พระจุลจอมเกล้า

บทที่ 4
หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา

หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาในระบบที่ออกแบบมานี้ มีหน้าที่ที่สำคัญดังนี้

1. กำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้เป็นฐานเวลา ในการกำหนดอัตราข้อมูลข่าวสารของระบบ (PCM_CK)
2. กำเนิดสัญญาณต้นเฟรมสำหรับการส่ง (FST) และสัญญาณต้นเฟรมสำหรับการรับ (FSR) ให้กับระบบ
3. รับสัญญาณข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งทั้ง 8 มาจัดเรียงใหม่ทั้งในด้านช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วม เพื่อส่งกลับไปยังหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทางเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ

สายสัญญาณที่จำเป็นในการส่งผ่านข่าวสาร และสัญญาณต่าง ๆ เกี่ยวกับการส่งข่าวสาร ซึ่งเป็นสายสัญญาณกลุ่มหนึ่งในจำนวนสายสัญญาณที่เชื่อมต่อกันผ่านแผงวงจรด้านหลัง มีรายละเอียดของแต่ละสายสัญญาณ ดังต่อไปนี้

PCM CK : เป็นสัญญาณนาฬิกาความถี่ 2.048 MHz ซึ่งมี Duty Cycle 50% เป็นสัญญาณที่หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารใช้ขอบขึ้นของสัญญาณ ในการเลื่อนทะเบียนข้อมูลข่าวสารเข้าสู่เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งในช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งที่ถูกกำหนดไว้ ขณะเดียวกัน ก็จะใช้ขอบลงของสัญญาณนี้ สำหรับสุ่มสัญญาณข้อมูลข่าวสารจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ เส้นที่กำหนด ในช่องเวลาที่กำหนด

FST : เป็นสัญญาณพัลส์บวก ขนาดครึ่งคาบของ PCM_CK และมีความถี่ 8 kHz ใช้เป็นสัญญาณในการกำหนดจุดตั้งต้นของเฟรมข้อมูลสำหรับเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งทั้ง 8 เส้น โดยที่จุดที่เกิดพัลส์ FST นี้จะเป็นจุดที่วงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารตัวที่ได้รับการกำหนดให้ส่งข้อมูลที่ช่องเวลาที่ 0 ของแต่ละเส้นสัญญาณร่วม ต้องทำการเลื่อนทะเบียนข้อมูลบิตแรกเข้าสู่เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง

FSR : เป็นสัญญาณพัลส์บวกเหมือนสัญญาณ FST แต่ใช้ทำหน้าที่กำหนดจุดตั้งต้นของเฟรมข้อมูลสำหรับการรับ ข้อมูลในช่องเวลาที่ 0 ของทุกเส้นสัญญาณร่วม จุดที่เกิดพัลส์จะเป็นจุดที่วงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ต้องรับข้อมูลจากช่องเวลาที่ 0 ทำการสุ่มสัญญาณบิตแรกของข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วม สัญญาณ FSR นี้จะเกิดช้ากว่าสัญญาณ FST อยู่ 16 PCM_CK

PCM_OUT_0 - PCM_OUT_7 : เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งทั้ง 8 เส้นนี้ ทำหน้าที่เป็นตัวนำสัญญาณข้อมูลข่าวสารจากหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในรูปแบบการมัลติเพล็กซ์เชิงเวลา เข้าสู่หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา เพื่อจัดลำดับของช่องเวลา และตำแหน่งของเส้นสัญญาณร่วมใหม่ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ ก่อนที่จะส่งกลับมายังวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทางเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ

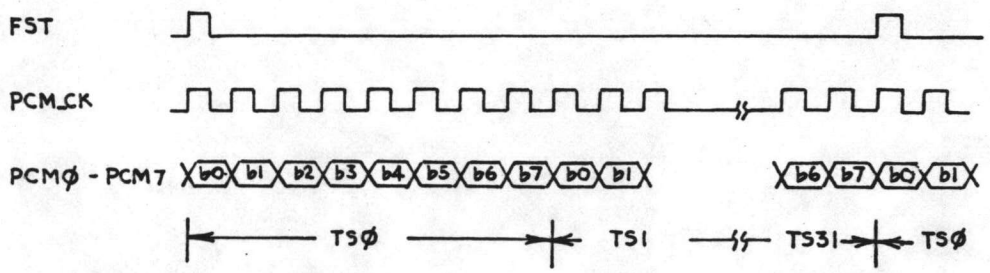
PCM_IN_0 - PCM_IN_7 : เส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับทั้ง 8 เส้นนี้ ทำหน้าที่จ่ายข้อมูลข่าวสารที่ถูกจัดเรียงตามความต้องการของผู้ใช้บริการแล้ว ส่งในบรรดาหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร เพื่อทำการสุ่มสัญญาณที่ถูกต้องในช่องเวลาต่าง ๆ ก่อนจะแปลงกลับไปสู่มาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอยู่ เพื่อส่งกลับไปยังอุปกรณ์สื่อสารนั้น

อนึ่งจะสังเกตได้ว่า ทิศทางของสายสัญญาณร่วมทั้งสองประเภท เมื่อมองจากหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาแล้ว จะเห็นว่าดูจะขัดกับชื่อของมันอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งชื่อของสายสัญญาณร่วมเหล่านี้ ใช้จุดอ้างอิงจากทางด้านอุปกรณ์สื่อสาร หรือจากผู้ใช้บริการนั้นเอง

4.1 ลักษณะของข้อมูลข่าวสารบนเส้นสัญญาณร่วม

บนเส้นสัญญาณร่วมแต่ละเส้นจะมีลักษณะของข้อมูลข่าวสารที่ถูกมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาเข้ามาดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะอธิบายได้ดังนี้

นับจากสัญญาณต้นเฟรม (FST) ซึ่งจะเป็นตำแหน่งของการส่งบิตแรกของข้อมูลในช่องเวลาที่ 0 (TS0) ข้อมูลถัดมาอีก 7 บิต ก็จะเป็นข้อมูลที่เหลือของช่องเวลาที่ 0 จากนั้นก็จะเป็นข้อมูลของช่องเวลาที่ 1 อีก 8 บิต เรื่อยไปจนถึงช่องเวลาที่ 31 จึงจะเริ่มขึ้นรอบใหม่สำหรับช่องเวลาที่ 0 ในเฟรมใหม่ต่อไป ด้วยอัตราข้อมูล 2.048 Mbps จึงทำให้ความถี่เฟรม มีค่าเท่ากับ 8 kHz อันเป็นเวลาที่ใช้ในการสุ่มสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์พอดี



รูปที่ 4.1 ลักษณะของข่าวสารบนเส้นสัญญาณร่วม

อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลใด ๆ ในระบบ ที่ใช้ช่องการสื่อสารแบบช่องเวลาเดียว จึงมีอัตราข้อมูลสูงสุด เป็น 64 kbps

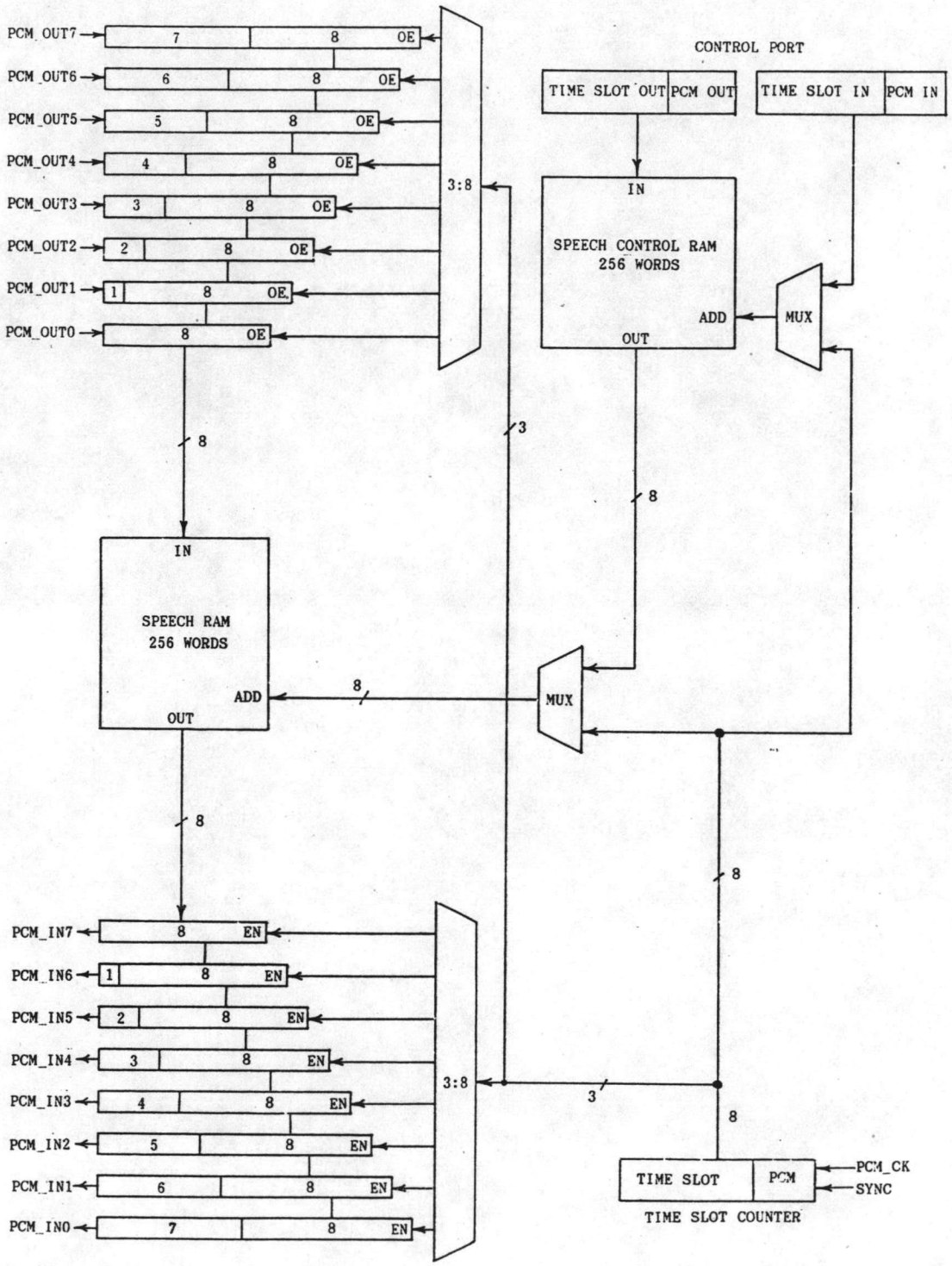
เส้นสัญญาณร่วมชุดหนึ่ง อันประกอบไปด้วยเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ อย่างละ 1 เส้น สามารถใช้เป็นพอร์ตช่องทางการสื่อสารสำหรับอุปกรณ์สื่อสารที่อัตราข้อมูล 64 kbps ได้จำนวน 32 พอร์ต ดังนั้นในระบบที่ออกแบบขึ้นมาซึ่งมีเส้นสัญญาณร่วมจำนวน 8 ชุดจึงสามารถใช้รับส่งข้อมูลข่าวสารได้พร้อมกันถึง 256 พอร์ต โดยกำหนดช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมที่อุปกรณ์สื่อสารต้องใช้ในการรับส่งข่าวสาร แบบคงที่ จะสามารถเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารได้รวม 256 ชิ้น (รวมอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์ด้วย) หากต้องการขยายขีดความสามารถนี้ขึ้นไป ก็สามารถทำได้ โดยการเขียนโปรแกรมซึ่งสามารถกำหนด และยกเลิก การใช้ช่องทางสื่อสารให้กับหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัวได้

สำหรับในตู้ชุมสายโทรศัพท์ที่ออกแบบขึ้นนี้ ได้ตั้งใจออกแบบเพื่อให้รองรับอุปกรณ์สื่อสารได้ไม่เกิน 256 ชิ้น โดยจะกำหนดช่องทางสื่อสาร ให้คงที่ไปเลย สำหรับหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัว ดังนั้นหน้าที่ของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาจึงต้องเป็นการจัดข้อมูลที่รับเข้ามาได้ ส่งไปยังช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมของคู่สนทนาของอุปกรณ์สื่อสาร แต่ละตัว

4.2 โครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา

โครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาระบบดิจิตอล สำหรับช่องทางสื่อสาร 256 พอร์ต แสดงได้ดังในรูปที่ 4.2

จากรูปจะเห็นได้ว่า หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลานี้ สามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 โครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาระบบดิจิตอลขนาด 256 พอร์ต

1. ส่วนกำเนิดสัญญาณต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นต่อการรับส่งข้อมูลข่าวสารในระบบ ได้แก่สัญญาณ PCM_CK สัญญาณ FST และสัญญาณ FSR นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณ CPU_CK ซึ่งมีค่าเป็นสองเท่าของ PCM_CK พอดี การสร้าง CPU_CK และ PCM_CK นี้ได้มาจาก คริสตอลออสซิลเลเตอร์ ขนาด 16.384 MHz นำมาหาร 4 และหาร 8 ตามลำดับ การใช้ CPU_CK ที่มาจากแหล่งเดียวกับ PCM_CK เป็นความจำเป็นอย่างหนึ่งเพื่ออาศัยจังหวะที่เหมาะสมในการเข้าไป เขียน และอ่าน หน่วยความจำควบคุมข่าวสาร (Speech Control RAM) โดยไม่ไปรบกวนการทำงานของระบบ

สำหรับสัญญาณ FST และ FSR นั้นได้มาจากการถอดรหัสวงจรนับช่องเวลา (Time Slot Counter) ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อวงจรนับช่องเวลา

2. ส่วนแปลงสัญญาณข้อมูลข่าวสารแบบอนุกรมบนเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง ทั้ง 8 เส้น เป็นสัญญาณข้อมูลแบบขนาน 8 บิต ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อมูลข่าวสารจากหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารจะถูกมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาลงบน เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งในรูปแบบอนุกรม การบันทึกข่าวสารเหล่านี้ลงในหน่วยความจำข่าวสาร (Speech RAM) จึงต้องมีการแปลงสัญญาณดังกล่าวเป็น สัญญาณในรูปแบบขนานเสียก่อน การแปลงกระทำได้โดยใช้วงจรเลื่อนทะเบียนข้อมูลที่ได้รับมาจากเส้นสัญญาณร่วมในแต่ละเส้น ให้ขบวนข้อมูลกลายเป็นข้อมูลแบบขนาน 8 บิต ก่อนบันทึกลงในหน่วยความจำข่าวสาร แต่ในขณะเดียวกันนั้นเรามีเส้นสัญญาณร่วมถึง 8 เส้น ดังนั้นจึงต้องมีการหน่วงเวลาความพร้อมในการบันทึก ของข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วมแต่ละเส้นให้ช้าลงไป เส้นละ 1 คาบ PCM_CK โดยการเพิ่มวงจรเลื่อนทะเบียนข้อมูลขึ้นไปอีกเส้นละ 1 บิต ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป ซึ่งหลังจากบันทึกข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งเส้นสุดท้ายไปแล้ว ข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งเส้นแรกก็จะพร้อมในการการบันทึกอีกรอบหนึ่งพอดี ดังนั้นอัตราข้อมูลในการบันทึกลงหน่วยจำข่าวสารจึงเป็น 2.048 KBYTE/S

3. ส่วนแปลงสัญญาณข้อมูลข่าวสารแบบขนาน 8 บิตเป็นสัญญาณข้อมูลข่าวสารแบบอนุกรม 8 เส้น สำหรับส่งกลับไปบนเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับแต่ละเส้น หลักของการแลกเปลี่ยนช่องเวลาคือ การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข่าวสาร ในตำแหน่งที่ถูกต้องมาส่งให้เส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ แต่เนื่องจากข้อมูลจากหน่วยความจำข่าวสารมีรูปแบบขนาน จึงจำเป็นต้องมีหน่วยเลือกทะเบียน สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกลับไป และเนื่องจากการอ่านข้อมูลกระทำได้เพียงทีละ 1 ตำแหน่ง ดังนั้นข้อมูลในช่องเวลาเดียวกัน ของแต่ละเส้นสัญญาณร่วมจึงเหลื่อมกันอยู่ 1 CPU_CK จึงต้องมีการเลื่อนทะเบียนสัญญาณข้อมูลในแต่ละสัญญาณร่วมไป

อีกเส้นละ 1 คาบของ PCM_CK ซึ่งจะทำให้ข้อมูลบนเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ มีต้นเฟรมเดียวกันทุกเส้น

4. หน่วยความจำข่าวสาร (Speech RAM) ในโครงสร้างส่วนนี้ ประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 256 ไบท์ สำหรับเก็บข่าวสารจากช่องทางสื่อสารทั้งหมด 32 ช่องเวลาจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง 8 เส้น โดยที่ช่องเวลาที่ 0 ของเส้นสัญญาณร่วมเส้นที่ 0 จะถูกเก็บไว้ที่ตำแหน่งแอดเดรสที่ 0 ในหน่วยความจำ และเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของหน่วยแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นแบบขนานแล้ว จะเห็นว่าข้อมูลข่าวสารตัวถัดมา ที่พร้อมจะถูกเขียนลงในหน่วยความจำข่าวสาร จะเป็นข้อมูลในช่องเวลาที่ 0 ของเส้นสัญญาณร่วมเส้นที่ 1 ไปจนถึงข้อมูลในช่องเวลาที่ 0 ของเส้นสัญญาณร่วมเส้นที่ 7 จากนั้นจึงเป็นข้อมูลในช่องเวลาที่ 1 ของเส้นสัญญาณร่วมเส้นที่ 0 ดังนั้น ตำแหน่งแอดเดรสของข้อมูลข่าวสารในหน่วยความจำข่าวสารทั้ง 256 ไบท์นี้จะถูกระบุด้วย เลขช่องเวลา 32 ช่อง (5 บิต) + เลขเส้นสัญญาณร่วม 8 เส้น (3 บิต) ดังแสดงในรูปที่ 4.3

TS4	TS3	TS2	TS1	TS0	PCM2	PCM1	PCM0

รูปที่ 4.3 การระบุแอดเดรสของข้อมูลข่าวสารในหน่วยความจำข่าวสาร

ตำแหน่งที่ชี้มายังหน่วยความจำข่าวสารนี้ จะถูกมัลติเพล็กซ์จากสัญญาณ 2 แหล่งตามจังหวะของการเขียน หรืออ่านหน่วยความจำข่าวสารนี้ กล่าวคือ

ในจังหวะการเขียน (ครึ่งคาบหลังของ PCM_CK) เป็นการเขียนจากข้อมูลขาเข้าลงในหน่วยความจำข่าวสาร สัญญาณระบุตำแหน่งจะได้มาจาก วงจรนับช่องเวลา ซึ่งจะถูกนับเพิ่มขึ้นทีละ 1 โดยสัญญาณ PCM_CK เป็นการเปลี่ยนแอดเดรสระบุตำแหน่งสำหรับการเขียนข้อมูลข่าวสารตัวถัดไปลงในหน่วยความจำ

ในจังหวะการอ่าน (ครึ่งคาบหลังของ PCM_CK) เป็นการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข่าวสาร ส่งกลับไปยังเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ ตำแหน่งของการอ่านข้อมูลออกนี้ จะต้องเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้บริการ เช่นถ้าผู้ใช้บริการจากอุปกรณ์สื่อสาร ที่ใช้ช่อง

เวลาที่ 0 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 ต้องการติดต่อกับผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสาร ที่ใช้ช่องเวลาที่ 1 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 ในช่วงของการอ่านข้อมูลสำหรับช่องเวลาที่ 0 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 นั้น ต้องอ่านข้อมูลข่าวสาร จากตำแหน่งที่เก็บข่าวสารจากช่องเวลาที่ 1 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 (แอดเดรสเท่ากับ 8) และในทำนองเดียวกัน ในช่วงของการอ่านข้อมูลสำหรับช่องเวลาที่ 1 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 แล้ว ต้องอ่านข้อมูลข่าวสารจากหน่วยความจำ ตำแหน่งของข่าวสารในช่องเวลาที่ 0 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 (ตำแหน่งที่ 0) ดังนี้เป็นต้น

แอดเดรสในจังหวะการอ่านนี้ จึงต้องนำค่ามาจาก หน่วยความจำอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บตารางการติดต่อตามความต้องการของผู้ใช้บริการ หน่วยความจำนี้เรียกว่า หน่วยความจำควบคุมข่าวสาร (Speech Control RAM) ซึ่งมีรายละเอียดดังที่จะอธิบายต่อไป

5. หน่วยความจำควบคุมข่าวสาร (Speech Control RAM) ข้อมูลในหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ เป็นตารางสำหรับควบคุมการอ่านข้อมูลข่าวสารในหน่วยความจำข่าวสาร ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้บริการ ข้อมูลในตำแหน่งต่าง ๆ ของหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ จะระบุถึงช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วม ที่หน่วยความจำข่าวสารจะต้องถูกอ่าน เพื่อส่งไปยังหน่วยแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมสำหรับส่งไปยังหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ในระบบ

หน่วยความจำนี้ จะถูกอ่านข้อมูลเพื่อนำไปเป็น แอดเดรสของหน่วยความจำข่าวสารในจังหวะการอ่านหน่วยความจำข่าวสาร และในขณะใดใด หน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ จะต้องสามารถ เขียน และอ่านได้โดยหน่วยควบคุมย่อยประจำตัวมันด้วย

การระบุตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ ก็เช่นเดียวกับหน่วยความจำข่าวสาร คือ ต้องมีการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ ตามจังหวะการเขียน อ่านหน่วยความจำข่าวสาร คือ

ในจังหวะของการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำข่าวสาร จำเป็นต้องมีการใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ ในการระบุตำแหน่งหน่วยความจำข่าวสารอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น การระบุแอดเดรสของหน่วยความจำควบคุมข่าวสารในจังหวะนี้ จะได้มาจากวงจรนับช่องเวลา เช่นเดียวกับหน่วยความจำข่าวสารในจังหวะการเขียน

ส่วนในจังหวะการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำข่าวสารนั้น หน่วยความจำควบคุมข่าวสารไม่มีหน้าที่ดังกล่าว ฉะนั้นในจังหวะนี้จะเป็นจังหวะที่ หน่วยควบคุมย่อย สามารถเข้าถึงข้อมูลบนหน่วยความจำควบคุมข่าวสารได้

จะเห็นว่าการจะเข้ามาจัดการกับหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ จะต้องมีกระบวนการที่ซับซ้อนพอควร อย่างไรก็ตามในระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้ การอ่านเขียนข้อมูลทุกอย่างลงหน่วยความจำควบคุมข่าวสารนี้ กระทำได้โดยเขียนโปรแกรมให้จัดการกับหน่วยความจำดังกล่าวเป็นเสมือนหน่วยความจำส่วนหนึ่งได้โดยตรง เพราะได้มีการออกแบบฮาร์ดแวร์สำหรับการจัดจังหวะการอ่านเขียนไว้อยู่แล้ว

6. วงจรนับช่องเวลา (Time Slot Counter) โครงสร้างในส่วนนี้เป็นวงจรนับ 8 บิตที่ถูกนับขึ้นโดย ขอบขึ้นของ PCM_CK นอกจากการใช้เพื่อระบบตำแหน่งของหน่วยความจำข่าวสาร และหน่วยความจำควบคุมข่าวสาร ดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น วงจรนับช่องเวลานี้ยังมีหน้าที่ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ใช้เป็นตัวกำหนดจังหวะในการสร้างสัญญาณ FST และสัญญาณ FSR ดังจะอธิบายได้ดังนี้

FST ใช้สำหรับเป็นสัญญาณกระตุ้นในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร เริ่มเลื่อนทะเบียนข้อมูลสำหรับช่องเวลาที่ 0 บิตแรกออกมา แต่ข้อมูลดังกล่าวยังไม่พร้อมจะได้รับการบันทึกลงในหน่วยความจำข่าวสาร ต้องรอจนครบ 8 บิตเสียก่อน ดังนั้น สัญญาณ FST จึงต้องเกิดก่อนที่วงจรนับช่องเวลาจะนับถึงค่าเป็น 0 เป็นเวลา 8 PCM_CK นั่นคือ สัญญาณ FST จะต้องเกิดในขณะที่วงจรนับช่องเวลามีค่าเป็น 0F8h

FSR เป็นสัญญาณบอกหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารถึงจุดเริ่มต้น ของเฟรมข่าวสารบนเส้นสัญญาณร่วมสำหรับการรับ จากโครงสร้างของหน่วยแปลงรูปแบบสัญญาณจากแบบขนาน เป็นแบบอนุกรม จะเห็นว่า ข้อมูลสำหรับส่งเข้าช่องเวลาที่ 0 เส้นสัญญาณร่วมที่ 0 นั้นยังไม่ได้ส่งไปบนเส้นสัญญาณร่วมทันที เพราะต้องรอข้อมูลข่าวสารในเส้นสัญญาณร่วมอื่น ๆ อีกจึงต้องมีการหน่วงเวลาการส่งออกนี้ไปอีก 7 บิต ในทำนองเดียวกับการส่ง ดังนั้น สัญญาณ FSR จึงมีจุดกำเนิดอยู่ในขณะที่ วงจรนับช่องเวลามีค่าเป็น 08h

การกำเนิดสัญญาณ FST และ FSR นี้ได้มาจากการถอดรหัสข้อมูลของวงจรนับช่องเวลา

สิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องมี คือ วงจรแลทช์บัฟเฟอร์ ใช้สำหรับปรับขอบของ PCM_CK, FST, FSR และข้อมูลจากวงจรนับช่องเวลา ให้ตรงกัน เนื่องจากกระบวนการกำเนิดสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้มีการหน่วงเวลาภายในตัวอุปกรณ์ไม่เท่ากัน จึงอาจเกิดปัญหาในการทำงานได้ จึงต้องมีการปรับขอบให้ตรงกันเสียก่อนจะถูกจ่ายให้กับระบบ

รายละเอียดแต่ละส่วนของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา มีในภาคผนวก ง