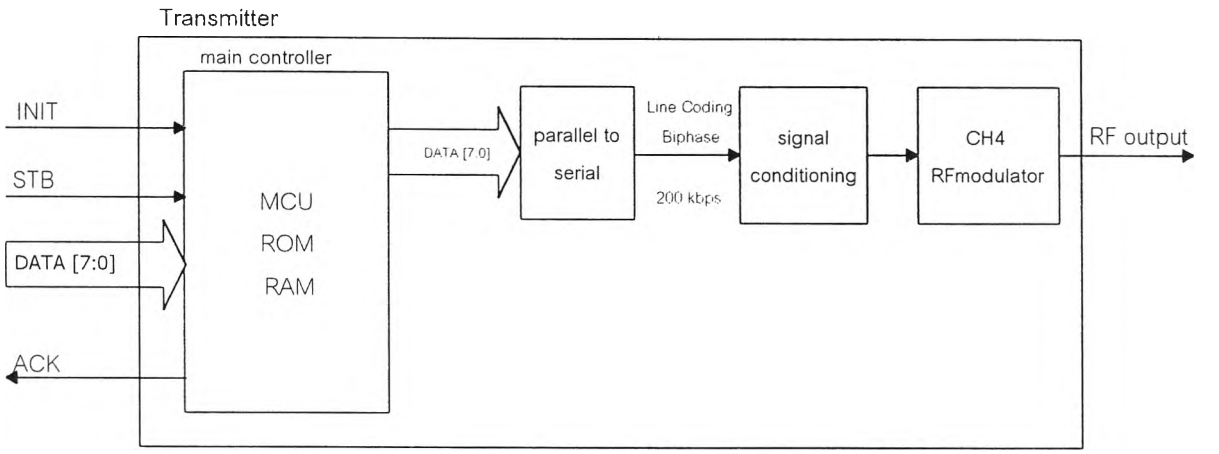
บทที่ 4
เครื่องส่ง

4.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์



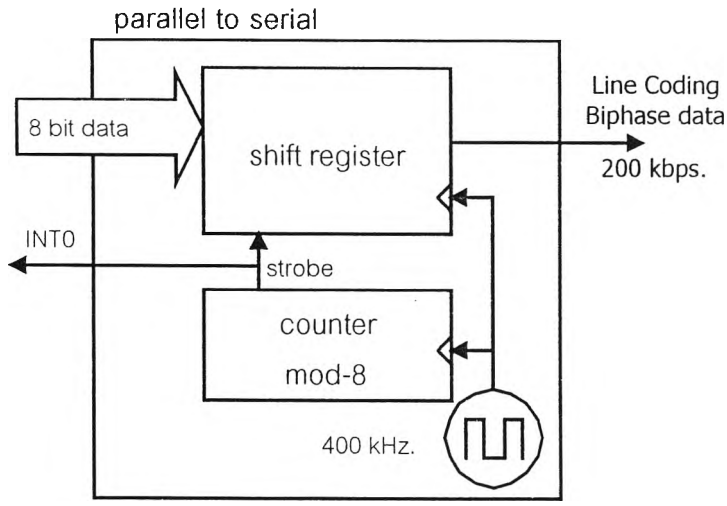
รูปที่ 4.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของเครื่องส่ง

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องส่งถูกพัฒนาด้วยเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูง ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. ส่วนควบคุมหลัก ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องรับทั้งหมด ประกอบด้วย

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูง ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 เบอร์ DS80C320 ของบริษัท Dallas Semiconductor ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 24 เมกะเฮิรตซ์ จำนวน 1 ตัว
- หน่วยความจำหลัก (ROM) ขนาด 64 กิโลไบต์ ใช้ไอซีเบอร์ M27C256 จำนวน 1 ตัว สำหรับเก็บโปรแกรมและตารางค่าคงที่
- หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ขนาด 32 กิโลไบต์ ใช้ไอซีเบอร์ HY62256A จำนวน 1 ตัว สำหรับเก็บข้อมูลที่รับจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

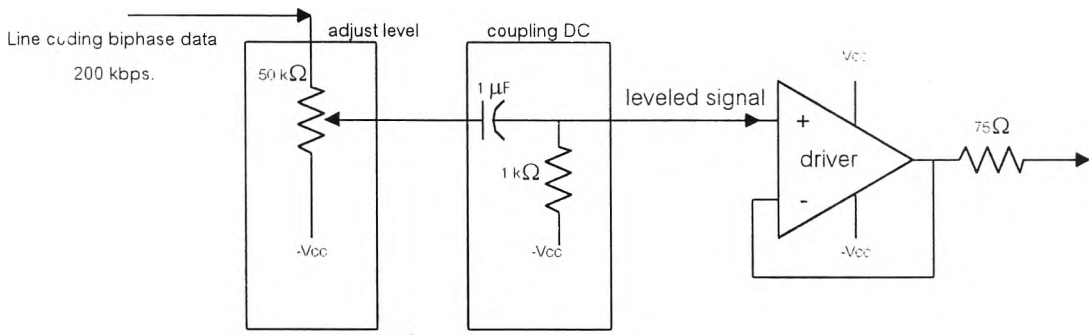
2. ภาคแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นอนุกรม ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการเข้ารหัสแบบไบเฟส ดังรูปที่ 4.2 ประกอบด้วย



รูปที่ 4.2 หน่วยแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม

- หน่วยเลื่อนข้อมูล ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม ทำงานที่ความถี่ 400 กิโลเฮิรตซ์ ใช้ไอซีเบอร์ 74LS165 จำนวน 1 ตัว
- วงจรนับ ทำหน้าที่สร้างสัญญาณสโตรบส่งให้กับหน่วยเลื่อนข้อมูลทุก 8 ลูกของสัญญาณนาฬิกา ใช้ไอซีเบอร์ 74LS193 จำนวน 1 ตัว

3. ส่วนปรับแต่งสัญญาณ ทำหน้าที่ปรับขนาดของสัญญาณอนุกรมที่ออกจากภาคแปลงข้อมูล ดังรูปที่ 4.3 ประกอบด้วย

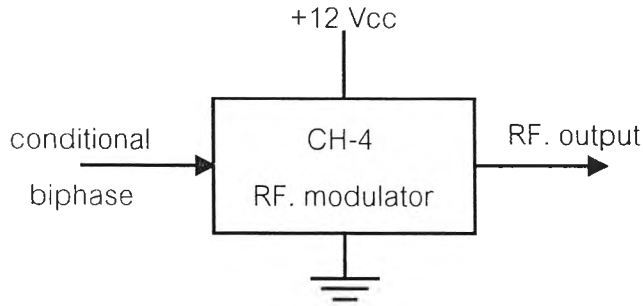


รูปที่ 4.3 ส่วนปรับแต่งสัญญาณ

- วงจรปรับแต่งขนาดสัญญาณ ทำหน้าที่ปรับขนาดของสัญญาณที่ส่งให้อุปกรณ์มอดูเลตสัญญาณวิทยุเพื่อให้ระดับแรงดันยอดถึงยอดไม่เกิน 2 โวลต์
- วงจรตัดสัญญาณไฟตรงทำหน้าที่ตัดสัญญาณไฟตรง

- วงจรขับสัญญาณ ใช้ออปแอมป์ทำหน้าที่จ่ายกระแสให้กับภาคถัดไป มีความต้านทานขาออกเท่ากับ 75 โอห์ม

4. หน่วยมอดูเลตสัญญาณวิทยุ



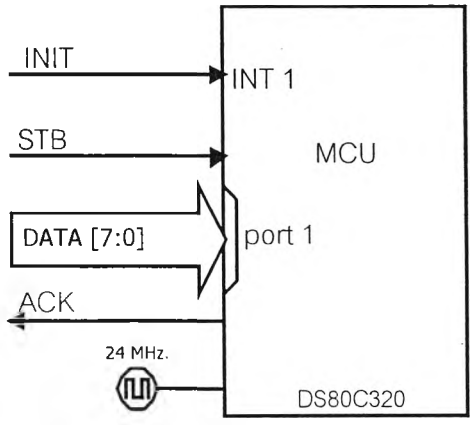
รูปที่ 4.4 หน่วยมอดูเลตสัญญาณวิทยุของสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4

การมอดูเลตแอมพลิจูดแบบระงับคลื่นพาห์ ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูป ระดับแรงดันยอดถึงยอดของสัญญาณไบเฟสอินพุต ต้องมีค่าไม่เกิน 2 โวลต์ อุปกรณ์จะมอดูเลตสัญญาณไบเฟส เป็นสัญญาณวิทยุที่คลื่นพาห์ความถี่ 62.25 MHz. ของโทรทัศน์ช่อง 4 ดังรูปที่ 4.4

4.2 การทำงานของเครื่องส่ง

4.2.1 วิธีรับและเก็บข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

วิธีการรับข้อมูลจากโปรแกรมได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 สัญญาณต่างๆ ติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลาง ดังรูปที่ 4.5

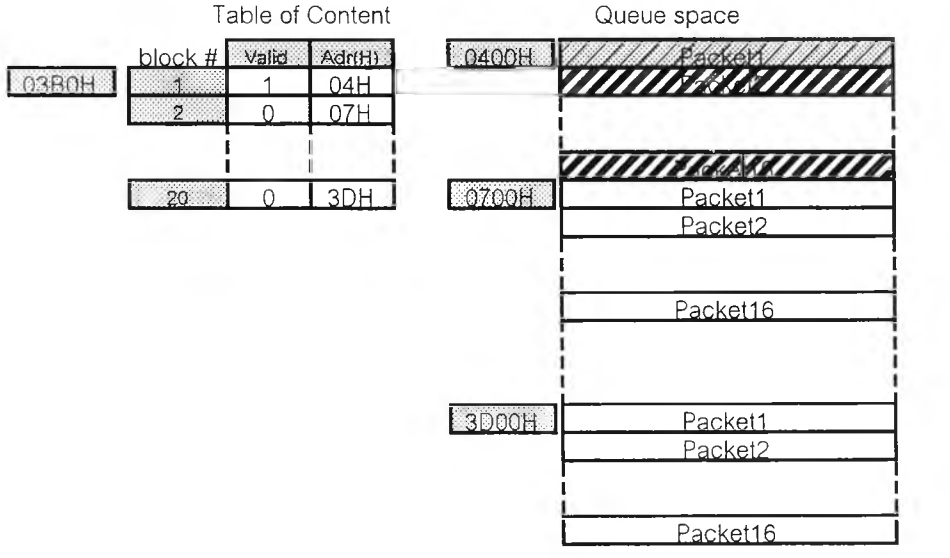


รูปที่ 4.5 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ส่วนรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 4.5 สัญญาณ INIT จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่การรับข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมย่อยของโปรแกรมอินเทอร์รัพท์ 1 ซึ่งวนรอบรับข้อมูลทีละหนึ่งไบต์ไปจนครบหนึ่งเฟรม อธิบายด้วยภาษาบรรยายโปรแกรมระดับที่ 2 ดังนี้

```
MODULE: INITERRUPT 1
    SELECT FRAME SLOT
    SEND ACKNOWLEDGE
    DO
      WAIT STB
      STROBE DATA TO APPROPREATED FRAME SLOT LOCATION
      SEND ACK
    UNTIL DATA=7FH
END:
```

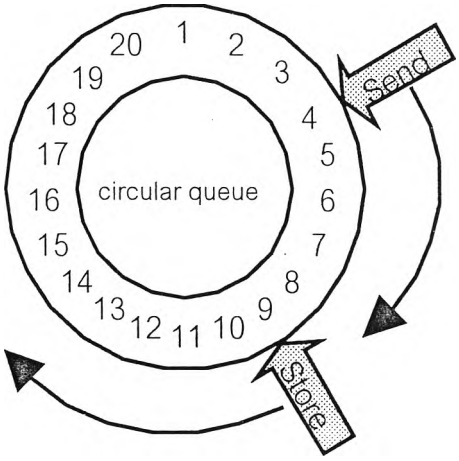
เมื่อเครื่องส่งรับเฟรมข้อมูลตามข้อกำหนดข้างต้นเข้ามาทั้งหมดแล้ว เฟรมข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยหน่วยความจำเป็นโครงสร้างลักษณะคิวแบบวงกลม ซึ่งจองเนื้อที่ไว้ตามขนาดที่มีได้มากที่สุดของข้อมูล 1 เฟรมซึ่งเท่ากับ 768 ไบต์ จำนวน 20 บล็อก ตั้งแต่ address ที่ 0400H-3FFFH มีตารางเก็บพารามิเตอร์ของแต่ละบล็อกที่ address 03B0H-03FFH ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งจากตารางเก็บพารามิเตอร์สังเกตได้ว่า เฉพาะบล็อกที่ 1 เท่านั้นที่มีข้อมูลและตำแหน่งในหน่วยความจำได้แก่ 0400H



รูปที่ 4.6 โครงสร้างของตารางเก็บพารามิเตอร์ของหน่วยความจำและคิวแบบวงกลม

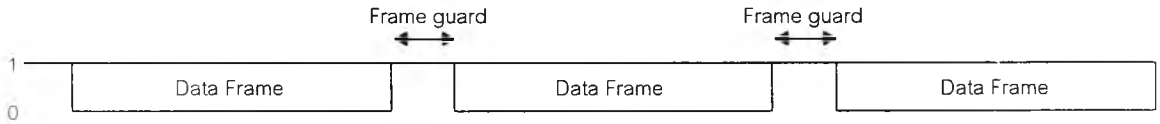
การเก็บประกอบด้วยบล็อกของหน่วยความจำตั้งแต่เลขที่ 0400H จนถึง 3D00H ช่วงละ 768 ไบต์ จำนวน 20 บล็อก

การเก็บและอ่านข้อมูลแบบคิววงกลมจากหน่วยความจำ จะมีรีจิสเตอร์สองตัวชี้เฟรมที่เก็บและเฟรมที่ส่ง โดยทั้งสองจะหมุนไปทุกครั้งที่เก็บหรืออ่าน ทำให้การแพร่กระจายข้อมูลเป็นแบบกระจายและต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลก็เป็นลักษณะเข้าคิวเก็บ ทั้งนี้ข้อมูลเก่าจะถูกเขียนทับโดยข้อมูลใหม่เป็นรอบไป ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วิธีนำเก็บและส่งข้อมูลจากหน่วยความจำแบบคิววงกลม

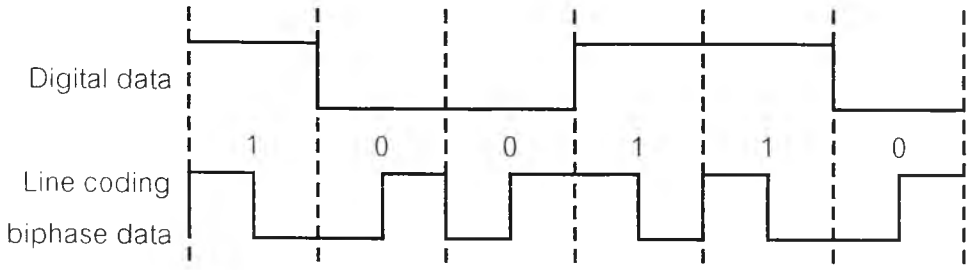
ข้อมูลจะวนส่งอย่างสม่ำเสมอทีละเฟรม แต่ละเฟรมมีเฟรมการ์ด (Frame guard) เป็นตัวกั้น โดยมีความยาวไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 เฟรมการ์ด (Frame Guard) ที่คั่นระหว่างเฟรมข้อมูลสองเฟรม

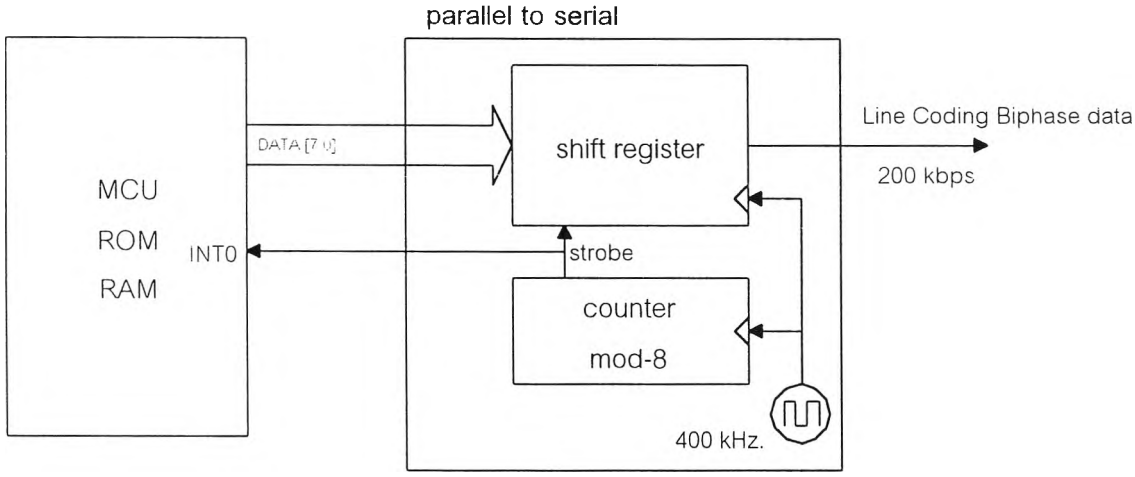
4.2.2 การเข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

ข้อมูลไบเฟส ดังรูปที่ 4.9 มีลักษณะเป็นคลื่นรูปเหลี่ยมที่มีความต่างเฟสกัน 180 องศา เพื่อแทนสัญลักษณ์ "1" และ "0"



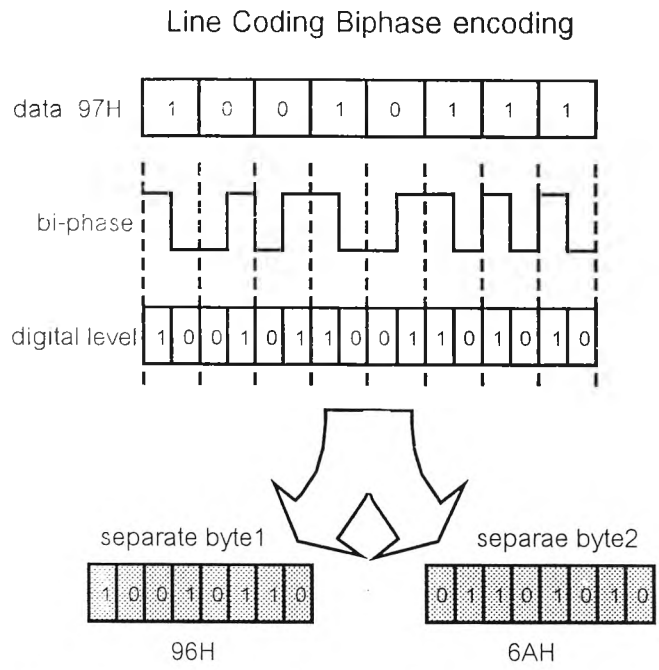
รูปที่ 4.9 การเข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

เฟรมข้อมูลที่ส่งจะถูกเข้ารหัสแบบไบเฟส โดยการทำงานร่วมกันสองส่วนคือ ฮาร์ดแวร์และโปรแกรมอินเทอร์รัพท์ ส่วนฮาร์ดแวร์ได้แก่ หน่วยเลื่อนข้อมูลและวงจรนับ ดังรูปที่ 4.10 วงจรนับจะส่งสัญญาณให้กับขาอินเทอร์รัพท์ของไมโครคอนโทรลเลอร์และหน่วยเลื่อนข้อมูลทุก 8 ลูก สัญญาณนาฬิกา โปรแกรมอินเทอร์รัพท์อ่านข้อมูลจากคิววงกลม ทำการเข้ารหัส และส่งให้กับหน่วยเลื่อนข้อมูลเพื่อแปลงจากข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม

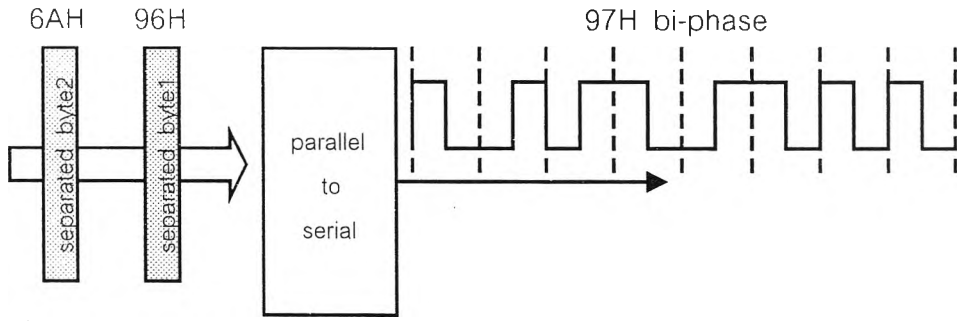


รูปที่ 4.10 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของส่วนเข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

การจัดเรียงรหัสแบบไบเฟส เป็นหน้าที่ของโปรแกรมของหน่วยประมวลผล โปรแกรมจะอ่านข้อมูลจากคิววงกลมมาทีละ 1 ไบต์ จากนั้นจะเข้ารหัสไบเฟสซึ่งได้ข้อมูลเป็น 2 ไบต์ โดยส่งให้หน่วยเลื่อนข้อมูลทีละ 1 ไบต์สองครั้ง ดังรูปที่ 4.11 เมื่อส่งครบสองไบต์ สัญญาณขาออกจากหน่วยเลื่อนข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแบบไบเฟส ดังรูปที่ 4.12

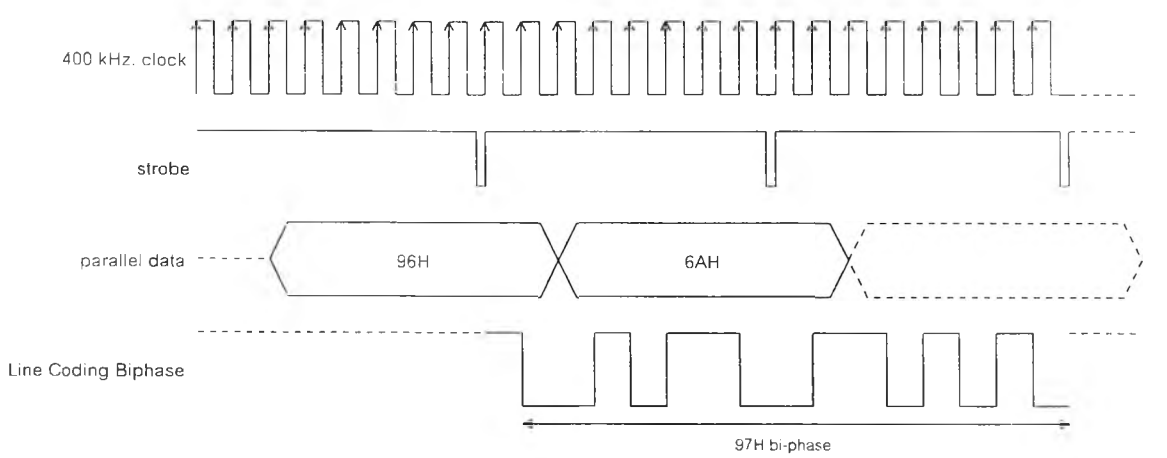


รูปที่ 4.11 การเข้ารหัสแบบไบเฟสของโปรแกรมอินเทอร์รัพท์



รูปที่ 4.12 หน่วยประมวลผลทยอยส่งข้อมูลที่เข้ารหัสแล้วทีละไบต์ให้แก่หน่วยเลื่อนข้อมูล

เนื่องจากในหนึ่งคาบของข้อมูลไบเฟส ประกอบด้วยสองช่วงของระดับสัญญาณ ความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้หน่วยเลื่อนข้อมูลจึงเป็นสองเท่าของความถี่ของข้อมูลไบเฟส ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แผนภาพจังหวะของการเข้ารหัสหนึ่งไบต์

โปรแกรมอินเทอร์รัพท์ศูนย์ เขียนแทนด้วยภาษาบรรยายโปรแกรมระดับที่ 2 ได้ดังนี้

```
MODULE: INTERRUPT 0
   IF STATUS=SEND THEN
      READ DATA FROM CIRCULAR QUEUE USING OUTPUT CURSOR
      INCREASE OUTPUT CURSOR
      IF FIRST HALF BYTE THEN
            CONVERT DATA.7-DATA.4 TO FIRST HALF BIPHASE (MSB FIRST)
            SEND FIRST HALF BYTE TO SHIFT REGISTER
            CLR FIRST HALF BYTE
      ELSE
            CONVERT DATA.3-DATA.4 TO FIRST HALF BIPHASE
            SEND SECOND HALF BYTE TO SHIFT REGISTER
            SETB FIRST HALF BYTE
      END IF
      IF DATA = 7FH AND NOT FIRST HALF BYTE THEN
            STATUS=STOP SEND
            DISABLE INTERRUPT 0
      END IF
   END IF
END:
```

ข้อมูลไบเฟสจะผ่านส่วนปรับสภาพสัญญาณ เพื่อปรับขนาดของแรงดัน กำหนดความต้านทานขาออก และมอดูเลตเป็นสัญญาณวิทยุของโทรทัศน์ช่อง 4

4.2.3 การทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

หนวยประมวลผลกลางทำหน้าที่ติดต่อรับข้อมูลกับคอมพิวเตอร์และประมวลผลเพื่อส่งข้อมูล การทำงานสามารถอธิบายได้ด้วยภาษาบรรยายโปรแกรมระดับที่ 2 ดังนี้

```
MODULE: MAIN
   DO WHILE TRUE=TRUE
      IF FIND_FRAME<> EMPTY THEN
            OUTPUT CURSOR = FIND_FRAME_CURSOR (NEXT FRAME)
            ENABLE INTERRUPT 0
            STATUS = SEND
      END IF
      DO WHILE STATUS=SEND
            NOP
      LOOP
   LOOP
END:
```

โปรแกรมจะหาเฟรมที่ต้องการส่งและหยุดเพื่อรอให้โปรแกรอินเทอร์รัพท์ศูนย์ส่งข้อมูลจนครบล จากนั้นจึงจะหาเฟรมต่อไป ส่วนการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ก็แยกการทำงานไปอยู่ในโปรแกรมอินเทอร์รัพท์หนึ่ง ทำให้การทำงานสองส่วนแยกจากกัน

การเลือกใช้อินเทอร์รัพท์ศูนย์สำหรับการซิงโครไนซ์เพื่อส่งข้อมูลให้กับส่วนเข้ารหัสไบเฟส เนื่องจากโครงสร้างฮาร์ดแวร์ โปรแกรมต้องทำงานทุกครั้งที่สัญญาณภายนอกร้องขอ แต่ในกรณีการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ มีสัญญาณตอบรับ (ACK) และสัญญาณบอกตำแหน่งข้อมูล (STB) เพื่อซิงโครไนซ์กับการส่งแต่ละไบต์ ถ้าในขณะที่ทำงานอยู่ หากต้องกระโดดไปทำงานของโปรแกรมย่อยของอินเทอร์รัพท์ศูนย์ ก็ยังคงรักษาสถานะภาพการติดต่อกับคอมพิวเตอร์อยู่ได้จากสัญญาณควบคุมทั้งสองเส้นดังกล่าว