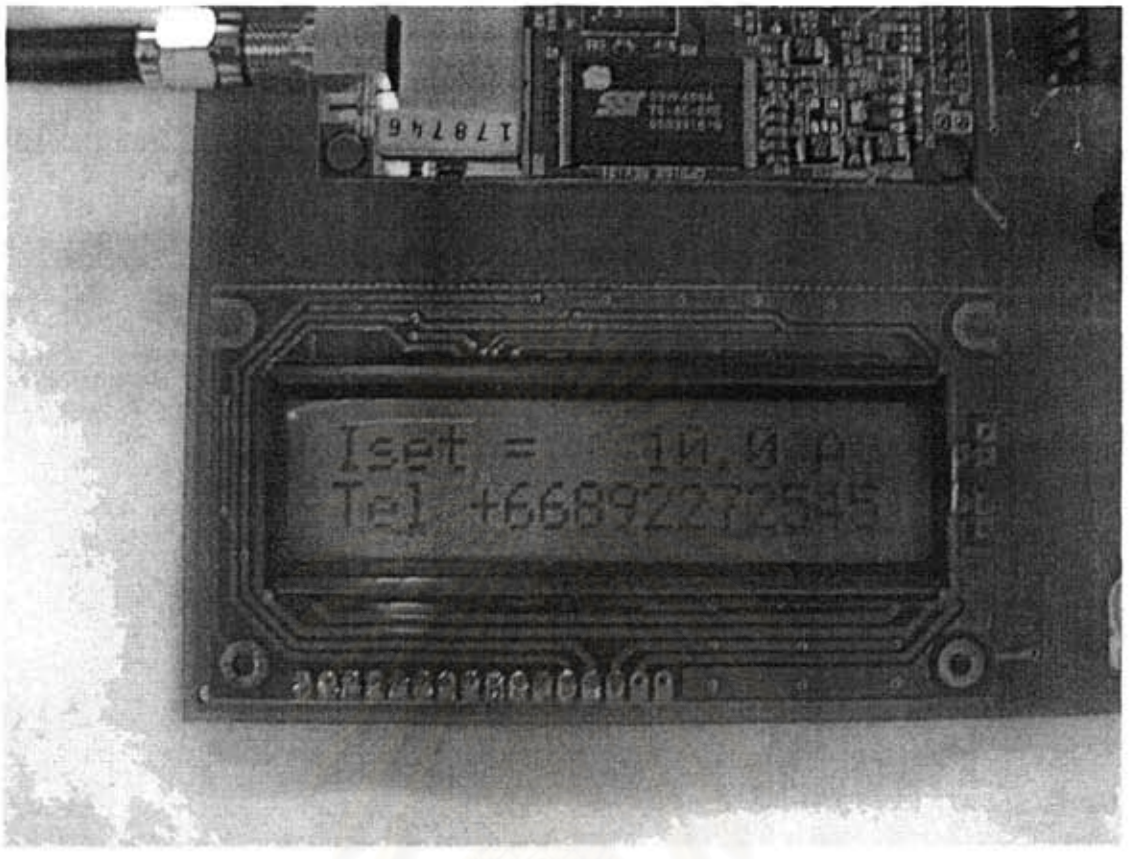
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.4 การกำหนดค่าจากเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 8.4 ค่าที่ตั้งคือ กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เป็นได้ (Iset) = 10.0 A. หมายถึง ค่าขนาดไฟฟ้าสูงสุดที่เป็นได้โดยไม่มีการแจ้งเตือนเท่ากับ 10.0 แอมแปร์ และ หมายเลขโทรศัพท์สำหรับแจ้งเตือน = +66892272545 หมายถึง หากเกิดการแจ้งเตือน นั่นคือมีการใช้กระแสมากกว่า 10 แอมแปร์ ระบบจะส่งข่าวสารสั้นไปยังหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขนี้

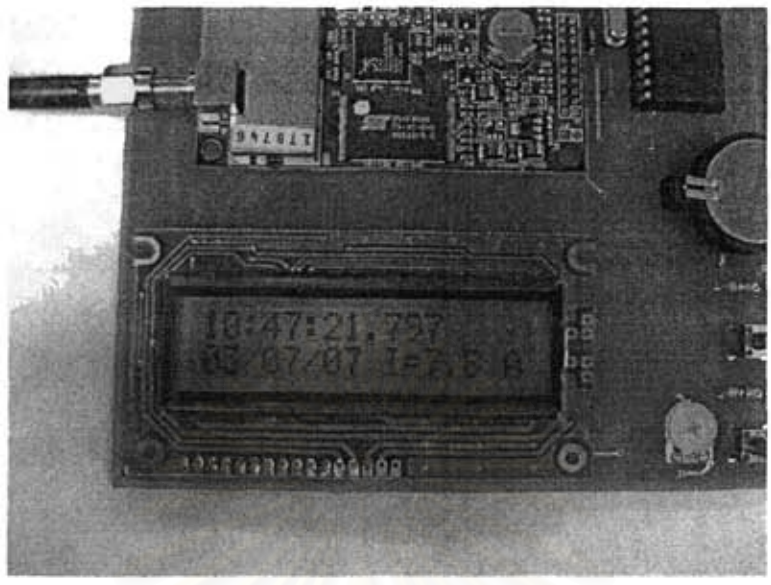
เมื่อเปิดเครื่องให้หน่วยวัดข้อมูลทำงาน หน่วยวัดข้อมูลก็จะโหลดค่าที่ถูกกำหนดเอาไว้โดยเครื่องบริการคอมพิวเตอร์นั่นคือ กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เป็นได้ Iset = 10.0 A. และ หมายเลขโทรศัพท์สำหรับแจ้งเตือน Tel = +66892272545 ดังแสดงในรูปที่ 8.5 จอแอลซีดีที่หน่วยวัดข้อมูลแสดงค่าการโหลดข้อมูลจากเครื่องบริการคอมพิวเตอร์



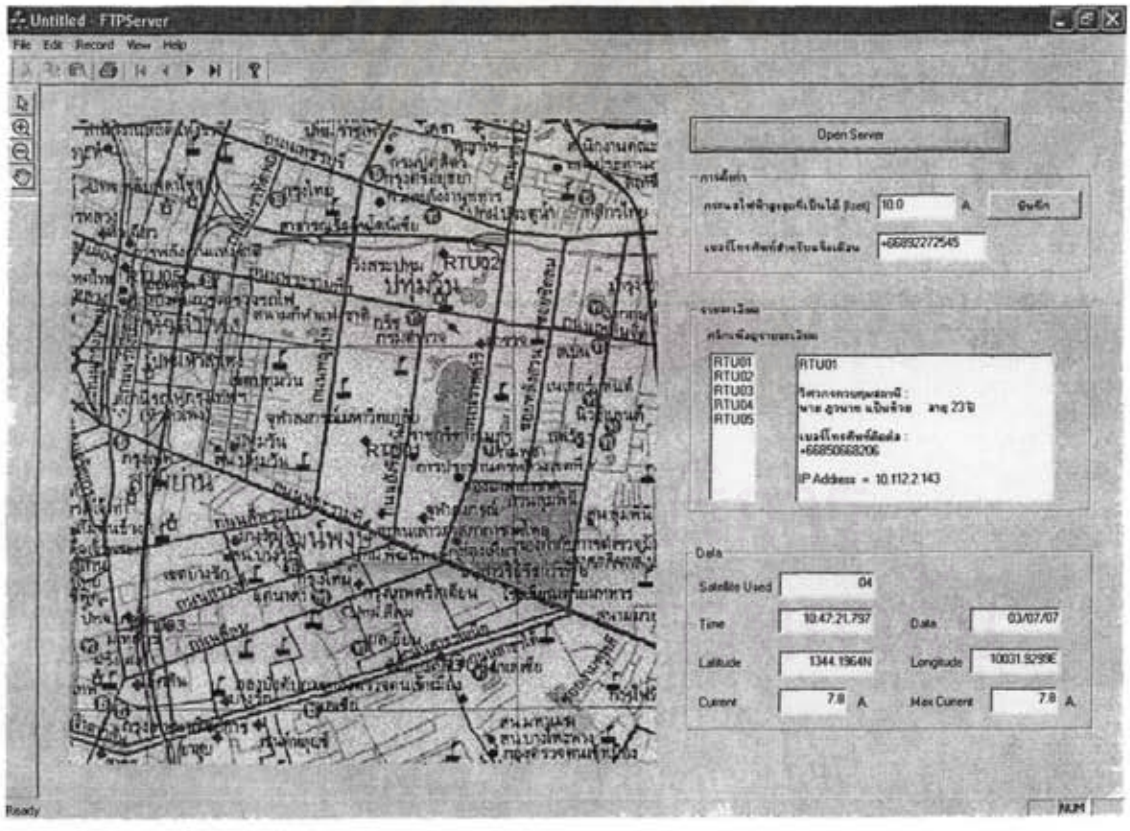
รูปที่ 8.5 หน่วยวัดข้อมูลแสดงค่าการโหลดข้อมูลจากเครื่องบริการคอมพิวเตอร์

ผลการทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้าในสภาวะปกติที่ไม่มีการแจ้งเตือน นั่นคือ วัดกระแสไฟฟ้าได้ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ เป็นไปดังรูปที่ 8.6 และจากรูปที่ 8.6 พบว่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ เกิดขึ้นที่เวลา 10:47:21 วันที่ 3 กรกฎาคม ค.ศ.2007 หรือ พ.ศ.2550 ขนาดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 7.8 แอมแปร์ และรูปที่ 8.7 เป็นการแสดงข้อมูลที่ฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์รับได้จากหน่วยวัดข้อมูล ซึ่งค่าที่ได้ถูกต้องเหมือนกับฝั่งของหน่วยวัดข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

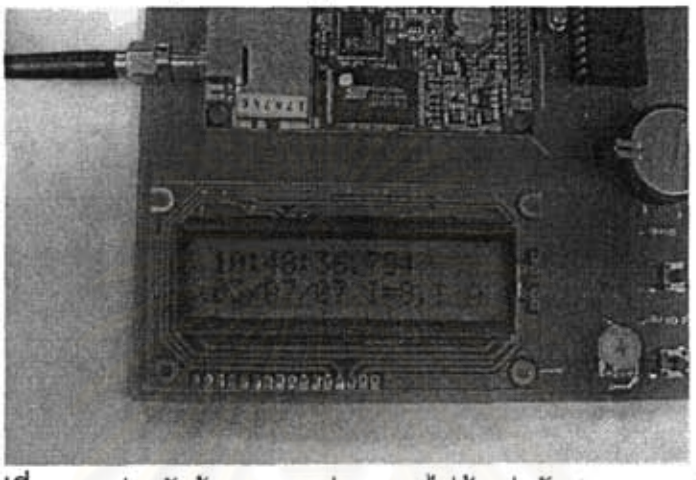


รูปที่ 8.6 หน่วยวัดข้อมูลแสดงค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 7.8 แอมแปร์

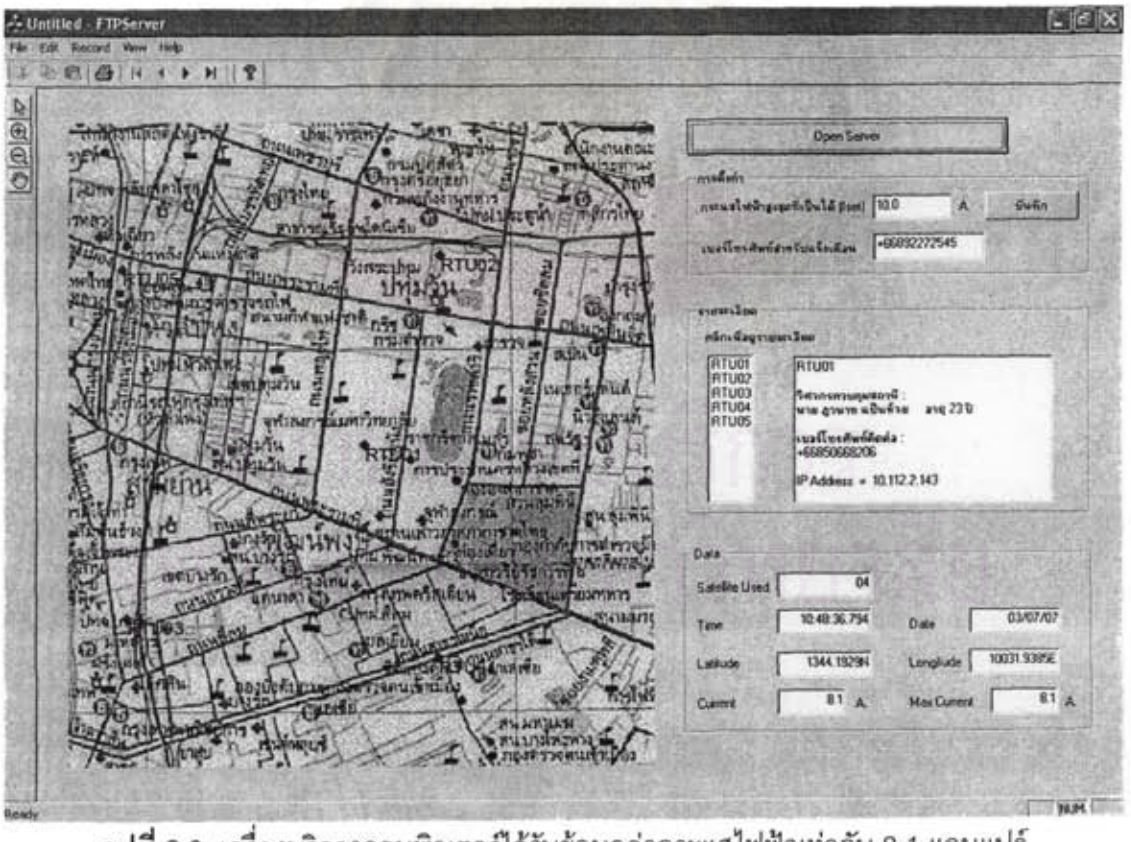


รูปที่ 8.7 เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 7.8 แอมแปร์

การวัดครั้งที่สองพบว่าขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ยังไม่เกินค่าที่ตั้งไว้คือ 10 แอมแปร์ ดังแสดงในรูปที่ 8.8 พบว่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ เกิดขึ้นที่เวลา 10:48:36 วันที่ 3 กรกฎาคม ค.ศ.2007 หรือ พ.ศ. 2550 ขนาดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 8.1 แอมแปร์ และ รูปที่ 8.9 เป็นการแสดงข้อมูลที่ฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์รับได้จากหน่วยวัดข้อมูล ซึ่งค่าที่ได้ถูกต้องเหมือนกับฝั่งของหน่วยวัดข้อมูล

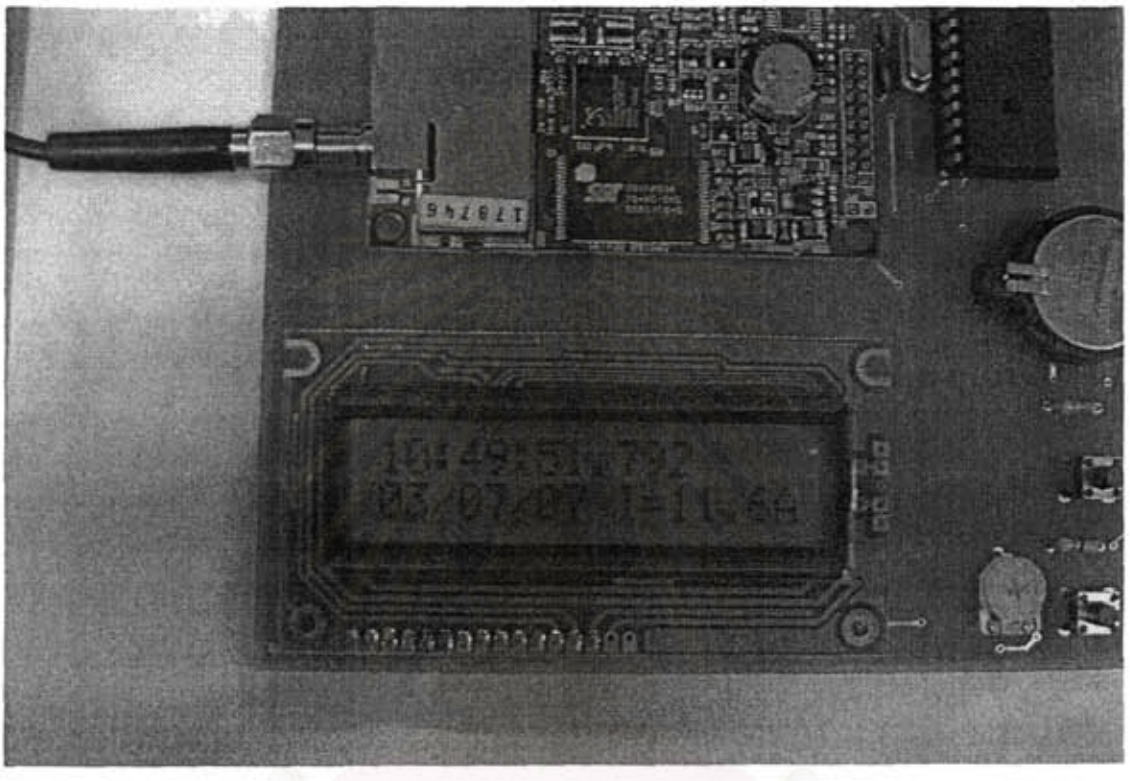


รูปที่ 8.8 หน่วยวัดข้อมูลแสดงค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 8.1 แอมแปร์



รูปที่ 8.9 เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 8.1 แอมแปร์

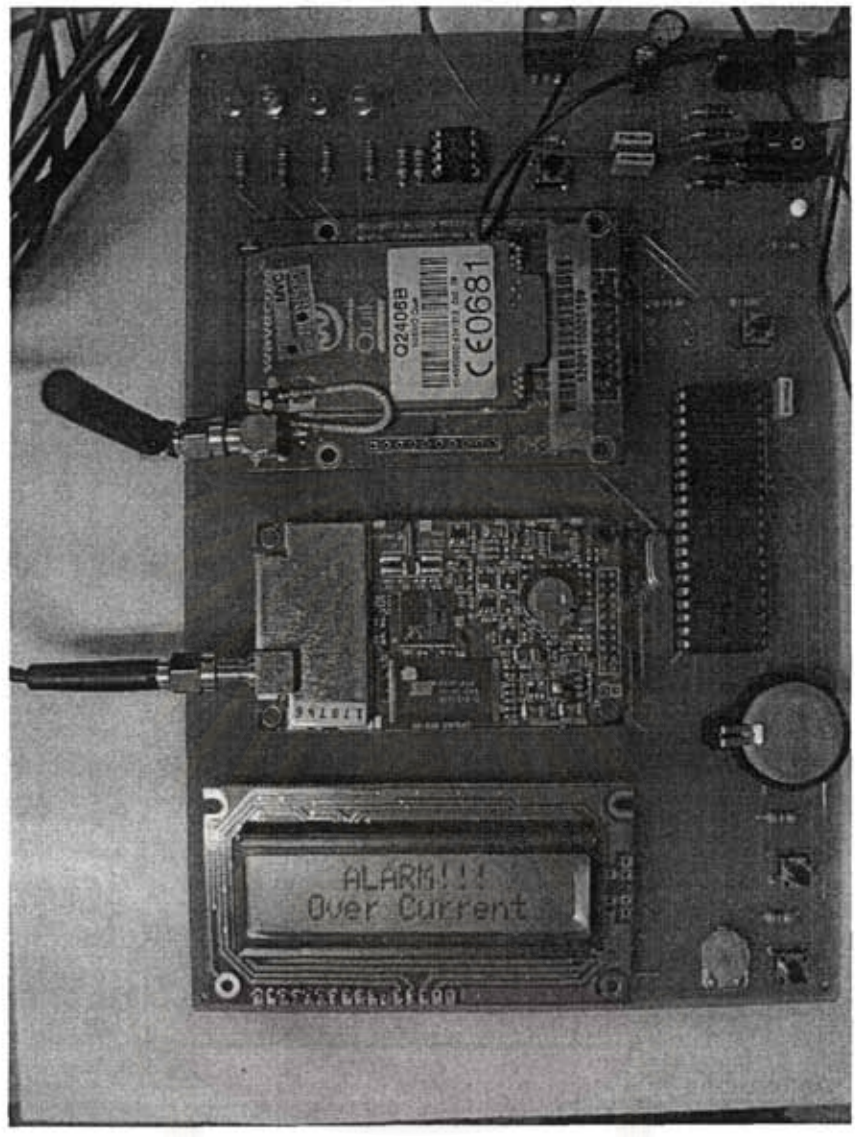
หากค่าที่วัดได้มีค่าสูงเกินกว่าค่าที่ได้กำหนดเอาไว้ ในที่นี้คือ 10 แอมแปร์จะเกิดการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ให้รับทราบ ดังแสดงในรูปที่ 8.10 พบว่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ เกิดขึ้นที่เวลา 10:49:51 วันที่ 3 กรกฎาคม ค.ศ.2007 หรือ พ.ศ.2550 ขนาดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 11.6 แอมแปร์



รูปที่ 8.10 หน่วยวัดข้อมูลแสดงค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 11.6 แอมแปร์

รูปที่ 8.11 แสดงรูปของหน่วยวัดข้อมูลขณะเกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่ได้กำหนดเอาไว้ ซึ่งก็จะมีข้อความเตือนบนหน้าจอแอลซีดีว่า ALARM!!! Over Current และไฟแสดงสถานะบนบอร์ดทดลองก็จะกระพริบด้วยเพื่อแสดงถึงเหตุการณ์ดังกล่าว

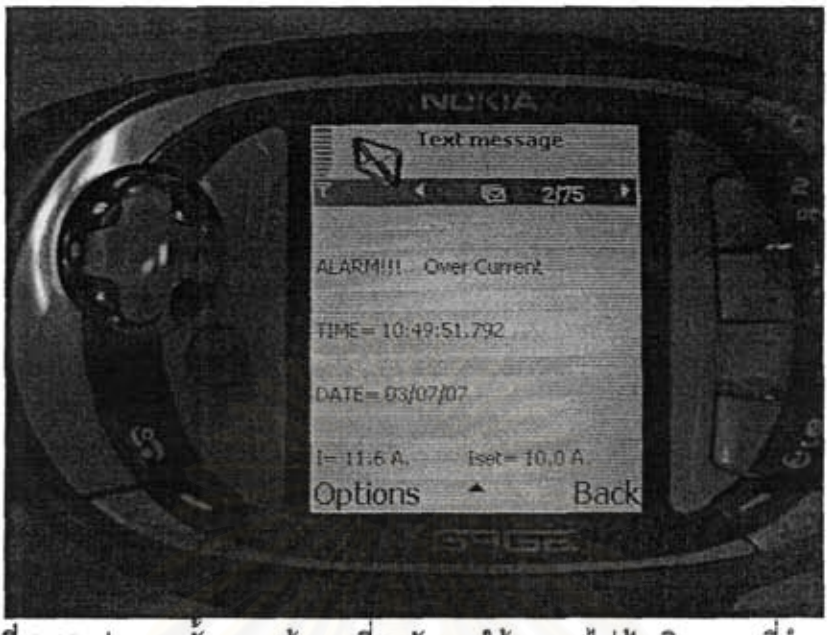
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



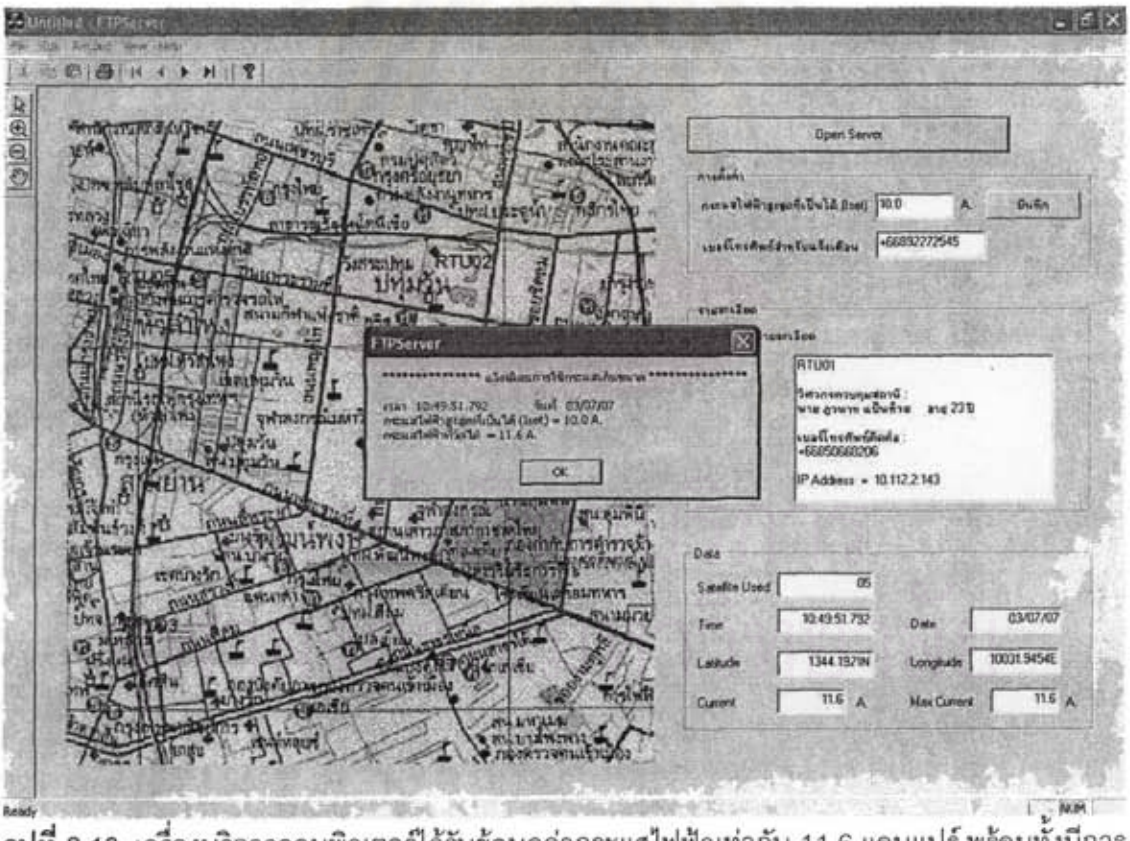
รูปที่ 8.11 หน่วยวัดข้อมูลแสดงข้อความแจ้งเตือนการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่กำหนด

สำหรับรูปที่ 8.12 แสดงรูปข่าวสารสั้นที่ถูกส่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ ซึ่งในเนื้อหาของข้อความจะบอกถึงการแจ้งเตือนของการใช้กระแสไฟฟ้าเกินที่เกิดขึ้น เวลาที่เกิดคือ 10:49:51 วันที่ 3 กรกฎาคม ค.ศ.2007 หรือ พ.ศ.2550 ขนาดกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 11.6 แอมแปร์ และ ขนาดกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ไม่ให้เกินเท่ากับ 10 แอมแปร์

และรูปที่ 8.13 เป็นการแสดงข้อมูลที่ฝั่งเครื่องบริการคอมพิวเตอร์รับได้จากหน่วยวัดข้อมูล ซึ่งค่าที่ได้ถูกต้องเหมือนกับฝั่งของหน่วยวัดข้อมูล พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนให้ทราบ



รูปที่ 8.12 ข่าวสารสั้นแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่กำหนด



รูปที่ 8.13 เครื่องบริการคอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 11.6 แอมแปร์ พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือน

บทที่ 9
สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

9.1 สรุปและวิจารณ์ผลของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบวัดกระแสไฟฟ้าทางไกลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในการออกแบบหน่วยวัดข้อมูลได้ใช้ตัวประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมกระบวนการทำงานของหน่วยวัดข้อมูลทั้งหมด โดยใช้การเขียนโปรแกรมในการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประยุกต์ใช้งานกับการโทรมาตร (Tele-metering) โดยในการวัดตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลได้ใช้ระบบ GPS เพื่อให้ข้อมูลตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูล คือ ละติจูด และลองจิจูด นอกเหนือจากข้อมูลเหล่านี้แล้วระบบ GPS ยังให้ข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญต่อระบบ ได้แก่ วัน และเวลาที่วัดค่าได้ เป็นต้น โดยการรับ-ส่งข้อมูลทางไกลระหว่างหน่วยวัดข้อมูลกับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในโครงการฯ ปีที่ 3 นี้ ทำโดยผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ซึ่งอาจเป็นไปในรูปแบบบริการ SMS, Data Call หรือ GPRS สำหรับส่งข้อมูลตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลและขนาดกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ ข้อมูลตำแหน่งที่ส่งมาจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์จะถูกเก็บบันทึกลงในไฟล์ข้อมูลและแสดงผลตำแหน่งที่วัดได้ลงบนแผนที่

ในการทดสอบระบบนั้นได้ทดสอบการวัดและตรวจสอบขนาดกระแสไฟฟ้า รวมถึงความถูกต้องของการส่งข้อมูลระยะไกลจากหน่วยวัดข้อมูลมายังเครื่องบริการคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบพบว่าการส่งข้อมูลระยะไกลโดยผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ในรูปแบบบริการ GPRS (ใช้สำหรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยวัดข้อมูลกับเครื่องบริการคอมพิวเตอร์) และ SMS (ใช้สำหรับส่งข้อมูลกรณีมีการแจ้งเตือน คือ เมื่อค่าการวัดขนาดกระแสไฟฟ้าที่ได้รับเข้ามาเกินค่าที่ตั้งไว้) นั้นให้ผลถูกต้องทุกครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่าการส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่าย GSM มีความเชื่อถือได้สูงมาก และมีค่าใช้จ่ายไม่แพง

9.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

- การหาโหลดที่ให้กระแสไฟฟ้าปริมาณสูงเพื่อทำให้การทดสอบและแก้ไขสะดวกทำได้ยาก ในการทดสอบจึงใช้การพันสายไฟรอบ Clamp Adaptor หลาย ๆ รอบ และ ใช้วงจร Voltage Amplifier ช่วยขยายขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก Clamp Adaptor ให้ใหญ่ขึ้น เพื่อการประมวลผลและคำนวณค่าขนาดกระแสไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น

- การรับสัญญาณในตำแหน่งอับสัญญาณจะทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลตำแหน่งในเวลานั้นได้ เช่น ตำแหน่งของหน่วยวัดข้อมูลในขณะที่วัดข้อมูลอยู่นั้นอยู่ภายในอาคาร เป็นต้น
- ข้อจำกัดของการส่งข่าวสารสั้นจำกัดการส่งต่อ 1 ครั้งที่ 160 ตัวอักษร ดังนั้น หากต้องการส่งข้อมูลที่มีปริมาณที่มากกว่านั้น จำเป็นต้องส่งมากกว่า 1 ครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย จึงนำบริการนี้มาใช้กับการแจ้งเตือนเท่านั้น ส่วนการส่งข้อมูลปริมาณมาก ๆ เลือกใช้ระบบ GPRS
- ในปัจจุบันมีการนำเอา GSM MODULE และ GPS MODULE รวมอยู่ในมอดูลเดียวกันซึ่งส่งผลให้หน่วยวัดข้อมูลมีขนาดเล็กลงได้อีก เช่น XT55/56 ของ SIEMENS เป็นต้น
- หน่วยวัดข้อมูลสามารถเพิ่มเซนเซอร์เพื่อวัดปริมาณอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบได้อีก เช่น อุณหภูมิ, แรงดันไฟฟ้า, การไหล เป็นต้น หรือข้อมูลในเชิงดิจิทัล เช่น สถานะของหลอดไฟ, การเปิดหรือปิดสวิตช์ เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1) Scott B. Guthery, Mary J. Cronin. "Mobile Application Development", McGraw-Hill, 2002
2) ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. "เปิดโลกมือถือ GSM สู่ UMTS", ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545
3) ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. "คัมภีร์เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือสู่ยุค 3G" ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.
4) ดร.วาทิต เบญจพลกุล, "การสื่อสารข้อมูล", Sophia Publishing , 2543
5) นคร ภักดีชาติ, ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. "คู่มือการทดลอง dsPIC Microcontroller เบื้องต้น ด้วยโปรแกรมภาษา C กับ MPLAB C30"
6) อรรถพล บุญยโภคา, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. "เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม"
7) วิสุทธ์ ศรีเมือง. "ระบบแจ้งเตือนและสั่งการระยะไกลผ่านระบบบริการข่าวสารสั้น" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
8) ภูวนาท แป้นห้วย. "การพัฒนาระบบวัดข้อมูลตำแหน่งทางไกลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
9) ณัฐวุฒิ บุศยพลากร และ ทวีสิทธิ์ ตันศิริ. "ระบบสกาดาโดยใช้ GPRS และบริการข่าวสารสั้น" วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
10) http://www.microchip.com/ "Microchip Corporation"
11) http://www.starsnav.com/ "Stars Nav Tech Ltd"
12) http://www.national.com/pf/LM/LM78M05.html "The National Semiconductor"
13) http://www.altium.com/protel/ "Protel Designing"
14) http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html "The Global Positioning System"
15) http://www.gpsy.com/gpsinfo "The Global Positioning Systems (GPS) Resource Library"
16) http://www.navcen.uscg.gov/gps/default.htm "The Navigation Center Of Excellence"
17) http://www.apparent-wind.com/gps.html "GPS Info"

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
การทดสอบการต่อร่วมเข้ากับ GSM MODULE

1. Initial AT Commands

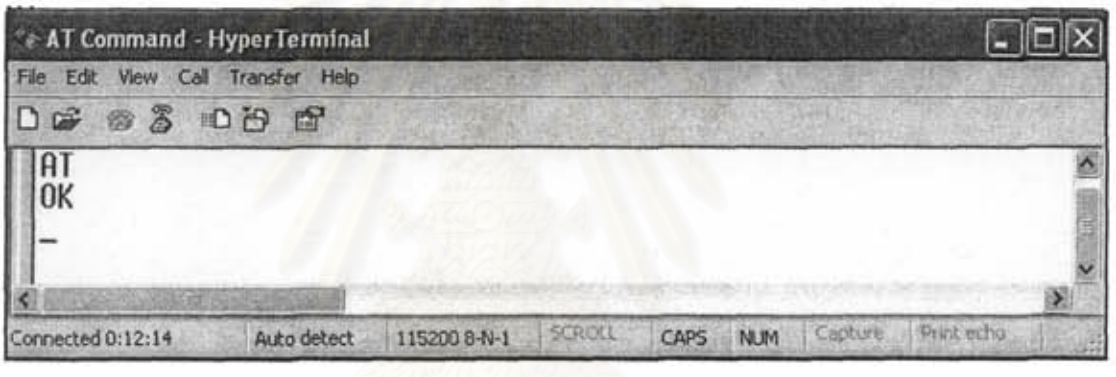
1.1 **คำสั่งตรวจสอบการต่อร่วมกับโมดูล GSM** ในการตรวจสอบการต่อร่วมเข้ากับโมดูล GSM จะใช้คำสั่ง AT แล้วกด ENTER

ตัวอย่าง

Send Command พิมพ์ AT และกด ENTER

Response จะได้คำตอบ OK

โดยในการต่อร่วมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกครั้ง ควรใช้คำสั่งนี้ในการตรวจสอบการต่อร่วมก่อนการใช้งานทุกครั้ง



รูปที่ ก.1 คำสั่งตรวจสอบการต่อร่วมกับโมดูล GSM

1.2 **คำสั่งเกี่ยวกับการทำซ้ำ หรือ echo** รูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

คำสั่งนี้เป็นการอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ทำซ้ำคำสั่งที่ส่งออกไป

ตัวอย่าง

Send Command พิมพ์ ATE1 และกด ENTER

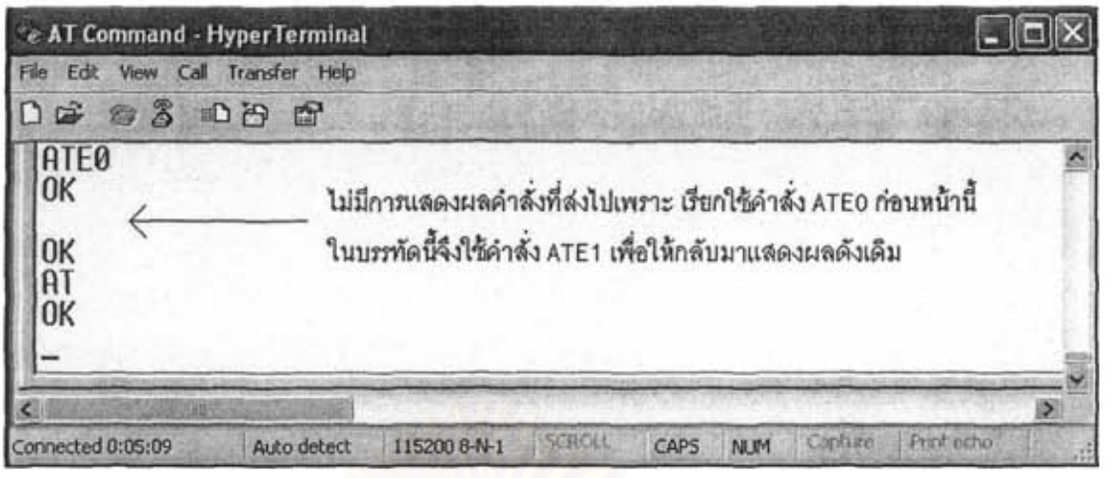
Response จะได้คำตอบ OK

จะหมายความว่าอนุญาตให้มีการทำซ้ำเกิดขึ้น

Send Command พิมพ์ ATE0 และกด ENTER

Response จะได้คำตอบ OK

จะหมายความว่าไม่อนุญาตให้มีการทำซ้ำ



รูปที่ ก.2 คำสั่งเกี่ยวกับการทำซ้ำ หรือ echo

1.3 <u>คำสั่งกำหนดบอดเรทที่ใช้ในการติดต่อผ่าน Serial Port</u> รูปแบบคำสั่ง AT+IPR

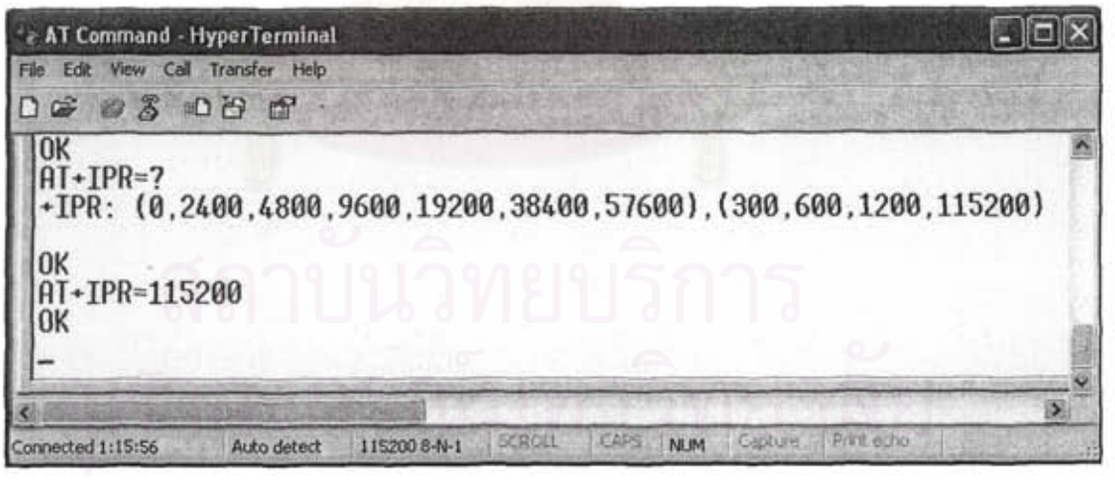
ตัวอย่าง

กำหนดให้มีการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 115200 bps

SEND COMMAND พิมพ์ AT+IPR=115200 และ กด ENTER

RESPONSE จะได้คำตอบ OK

หลังจากเสร็จสิ้นคำสั่งนี้การรับส่งข้อมูลจะมีอัตราเร็วเป็น 115200 bps



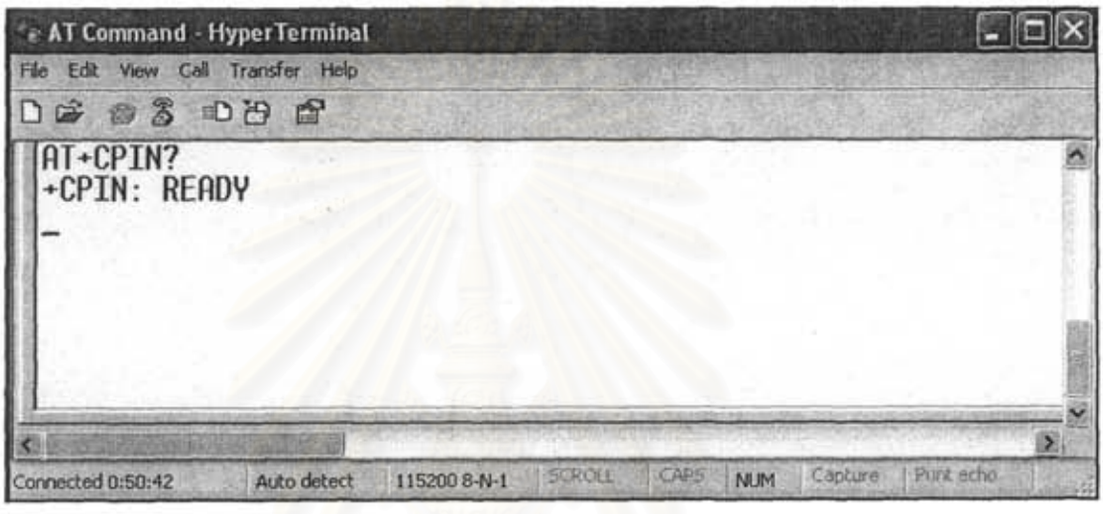
รูปที่ ก.3 คำสั่งกำหนดบอดเรทที่ใช้ในการติดต่อผ่าน Serial Port

1.4 **<u>คำสั่งดูสถานะ SIM</u>** รูปแบบคำสั่ง AT+CPIN เป็นการตรวจสอบสถานะ SIM ในที่นี้จะตอบสนองกลับมาเป็น +CPIN: READY ซึ่งหมายถึง SIM พร้อมทำงานโดยไม่ต้องพึ่ง PIN CODE

ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CPIN? และ กด ENTER

RESPONSE +CPIN: READY



รูปที่ ก.4 คำสั่งดูสถานะ SIM

1.5 **<u>คำสั่งตรวจสอบเครือข่าย</u>** รูปแบบคำสั่ง AT+CREG เป็นการตรวจสอบว่ามีโครงข่าย GSM ว่าให้บริการหรือไม่ +CREG: <MODE>,<STAT> ซึ่งหมายถึง

<MODE>

0: Disable network registration

1: Enable network registration

< STAT >

0: not registered

1: registered

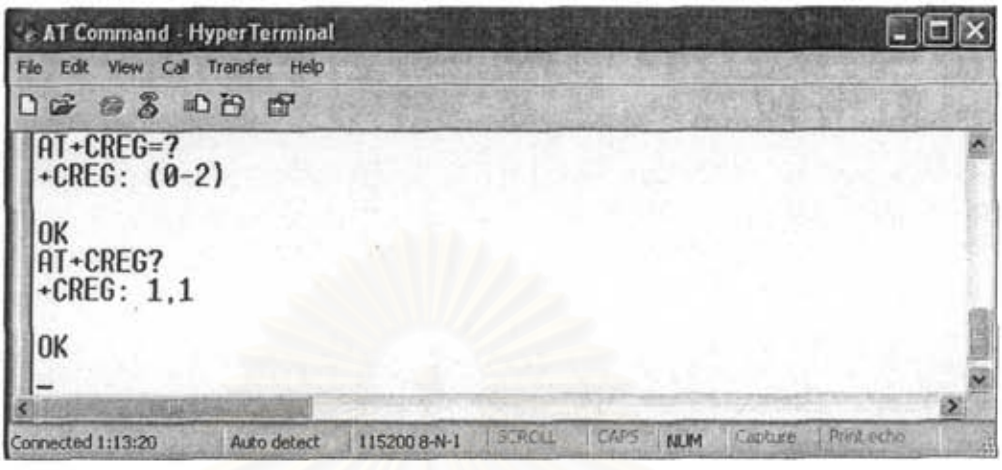
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CREG? และ กด ENTER

RESPONSE +CREG: 1,1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในที่นี้จะตอบสนองกลับมาเป็น +CREG: 1,1 ซึ่งหมายถึง โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการลงทะเบียนบนเครือข่ายและพร้อมที่จะให้บริการ



รูปที่ ก.5 คำสั่งตรวจสอบเครือข่าย

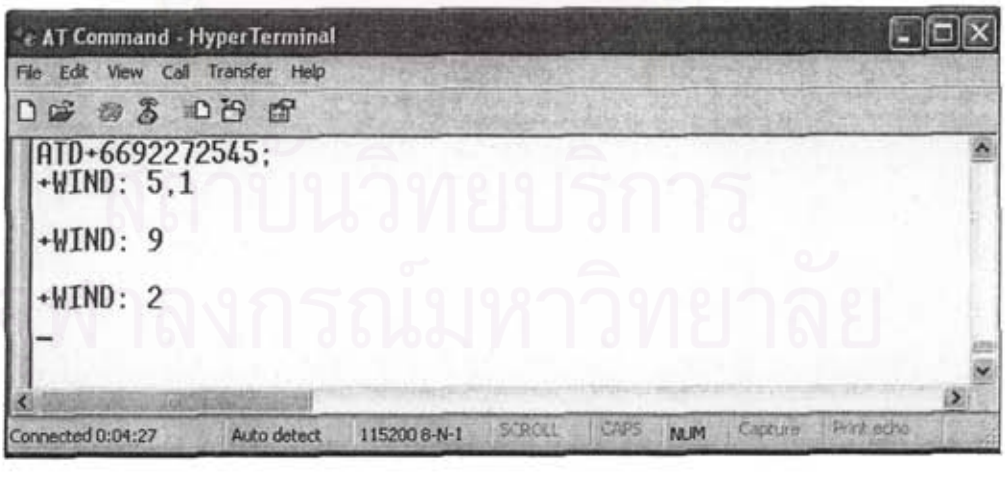
2. Voice Call Commands

2.1 **คำสั่งโทรออก** โดยรูปแบบของคำสั่งมี ดังนี้

ATD[DIAL_STRING]; โดย [DIAL_STRING] คือหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง

ตัวอย่าง

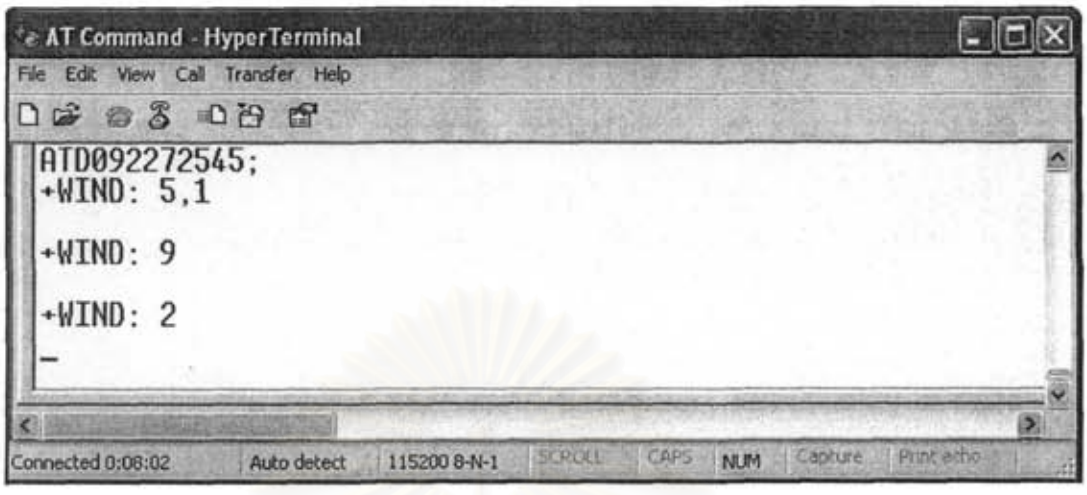
SEND COMMAND พิมพ์ ATD092272545; หรือ พิมพ์ ATD+6692272545;



รูปที่ ก.6 คำสั่งโทรออกแบบที่ 1

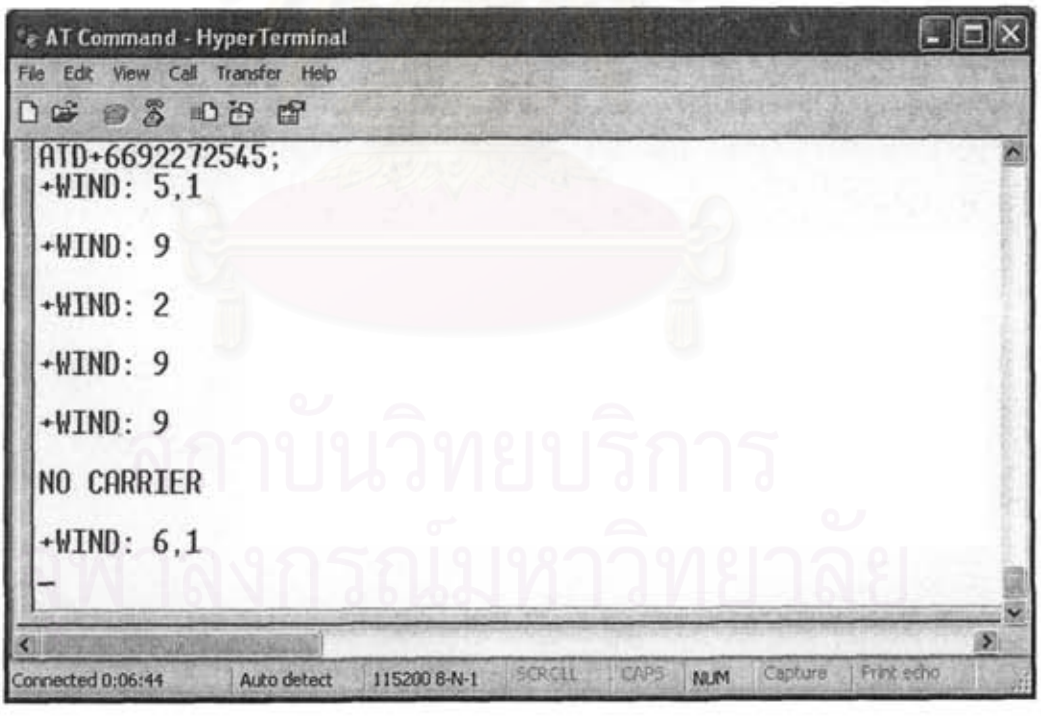
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือ อีกวิธีคือ



รูปที่ ก.7 คำสั่งโทรออกแบบที่ 2

ในกรณีที่ฝั่งปลายทางไม่ได้รับสายจนถูกตัดสัญญาณ



รูปที่ ก.8 คำสั่งโทรออกและผลตอบสนองเมื่อฝั่งปลายทางไม่รับสาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

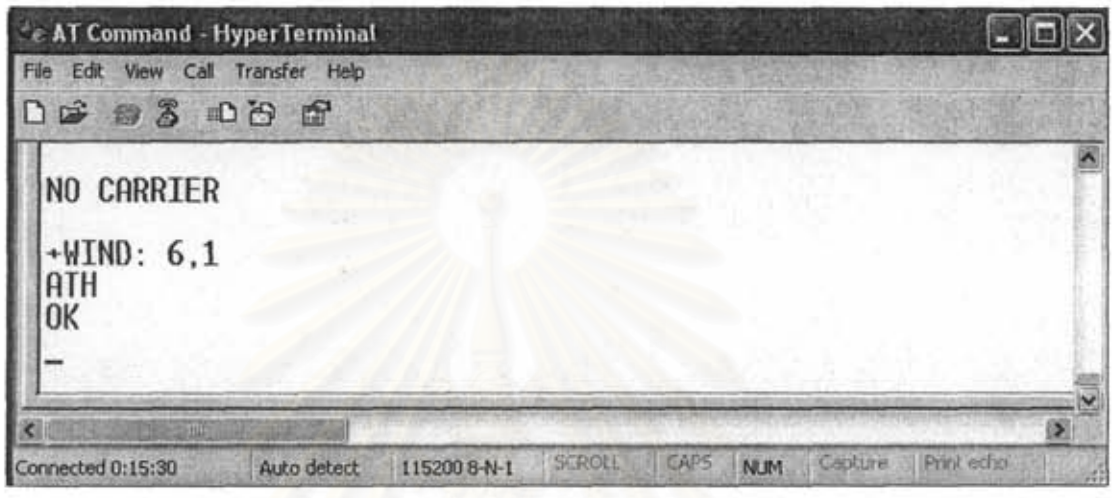
2.2 <u>คำสั่งยกเลิกการติดต่อ</u>

ในการยกเลิกการติดต่อ หรือวางสาย จะใช้คำสั่ง ATH แล้วกด ENTER

ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ ATH แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.9 คำสั่งยกเลิกการติดต่อ

2.3 <u>คำสั่งรับสาย</u>

เมื่อมีการเรียกสายโทรศัพท์เข้ามาในโทรศัพท์เคลื่อนที่ บนหน้าต่างของโปรแกรม HYPER-TERMINAL จะปรากฏคำว่า "+CRING: VOICE" (VOICE หมายถึง การเรียกเข้ามาแบบเสียง) และ "เบอร์โทรศัพท์ที่ทำการเรียกเข้า" ขึ้นมาเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการรับสาย ดังนั้นเมื่อต้องการรับสายจะใช้คำสั่ง ATA แล้วกด ENTER

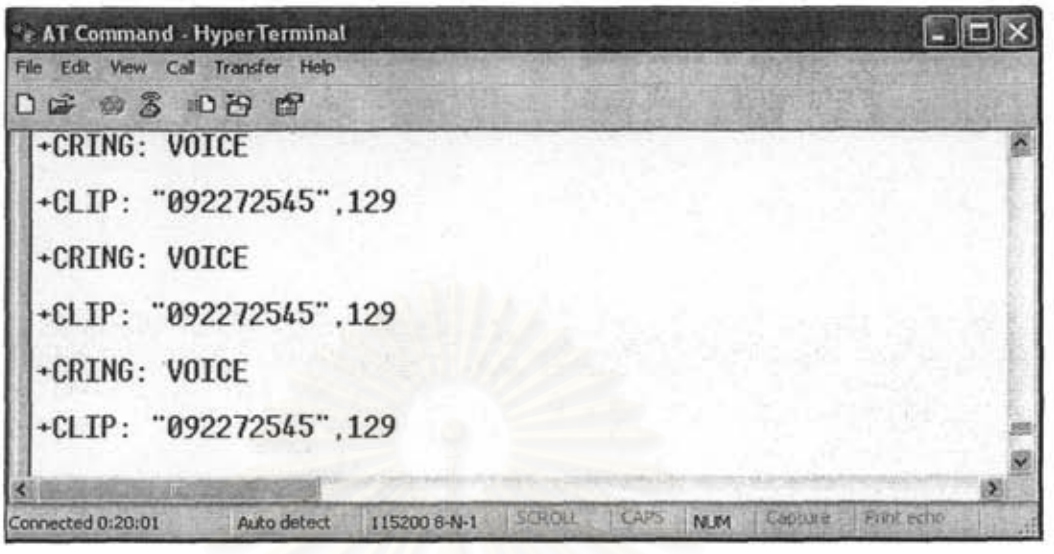
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ ATA แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

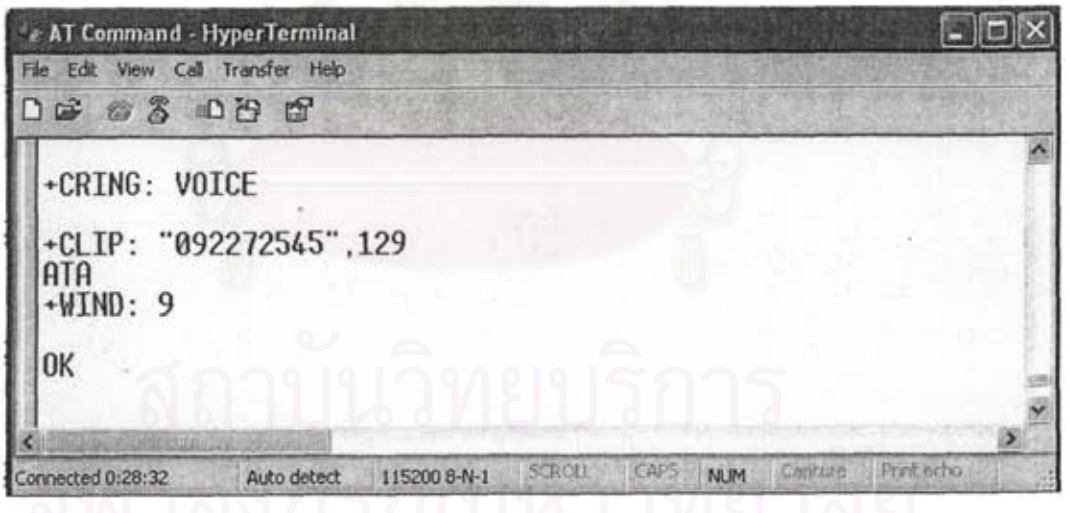
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อมีการเรียกเข้า



รูปที่ ก.10 คำสั่งรับสายเมื่อมีการเรียกเข้า

เมื่อทำการรับสาย



รูปที่ ก.11 คำสั่งรับสายเมื่อทำการรับสาย

3. Short Message Commands

3.1 **คำสั่งที่ใช้ในการเลือกระบบให้บริการ**

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CSMS: (Service = 0,1)

OK

โดยมี 2 ค่าที่ทำการตั้งค่าได้ คือ 0 คือ SMS AT command Phase 2 version 4.7.0 หรือ GSM 03.40 และ 03.41

1 คือ SMS AT command Phase 2+

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CSMS: 0,1,1,1

OK

โดยในแต่ละแบบนั้น (0,1) สามารถตั้งค่าย่อยอีก 3 ค่า ดังนี้(กรณีตัวอย่างนี้ Service = 0)

SMS-MO คือ The supported services are originated

SMS-MT คือ terminated short message

SMS-CB คือ Cell Broadcast Message services

โดยค่า 0 : SMS AT commands เข้ากันได้กับ GSM 07.05 Phase 2 version 4.7.0

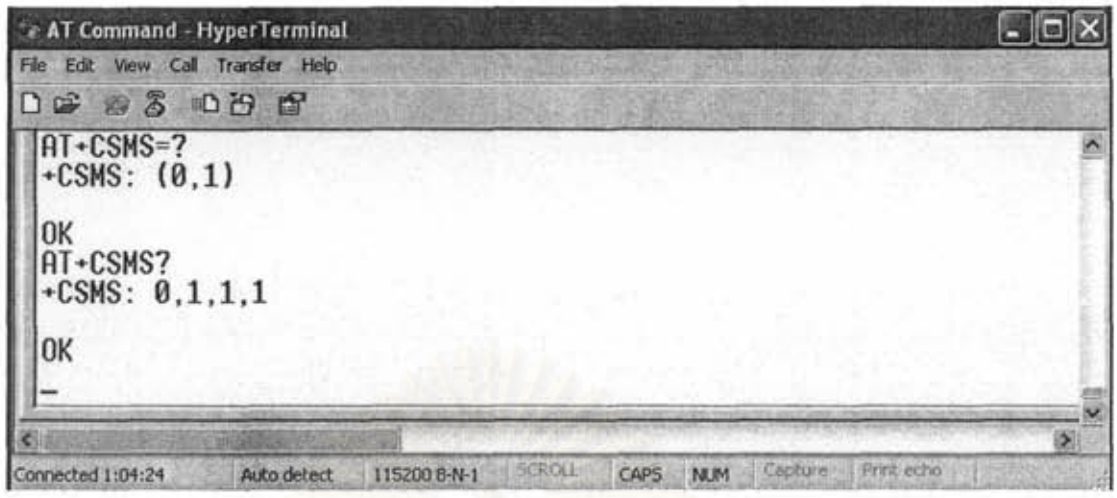
1 : SMS AT commands เข้ากันได้กับ GSM 07.05 Phase 2 + version

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSMS = (Service ที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.12 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกระบบให้บริการ

3.2 <u>คำสั่งที่ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลในข่าวสารสั้น</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGF=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CMGF: (Mode = 0,1)

OK

โดยมี 2 ค่าที่ทำการตั้งค่าได้ คือ 0 คือ PDU Mode

1 คือ Text Mode

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CMGF? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + CMGF: 1

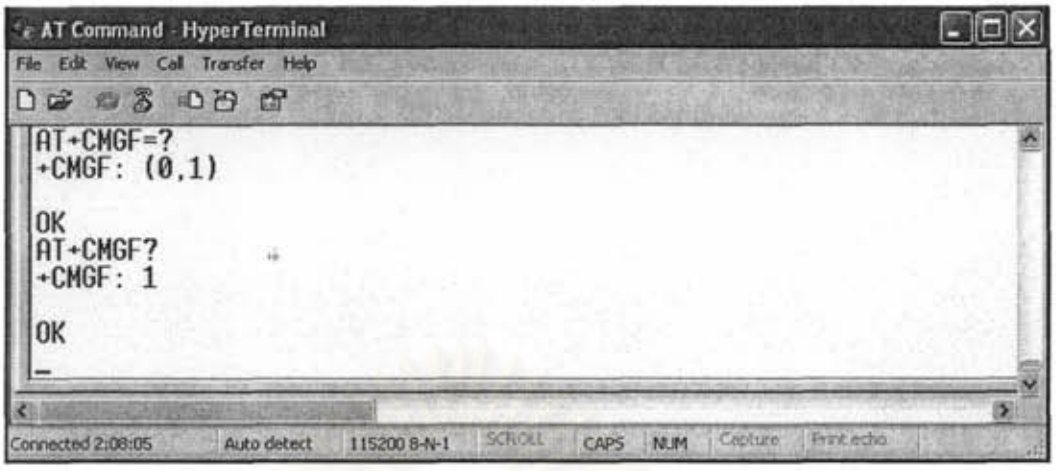
OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGF = (Mode ที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.13 คำสั่งที่ใช้ในการเลือกรูปแบบของข้อมูลในข่าวสารสั้น

3.3 <u>คำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าหมายเลขของศูนย์บริการ</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CSCA? แล้วกด ENTER

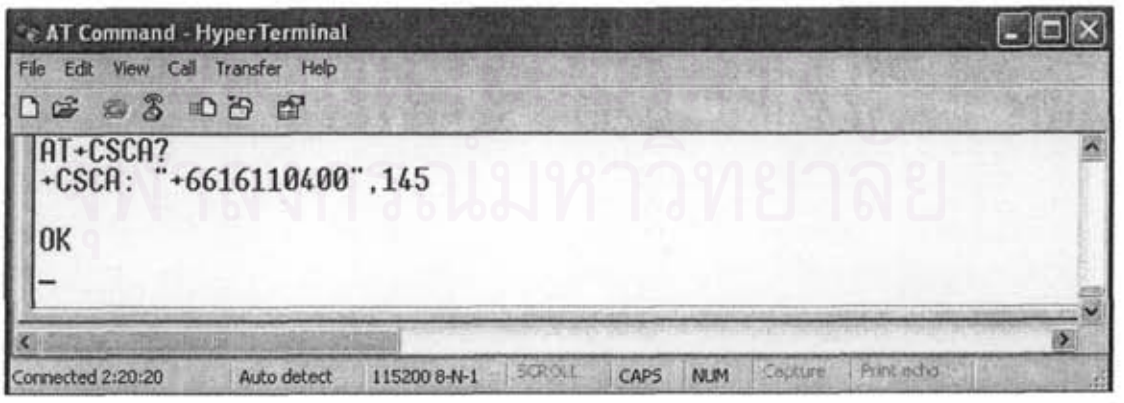
RESPONSE จะได้ผลตอบ + CSCA: "หมายเลขศูนย์บริการ"

OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ CSCA = "หมายเลขศูนย์บริการ" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.14 คำสั่งที่ใช้ในการตั้งค่าหมายเลขของศูนย์บริการ

3.4 <u>คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบการแจ้งเมื่อได้รับข่าวสารสั้นเข้ามาใหม่</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CNMI=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + CNMI=<Mode>,<mt>,<bm>,<ds>,< bfr >

OK

โดยค่าต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

<Mode> คือ การควบคุมโปรเซสของผลลัพธ์

0 คือ ทำการบัฟเฟอร์ผลลัพธ์ใน TA แต่ถ้า TA เต็มจะทำการแสดงบอกว่าทำการบัฟเฟอร์ไว้ที่อื่น

1 คือ ไม่มีการแสดง และไม่ยอมรับข่าวสารใหม่ที่เข้ามาเมื่อ TA-TE link ถูกจองเอาไว้ มิฉะนั้นก็จะส่งต่อไปยัง TE โดยตรง

2 คือ ทำการบัฟเฟอร์ผลลัพธ์ใน TA เมื่อ TA-TE link ถูกจองเอาไว้ มิฉะนั้นก็จะส่งต่อไปยัง TE โดยตรง

3 คือ ส่งต่อผลลัพธ์ไปยัง TE โดยตรง

<mt> คือ การตั้งค่าผลลัพธ์การแสดงสำหรับ SMS-DELIVERs (Default = 1)

0 คือ ไม่มีการแสดง

1 คือ มีการแสดงข่าวสารเข้าในรูป +CMTI: mem,index

2 คือ มีการแสดงข่าวสารเข้า (ยกเว้นข่าวสาร Class 2) ในรูป +CMT:[<alpha>,]<length><CR><LF><pdu>(PDU mode)

หรือ

+CMT:<oa>,[<alpha>,]<scts>[,tooa,<fo>,<pid>,<dcs>,<sca>,<tosca>, <length>]<CR><LF><data>(TEXT mode)

3 คือ ข่าวสาร Class3 จะมีการแสดงเหมือนกับ <mt>=2 ข่าวสารอื่นจะแสดงเหมือน mt=1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<bm> คือ ตั้งค่ากฎเกณฑ์ในการจัดเก็บ CBMs (Cell Broadcast Message) Default = 0

0 คือ ไม่มีการแสดงใน TE เมื่อได้รับข่าวสาร CBMs

1 คือ มีการจัดเก็บและแสดงผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CBMI: mem,<index>

2 คือ เมื่อได้รับข่าวสาร CBMs จะถูกเก็บใน TE โดยตรง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ +CBM: <length><CR><LF><pdu> (กรณี PDU mode) หรือ

+CBM:<sn>,<mid>,<dcs>,<page>,<pages><CR><LF><data> (TEXT mode)

3 คือ ข่าวสาร Class3 จะมีการแสดงเหมือนกับ <bm>=2 ข่าวสารอื่นจะแสดงเหมือน bm=1

<ds> คือ SMS-STATUS-REPORTs Default = 0

0 คือ ไม่มีการแสดงเมื่อได้รับข่าวสารแบบ SMS-STATUS-REPORTs

1 คือ มีการแสดง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CDS: <length><CR><LF><pdu> (กรณี PDU mode) หรือ

+CDS:<fo>,<mr>,[<ra>],[<tora>],<scts>,<dt>,<st> (กรณี TEXT mode)

2 คือ มีการจัดเก็บและแสดง ผลลัพธ์อยู่ในรูปของ+CDSI: <mem>,<index>

<bfr> คือ Default = 0

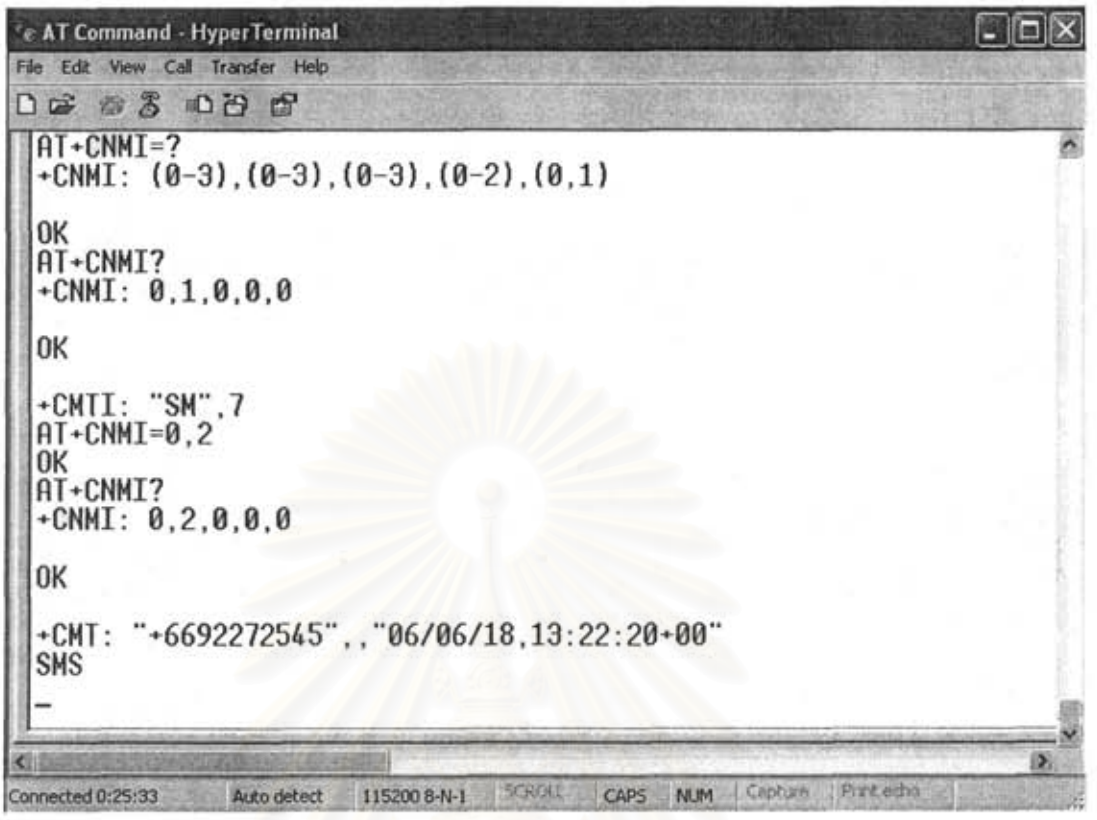
- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND	พิมพ์ AT+CNMI? แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ + CNMI: 0,1,0,0,0
	OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND	พิมพ์ AT+CNMI= X,X,X,X,X(ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.15 คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดรูปแบบการแจ้งเมื่อได้รับข่าวสารสั้นเข้ามาใหม่

3.5 <u>คำสั่งเรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมดที่ได้ทำการบันทึกไว้</u>

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

AT+CMGL=<STAT>

โดย <STAT > แทนด้วย

"REC UNREAD" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่ยังไม่ได้เปิดอ่านมาก่อน

"REC READ" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่อ่านแล้ว

"STO UNSENT" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่เขียนเก็บไว้แต่ยังไม่ได้ส่ง

"STO SENT" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นที่ได้ส่งออกไปแล้ว

"ALL" หมายถึง เรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมด

ผลที่ได้ออกมาจะแสดงลำดับที่ของข่าวสารสั้น, รูปแบบของข่าวสารสั้น ว่าเป็นข่าวสารสั้นที่อ่านแล้ว หรือข่าวสารสั้นที่ยังไม่ได้อ่าน และเนื้อหาข่าวสารสั้น

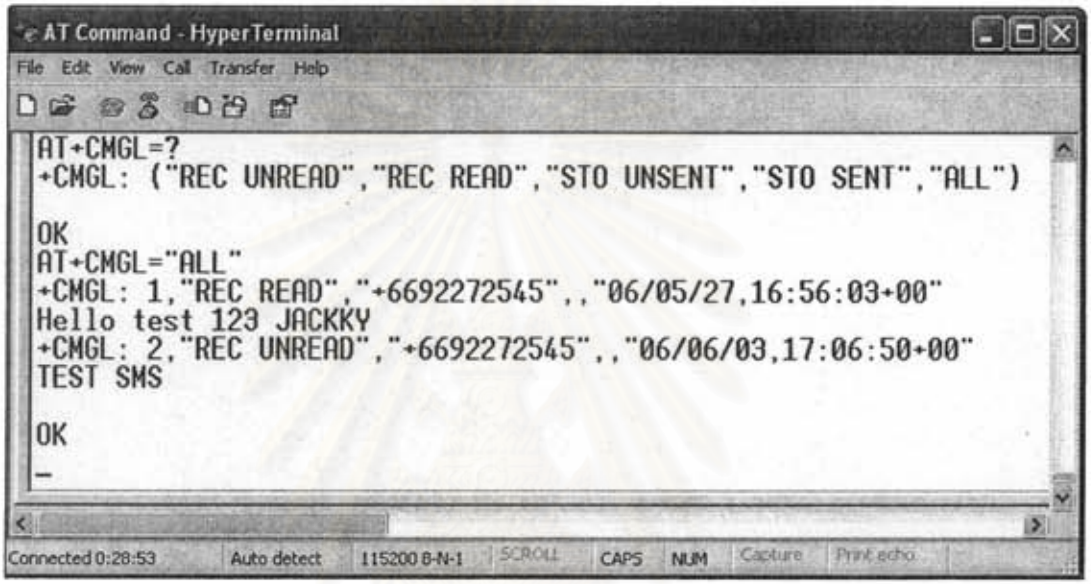
ตัวอย่าง

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGL=1 และกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ

+CMGL :<index>,<STAT>,[<ALPHA>] ,<LENGTH><CR><LF><PDU>

OK



รูปที่ ก.16 คำสั่งเรียกดูข่าวสารสั้นทั้งหมดที่ได้ทำการบันทึกไว้

3.6 <u>คำสั่งดูเฉพาะข่าวสารสั้นที่ต้องการ</u>

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

AT+CMGR=<INDEX>

โดย <INDEX> เป็นเลขที่ลำดับของข่าวสารสั้น ผลที่ออกมาจะแสดงเลขที่ลำดับของข่าวสารสั้น, รูปแบบของข่าวสารสั้น ว่าเป็นข่าวสารสั้น ที่อ่านแล้ว หรือข่าวสาร ที่ยังไม่ได้อ่าน และเนื้อหาข่าวสารสั้น

ตัวอย่าง

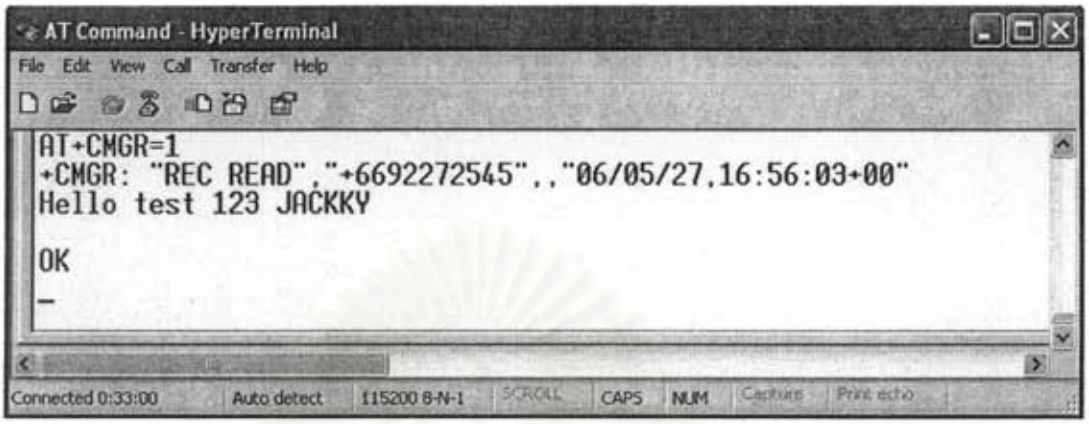
SEND COMMAND พิมพ์ AT+CMGR=1 และกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ

+CMGL :<index>,<STAT>,[<ALPHA>] ,<LENGTH><CR><LF><PDU>

OK

จากตัวอย่าง แสดงว่าเป็นการอ่านข่าวสารสั้น ลำดับที่ 1



รูปที่ ก.17 คำสั่งดูเฉพาะข่าวสารสั้นที่ต้องการ

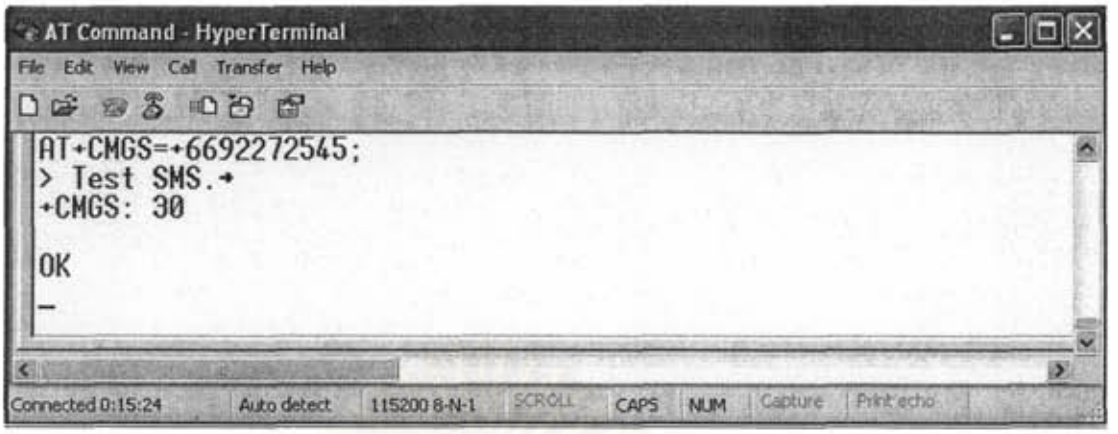
3.7 <u>คำสั่งเขียนข้อความ และส่งเป็น SMS</u>

เมื่อต้องการส่ง Message ไปที่เบอร์ 09-2272545 ในขั้นตอนแรกให้ส่งคำสั่ง AT+CMGS=+6692272545; แล้วรอการตอบสนองซึ่งเป็นเครื่องหมาย > จากนั้นพิมพ์ข้อความที่ต้องการส่ง แล้วตามด้วย <Ctrl+z>

ตัวอย่าง

Send Command	AT+CMGS=+6692272545; และกด ENTER (+6692272545 คือ หมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการส่งข้อความ)
Response	>
Send Message	Test SMS. (Test SMS. คือ ข้อความที่ต้องการส่ง)
Send Message	<Ctrl+z> หรือ ในกรณีที่ต้องการส่งเป็นรหัส ASCII Codes ก็คือค่า 26 ในเลขฐานสิบ หรือ 1A ในเลขฐานสิบหก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



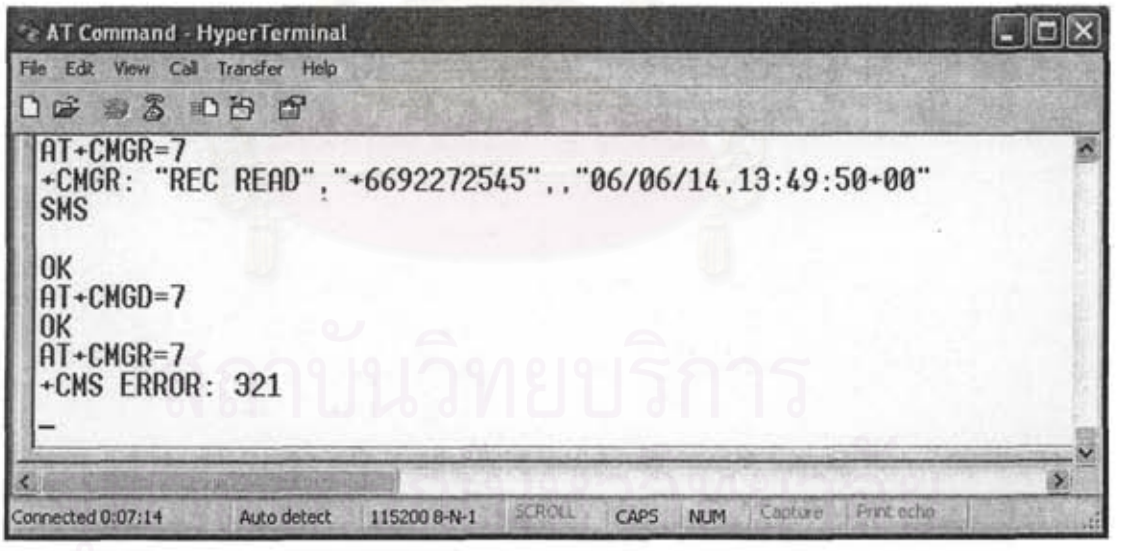
รูปที่ ก.18 คำสั่งเขียนข้อความ และส่งเป็น SMS

3.8 <u>คำสั่งลบ SMS ในตำแหน่ง Memory ที่ต้องการ</u>

ตัวอย่างต้องการลบ Message ในตำแหน่งที่ 7 ของหน่วยความจำ

Send Command AT+CMGD=7 และกด ENTER

Response OK



รูปที่ ก.19 คำสั่งลบ SMS ในตำแหน่ง Memory ที่ต้องการ

4. Data Call Commands

4.1 **คำสั่งเลือกรูปแบบการทำงาน (Data หรือ Fax)** โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+FCLASS=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +FCLASS: (Mode = 0, 1, 2)

OK

โดยมี 3 ค่าที่ทำการตั้งค่าได้ คือ 0 คือ Data

1 คือ FAX class 1

2 คือ FAX class 2

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+ FCLASS? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + FCLASS: 0

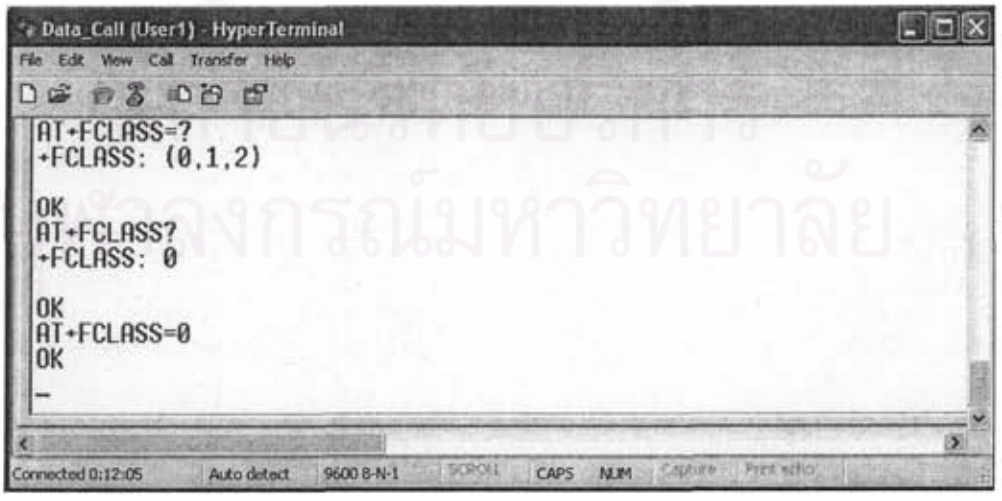
OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+FCLASS = (Mode ที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

(ในการทดลองนี้ต้องการส่งข้อมูลในรูปแบบ Data)

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.20 คำสั่งเลือกรูปแบบการทำงาน Data หรือ Fax

4.2 <u>คำสั่งกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูลและรูปแบบการมอดูเลต</u>

โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CBST=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT+CBST= <SPEED>, <NAME>, <CE>

OK

โดยค่าต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

< SPEED > คือ ความเร็วในการส่งข้อมูล โดยโมเด็มรองรับแบบ Asynchronous เท่านั้น

0 : Auto bauding (modem type: none)

1 : 300 bps (modem type:V.22)

2 : 1200 bps (modem type:V.22)

3 : 1200/75 bps (modem type:V.23)

4 : 2400 bps (modem type:V.22bis)

5 : 2400 bps (modem type:V.26ter)

6 : 4800 bps (modem type:V.32)

7 : 9600 bps (modem type:V.32)

8 : Specific

12 : 9600 bps (modem type:V.34)

14 : 14400 bps (modem type:V.34)

65 : 300 bps (modem type:V.110)

68 : 2400 bps (modem type:V.110)

70 : 4800 bps (modem type:V.110)

71 : 9600 bps (modem type:V.110)

75 : 14400 bps (modem type:V.110)

<CE> คือ รูปแบบการเชื่อมต่อ

0 คือ Transparent เท่านั้น

1 คือ Non Transparent เท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 คือ ให้ความสำคัญกับ Transparent เป็นอันดับแรก

3 คือ ให้ความสำคัญ Non Transparent เป็นอันดับแรก

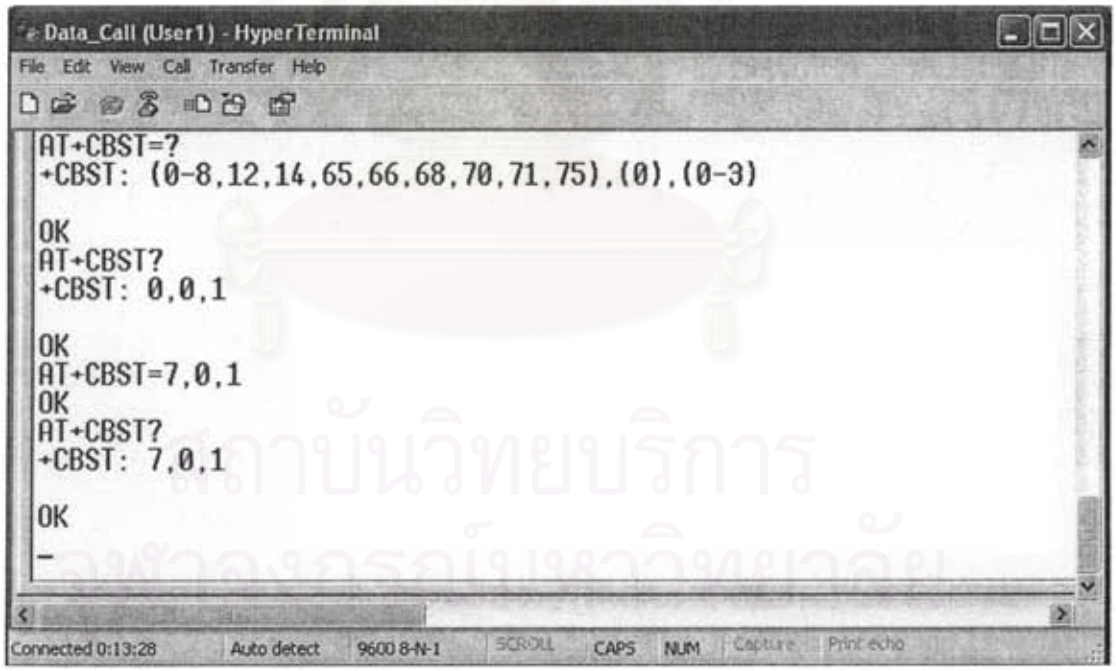
- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND	พิมพ์ AT+CBST? แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ + CBCT: 0,0,1
	OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND	พิมพ์ AT+CBST= X,X,X (ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ OK

จากตัวอย่าง หลังจากเสร็จสิ้นคำสั่งนี้ความเร็วของการรับส่งข้อมูลจะมีอัตราเร็วเป็น 9600 bps และ รูปแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบ Non Transparent เท่านั้น



รูปที่ ก.21 คำสั่งกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูลและรูปแบบการมอดูเลต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 **คำสั่งตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณ**

คำสั่งนี้ใช้ตรวจสอบความแรงของสัญญาณที่รับได้ โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าของสัญญาณที่ได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CSQ แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT+CSQ: <RSSI>, <BER>

OK

<RSSI> คือ ค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ (Received signal strength indication)

0 : -113 dBm หรือ รับสัญญาณไม่ได้

1 : -111 dBm

30 : -109 ถึง -53 dBm

31 : -51 dBm หรือ สามารถรับได้มากกว่านั้น

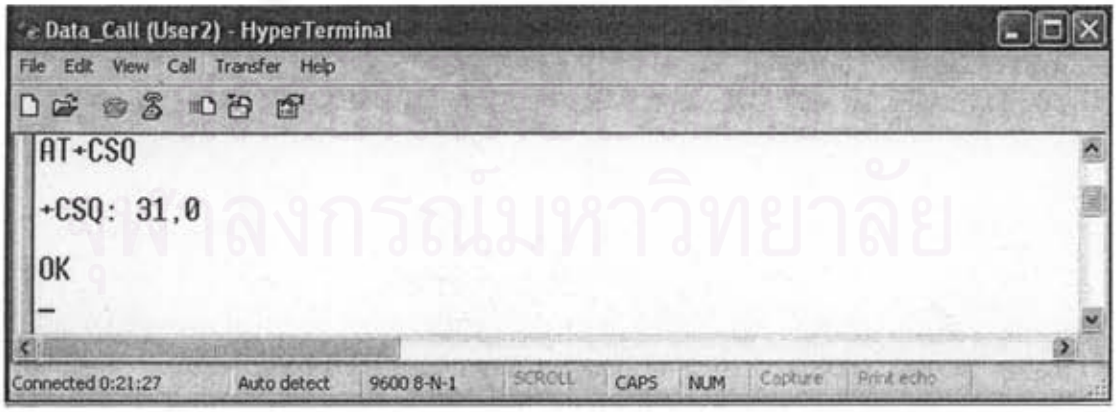
99 : ไม่ทราบค่า หรือ ไม่สามารถรับได้

<BER> คือ Channel Bit Error Rate

0..7 : คือค่า RXQUAL ในตาราง GSM 05.08

99 : ไม่ทราบค่า หรือ ไม่สามารถรับได้

ค่า RSSI ที่ได้ไม่ควรมีค่าต่ำกว่า 15 เพราะนั่นหมายถึง ความแรงของสัญญาณที่รับได้มีกำลังอ่อนเกินไป



รูปที่ ก.22 คำสั่งตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณ

4.4 **<u>คำสั่งส่งข้อมูลในรูปแบบของ</u>** Data Call

โดยรูปแบบของคำสั่งมีดังนี้

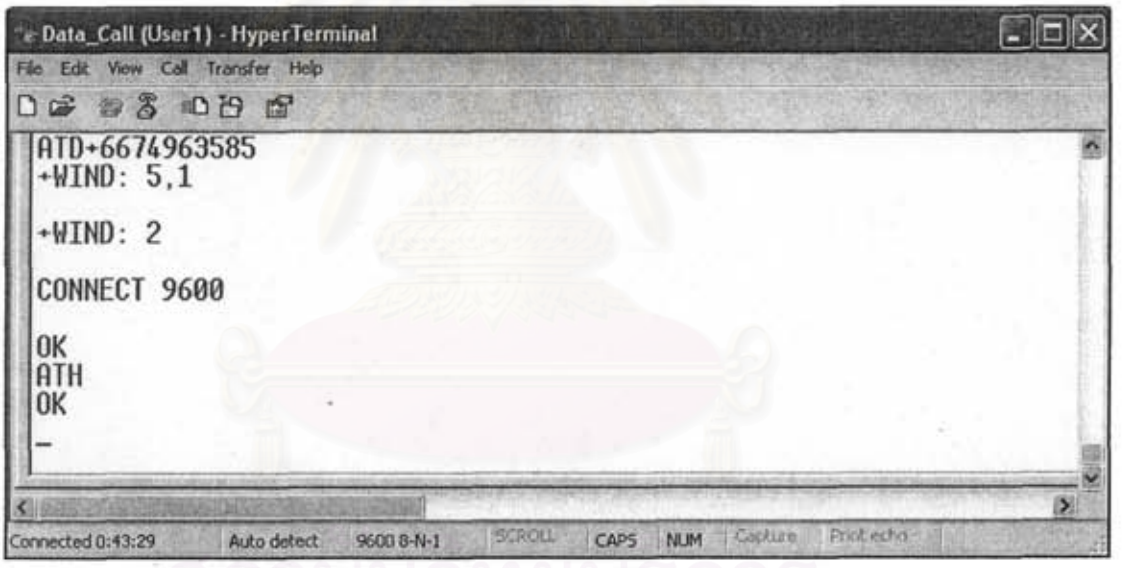
เริ่มการเชื่อมต่อของทั้งสองฝั่ง ด้วยคำสั่งโทรออกสำหรับฝั่งส่งข้อมูล

ATD[DIAL_STRING] โดย [DIAL_STRING] คือหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง

ตัวอย่าง

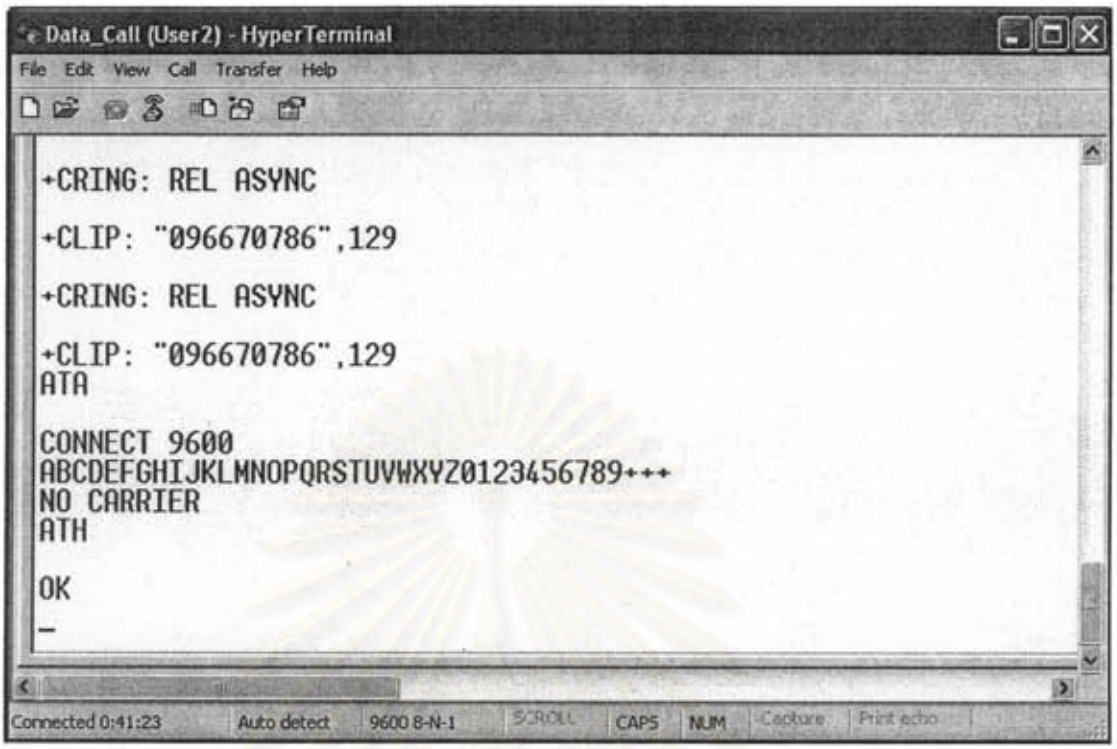
SEND COMMAND พิมพ์ ATD074963585 หรือ พิมพ์ ATD+6674963585

เมื่อฝั่งรับทำการรับสาย โดยใช้คำสั่ง ATA การเชื่อมต่อจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อได้รับผลตอบสนองเป็น CONNECT <speed> หลังจากนี้ ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้ ซึ่งจากตัวอย่าง ฝั่งส่งทำการส่งข้อมูล ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123456789 ออกไปยังฝั่งรับข้อมูล



รูปที่ ก.23 คำสั่งส่งข้อมูลในรูปแบบของ Data Call สำหรับฝั่งส่งข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.24 คำสั่งส่งข้อมูลในรูปแบบของ Data Call สำหรับฝั่งรับข้อมูล

เมื่อต้องการตัดการเชื่อมต่อข้อมูลของทั้งสองฝั่งนั้น สามารถทำได้โดยการส่งข้อมูล +++ ออกไป เมื่อได้ผลตอบสนองเป็น OK ที่ฝั่งส่งข้อมูลนั้น นั่นหมายถึงการตัดการเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์ หลังจากนั้น ฝั่งส่งข้อมูลก็จะสามารถวางสายได้โดยการส่งคำสั่ง ATH ออกไป ผลตอบสนองที่ส่งกลับมายังฝั่งรับข้อมูลคือ NO CARRIER นั่นหมายถึง ฝั่งส่งได้ทำการวางสายเรียบร้อยแล้ว ฝั่งรับทำการวางสายเช่นกันเป็นการเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อทั้งสองฝั่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. GPRS Commands

5.1 **คำสั่งกำหนด** Packet Data Protocol (PDP) โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGDCONT? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ +CGDCONT:

<CID>,<PDP_type>,<APN>

OK

<CID> คือ PDP Context Identifier เป็นตัวเลขพารามิเตอร์ (1-4) ที่ใช้สำหรับกำหนด PDP Context

<PDP_type> คือ Packet Data Protocol type เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดรูปแบบของ packet data prototcol

IP : Internet Protocol

PPP : Point to Point Protocol

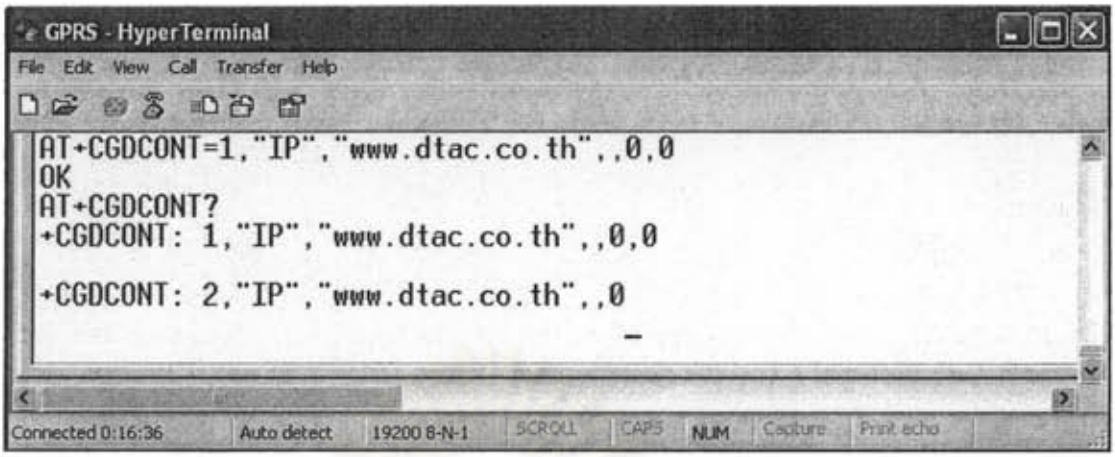
<APN> คือ Access Point Name เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดชื่อ GGSN หรือ โครงข่ายข้อมูลแบบแพ็กเกต

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGDCONT = <CID>,<PDP_type>, <APN> ที่ต้องการตั้งค่า แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

ดังแสดงในรูปที่ ก.25 ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตั้งค่า เป็นดังนี้ <PDP_type> ให้ทำการเลือกเป็นรูปแบบ Internet Protocol และ <APN> ทำการตั้งค่าเป็น www.dtac.co.th ซึ่งเป็นชื่อของผู้ให้บริการโครงข่ายข้อมูลแบบแพ็กเกต ในกรณีของผู้ให้บริการรายอื่นให้ทำการสอบถามทางผู้ให้บริการ



รูปที่ ก.25 คำสั่งกำหนด Packet Data Protocol (PDP)

5.2 คำสั่งให้ทำการเชื่อมต่อหรือไม่เชื่อมต่อกับบริการ GPRS

คำสั่งนี้เป็นการสั่งให้ทำการเชื่อมต่อหรือไม่เชื่อมต่อกับบริการ GPRS โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGATT=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT+CBST= <STATE>

OK

<STATE> คือ เป็นค่าที่ใช้บอกสถานการณ์เชื่อมต่อ

0 : ไม่เชื่อมต่อ

1 : เชื่อมต่อ

ส่วนค่าอื่นเป็นค่าที่สำรองเอาไว้

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGATT? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ + CGATT: 1

OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGATT= (ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

รูปที่ ก.26 คำสั่งเชื่อมต่อหรือไม่เชื่อมต่อกับบริการ GPRS

5.3 **คำสั่งลงทะเบียนกับโครงข่าย** GPRS

คำสั่งนี้เป็นการแสดงผลสถานะของการลงทะเบียนเข้ากับโครงข่าย โดยมีรูปแบบของคำสั่งดังนี้

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่สามารถตั้งได้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGREG=? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT+CGREG= <STATE>

OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<STATE> คือ เป็นค่าที่ใช้บอกสถานการณ์เชื่อมต่อ

0 : ไม่ได้ทำการลงทะเบียน

1 : ทำการลงทะเบียน

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGREG? แล้วกด ENTER

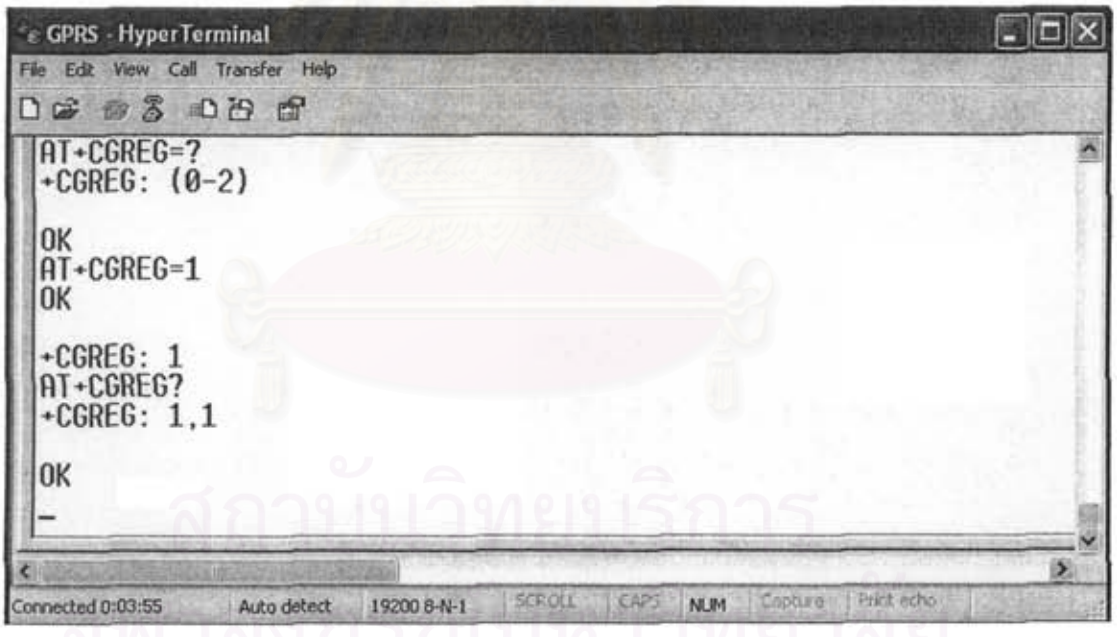
RESPONSE จะได้ผลตอบ + CGREG: 1,1

OK

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT+CGREG= (ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.27 คำสั่งลงทะเบียนกับโครงข่าย GPRS

5.4 **คำสั่งเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่าง GSM หรือ GPRS**

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่ใช้ปรับแต่งเพื่อเลือกการเชื่อมต่อระหว่าง GSM หรือ GPRS สำหรับค่าที่สามารถตั้งได้มีอยู่ 2 ค่า คือ

0 : เลือกการเชื่อมต่อแบบ GSM

1 : เลือกการเชื่อมต่อแบบ GPRS

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#GPRSMODE = (ค่าที่ต้องการ) แล้วกด ENTER

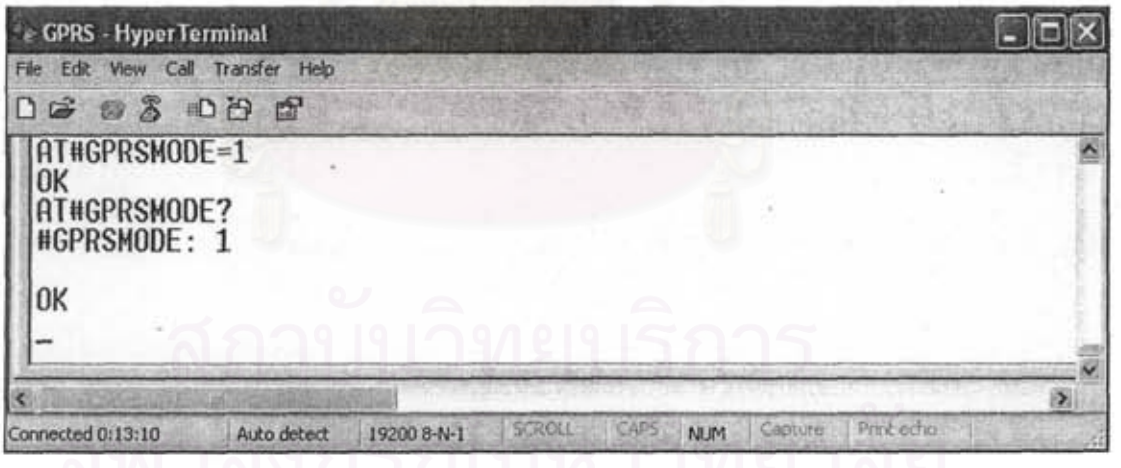
RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#GPRSMODE? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ #GPRSMODE: 1

OK



รูปที่ ก.28 คำสั่งเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่าง GSM หรือ GPRS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 **คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ FTP เซิร์ฟเวอร์**

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดที่อยู่ปลายทางของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ทั้งการดาวน์โหลดข้อมูล และการอัพโหลดข้อมูล สำหรับค่าที่ตั้งได้มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

เลขฐานสิบ 32 บิต	:	กำหนดเป็นเลข IP ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ตัวอย่าง "161.200.85.148"
ASCII	:	กำหนดเป็นชื่ออักษรไม่เกิน 120 อักษร ถ้ามี DNS ตัวอย่าง "taxitv.myftp.org"

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPSERV = "ค่าที่ต้องการ" แล้วกด ENTER

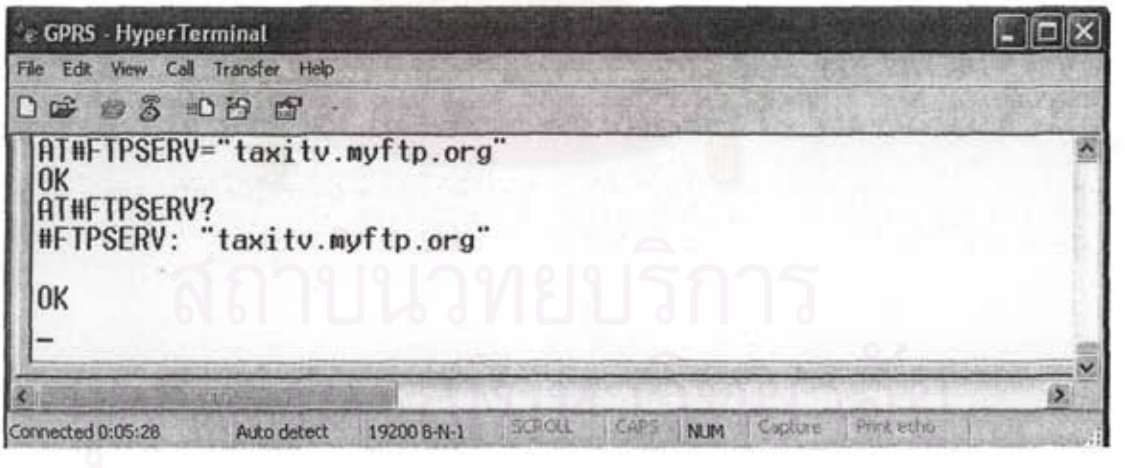
RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPSERV? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPSERV: "ค่าที่ต้องการ"

OK



รูปที่ ก.29 คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ FTP เซิร์ฟเวอร์

5.6 คำสั่งกำหนดชื่อผู้เข้าใช้ของ FTP เซิร์ฟเวอร์

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPUN = "ชื่อผู้เข้าใช้" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPUN? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPUN: "ชื่อผู้เข้าใช้"

OK

รูปที่ ก.30 คำสั่งกำหนดชื่อผู้เข้าใช้ของ FTP เซิร์ฟเวอร์

5.7 คำสั่งกำหนดรหัสผ่านของ FTP เซิร์ฟเวอร์

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPPW = "รหัสผ่าน" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPPW? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPPW: "รหัสผ่าน"

OK

รูปที่ ก.31 คำสั่งกำหนดรหัสผ่านของ FTP เซิร์ฟเวอร์

5.8 คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการส่งไฟล์ข้อมูล

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPPUTPATH = "ชื่อโฟลเดอร์" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

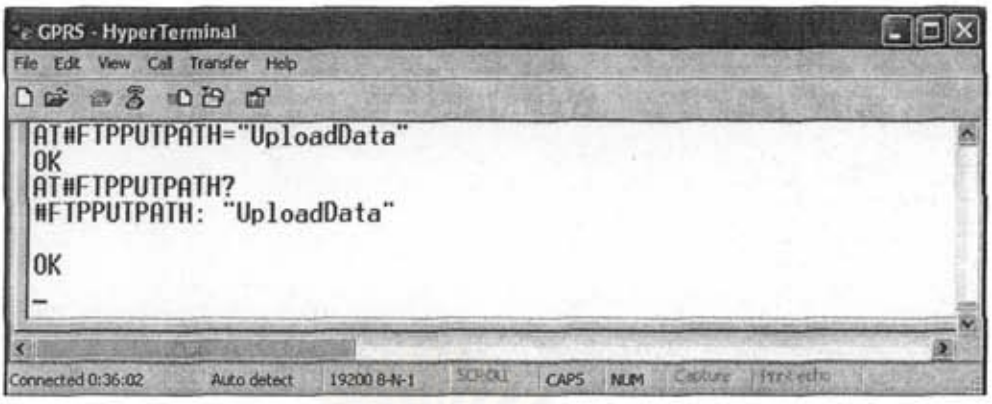
- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPPUTPATH? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPPUTPATH: "ชื่อโฟลเดอร์"

OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.32 คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการส่งไฟล์ข้อมูล

5.9 คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

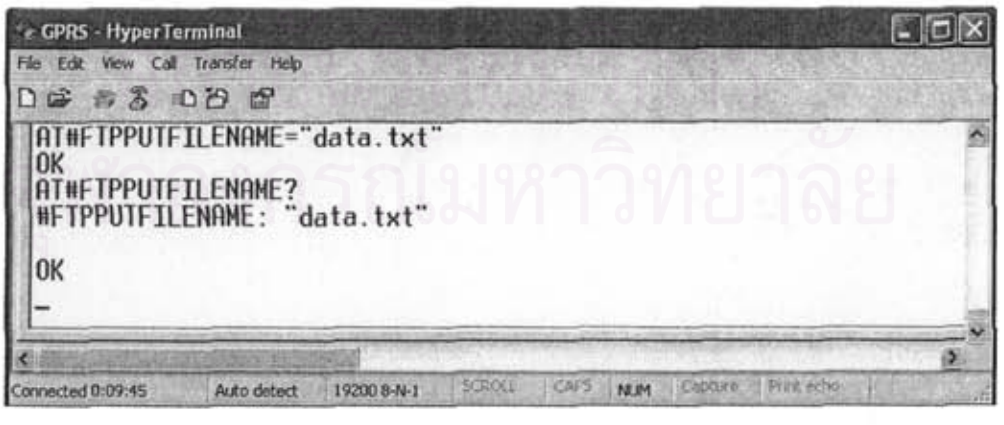
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPPUTFILENAME = "ชื่อไฟล์ที่ส่ง" แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPPUTFILENAME? แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ AT#FTPPUTFILENAME: "ชื่อไฟล์ที่ส่ง" OK



รูปที่ ก.33 คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

5.10 คำสั่งกำหนดรูปแบบข้อมูลของไฟล์ที่ต้องการส่งไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดเพื่อเลือกรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการส่งไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์ ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล สำหรับค่าที่สามารถตั้งได้มีอยู่ 2 ค่า คือ

A : เลือกรูปแบบเป็น ASCII

I : เลือกรูปแบบเป็น Binary

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPTYPE = "ค่าที่ต้องการ" แล้วกด ENTER

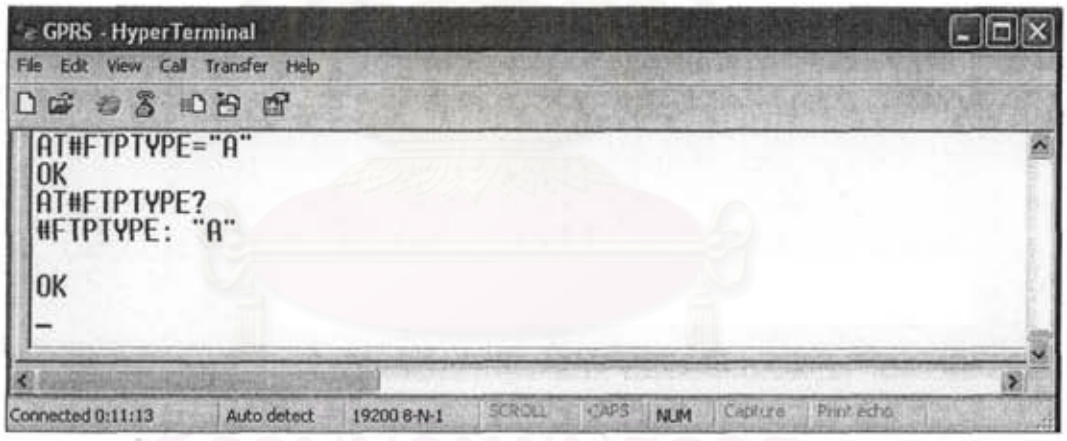
RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPTYPE? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPTYPE: "ค่าที่ต้องการ"

OK



รูปที่ ก.34 คำสั่งกำหนดรูปแบบข้อมูลของไฟล์ที่ต้องการส่งไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.11 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

คำสั่งนี้ใช้กำหนดเลขพอร์ตเพื่อใช้ควบคุมการรับส่งไฟล์กับ FTP เซิร์ฟเวอร์ โดยปกติการส่งข้อมูลผ่าน FTP จะทำผ่านพอร์ต 21 และ ค่า Default นี้ก็อยู่ที่ 21 เช่นกัน

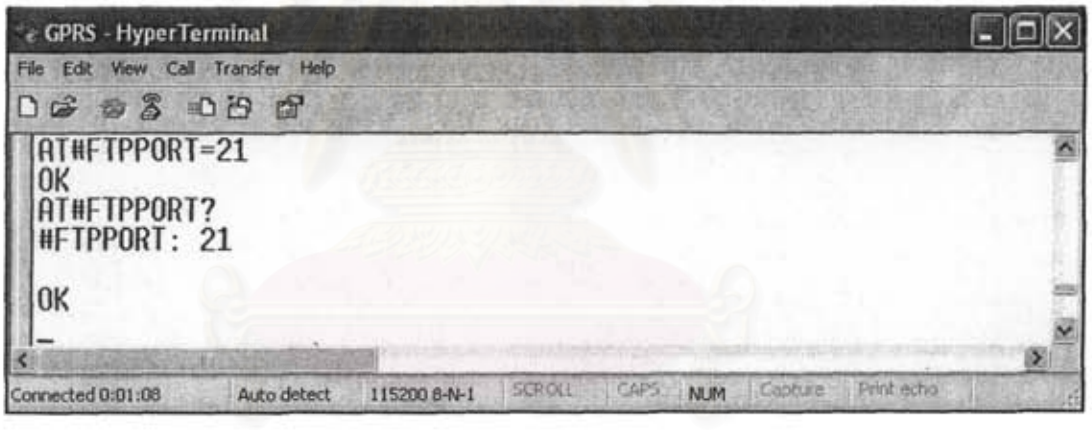
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPPORT = เลขพอร์ต แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPPORT? แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ AT#FTPPORT: เลขพอร์ต OK



รูปที่ ก.35 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

5.12 คำสั่งเริ่มการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย

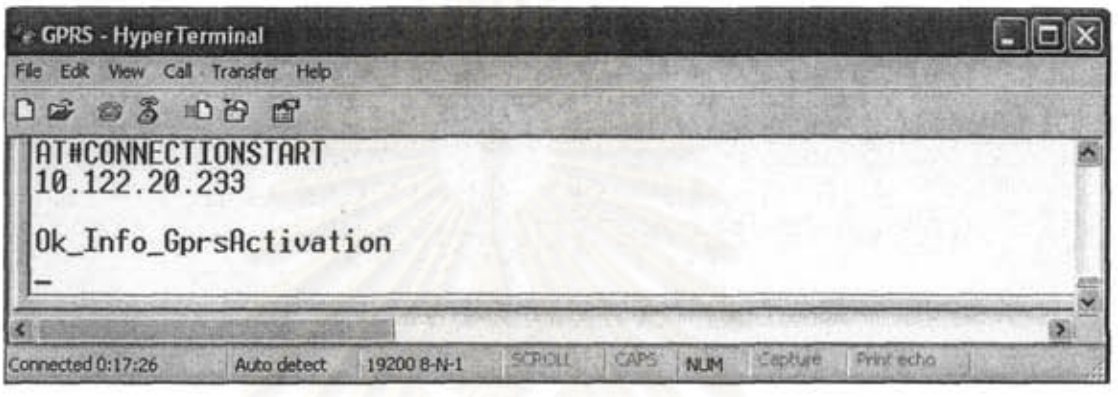
คำสั่งนี้ใช้เริ่มทำการเชื่อมต่อ TCP/IP กับโครงข่าย โดยรูปแบบการเชื่อมต่อนั้นสามารถทำได้ 2 รูปแบบ ตามการตั้งค่าจากคำสั่ง GPRSMODE เพื่อเลือกเป็น GSM หรือ GPRS สำหรับตัวอย่างนี้ได้ใช้ GPRS และหลังจากการเชื่อมต่อเสร็จจะได้ผลตอบกลับมาเป็นเลข IP ที่ได้ทำการเชื่อมต่อ

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการเริ่มการเชื่อมต่อ

SEND COMMAND พิมพ์ AT#CONNECTIONSTART แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ เลข IP Address ขนาด 32 บิต เช่น 10.122.20.233 และ Ok_Info_GprsActivation



รูปที่ ก.36 คำสั่งเริ่มการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย

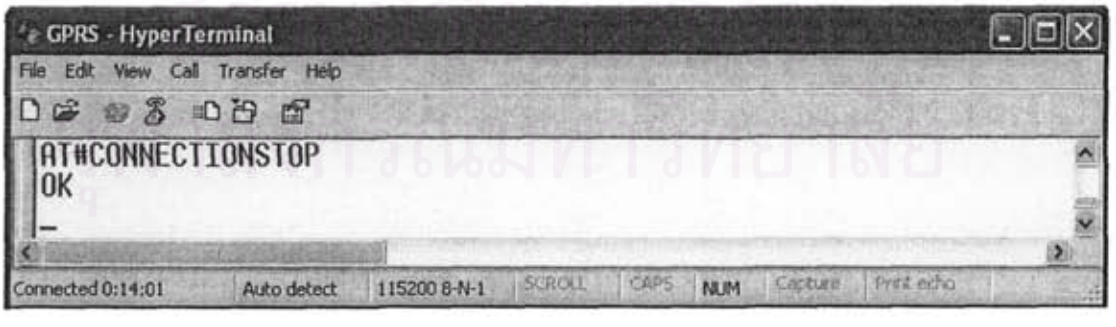
5.13 คำสั่งเลิกการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการเลิกการเชื่อมต่อ

SEND COMMAND พิมพ์ AT#CONNECTIONSTOP แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK



รูปที่ ก.37 คำสั่งเลิกการเชื่อมต่อ GPRS กับโครงข่าย

5.14 **คำสั่งส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์**

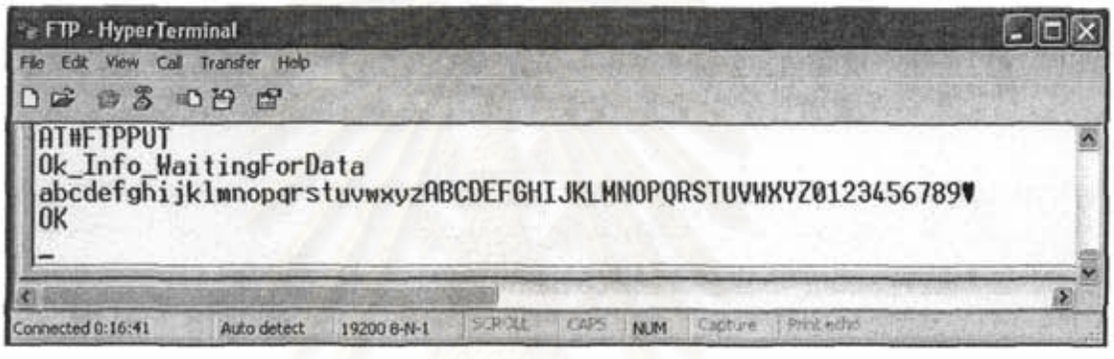
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการเริ่มการส่งข้อมูล

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPPUT แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ Ok_Info_WaitingForData

หลังจากนั้นก็จะสามารถเริ่มการส่งข้อมูลที่ต้องการส่งได้ เมื่อต้องการหยุดการส่งข้อมูลให้ทำการกด Ctrl+c หรือ ในกรณีที่ต้องการส่งเป็นรหัส ASCII Codes ก็คือค่า 3 ในเลขฐานสิบ หรือ 03 ในเลขฐานสิบหก ดังแสดงในรูปที่ ก.38 จะเห็นเป็นรูปหัวใจ นั้นคือการสิ้นสุดการส่ง



รูปที่ ก.38 คำสั่งส่งข้อมูลไปยัง FTP เซิร์ฟเวอร์

5.15 **คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการรับไฟล์ข้อมูล**

ตัวอย่าง

- *เมื่อต้องการตั้งค่า*

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPGETPATH = "ชื่อโฟลเดอร์" แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

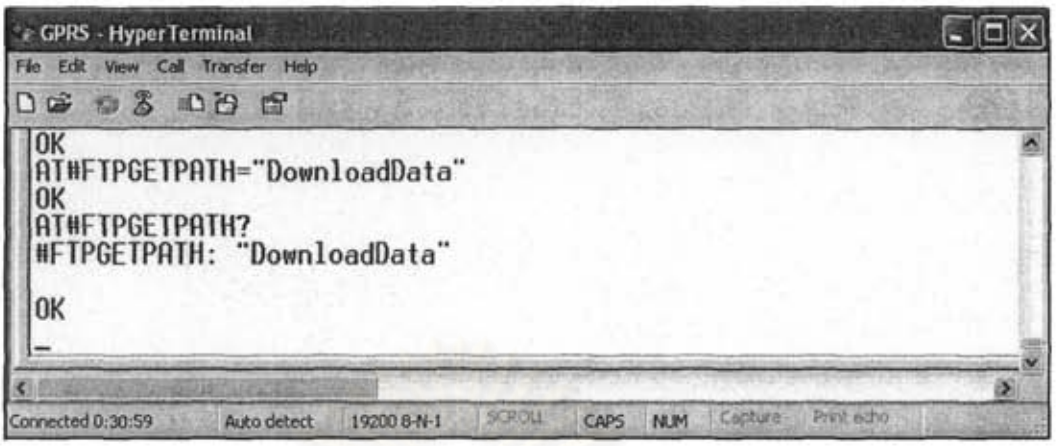
- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPGETPATH? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#FTPGETPATH: "ชื่อโฟลเดอร์"

OK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.39 คำสั่งกำหนดชื่อโฟลเดอร์ของ FTP เซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการรับไฟล์ข้อมูล

5.16 **คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์**

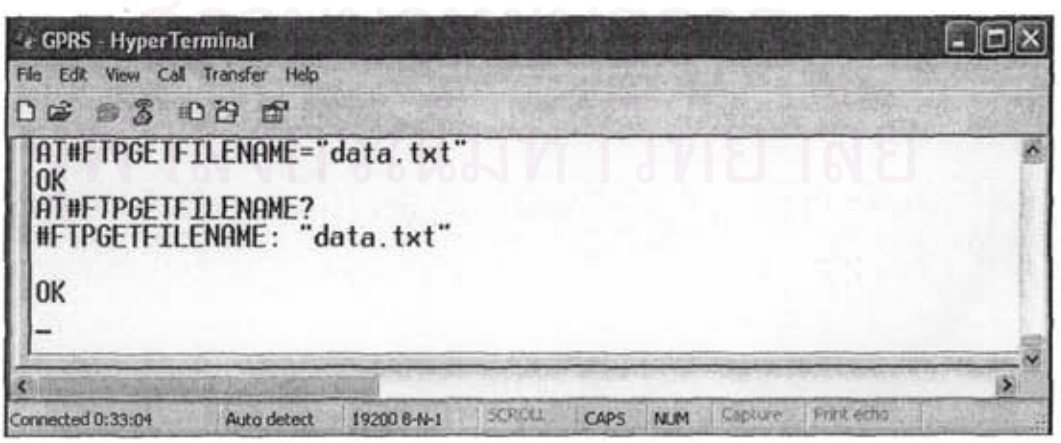
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPGETFILENAME = "ชื่อไฟล์ที่ส่ง" แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND	พิมพ์ AT#FTPGETFILENAME? แล้วกด ENTER
RESPONSE	จะได้ผลตอบ AT#FTPGETFILENAME: "ชื่อไฟล์ที่ส่ง" OK



รูปที่ ก.40 คำสั่งกำหนดชื่อไฟล์ที่ต้องการรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์

5.17 **คำสั่งรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์**

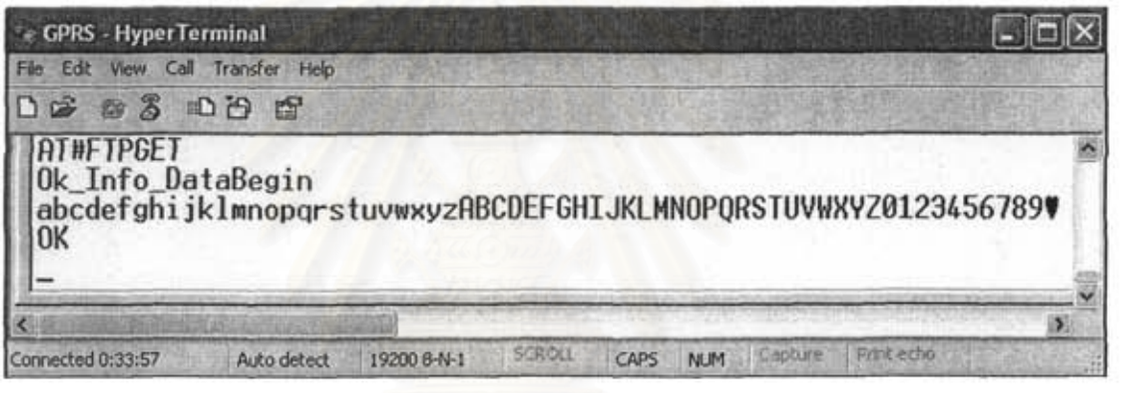
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการเริ่มการรับข้อมูล

SEND COMMAND พิมพ์ AT#FTPGET แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ Ok_Info_DataBegin

หลังจากนั้นก็จะสามารถเริ่มการรับข้อมูลที่ต้องการได้ เมื่อพบตัวอักษรรูปหัวใจในที่นี้หมายถึงการสิ้นสุดการส่งข้อมูลนั่นเอง หรือ ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเป็นค่า ก็คือให้ทำการตรวจสอบการเข้ามาของค่า 3 ในเลขฐานสิบ หรือ 03 ในเลขฐานสิบหก ดังแสดงในรูปที่ ก.41 จะเห็นเป็นรูปหัวใจ นั้นคือการสิ้นสุดการส่งข้อมูลที่มาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์



รูปที่ ค.41 คำสั่งรับข้อมูลมาจาก FTP เซิร์ฟเวอร์

5.18 **คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ** socket TCP **เซิร์ฟเวอร์**

สำหรับการเปิด socket เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่าน TCP จำเป็นต้องทราบตำแหน่งที่อยู่ของเครื่อง TCP เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง หรือ host สำหรับคำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดที่อยู่ปลายทางของ TCP เซิร์ฟเวอร์ สำหรับค่าที่ตั้งได้มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

เลขฐานสิบ 32 บิต : กำหนดเป็นเลข IP ของ TCP เซิร์ฟเวอร์
ตัวอย่าง "161.200.85.148"

ASCII : กำหนดเป็นชื่ออักษรไม่เกิน 120 อักษร ถ้ามี DNS ตัวอย่าง "taxitv.myftp.org"

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#TCPSERV = "ค่าที่ต้องการ" แล้วกด ENTER

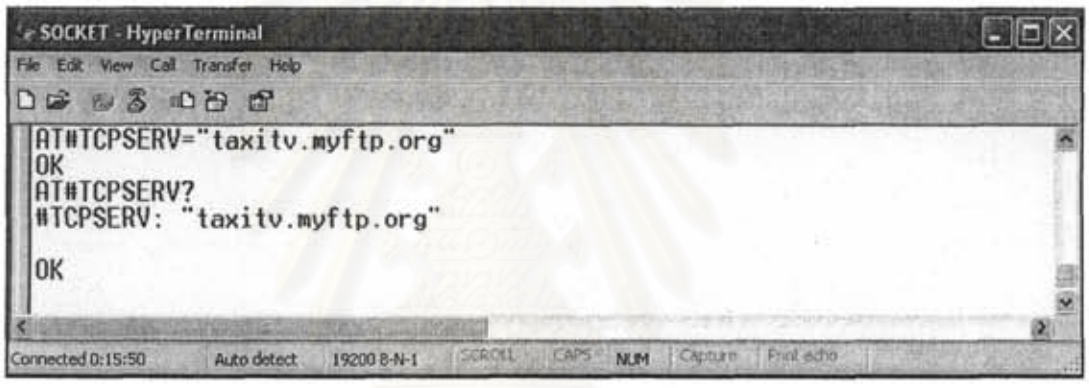
RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#TCPSERV? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#TCPSERV: "ค่าที่ต้องการ"

OK



รูปที่ ก.42 คำสั่งกำหนดที่อยู่ปลายทางของ socket TCP เซิร์ฟเวอร์

5.19 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการรับส่งข้อมูลกับ TCP เซิร์ฟเวอร์

คำสั่งนี้ใช้กำหนดเลขพอร์ตเพื่อใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลกับ TCP เซิร์ฟเวอร์ ดังแสดงในรูปที่ ก.43 แสดงตัวอย่างการกำหนดเลขพอร์ต คือ 8009 นั่นหมายถึง กำหนดให้ทำการรับส่งข้อมูลกับ TCP เซิร์ฟเวอร์ ที่พอร์ตหมายเลข 8009

ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการตั้งค่า

SEND COMMAND พิมพ์ AT#TCPPORT = เลขพอร์ต

แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ OK

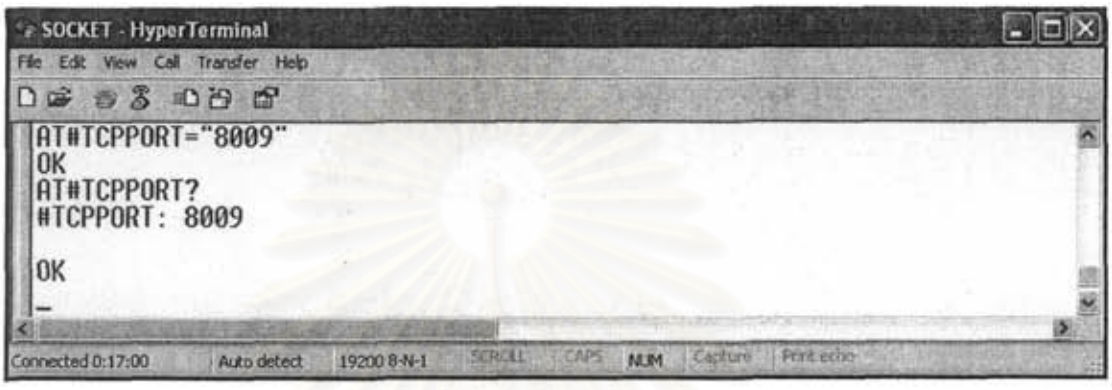
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เมื่อต้องการให้แสดงค่าที่ตั้งเอาไว้

SEND COMMAND พิมพ์ AT#TCPPORT? แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ AT#TCPPORT: เลขพอร์ต

OK



รูปที่ ก.43 คำสั่งกำหนดเลขพอร์ตที่ต้องการรับส่งข้อมูลกับ TCP เซิร์ฟเวอร์

5.20 คำสั่งเปิดการเชื่อมต่อกับ TCP เซิร์ฟเวอร์

คำสั่งนี้เป็นการสั่งให้เริ่มการเชื่อมต่อกับ TCP เซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่าน TCP การเชื่อมต่อนี้จะปิดการเชื่อมต่อโดย TCP เซิร์ฟเวอร์ หรือ host

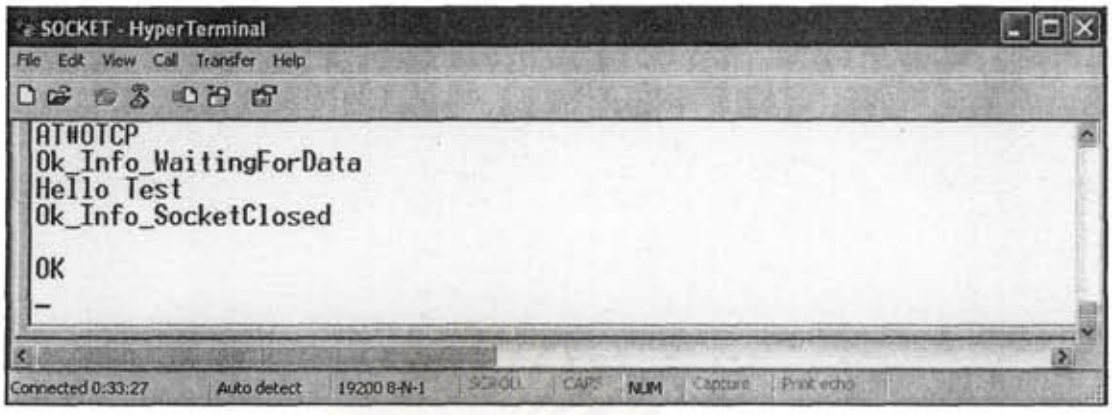
ตัวอย่าง

- เมื่อต้องการเริ่มการรับข้อมูล

SEND COMMAND พิมพ์ AT#OTCP แล้วกด ENTER

RESPONSE จะได้ผลตอบ Ok_Info_WaitingForData
หลังจากนั้นจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ตามต้องการ และ
เมื่อการเชื่อมต่อถูกปิดโดย TCP เซิร์ฟเวอร์ หรือ host
จะมีผลตอบกลับมาเป็น Ok_Info_SocketClosed

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.44 คำสั่งเปิดการเชื่อมต่อกับ TCP เซิร์ฟเวอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย