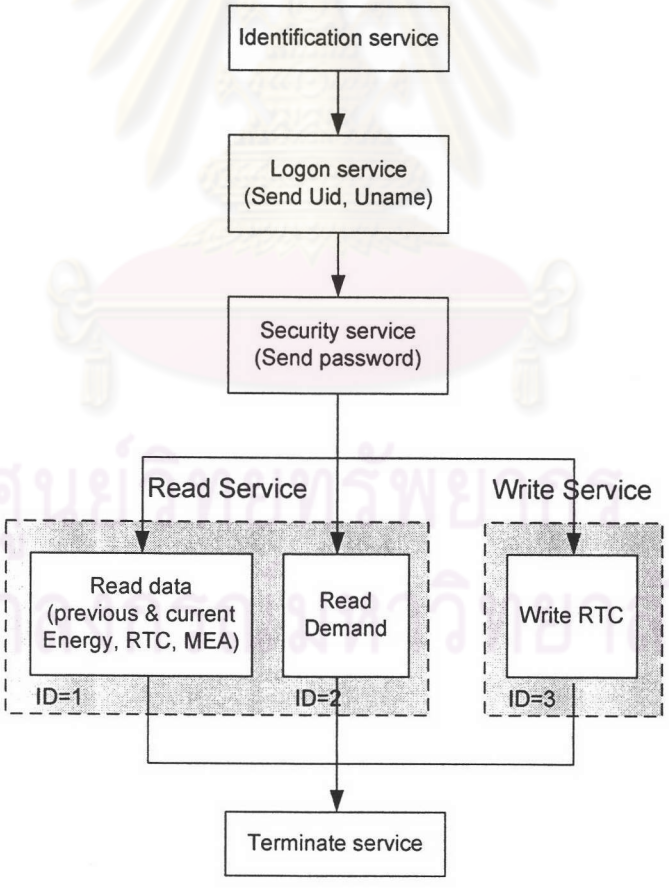
บทที่ 4

รายละเอียดของโพรโตคอลที่ใช้สื่อสารกับมิเตอร์

เนื่องจากอุปกรณ์แบบมือถือที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์ได้ทั้ง 2 แบบคือ แบบสื่อสารกันในระยะใกล้ (แบบประกบติด) และแบบสื่อสารในระยะไกล ดังนั้นจึงต้องใช้โพรโตคอลแยกกันต่างหาก

4.1 โพรโตคอลสำหรับสื่อสารกับมิเตอร์แบบประกบติด

การสื่อสารกับมิเตอร์แบบประกบติดนี้ใช้โพรโตคอลตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ซึ่งได้กล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละกระบวนการไปแล้วในหัวข้อ 2.3 การติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์แต่ละครั้งจะต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนต่างๆ ของโพรโตคอลในการสื่อสารแบบประกบติด

หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นที่กระบวนการใดก็ตามระหว่างการสื่อสารกับมิเตอร์ซึ่งมากเกินกว่ามาตรฐานกำหนด เครื่องอ่านจะไปที่กระบวนการสิ้นสุด (Terminate service) โดยทันทีเพื่อยกเลิกการติดต่อกับมิเตอร์ สำหรับรายละเอียดของตารางข้อมูลแต่ละชุดในกระบวนการอ่านและเขียนนั้นจะอยู่ในหัวข้อ 4.3

4.2 โพรโตคอลสำหรับสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกล

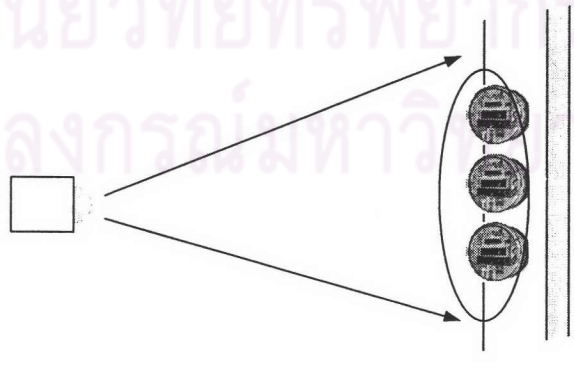
สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกลด้วยแสงอินฟราเรดมีอยู่ 2 ประการคือ

1) *ความปลอดภัยของข้อมูล*

เนื่องจากในการสื่อสารกับมิเตอร์ในแบบแรกนั้น ส่วนของหัวอ่านของตัวอุปกรณ์มือถือจะต้องถูกประกบติดกับมิเตอร์ในขณะทำการอ่านข้อมูลจากมิเตอร์อยู่แล้ว จึงไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลที่เป็นความลับอย่างเช่น รหัสผ่านที่ถูกส่งไปยังมิเตอร์ในกระบวนการความปลอดภัย (Security service) เป็นต้น แต่ในขณะที่การอ่านข้อมูลในระยะไกลนั้น มีโอกาสถูกลักลอบตรวจจับกลุ่มข้อมูลต่างๆ (Data Monitoring) ในขณะที่อุปกรณ์มือถือกำลังติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์อยู่ได้ ทำให้ผู้ลอบอ่านข้อมูลเหล่านี้สามารถรู้ข้อมูลทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆ ได้รวมทั้ง รหัสผ่านที่ใช้เข้าถึงกับตัวมิเตอร์ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มกระบวนการบางอย่างเข้าไปเพื่อใช้ในการเข้าและถอดรหัสให้กับข้อมูลที่เป็นรหัสผ่านเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับข้อมูล

2) *ผลของการกระจายของแสงจากตัวส่ง*

แสงที่เปล่งออกมาจากแอลอีดีตัวส่งย่อมมีมุมกระจายออก ดังนั้นยิ่งตัวอ่านมีระยะไกลจากมิเตอร์มากเพียงใดรัศมีการกระจายของแสงย่อมมากตามไปด้วยดังรูปที่ 4.2

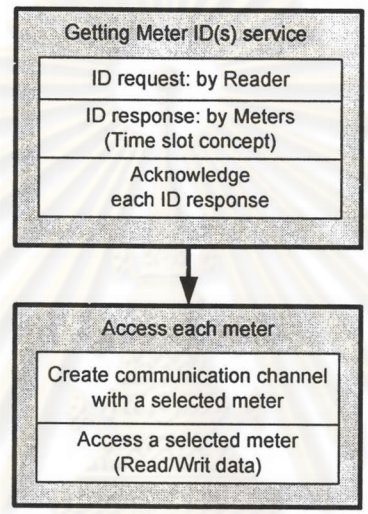


รูปที่ 4.2 ผลของการกระจายของแสงจากแอลอีดีกับการอ่านมิเตอร์ในระยะไกล

หากในตำแหน่งที่เครื่องอ่านแบบมือถือทำงานมีมิเตอร์อยู่ใกล้กันหลายตัว จึงเกิดปัญหาในการสื่อสารขึ้นได้หากยังคงใช้โพรโตคอลตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 เนื่องจากมิเตอร์จะ

ได้รับสัญญาณร้องขอของกระบวนการระบุพร้อมกัน จึงส่งข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองออกไปให้เครื่องอ่านพร้อมๆ กัน และเกิดการชนกันของข้อมูลในที่สุด

โพรโตคอลที่ใช้สำหรับสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกลนี้ถูกดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 โดยเพิ่มบางกระบวนการเข้าไปเพื่อให้เหมาะกับการใช้สื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกล อันเนื่องจากเหตุผล 2 ประการข้างต้น ส่วนรูปแบบของกลุ่มข้อมูล (Packet) นั้นยังคงเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ซึ่งได้อธิบายไปแล้วในหัวข้อ2.3.2 ขั้นตอนของโพรโตคอลถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังรูปที่ 4.3 และมีรายละเอียดดังนี้



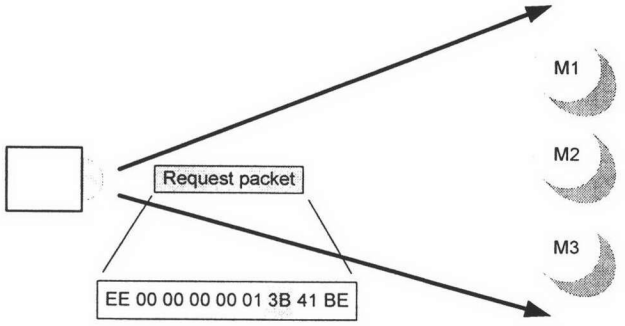
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนต่างๆ ของการติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกล

4.2.1 <u>กระบวนการร้องขอหมายเลขประจำตัวมิเตอร์</u>

เป็นขั้นตอนแรกของโพรโตคอลเพื่อใช้สำหรับร้องขอหมายเลขประจำตัวจากมิเตอร์แต่ละตัวในบริเวณที่ทำการอ่านดังตัวอย่างในรูปที่ 4.2 เพื่อให้ตัวอุปกรณ์มือถือรู้ว่าในบริเวณนั้นมีมิเตอร์อยู่กี่ตัว หลังจากที่อุปกรณ์มือถือได้รับหมายเลขประจำตัวของมิเตอร์ครบแล้วจึงค่อยเริ่มติดต่อกับมิเตอร์โดยการไล่ติดต่อไปทีละตัวซึ่งจะกล่าวถึงอีกทีในหัวข้อถัดไป กระบวนการนี้มีขั้นตอนย่อยคล้ายกับกระบวนการอื่นๆ ตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.4 แต่มีข้อแตกต่างบางประการ ขั้นตอนต่างๆ ประกอบไปด้วย

1) ขั้นตอนร้องขอหมายเลขประจำตัวจากมิเตอร์ (ID Request)

เป็นกลุ่มข้อมูลชุดแรกของกระบวนการ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณการร้องขอไปยังมิเตอร์ทุกตัวที่อยู่ภายในบริเวณ รหัสการร้องขอ (Request code) ของกระบวนการนี้มีค่าเป็น '$3B_H$' ดังรูปที่ 4.4

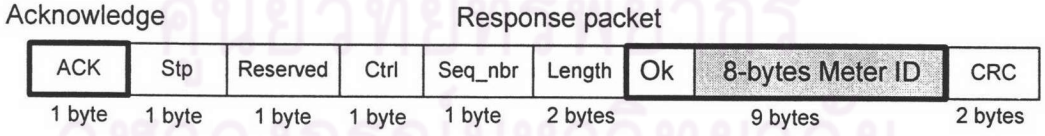


รูปที่ 4.4 ขั้นตอนส่งสัญญาณร้องขอหมายเลขประจำตัวมิเตอร์

2) ขั้นตอนตอบสนองการร้องขอหมายเลขประจำตัว (ID Response)

มิเตอร์จะตอบรับ (Acknowledge) และส่งกลุ่มข้อมูลตอบสนอง (Response packet) ที่มีหมายเลขของตัวมันกลับไปในขั้นตอนนี้ ขั้นตอนนี้ได้นำหลักการในการส่งข้อมูลแบบแบ่งตามช่องเวลามาใช้ (Time-slot concept) กล่าวคือมิเตอร์แต่ละตัวจะมีการหน่วงเวลาเป็นระยะเวลาตามค่าสุ่ม (Random number) ค่าหนึ่งก่อนเริ่มขั้นตอนตอบสนองเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันของกลุ่มข้อมูลจากมิเตอร์ตัวอื่นอันเนื่องจากการส่งข้อมูลพร้อมกัน โดยที่ระยะห่างของแต่ละช่องเวลาในการหน่วงต้องเผื่อไว้ให้มีระยะเวลายาวพอสำหรับการส่งข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองแต่ละชุด โดยระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ส่งข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองสามารถหาได้ดังนี้

- *จำนวนบิตต่อการส่งข้อมูล 1 ไบต์* เท่ากับ 10 บิต (บิตเริ่มต้น 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิต และบิตหยุด 1 บิต)
- *อัตราบอดที่ใช้* คือ 4800 บิตต่อวินาที ดังนั้น 1 ไบต์จึงใช้เวลาส่ง $\frac{10}{4800} \approx 2.083ms$
- *จำนวนข้อมูลที่จะถูกส่งในขั้นตอนตอบสนอง* มีทั้งสิ้น 18 ไบต์ดังรูปที่ 4.5

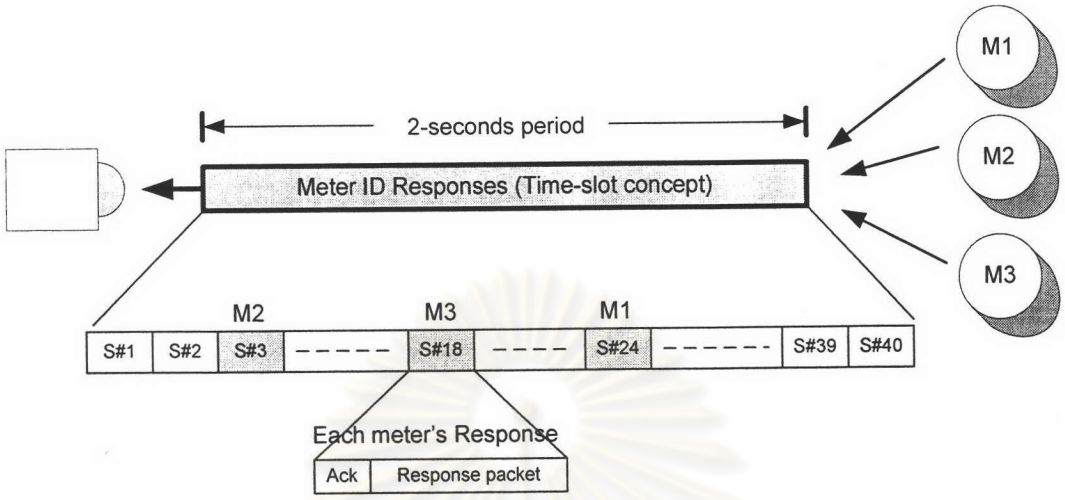


รูปที่ 4.5 รายละเอียดของกลุ่มข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองการร้องขอหมายเลขประจำตัวมิเตอร์

- *เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลทั้งหมดในขั้นตอนตอบสนอง* จึงเท่ากับ 18 * 2.083ms ≈ 37.5 ms

ดังนั้นแต่ละช่องเวลาต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 37.5 ms แต่เพื่อหลีกเลี่ยงผลอันเนื่องจากฐานเวลาของมิเตอร์แต่ละตัวไม่ตรงกันพอดี จึงควรเผื่อขนาดของแต่ละช่องเวลาเอาไว้มากๆ ในการออกแบบนี้ได้เผื่อช่องเวลาให้มีขนาดประมาณ 50 ms ดังนั้นถ้ากำหนดให้ช่วงเวลาของการรอการตอบสนองจากมิเตอร์มีค่า 2 วินาที จะสามารถมีจำนวนช่องเวลาได้ทั้งสิ้น 40 ช่อง ตัวอย่างของ

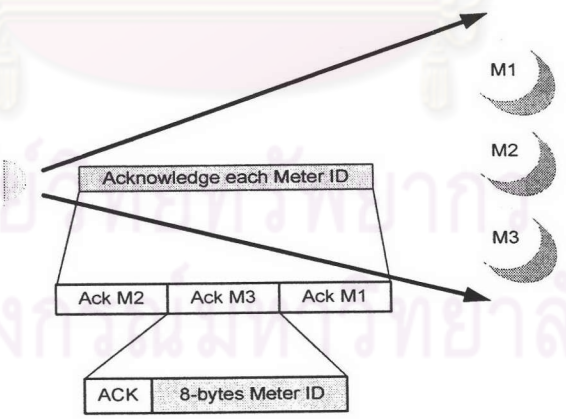
ขั้นตอนนี้สามารถแสดงได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.6 ซึ่งขั้นตอนตอบสนองของมิเตอร์ทั้ง 3 ตัวถูกส่งออกมาในช่องเวลาที่ต่างกันคือ ช่องที่ 3, 18 และ 24 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนตอบสนองการร้องขอหมายเลขมิเตอร์โดยใช้หลักการแบ่งตามช่องเวลา

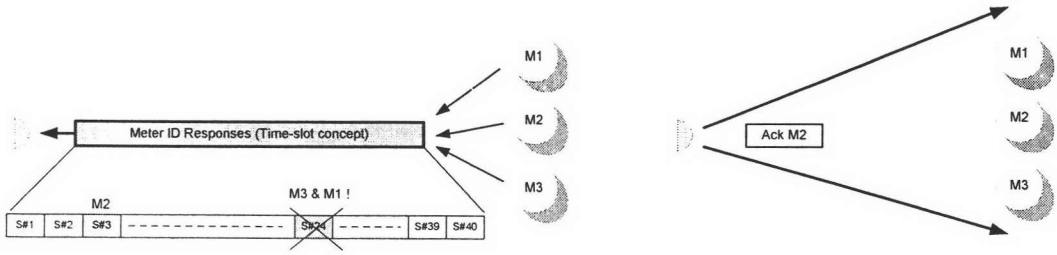
3) ขั้นตอนส่งสัญญาณตอบรับไปให้มิเตอร์ทุกตัว (Acknowledge ID Response)

เมื่ออุปกรณ์มือถือได้รับกลุ่มข้อมูลตอบสนองซึ่งมีหมายเลขประจำตัวของมิเตอร์แต่ละตัวอยู่ภายในแล้ว อุปกรณ์มือถือต้องส่งสัญญาณตอบรับ (Acknowledgement) กลับไปให้มิเตอร์เหล่านี้ทุกตัว โดยการใส่หมายเลขมิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนตอบสนองต่อท้ายไปกับสัญญาณตอบรับที่จะส่งไปให้มิเตอร์แต่ละตัวด้วย เพื่อให้มิเตอร์รู้ว่าข้อมูลที่ส่งไปถึงตัวเครื่องอ่านหรือไม่



รูปที่ 4.7 รายละเอียดของการส่งสัญญาณตอบรับไปให้มิเตอร์แต่ละตัว

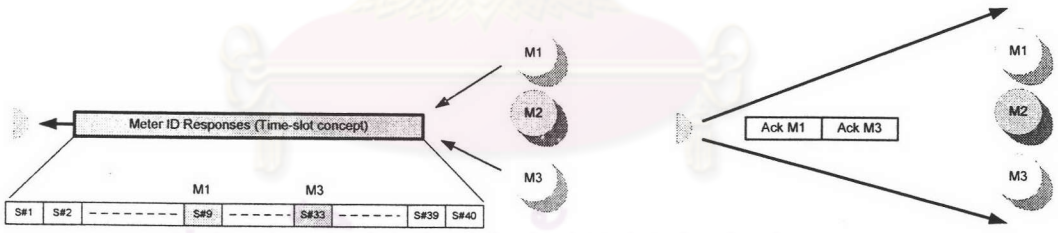
หากมีการชนกันของข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองขึ้นอันเนื่องจากมีมิเตอร์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปส่งข้อมูลตอบสนองออกมาพร้อมกันในช่องเวลาเดียวกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กรณีเกิดการชนกันของกลุ่มข้อมูลตอบสนองจากมิเตอร์ 2 ตัว

การชนกัน (Collision) ระหว่างกลุ่มข้อมูลตอบสนองของมิเตอร์ M1 กับ M3 ทำให้อุปกรณ์มือถือไม่สามารถอ่านข้อมูลในช่องเวลาที่ 24 ได้เพราะค่าซีอาร์ซีของกลุ่มข้อมูลไม่ถูกต้องกับค่าที่คำนวณได้ ทำให้ตัวอุปกรณ์มือถือรู้ได้ว่ามีการชนกันของข้อมูลเกิดขึ้น เมื่อถึงขั้นตอนตอบรับจึงมีเพียงมิเตอร์ M2 เท่านั้นที่ได้รับสัญญาณตอบรับในครั้งแรก หลังจากนั้นตัวอุปกรณ์มือถือจะเริ่มดำเนินการขั้นตอนร้องขอหมายเลขประจำตัวมิเตอร์ใหม่อีกครั้ง

เมื่อมิเตอร์ทั้ง 3 ตัวได้รับสัญญาณร้องขออีกรอบ มิเตอร์ M1 กับ M3 ซึ่งไม่ได้รับสัญญาณตอบรับจากอุปกรณ์มือถือในครั้งแรกจะส่งกลุ่มข้อมูลตอบสนองออกไปใหม่อีกครั้ง ในขณะที่มิเตอร์ M2 ไม่ต้องส่งใหม่อีกเนื่องจากได้รับสัญญาณตอบรับแล้วในครั้งแรก หากไม่เกิดการชนกันของข้อมูลขึ้นอีกอุปกรณ์มือถือจะได้รับกลุ่มข้อมูลจากมิเตอร์ M1 กับ M3 ในที่สุดดังตัวอย่างในรูปที่ 4.9 หลังจากนี้ไปโพรโตคอลจึงเข้าสู่ขั้นตอนถัดไปเพื่อทำการติดต่อกับมิเตอร์แต่ละตัว



รูปที่ 4.9 การส่งข้อมูลในขั้นตอนตอบสนองซ้ำหลังจากที่ข้อมูลมีการชนกันในครั้งแรก

4.2.2 <u>การติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์แต่ละตัว</u>

หลังจากผ่านขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการร้องขอหมายเลขประจำตัวมิเตอร์แล้ว ก็มาถึงกระบวนการที่ใช้ในการติดต่อกับมิเตอร์แต่ละตัวซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) กระบวนการสร้างช่องทางการสื่อสารกับมิเตอร์แต่ละตัว

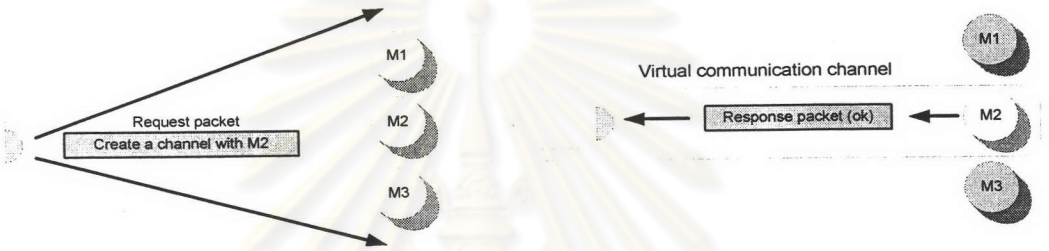
เป็นการส่งสัญญาณร้องขอเพื่อขอติดต่อกับมิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งโดยการส่งรหัสร้องขอการติดต่อซึ่งมีค่า '$3C_H$' แล้วตามด้วยหมายเลขประจำตัวของมิเตอร์ตัวนั้นออกไปดังรูปที่ 4.10

Request packet for creating a communication channel

Stp	Reserved	Ctrl	Seq_nbr	Length	$3C_H$	8-bytes Meter ID	CRC
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	2 bytes	9 bytes		2 bytes

รูปที่ 4.10 รายละเอียดของกลุ่มข้อมูลร้องขอสำหรับขอติดต่อกับมิเตอร์แต่ละตัว

มิเตอร์ที่มีหมายเลขประจำตัวตรงกับหมายเลขของกลุ่มข้อมูลร้องขอจะตอบรับโดยการส่งกลุ่มข้อมูลตอบสนองกลับไปเพื่อตอบตกลง (Ok) เช่นเดียวกันกับในมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 กระบวนการนี้เปรียบเสมือนเป็นการสร้างช่องทางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์มือถือกับมิเตอร์ตัวนั้นขึ้นมาชั่วคราวดังรูปที่ 4.11 ซึ่งแสดงการสร้างช่องทางการสื่อสารกับมิเตอร์ M2



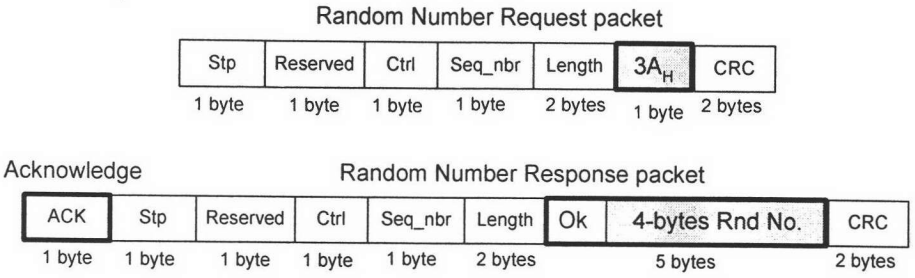
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างกระบวนการสร้างช่องการสื่อสารกับมิเตอร์แต่ละตัว

ส่วนมิเตอร์ตัวอื่นจะไม่สนใจและไม่ตอบรับสัญญาณร้องขอนี้ แต่จะรอจนกว่าจะถึงรอบของตัวมันบ้าง หลังจากผ่านกระบวนการนี้ไปแล้วก็จะถึงขั้นตอนของการติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์อย่างแท้จริงเพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไป

2) กระบวนการต่างๆ ในการเข้าถึงกับมิเตอร์ในระยะไกล

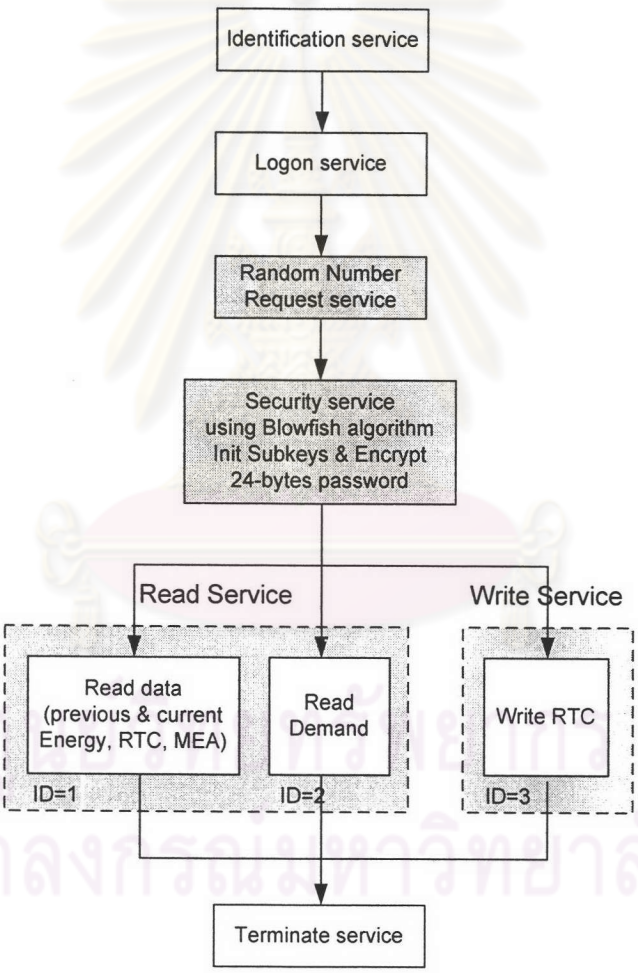
นอกเหนือจากกระบวนการต่างๆ ที่ใช้สื่อสารกับมิเตอร์ในระยะใกล้หรือแบบประกบติดตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 4.1 การสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกลจำเป็นต้องเพิ่มกระบวนการที่เกี่ยวกับความปลอดภัยเข้าไปอีกคือ กระบวนการร้องขอค่าสุ่มจากมิเตอร์ (Random Number Request service) เพื่อใช้ร้องขอเอาค่าสุ่มจากมิเตอร์มาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลให้กับรหัสผ่านที่จะถูกส่งออกไปในขั้นตอนของกระบวนการความปลอดภัยโดยใช้การเข้ารหัสแบบบล็อกด้วยขั้นตอนวิธี Blowfish ซึ่งได้กล่าวถึงรายละเอียดไปแล้วในหัวข้อ 2.4.4 และใช้โหมดการเข้ารหัสแบบบล็อกชนิด CBC ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.4.5

กระบวนการร้องขอค่าสุ่มจากมิเตอร์มีรหัสร้องขอเป็น '$3A_H$' ส่วนขั้นตอนตอบสนองของกระบวนการนั้น มิเตอร์จะส่งค่าสุ่มจำนวน 4 ไบต์กลับมาให้โดยมีรูปแบบของกลุ่มข้อมูลตรงตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 รายละเอียดของกระบวนการนี้เป็นดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 รายละเอียดของกระบวนการขอค่าสุ่มจากมิเตอร์

ลำดับขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกลประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆ ดังรายละเอียดแสดงในรูปที่ 4.13

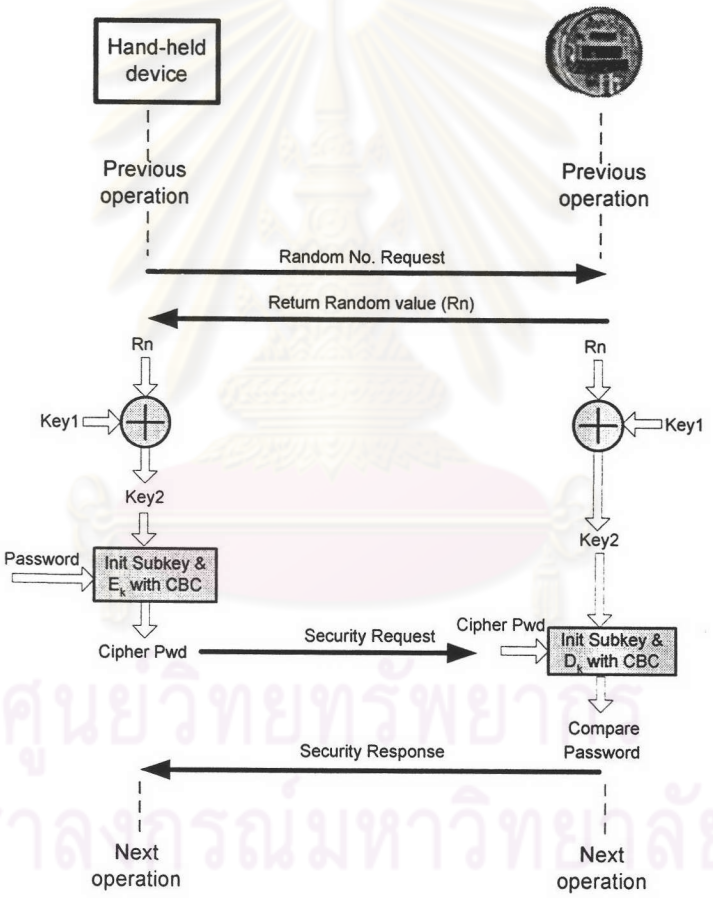


รูปที่ 4.13 กระบวนการต่างๆ ในการสื่อสารกับมิเตอร์ในระยะไกล

สำหรับรายละเอียดของตารางข้อมูลในกระบวนอ่านและเขียนนั้นจะเหมือนกันกับของการสื่อสารแบบประกบติดซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อ 4.3

ส่วนรายละเอียดของการนำเอาค่าสุ่มจำนวน 4 ไบต์ไปใช้ในกระบวนการความปลอดภัยนั้น จะเริ่มจากการนำค่าสุ่มขนาด 4 ไบต์มาเรียงต่อกันไปจนครบ 12 ชุด เพื่อนำมาทำการออร์

เฉพาะกับค่ากุญแจ (Key) ขนาด 48 ไบต์หรือ 384 บิต ที่มีค่าเหมือนกันทั้ง 2 ฝั่งและถูกเก็บไว้เป็นความลับ ผลลัพธ์จากการออร์เฉพาะจึงเปรียบเสมือนการสร้างกุญแจตัวใหม่ขึ้นมาซึ่งมีค่าเปลี่ยนไปทุกครั้งเมื่อมีการเริ่มต้นติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์อีกครั้งเนื่องจากผลของค่าสุ่ม ทางฝั่งของอุปกรณ์มือถือจะนำกุญแจใหม่ที่ได้นี้ไปสร้างกลุ่มของกุญแจย่อย (Subkeys) จากนั้นจึงนำกุญแจย่อยนี้ไปใช้เข้ารหัสให้กับรหัสผ่านขนาด 24 ไบต์ด้วยขั้นตอนวิธี Blowfish ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลมาดำเนินการเป็นบล็อกได้ 3 บล็อก (แต่ละบล็อกมีขนาด 8 ไบต์) หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแบบแยกกันทีละบล็อกมาผ่านขั้นตอนดำเนินการแบบ CBC เพื่อให้รหัสลับมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ส่วนทางฝั่งของมิเตอร์ก็จะดำเนินการกลับกันโดยการถอดรหัสข้อมูลออกมาเพื่อนำรหัสผ่านไปเปรียบเทียบว่าถูกต้องหรือไม่ รายละเอียดของขั้นตอนนี้สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 รายละเอียดของขั้นตอนการเข้าและถอดรหัสข้อมูลในกระบวนการความปลอดภัย

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการต่างๆ ในรูปที่ 4.13 สำหรับติดต่อกับมิเตอร์แต่ละตัวแล้ว อุปกรณ์มือถือจึงเริ่มกระบวนการสร้างช่องทางการสื่อสารกับมิเตอร์ตัวถัดไปเพื่อเริ่มสื่อสารกับมิเตอร์ตัวนั้นต่อไป โดยอุปกรณ์มือถือจะทำขั้นตอนเหล่านี้วนไปเรื่อยๆ จนอ่านข้อมูลจากมิเตอร์ได้ครบทุกตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 รายละเอียดของตารางข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการอ่านและเขียน

รูปแบบของกลุ่มข้อมูลยังคงเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ทั้งในส่วนของขั้นตอนร้องขอและขั้นตอนตอบสนองโดยใช้รูปแบบการเขียนหรืออ่านแบบทั้งตาราง (Full Read / Write method) รายละเอียดของหมายเลขตาราง (Table ID) และข้อมูลฟิลด์ต่างๆ ของแต่ละตารางข้อมูล (Table data) มีดังนี้

4.3.1 ตารางข้อมูลของกระบวนการอ่าน

1) ตารางข้อมูลทั่วไป

- *หมายเลขตาราง* เท่ากับ 1
- *รายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ* มีดังนี้

<Data> = <Previous RTC><Previous Energy><Current RTC><Current Energy><8-bytes Meter ID> โดยที่

<Current RTC> และ <Previous RTC> = <Year><Month><Date><Day><Hour> <Minute> <Second>

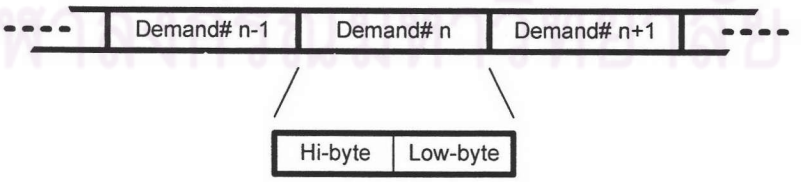
<Current Energy> และ <Previous Energy> = <On-peak Energy><Off-peak Energy>

ค่า <On-peak Energy> และ <Off-peak Energy> เป็นข้อมูลแบบเลขฐานสองขนาด 4 ไบต์ ส่วนข้อมูลที่เกี่ยวกับวันเวลามีขนาดอย่างละ 1 ไบต์ทั้งหมด

2) ตารางข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟในแต่ละเดือน (Demand data)

- *หมายเลขตาราง* เท่ากับ 2
- *รายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ* มีดังนี้

ข้อมูลชุดนี้มีขนาดใหญ่เกือบ 6 กิโลไบต์เพราะเป็นค่าพลังงานของทุกๆ 15 นาทีตลอดระยะเวลา 1 เดือน ดังนั้นจึงต้องใช้การส่งกลุ่มข้อมูลแบบหลายชุด (Multiple packet) ข้อมูลของแต่ละช่วง 15 นาทีมีขนาด 2 ไบต์ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 รายละเอียดของตารางข้อมูลแสดงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า

4.3.2 ตารางข้อมูลของกระบวนการเขียน

1) ตารางตั้งค่าฐานเวลาให้กับมิเตอร์ การตั้งค่าฐานเวลาให้กับมิเตอร์สามารถทำได้โดยกระบวนการเขียนผ่านทางตารางข้อมูลนี้

- *หมายเลขตาราง* เท่ากับ 3
- *รายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ* มีดังนี้

<Data>= <Year><Month><Date><Day><Hour><Minute><Second>

4.4 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดของโพรโตคอลที่ตัวอุปกรณ์มือถือใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับมิเตอร์โดยมีอยู่ 2 แบบคือ โพรโตคอลสำหรับการสื่อสารกับมิเตอร์แบบประกบติดซึ่งมีขั้นตอนและกระบวนการต่างๆเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C12.18-1996 ส่วนโพรโตคอลอีกแบบจะใช้สำหรับสื่อสารกับมิเตอร์ระยะไกลซึ่งเป็นโพรโตคอลที่ดัดแปลงมาจากแบบประกบติดโดยการเพิ่มขั้นตอนและกระบวนการบางอย่างเข้าไปเพื่อให้เหมาะกับการสื่อสารในระยะไกลเช่น การเข้ารหัสให้กับข้อมูลที่เป็นความลับ และกระบวนการจัดการต่างๆ เมื่อมีมิเตอร์อยู่ภายในบริเวณมากกว่า 1 ตัวขึ้นไป ส่วนสุดท้ายของบทเป็นรายละเอียดของตารางข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในตัวมิเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย