หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระบบสเกดาที่ใช้โปรโตคอล IEEE std 999-1992

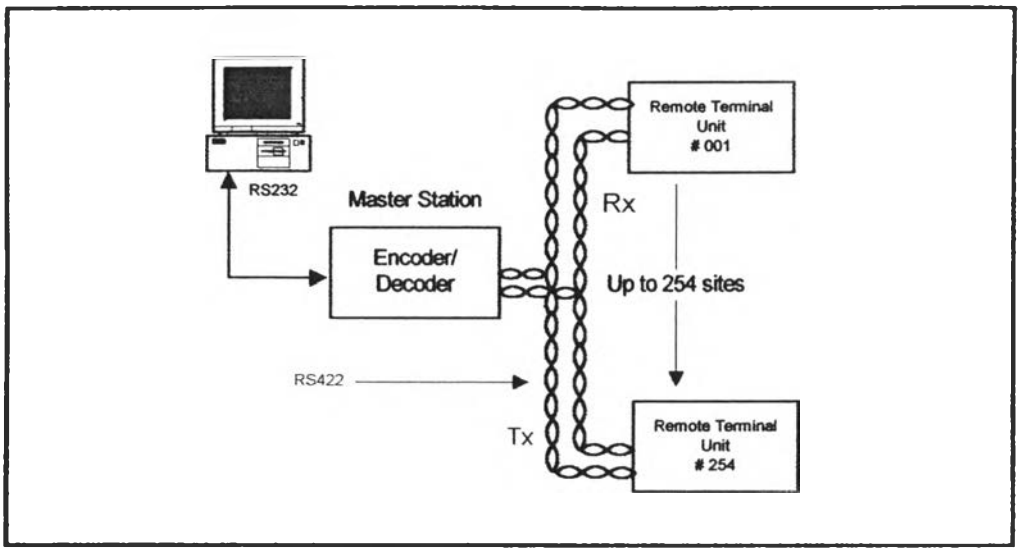
3.1 แนวคิดและการออกแบบระบบ [8][10]

จากการกำหนดขอบเขตของการวิจัย ที่ต้องการสร้างสถานีแม่ข่าย 1 ตัว โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และสถานีลูกข่ายจำนวน 2 ตัว จะต้องติดต่อกันโดยโปรโตคอลของ IEEE std 999-1992 โดยใช้ซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อของไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นซอฟต์แวร์มาตรฐานทั่วไปทำให้เราสามารถกำหนดคุณสมบัติของระบบได้ดังนี้

- สถานีแม่ข่าย ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงผล และใช้ซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก (VISUAL BASIC) เพื่อทำการแสดงผลของสถานีลูกข่ายแต่ละตัวได้โดยควบคุมผ่านทางหน้าจอแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์
- สถานีลูกข่าย จำนวน 2 ตัว ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้
  - 1 แอนะลอกเอาต์พุต
  - 8 ดิจิตอลเอาต์พุท
  - 8 แอนะลอกอินพุต
  - 8 ดิจิตอลอินพุต
- ช่องทางการสื่อสารเป็นแบบใช้สายสัญญาณเกลียวคู่ (Dual Twisted pairs) ผ่าน RS422 แบบ ฟูลดูเพลกซ์
- โปรโตคอลที่ใช้คือ IEEE std 999-1992
- การเข้าและถอดรหัสเป็นแบบที่อ้างถึงใน โปรโตคอลของ IEEE std 999-1992 คือ รหัส BCH (255,239) แบบแก้ไขบิตผิดพลาด 2 บิต

3.2 บล็อกไดอะแกรม

3.2.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบสเกดา

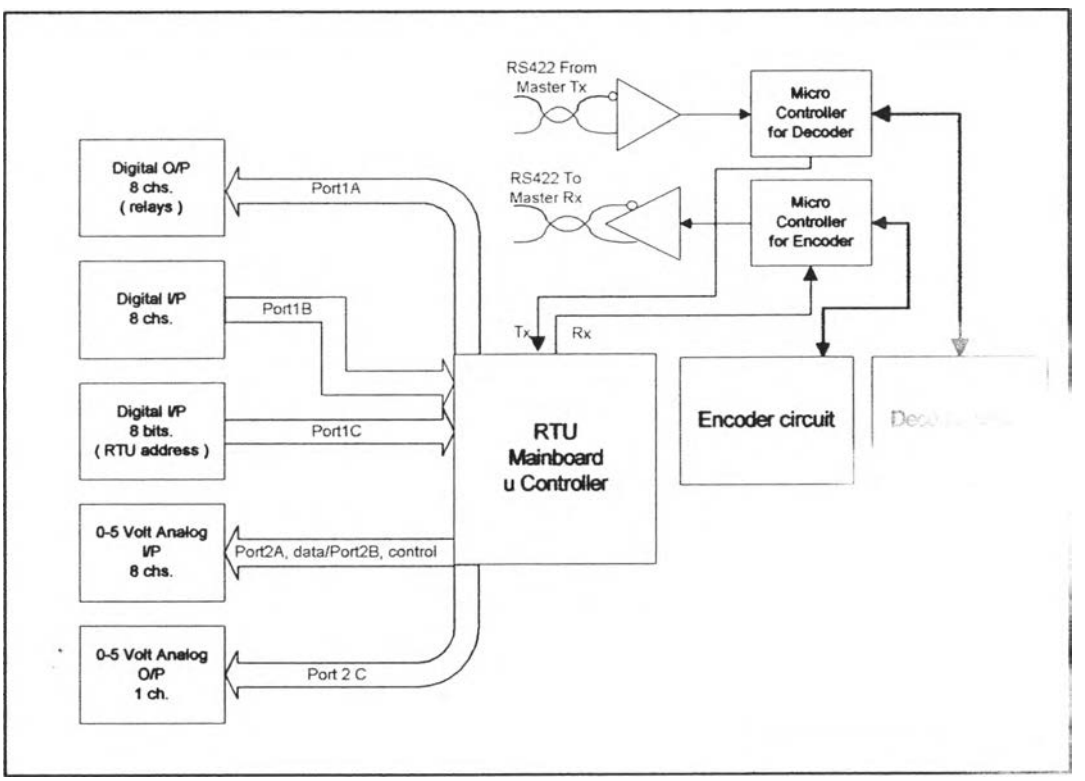
ไมโครคอมพิวเตอร์ คือ ส่วนควบคุมและแสดงผลของสถานีแม่ข่ายไปยังสถานีลูกข่าย โดยใช้โปรแกรมวิชวล เบสิก เป็นโปรแกรมในการควบคุมและแสดงผล ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณต่อไปยังอุปกรณ์เข้ารหัส และแปลงสัญญาณRS232 เป็น RS422 [3] จากนั้นก็จะส่งสัญญาณที่เข้ารหัสแล้วไปยังสถานีลูกข่าย ซึ่งสถานีลูกข่ายจะทำการแปลงสัญญาณ RS422 กลับเป็น RS232 และทำการตรวจสอบบิตผิดพลาดพร้อมทั้งแก้ไขถ้ามีบิตผิดพลาด และส่งไปยังส่วนควบคุมของสถานีลูกข่าย ในทางกลับกันเมื่อสถานีลูกข่ายต้องการที่จะส่งสัญญาณกลับมายังสถานีแม่ข่ายก็จะทำการส่งออกจากส่วนควบคุมมายัง ส่วนของการเข้ารหัสจากนั้นก็เข้าสู่ส่วนของการแปลงสัญญาณจาก RS232 เป็น RS422 และส่งกลับไปยังสถานีแม่ข่าย ที่สถานีแม่ข่ายแปลงสัญญาณ RS422 เป็น RS232 จากนั้นก็ตรวจสอบบิตผิดพลาดและทำการแก้ไข กลับมายังไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็จะทำการรับและแสดงผลของสถานีลูกข่ายผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ การติดต่อระหว่างสถานีแม่ข่ายไปยังสถานีลูกข่ายจะใช้พอร์ตสื่อสารอนุกรมอะซิงโครนัส เป็นการรับส่งข้อมูลแบบอักขระ (Character) โดยมีบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุด ซึ่งเป็นการส่งที่แตกต่างจากการส่งข้อมูลแบบบิตในการแนะนำของ IEEE ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและประหยัดสายสัญญาณเนื่องจากว่าไม่ต้องส่งสัญญาณนาฬิกาเพื่อการซิงโครไนซ์โดยเราจะทำการเก็บข้อมูลจากการส่งข้อมูลแบบอักขระในหน่วยความจำแล้วก่อนจึงทำการตรวจสอบเฟรมข้อมูลโดยตรวจสอบการเริ่มต้นของเฟรมข้อมูลจากซิงโครไนซ์ฟิลด์ดังที่กล่าวในเบื้องต้น

วงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส คือ ส่วนหนึ่งของสถานีแม่ข่ายโดยจะรับสัญญาณRS232 จากสถานีแม่ข่ายมาและจะทำการเข้ารหัส BCH จากนั้นก็จะส่งไปยังส่วนการแปลงสัญญาณ RS232 เป็น สัญญาณ RS422 ใน

วงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส คือ ส่วนหนึ่งของสถานีแม่ข่ายโดยจะรับสัญญาณRS232 จากสถานีแม่ข่าย มาและจะทำการเข้ารหัส BCH จากนั้นก็จะส่งไปยังส่วนการแปลงสัญญาณ RS232 เป็น สัญญาณ RS422 ในขณะเดียวกันก็จะเป็นตัวถอดรหัส BCH พร้อมทั้งแก้ไขบิตผิดพลาดถ้ามี ที่ส่งจากสถานีลูกข่าย และแปลงสัญญาณ RS422 กลับมาเป็น สัญญาณ RS232 และส่งกลับไปยัง ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งการส่งสัญญาณจากไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องมีความยาวของจำนวนบิต ตรงตามบล็อกที่กำหนดไว้การคุณสมบัติของ BCH (255,239)

สถานีลูกข่าย (Remote Terminal Unit) คือ เป็นส่วนในการรับสัญญาณควบคุมและส่งกลับสัญญาณข้อมูลกลับไปยังสถานีแม่ข่าย โดยรวมส่วนของการเข้าและถอดรหัสรวมทั้งส่วนของการแปลงสัญญาณ RS232 และ RS422 โดยผ่านสัญญาณแกลียวคู่ การต่อเชื่อมของสายสัญญาณอาจจะเป็นการต่อในลักษณะของแบบดาว คือสถานีลูกข่ายต่อกับ สถานีแม่ข่ายทุกตัว หรือ อาจจะต่อเป็นลักษณะของบัส คือ สถานีลูกข่ายต่อเชื่อมกับสถานีลูกข่าย โดยที่สายสัญญาณต่อจากสถานีแม่ข่ายมายังลูกข่ายเพียงเส้นเดียว

3.2.2 บล็อกไดอะแกรมของสถานีลูกข่าย (RTU)



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของสถานีลูกข่าย

จากบล็อกไดอะแกรมเราสามารถแบ่งได้เป็นสามส่วนดังนี้คือ

1. ส่วนควบคุมและสั่งงานของสถานีย่อย คือส่วน เมนบอร์ดซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท อินเทล เบอร์ 80C32 [14] โดยใช้บอร์ดสำเร็จรูปรุ่น ANT32 ของบริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด ซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ต่างๆ ของสถานีย่อยโดยผ่านพอร์ตขนานอินพุต/เอาต์พุต บนเมนบอร์ด โดยมีพอร์ตสำหรับต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอกได้ทั้งหมด 6 พอร์ต คือ

พอร์ต 1A ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณมาที่บอร์ดเอาต์พุตของรีเลย์เพื่อให้รีเลย์ทำงานตามคำสั่งจากสถานีแม่ข่ายโดยมีรีเลย์เอาต์พุตทั้งหมด 8 เอาต์พุต

พอร์ต 1B ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณจากบอร์ดอินพุตดิจิตอลซึ่งจะทำงานเมื่อมี ไฟกระแสตรง 5 โวลต์
ป้อนให้กับอินพุตแต่ละช่องซึ่งมีทั้งหมด 8 ช่องอินพุต

พอร์ต 1C ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิตอล 8 บิตจากการตั้งค่าของ DIP สวิตช์ ซึ่งเมนบอร์ดจะอ่านค่าในครั้งแรกของโปรแกรมตอนเริ่มต้น

พอร์ต 2A และ พอร์ต 2B ทั้งสองพอร์ตทำหน้าที่ควบคุมวงจรส่วนการอ่านและแปลงค่าสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยที่พอร์ต 2A ทำหน้าที่เป็นการรับข้อมูลขนาด 8 บิตจากไอซีแปลงสัญญาณ
ส่วนพอร์ต 2B จะเป็นเอาต์พุตพอร์ต โดยทำการควบคุมการทำงานของไอซีแปลงสัญญาณซึ่งมีทั้งหมด 8 อินพุตโดยจะทำหน้าที่อ้างตำแหน่งของแต่ละอินพุต หรือ มัลติเพลกซ์นั่นเอง

พอร์ต 2C เป็นพอร์ตเอาต์พุตสำหรับป้อนสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิตส่งให้กับวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอล เป็นสัญญาณแอนะลอก ขนาด 1 ช่องสัญญาณโดยที่มีไอซีเอาต์พุตบัฟเฟอร์เป็นวงจรขับกระแส

2. ส่วนอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งหมายถึงส่วนของวงจรประกอบต่างๆ ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรดังนี้คือ

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก

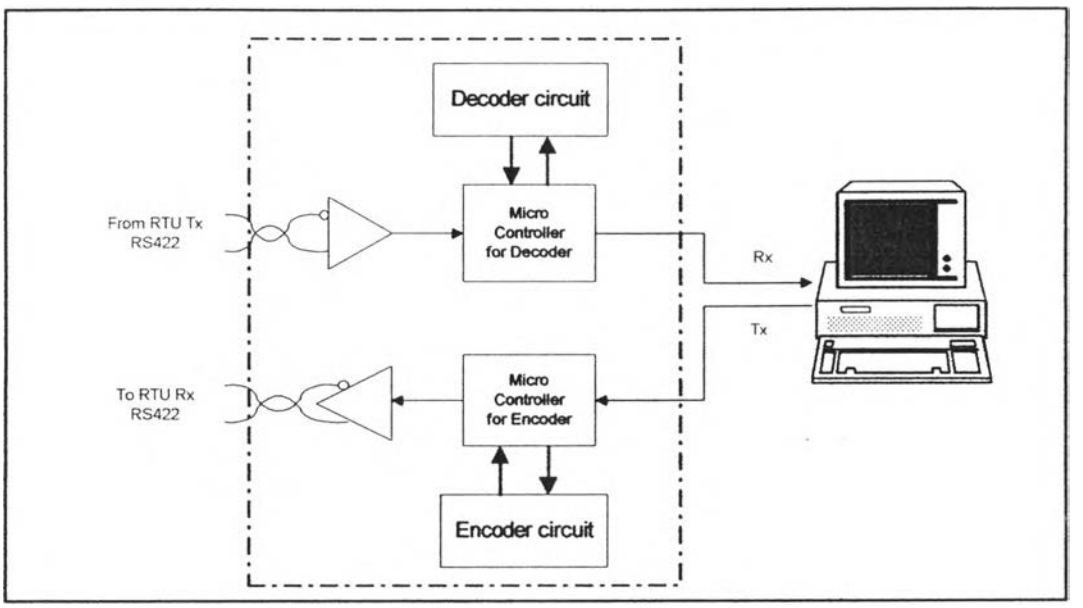
วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

วงจรขับรีเลย์ขนาด 8 ช่องสัญญาณ

วงจรรับอินพุตขนาด 8 ช่องสัญญาณ

3. ส่วนรับและส่งสัญญาณข้อมูลพร้อมกับการแปลงสัญญาณระหว่าง RS422 กับ RS232 ส่วนการรับและส่งข้อมูลนี้จะประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับส่งข้อมูล และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์สำหรับรับข้อมูล พร้อมวงจร ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป และส่วนของการแปลงสัญญาณระหว่าง RS422 กับ RS232 โดยการใช้ไอซีไดรฟเวอร์เป็นตัวแปลงสัญญาณ

3.2.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของการเข้ารหัสและถอดรหัส

จากบล็อกไดอะแกรมของส่วนวงจรเข้ารหัส และ วงจรถอดรหัส จะเป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณระหว่าง RS422 กับ RS232 และเป็นการ Encode สัญญาณจากไมโครคอมพิวเตอร์ในกรณีที่ส่งจากสถานีแม่ข่ายไปยังสถานีลูกข่าย ซึ่งถ้าเป็นวงจรในส่วนของสถานีลูกข่ายก็จะเป็นส่วนของการเข้ารหัสสัญญาณจากสถานีลูกข่ายกลับมายังสถานีแม่ข่าย ส่วนของการถอดรหัส ก็จะเป็นการตรวจสอบบิตที่เกิดการผิดพลาดจากการส่งสัญญาณระหว่างสถานีแม่ข่ายและสถานีลูกข่ายที่ถูก Encode แล้ว ถ้าเกิดมีบิตผิดพลาดเกิดขึ้น วงจรส่วนของการ Decode ก็จะทำการแก้ไขและส่งสัญญาณที่ถูกแก้ไขแล้วไปยังสถานี[illegible] สิ่งจะเห็นจาก

บล็อกไดอะแกรม ว่าการทำงานของส่วนเข้ารหัส และ ส่วนถอดรหัส เป็นการทำงานโดยอิสระต่อกันโดยมีไมโครคอนโทรเลอร์อินเทลเบอร์ 80C32 [14]ของตัวเองทำงานในหน้าที่เฉพาะของตัวเอง ทำให้ในส่วนของวงจรเข้ารหัส และวงจรถอดรหัส เป็นส่วนที่สามารถใช้ได้กับการส่งข้อมูลสำหรับ การทำงานของ BCH (255,239) ได้อย่างสมบูรณ์แบบ โดยการส่งข้อมูลจะต้องส่งข้อมูลเป็นข้อมูลอนุกรมขนาด 8 บิต,ไม่มีพาริตีบิต, 1 สต็อปบิต ได้ที่ความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 9600 บิตต่อวินาที

ในส่วนของวงจรเข้าและถอดรหัสจะเป็นวงจรของชิฟต์รีจิสเตอร์ (Shift register) หลายหน่วยมาประกอบกันซึ่งช่วยลดเวลาการทำงานของโปรแกรมเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมในส่วนการทำงานของการเข้ารหัสและการถอดรหัสจากการใช้การเลื่อนข้อมูล

การทำงานส่วนของวงจรเข้ารหัส และ วงจรถอดรหัส [6]

BCH(255,239)

กำหนด n = 255, k = 239, m = 8

$$\phi_1(X) = 1+X^2 + X^3 + X^4 + X^8$$

$$\phi_3(X) = 1+X + X^2 + X^4 + X^5 + X^6 + X^8$$

$$g(x) = \phi_1(X).\ \phi_3(X)$$

$$g(x) = 1+X + X^5 + X^6 + X^8 + X^9 + X^{10} + X^{11} + X^{13} + X^{14} + X^{16}$$

$$v(x) = g(x).u(x)$$

g(x) = generator polynomial

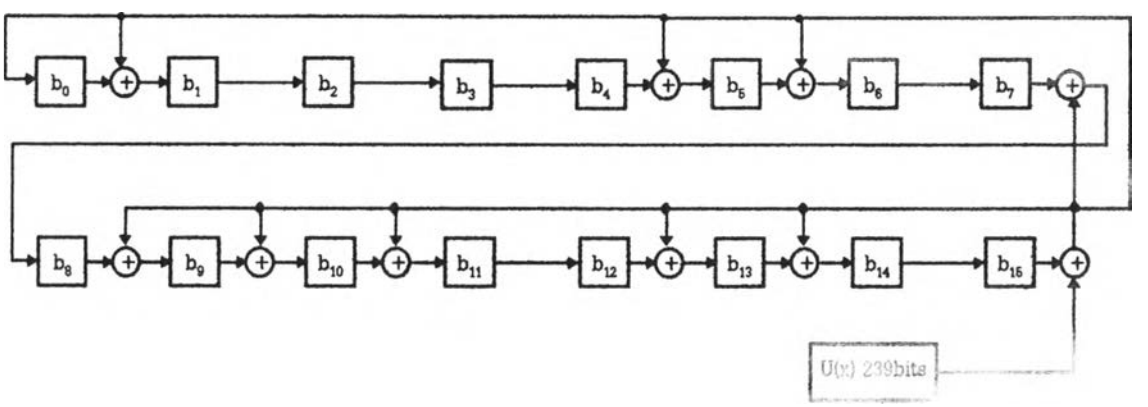
$\phi_1(X)$, $\phi_3(X)$ = minimal polynomial

u(x) = information polynomial

v(x) = code polynomial

r(x) = receive polynomial

การเข้ารหัสของ BCH(255,239) เราจะได้วงจรของการเข้ารหัสโดยผ่าน Shift register ดังรูป



รูปที่ 3.4 แสดงการเข้ารหัสของ BCH(255,239)

จากรูปค่าที่ได้จากการส่งผ่าน u(x) เข้าในวงจรจะทำให้ได้ค่าของข้อมูลขนาด 16 บิต ซึ่งก็คือรหัสรักษาความปลอดภัยนั่นเองดังนั้นเมื่อเราส่งค่า u(x)และตามด้วยค่าของรหัสรักษาความปลอดภัย (b0 - b15) ก็คือการส่งของ v(x) นั่นเอง

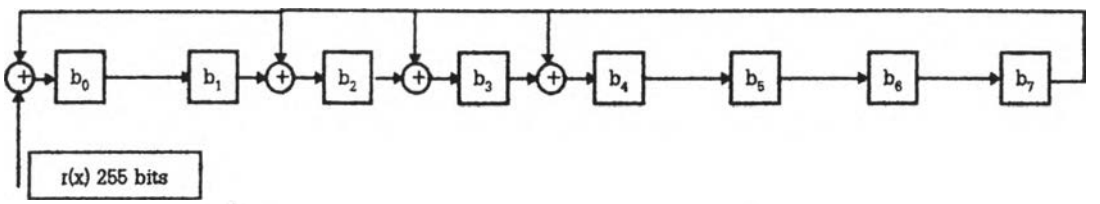
การถอดรหัสของ BCH(255,239)

r(x) = v(x) + e(x)

e(x) = error pattern

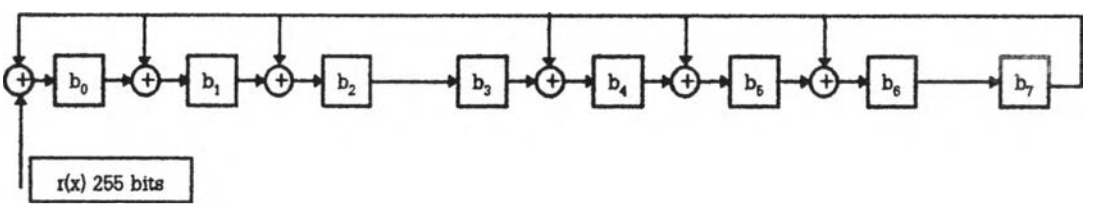
การรับข้อมูลที่ส่วนภาคถอดรหัสจะเป็นการรับ r(x) ซึ่งเป็นการรวมของ v(x) พร้อมกับการผิดพลาดจากการส่งข้อมูลนั่นคือ e(x) ในกรณีที่ไม่เกิดการผิดพลาดจากการส่งข้อมูลเลยจะทำให้ r(x) = v(x)

จากค่าของ Minimal polynomial $\phi_1(X)$, $\phi_3(X)$ จะทำให้เราสามารถหาค่าของ Syndrome ได้โดยการหาร r(x) ด้วย minimal polynomial $\phi_1(X)$, $\phi_3(X)$ การหารด้วย polynomial ทั้งสองเราจะแสดงเป็นวงจรของชิฟต์รีจิสเตอร์ (Shift register) ได้ดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดงการหาร r(x) ด้วย minimal polynomial $\phi_1(X)$

เมื่อเราผ่านข้อมูลของ r(x) 255 บิตเข้าไปใน วงจรShift register ของ$\phi_1(X)$ แล้วจะทำให้เราสามารถหา Syndrome S1ซึ่งจะนำไปคำนวณหาบิตผิดพลาด



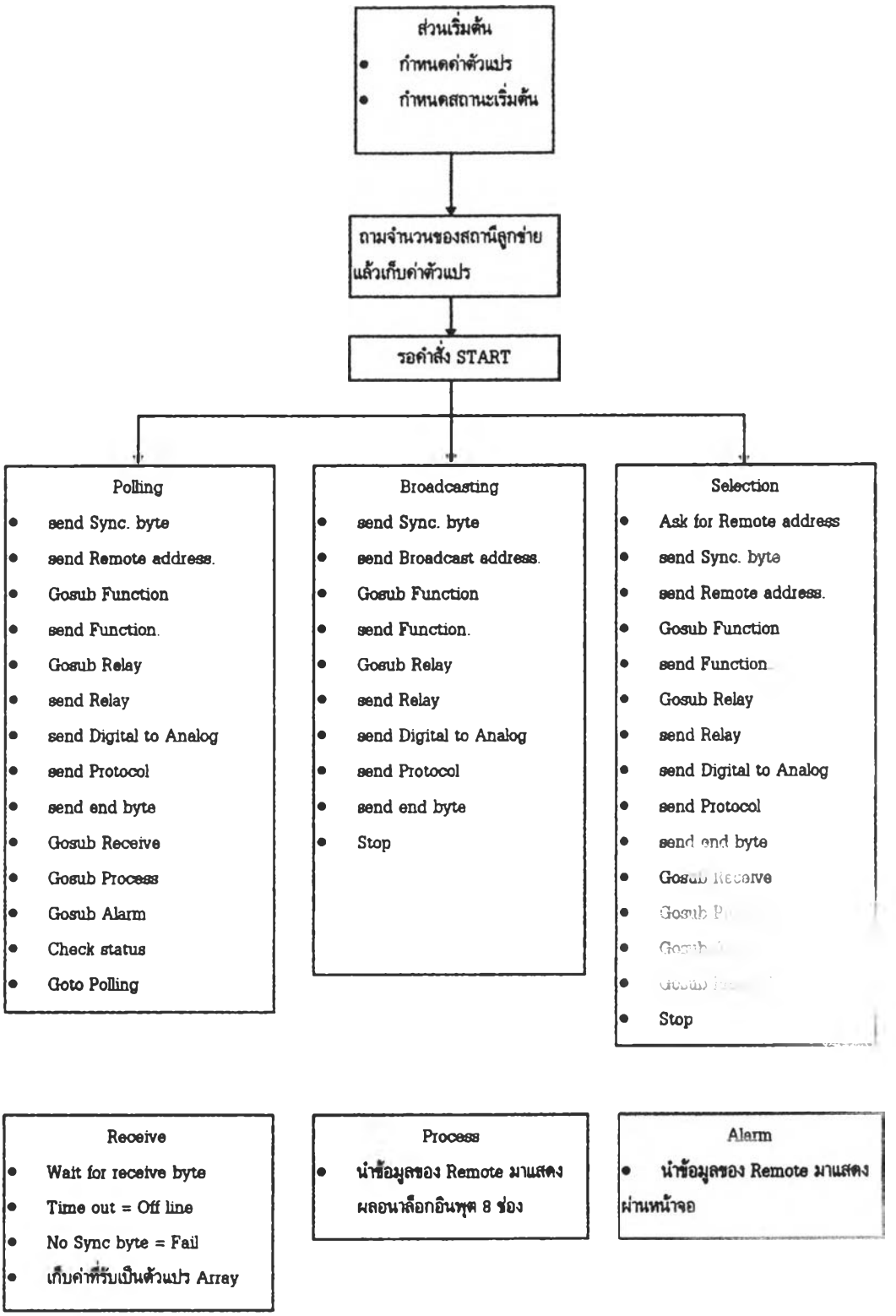
รูปที่ 3.6 แสดงการหาร r(x) ด้วย minimal polynomial $\phi_3(X)$

เมื่อเราผ่านข้อมูลของ r(x) 255 บิตเข้าไปใน วงจรShift register ของ$\phi_3(X)$ แล้วจะทำให้เราสามารถหา Syndrome S3 ได้จากการนำค่าของ (b0-b7) มาแทนในสมการ ซึ่งจะทำให้เราได้ค่าของ S3 จากนั้นก็จะมาคำนวณตำแหน่งที่ผิดพลาด

$$S3 = b_0 + b_1\alpha^3 + b_2\alpha^6 + b_3\alpha^9 + b_4\alpha^{12} + b_5\alpha^{15} + b_6\alpha^{18} + b_7\alpha^{21}$$

3.3 ซอฟต์แวร์โมดูลไดอะแกรม

3.3.1 ซอฟต์แวร์โมดูลของสถานีแม่ข่าย



รูปที่ 3.7 โมดูลไดอะแกรมของสถานีแม่ข่าย

โมดูลการวนรอบสำหรับสถานีลูกข่าย (Polling Module)

เป็นโมดูลสำหรับการส่งข้อมูลในลักษณะวนเรียงลำดับเลขที่ของสถานลูกข่ายโดยที่จะเป็นการส่งข้อมูลไปยังสถานีลูกข่าย เพื่อควบคุมและรอสัญญาณตอบกลับจากลูกข่ายแต่ละตัวเป็นการตรวจสอบสถานะการทำงานของลูกข่ายทั่วไปว่าสถานีลูกข่ายนั้นๆ ยังทำงานปกติดีหรือไม่ ในขณะเดียวกันก็จะรับข้อมูลด้วย

โมดูลการเลือกเฉพาะสถานีลูกข่าย (Selection Module)

เป็นโมดูลสำหรับการส่งข้อมูลและคำสั่งเฉพาะอย่างไปยังสถานีลูกข่ายเฉพาะที่ผู้ใช้งานเลือกเช่นคำสั่ง รีเซ็ต เป็นต้น ในขณะเดียวกันก็จะรอรับสัญญาณตอบกลับจากสถานีลูกข่าย รวมทั้งตรวจสอบบิตบางบิตในโปรโตคอลอ็อคเตค เพื่อรับทราบสถานะของสถานีลูกข่ายอย่างละเอียด

โมดูลการเลือกทุกสถานีลูกข่าย (Broadcasting Module)

เป็นโมดูลสำหรับการส่งฟังก์ชั่นการทำงานเพียงอย่างเดียวโดยไม่ต้องการการตอบกลับของสถานีลูกข่าย ใช้เมื่อต้องการความรวดเร็วในการควบคุมฟังก์ชั่นต่างๆ ของสถานีลูกข่ายพร้อมกันทั้งหมด

โมดูลการรับข้อมูลจากสถานีลูกข่าย (Receive Module)

จะมีการหน่วงเวลาการรับในกรณีที่รอการตอบกลับจากสถานีลูกข่าย ถ้าเลยเวลาที่กำหนดจะมีอักษร " OFFLINE " ขึ้นแสดงว่าสถานีลูกข่ายไม่มีการส่งข้อมูลใดกลับมาเลย แต่ถ้ามีการส่งข้อมูลกลับมาแต่ไม่สมบูรณ์คือ ตรวจสอบไม่มีซิงค์โครไนเซชั่นไบต์จากสถานีลูกข่าย จะมีอักษร " FAIL " ซึ่งแสดงว่าเกิดการผิดพลาดจากการส่งของสถานีลูกข่าย ในส่วนของการรับข้อมูลในส่วนของ โมดูลการเลือกเฉพาะสถานีลูกข่าย จะมีการตรวจสอบบิตการผิดพลาดของการส่งข้อมูลและบิตรีเซ็ตที่ส่งจากสถานีลูกข่าย

โมดูลรีเลย์ (Relay Module)

เป็นโมดูลสำหรับการส่งคำสั่งให้มีการเปิดหรือปิดของรีเลย์ที่สถานีลูกข่าย โดยโมดูลจะตรวจสอบจากปุ่มที่หน้าจอมอนิเตอร์ว่ามีสถานะเปิดหรือปิด ทั้ง 8 ปุ่มจากนั้นก็จะแปลงสถานะทั้ง 8 ปุ่มเป็นสัญญาณคาเรคเตอร์ไบต์เพื่อส่งสัญญาณออกไป

โมดูลเตือนภัย (Alarm Module)

เป็นโมดูลสำหรับการรับข้อมูลจากสถานีลูกข่ายเพื่อตรวจสอบคาเรคเตอร์ไบต์ของดิจิตอลอินพุตของสถานีลูกข่ายว่ามีการสัญญาณอินพุต 5 โวลต์เข้าที่อินพุตของสถานีลูกข่ายหรือไม่ โดยโมดูลจะทำการแปลงสัญญาณคาเรคเตอร์ไบต์เพื่อไปแสดงที่หน้าจอมอนิเตอร์ของแต่ละอินพุตทั้ง 8 อินพุต

โมดูลโปรเซส (Process Module)

เป็นโมดูลโปรเซสข้อมูลที่ถูกส่งมาจากสถานีลูกข่ายโดยจะทำการตรวจสอบไบต์ของข้อมูลแอนะลอกอินพุตทั้ง 8 อินพุต ของสถานีลูกข่ายและแสดงผลตามช่องสัญญาณแสดงผลของสถานีแม่ข่ายทั้ง 8 ช่องสัญญาณ

โมดูลฟังก์ชัน (Function Module)

เป็นโมดูลที่ตรวจสอบปุ่มคำสั่งทั้ง 3 ปุ่มคือ รีเซ็ต, ฟรีซ, คอมแพร์ ว่ามีการเลือกการทำงานหรือไม่จากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณคาเรคเตอร์ไบต์เพื่อส่งออกไปยังสถานีลูกข่าย

3.3.2 ซอฟต์แวร์โมดูลของสถานีลูกข่าย

รูปที่ 3.8 โมดูลไดอะแกรมของสถานีลูกข่าย

โมดูลเริ่มต้น (Initialize Module)

เป็นโมดูลที่ทำการเซ็ตแฟลกต่างๆ รวมทั้งกำหนดค่าคงที่ของตัวแปรและ รีเซ็ตค่าในรีจิสเตอร์ต่างๆ รวมทั้งเซ็ตค่ารีจิสเตอร์สำหรับพอร์ตสื่อสารอนุกรม รวมทั้งอ่านค่าแอดเดรสจาก DIP สวิตช์มาเก็บไว้ในตัวแปร

โมดูลอินเทอร์รัปต์พอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial port interrupt Module)

เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลโดยการอินเตอร์รัปป์ของพอร์ตสื่อสาร

โมดูลรับและเก็บข้อมูลในบัฟเฟอร์ (Receive and Store data Module)

เป็นโมดูลสำหรับการรับข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรมจากสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้ามาเก็บในหน่วยความจำสำหรับส่วนรับข้อมูล

โมดูลส่งข้อมูล (Transmit data Module)

เป็นโมดูลสำหรับส่งข้อมูลต่างๆ สำหรับการส่งข้อมูลออกไปยังสถานีแม่ข่าย

โมดูลตรวจสอบแอดเดรส (Address checking Module)

เป็นโมดูลสำหรับตรวจสอบข้อมูลที่ส่งมาจากสถานีแม่ข่ายในส่วนของแอดเดรสไบต์ว่าเป็นแอดเดรสของตัวเองหรือไม่ก่อนทำกระบวนการอื่นๆ ต่อไป

โมดูลโปรเซส (Processing Module)

เป็นโมดูลสำหรับนำคำสั่งและค่าต่างๆ ในข้อมูลที่ส่งมาจากสถานีแม่ข่ายนำมาปฏิบัติเช่น คำสั่งคอมแพร์, คำสั่งพรีช, และคำสั่งรีเซ็ต เป็นการตรวจสอบคำสั่งต่างๆ และเซ็ตแฟลก คำสั่งนั้นๆ

โมดูลคอมแพร์ (Compare Analog Input channel 1 and Analog output)

เป็นโมดูลสำหรับเปรียบเทียบค่าของสัญญาณแอนะลอกอินพุตช่อง 1 กับสัญญาณแอนะลอกเอาต์พุต ถ้าอินพุตมีค่ามากกว่าค่าเอาต์พุตก็จะทำการเซ็ตบิต

โมดูลโปรโตคอล (Protocol Module)

เป็นโมดูลสำหรับตรวจสอบแฟลกบิตต่างๆ เช่น รีเซ็ตแฟลกบิต, ส่งแบบแพร่กระจายแฟลกบิต และการส่งข้อมูลผิดพลาดแฟลกบิต และหลังจากตรวจสอบก็จะทำการเซ็ตบิตต่างๆ ในโปรโตคอลออกเทต ถ้าไม่มีการเซ็ตก็จะทำการรีเซ็ตบิตในโปรโตคอลออกเทต

โมดูลดิจิตอลอินพุต 8 ช่อง (Alarm checking)

เป็นโมดูลอ่านค่าจากดิจิตอลอินพุต 8 ช่องสัญญาณและเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำ

โมดูลแอนะลอกอินพุต 8 ช่องสัญญาณ (Analog to Digital 8 channels)

เป็นโมดูลอ่านค่าจากวงจรแอนะลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 8 บิต โดยมีสัญญาณควบคุมมัลติเพลกซ์สัญญาณอินพุตและนำไปเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำตัวแปร

โมดูลหน่วงเวลา (Delay 128 มิลลิวินาที, 1 มิลลิวินาที, 100 ไมโครวินาที)

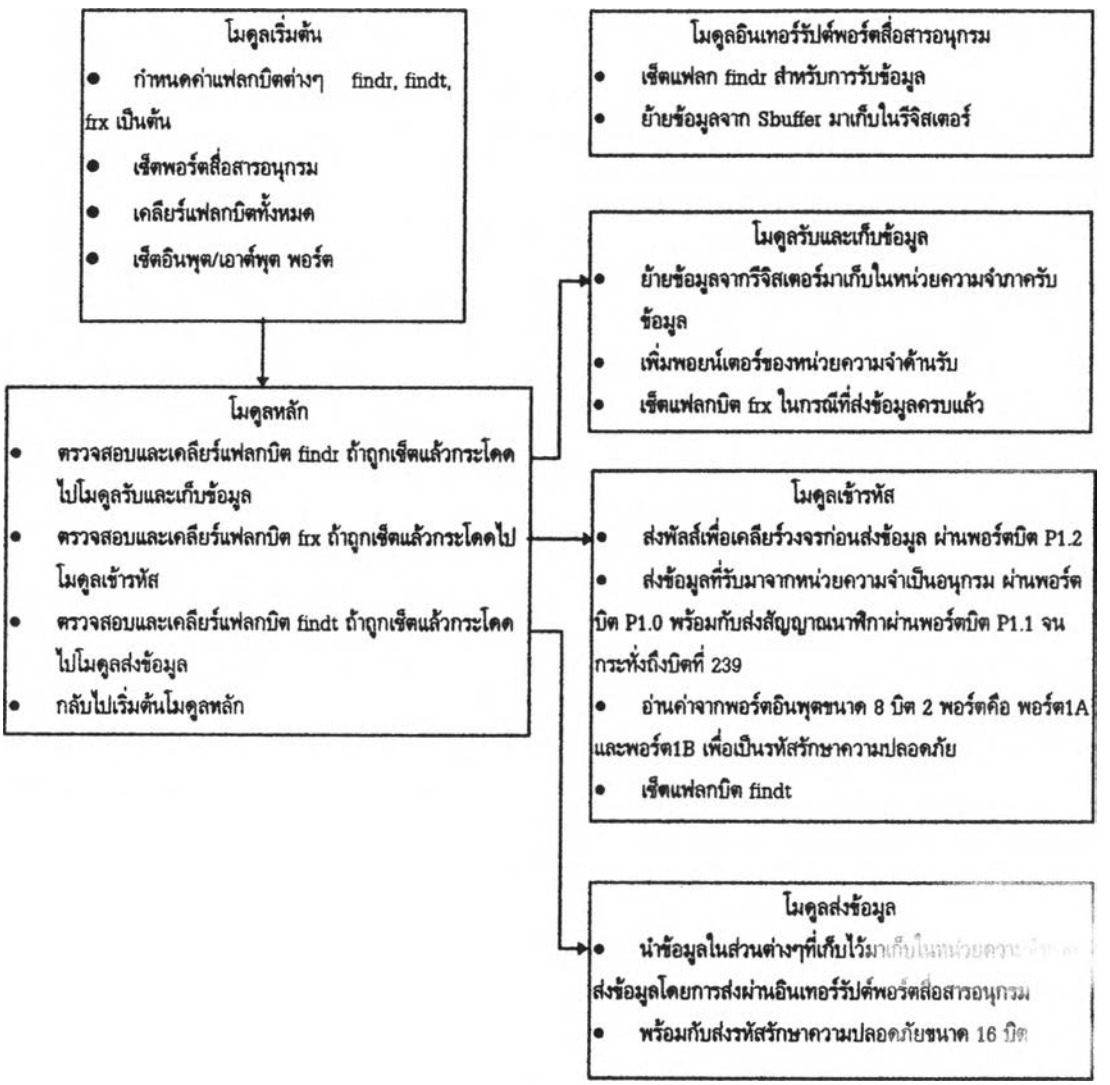
เป็นโมดูลสำหรับหน่วงเวลา โดยมี 3 ช่วงเวลาคือ 128 มิลลิวินาที, 1 มิลลิวินาที, 100 ไมโครวินาที เพื่อให้เลือกใช้ในส่วนต่างๆ ของโปรแกรม เช่นในโมดูลเริ่มต้น จะใช้หน่วงเวลาเป็น 128 มิลลิวินาที, โมดูลแอนะลอกอินพุต 8 ช่องสัญญาณ จะใช้หน่วงเวลาในส่วนสัญญาณควบคุมจะใช้หน่วงเวลาเป็น 100 ไมโครวินาที เป็นต้น

โมดูลหลัก (Main Program Module)

เป็นโมดูลสำหรับตรวจสอบแฟลกบิตต่างๆ เพื่อกระโดดไปทำงานยังโมดูลต่างๆ ที่กล่าวในเบื้องต้น

3.3.3 ซอฟต์แวร์โมดูลของวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส

3.3.3.1 ซอฟต์แวร์โมดูลของวงจรเข้ารหัส



รูปที่ 3.9 โมดูลไดอะแกรมของวงจรเข้ารหัส

โมดูลเริ่มต้น (Initialize Module)

เป็นโมดูลกำหนดค่าแฟลกต่างๆ และตัวแปร รวมทั้งเซ็ตค่าในรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ตสื่อสารอนุกรม

โมดูลพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial interrupt Module)

เป็นโมดูลในการรับส่งข้อมูลผ่านรีจิสเตอร์พอร์ตสื่อสารอนุกรม

โมดูลรับและเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ (Receive and Store data Module)

เป็นโมดูลสำหรับเก็บข้อมูลที่รับจากโมดูลพอร์ตสื่อสารอนุกรมลงหน่วยความจำ

โมดูลส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (Transmit data Module)

เป็นโมดูลสำหรับส่งข้อมูลจากหน่วยความจำออกไปพร้อมกับ รหัสรักษาความปลอดภัยสำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลขนาด 2 ไบต์

โมดูลเข้ารหัส (Encode Module)

เป็นโมดูลในการส่งข้อมูลที่ได้รับมาและเก็บในหน่วยความจำเข้าวงจรเข้ารหัส เพื่อหารหัสรักษาความปลอดภัย (Security code)ขนาด 2 ไบต์

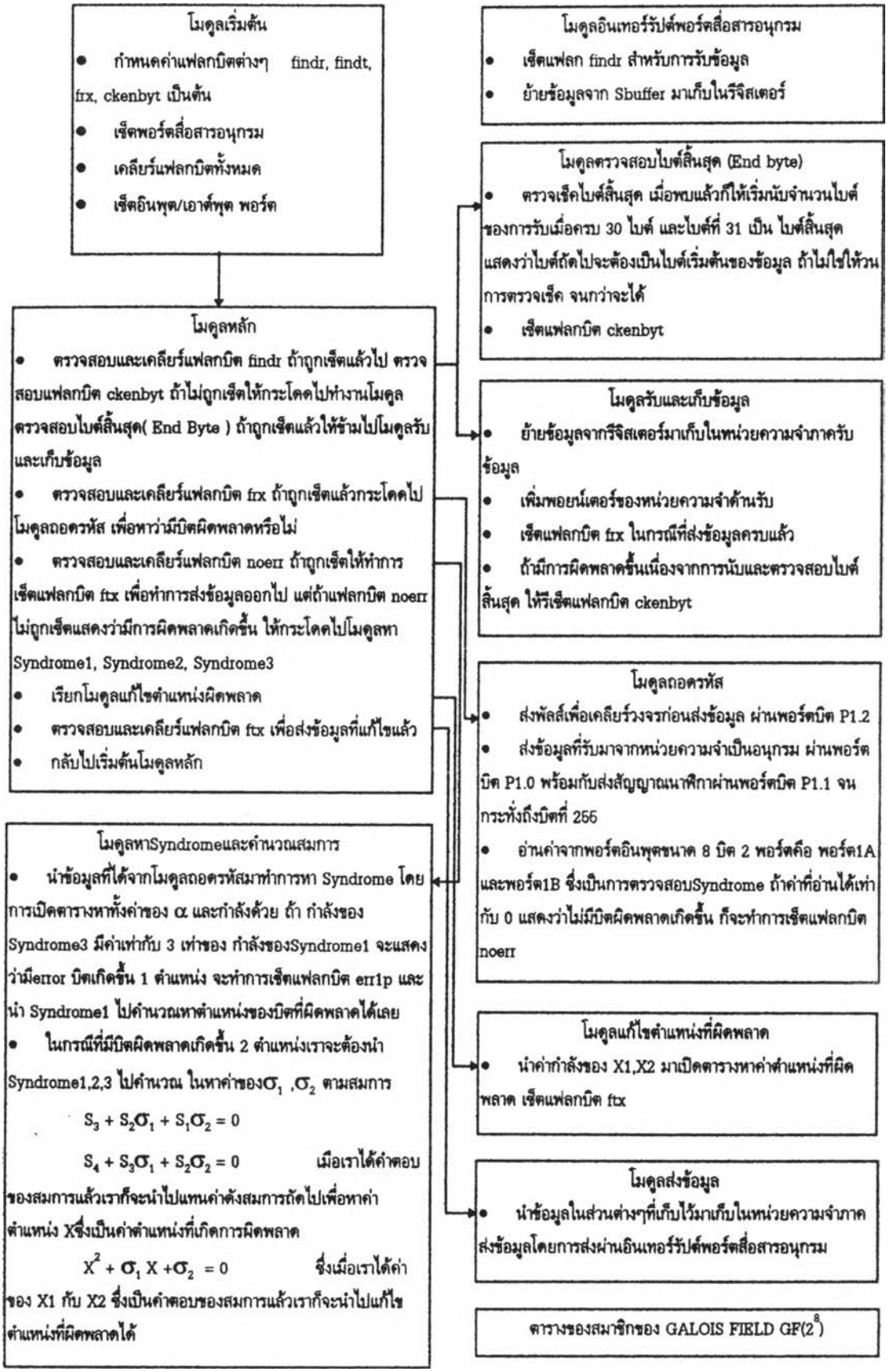
โมดูลหน่วงเวลา (Delay 128 มิลลิวินาที, 1 มิลลิวินาที, 100 ไมโครวินาที)

ใช้ในการหน่วงเวลาของการส่งสัญญาณนาฬิกาสำหรับวงจร เข้ารหัส ผ่านพอร์ตขนาน ขนาด 1 บิต

โมดูลหลัก

เป็นส่วนสำหรับตรวจสอบแฟลกบิตต่างๆ แล้วใช้ Call routine ในการเรียกใช้โมดูลย่อย

3.3.3.2 ซอฟต์แวร์โมดูลของวงจรถอดรหัส



รูปที่ 3.10 โมดูลไดอะแกรมของวงจรถอดรหัส

โมดูลเริ่มต้น (Initialize Module)

เป็นโมดูลกำหนดค่าแฟลกต่างๆ และตัวแปร รวมทั้งเซ็ตค่าในรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ตสื่อสารอนุกรม

โมดูลพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial interrupt Module)

เป็นโมดูลในการรับส่งข้อมูลผ่านรีจิสเตอร์พอร์ตสื่อสารอนุกรม

โมดูลรับและเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ (Receive and Store data Module)

เป็นโมดูลสำหรับเก็บข้อมูลที่รับจากโมดูลพอร์ตสื่อสารอนุกรมลงหน่วยความจำ

โมดูลตรวจสอบไบต์หยุด (Check end byte Module)

เนื่องจากการใช้ BCH (255,239) เป็นการตรวจสอบรหัสแบบบล็อก ดังนั้นเราจะต้องสามารถเก็บบล็อกข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ส่งที่ถูกต้อง และครบทั้งบล็อกข้อมูลเราจึงจะสามารถตรวจสอบบิตผิดพลาดที่เกิดจากการส่งได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเราจะต้องมีโมดูลนี้ทำหน้าที่ในการซิงโครไนซ์ บล็อกของการส่งข้อมูล ในกรณีที่ถ้ามีการผิดพลาดในการส่งบล็อกของข้อมูล หรือในตอนเริ่มเปิดเครื่อง โมดูลจะทำการหาไบต์หยุด และ นับจำนวนไบต์ของข้อมูล ซึ่งจะทำให้โปรแกรมสามารถซิงโครไนซ์ในบล็อกต่อไปได้

โมดูลส่งข้อมูลจากหน่วยความจำ (Transmit data Module)

เป็นโมดูลสำหรับส่งข้อมูลจากหน่วยความจำออกไปโดยข้อมูลที่ส่งออกไปเป็นข้อมูลที่ตรวจสอบและแก้ไขบิตผิดพลาดแล้ว

I18943494