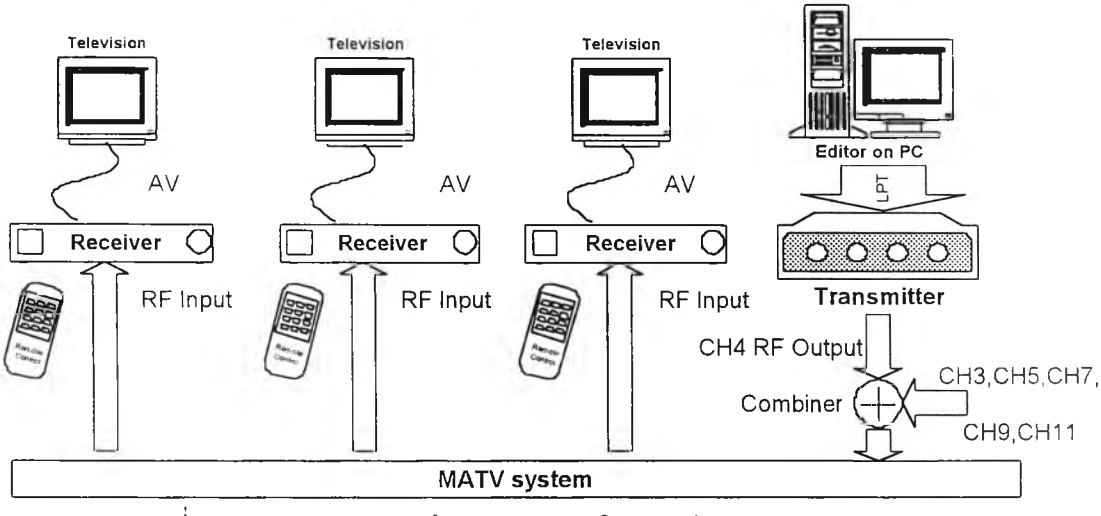
บทที่ 2
หลักการทำงานของการแพร่กระจายข้อมูลบนระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ (MATV)

2.1 ภาพรวมของระบบ

การแพร่กระจายข้อมูลบนระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ (MATV) [3] ที่พัฒนาขึ้นในวิทยานิพนธ์นี้ ประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับ ข้อมูลถูกส่งผ่านไปในโครงข่ายสายเคเบิลแกนร่วมของระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ โดยเครื่องส่งจะถูกติดตั้งในศูนย์ควบคุม ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการแพร่กระจายข้อมูลให้แก่เครื่องโทรทัศน์ลูกข่าย มีโปรแกรมสร้างหน้าจอข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่สร้างและแก้ไขหน้าจอข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผล และส่งเฟรมข้อมูลให้กับเครื่องส่งทางทางเข้าออกแบบขนาน (Parallel port) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องส่งจะเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ เข้ารหัสแบบไบเฟสและแพร่กระจายข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.1 การแพร่กระจายข้อมูลบนระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ (MATV)

ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไบเฟส [4] จากเครื่องส่งจะถูกมอดูเลตด้วยวิธีมอดูเลตแอมพลิจูดแบบระงับคลื่นพาห์ (Suppressed-carrier amplitude modulation) ผ่านทางสัญญาณวิทยุของสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4 จากนั้นจะถูกนำเข้าระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ด้วยอุปกรณ์รวมสัญญาณ เพื่อรวมกับสัญญาณโทรทัศน์ช่องปกติที่ให้บริการอยู่ ดังรูปที่ 2.1

ลักษณะของข้อมูลที่ส่งมี 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลสาธารณะที่ทุกเครื่องรับสามารถรับได้ และข้อมูลส่วนตัวที่ระบุเครื่องรับได้ เครื่องรับที่เจ้าของข้อมูลเท่านั้น จะมีสิทธิ์รับข้อมูลได้

เครื่องรับทำหน้าที่จูนช่องสัญญาณภาพของโทรทัศน์ช่องต่างๆ ถอดรหัสสัญญาณข้อมูลและแสดงผลภาพ เมื่อต้องการชมโทรทัศน์ธรรมดา ผู้ชมจะเลือกช่องได้จากเครื่องควบคุมระยะไกล ในกรณีที่ต้องการชมภาพข้อมูล ก็จะเปลี่ยนโมดทำงานผ่านโดยกดปุ่มคำสั่งของเครื่องควบคุมระยะไกลเป็นโมดของการแสดงผลข้อมูล และกดเลขหน้าที่ต้องการดูข้อมูล การกลับไปชมรายการโทรทัศน์ช่องปกติ ทำได้โดยเปลี่ยนโมดการทำงานไปเป็นระบบโทรทัศน์ปกติผ่านทางคำสั่งของเครื่องควบคุมระยะไกลเช่นกัน

สัญญาณที่ออกจากเครื่องรับประกอบด้วย สัญญาณภาพและเสียงโทรทัศน์ (Audio/Video signal) ซึ่งต่อโดยตรงกับภาค AV ของเครื่องรับโทรทัศน์ได้

2.2 คุณสมบัติของระบบ

2.2.1 คุณสมบัติของโปรแกรมทางด้านส่ง

โปรแกรมทางด้านส่ง ออกแบบเป็นโมดูลทำหน้าที่ส่งข้อมูลหน้าจอภาพที่ต้องการแสดงผลให้กับเครื่องส่ง ซึ่งข้อมูลหน้าจอภาพได้ถูกเก็บไว้ในรูปแฟ้มข้อมูลข้อความ โดยส่งให้เครื่องส่งทางทางเข้าออกแบบขนานด้วยวิธีแฮนด์เช็คแบบสองทาง

2.2.2 คุณสมบัติของเครื่องส่ง

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ มาเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบคิววงกลมและวนรอบส่งข้อมูล ให้กับเครื่องโทรทัศน์ลูกข่ายผ่านการเข้ารหัสแบบไบเฟสและมอดูเลตเป็นสัญญาณวิทยุของช่องสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4 มีคุณสมบัติดังนี้

ด้านการทำงาน

- ติดต่อกับโปรแกรมสร้างหน้าจอข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีแฮนด์เช็คแบบสองทาง
- ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้จะถูกจัดเรียงโครงสร้างการแสดงผลให้อยู่ในลักษณะเฟรมข้อมูล
- โครงสร้างโปรแกรมแบบอินเทอร์รัพท์ (Interrupt driven program) ทั้งส่วนการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์และส่วนส่งข้อมูล
- เข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

- มีหน่วยความจำขนาด 8 กิโลไบต์ แบ่งเป็น 20 บล็อกเป็นส่วนพักข้อมูล โดยมีโครงสร้างการใช้งานแบบคิววงกลม (Circular queue) เพื่อวนรอบส่งข้อมูล
- อัตราการแพร่กระจายข้อมูลเท่ากับ 200 กิโลบิตต่อวินาที
- มอดูเลตเป็นสัญญาณวิทยุที่ความถี่คลื่นพาห์ 62.25 MHz.ของสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4

ด้านโครงสร้าง

- ออกแบบและพัฒนาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูงตระกูล MCS-51
- ไอซีทีทีแอลตระกูล 74
- วงจรแอนะลอกสำหรับควบคุมของสัญญาณข้อมูลขาออก
- วงจรมอดูเลตสัญญาณวิทยุของโทรทัศน์ช่อง 4

2.2.3 คุณสมบัติของเครื่องรับ

เครื่องรับทำหน้าที่รับสัญญาณโทรทัศน์ช่องปกติและถอดรหัสพร้อมแสดงผลข้อมูลที่ถูกแพร่กระจายจากเครื่องส่ง ควบคุมด้วยเครื่องควบคุมระยะไกล มีคุณสมบัติดังนี้

ส่วนควบคุมหลัก

ด้านการทำงาน

- ถอดรหัสคำสั่งจากเครื่องควบคุมระยะไกล
- จูนช่องสัญญาณโทรทัศน์และช่องสัญญาณข้อมูลผ่านทางการเชื่อมโยงแบบไอสแควร์ซี
- ถอดรหัสข้อมูลไบเฟส
- หน่วยความจำเก็บข้อมูลเพื่อการแสดงผล 10 กิโลไบต์ หรือ 10 หน้าการแสดงผล
- ประมวลผลหน้าจอภาพเพื่อแปลงและเขียนข้อมูลให้กับหน่วยความจำแสดงผลของส่วนแสดงผลภาพ

ด้านโครงสร้าง

- ออกแบบและพัฒนาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูงตระกูล MCS-51
- มีวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด สำหรับดีมอดูเลตสัญญาณอินฟราเรดจากเครื่องควบคุมระยะไกล
- จูนเนอร์สำหรับจูนช่องสัญญาณโทรทัศน์ ควบคุมด้วยคำสั่งแบบไอสแควร์ซี
- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแบบ RISC สำหรับถอดรหัสไบเฟส

ส่วนแสดงผลภาพ

ด้านการทำงาน

- แสดงผลภาพโทรทัศน์ภาษาไทย, ภาษาอังกฤษ และอักขระกราฟฟิก ประกอบด้วย 16 บรรทัดการแสดงผล แต่ละบรรทัดมี 34 ตัวอักษร
- แสดงผลตัวอักษรแบบเอียงและขีดเส้นใต้
- แสดงผลสีได้ 8 สีพื้นและ 8 สีตัวอักษร ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง สีฟ้า สีเขียว สีม่วง สีขาว และสีดำ
- สัญญาณภาพขาออกเป็นสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL

ด้านโครงสร้าง

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแบบ RISC เพื่อควบคุมการแสดงผล
- ใช้วงจรดิจิตอลได้แก่ ไอซีทีทีแอล สำหรับประมวลผลและหน่วยความจำชั่วคราวสำหรับเก็บข้อมูลการแสดงผล
- มีวงจรเข้ารหัสสัญญาณภาพโทรทัศน์ สำหรับสร้างสัญญาณภาพสี
- มีวงจรสร้างสัญญาณโทรทัศน์เพื่อป้อนให้แก่วงจรเข้ารหัสสัญญาณภาพโทรทัศน์

2.3 ทฤษฎีพื้นฐานทางด้านส่ง

ทางด้านส่งประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญได้แก่ โปรแกรมส่งข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องส่ง โดยทั้งสองส่วนถูกติดตั้งไว้ที่ศูนย์ควบคุมกลางเพื่อทำหน้าที่แพร่กระจายข้อมูลให้กับโทรทัศน์เครื่องลูกข่าย หลักการทำงานของทั้งสองส่วนมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การส่งข้อมูลให้เครื่องส่งโดยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

โปรแกรมจะอ่านแฟ้มข้อความ (Text file) บรรจุเฟรมข้อมูลที่จะแพร่กระจายไปยังโทรทัศน์เครื่องลูกข่าย ส่งให้เครื่องส่งทางทางเข้าออกแบบขนาน โดยใช้วิธีแฮนด์เช็คแบบสองทาง ประกอบด้วยสัญญาณ 4 ชนิด ได้แก่

1. สัญญาณเริ่มต้น (INIT)

เป็นสัญญาณของคอมพิวเตอร์ส่งให้เครื่องส่งรู้ว่า ขณะนี้โปรแกรมต้องการส่งข้อมูลให้กับเครื่องส่ง

2. สัญญาณตอบรับ (ACK)

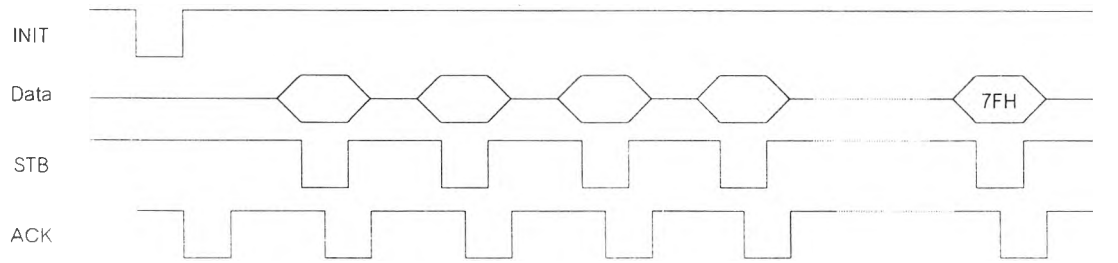
เป็นสัญญาณของเครื่องส่งส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้ว่า พร้อมที่จะรับข้อมูลจากโปรแกรมแล้ว ทั้งนี้ เครื่องส่งจะปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ในการรับข้อมูลให้พร้อม และเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำของมัน นอกจากนี้ สัญญาณตอบรับ ยังทำหน้าที่แจ้งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าได้เก็บข้อมูลจากสัญญาณข้อมูล (DATA) แล้ว เพื่อให้โปรแกรมรส่งข้อมูลไบต์ถัดไป

3. สัญญาณบอกสถานะข้อมูล (STB)

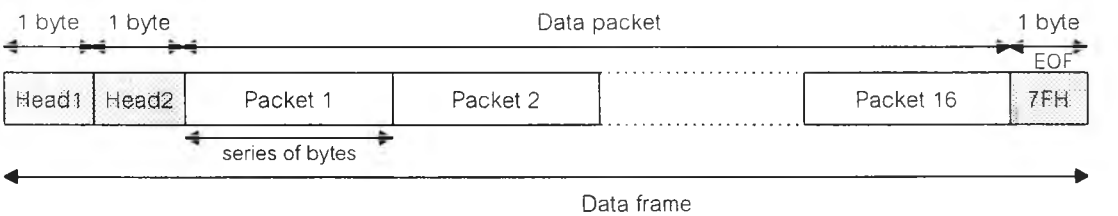
เป็นสัญญาณที่โปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แจ้งให้เครื่องส่งทราบว่าขณะนี้ มีข้อมูลอยู่บนสัญญาณข้อมูล (DATA) สำหรับให้เครื่องส่งอ่านข้อมูล

4. สัญญาณข้อมูล (DATA)

เป็นสัญญาณข้อมูลจำนวน 8 เส้นแทนข้อมูล 8 บิต โดยข้อมูลถูกส่งจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทีละไบต์ จนถึงไบต์สุดท้ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 7FH เพื่อแสดงความหมาย "สิ้นสุดเฟรม"



รูปที่ 2.2 ลักษณะการส่งข้อมูลจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องส่ง



รูปที่ 2.3 ข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ส่งให้เครื่องส่ง

ข้อมูลแต่ละเฟรมที่ส่งจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เครื่องส่ง ดังรูปที่ 2.3 ประกอบด้วย

1. เฟรมข้อมูล (Data packet)

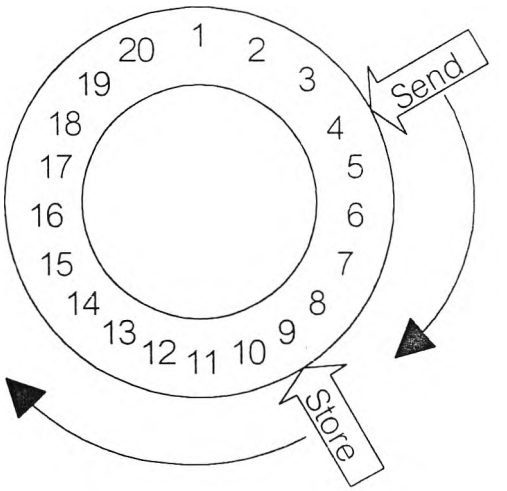
ประกอบด้วยข้อมูลส่วนหัว (Head1และHead2) ซึ่งระบุประเภทของเฟรมจำนวน 2 ไบต์ และแพ็กเกตของข้อมูลแต่ละบรรทัด จำนวนทั้งสิ้น 16 แพ็กเกต แทน 16 บรรทัดการแสดงผล

2. ไบต์สุดท้ายของเฟรมข้อมูล (End of frame)

เป็นไบต์แสดงจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูล มีค่า 7FH

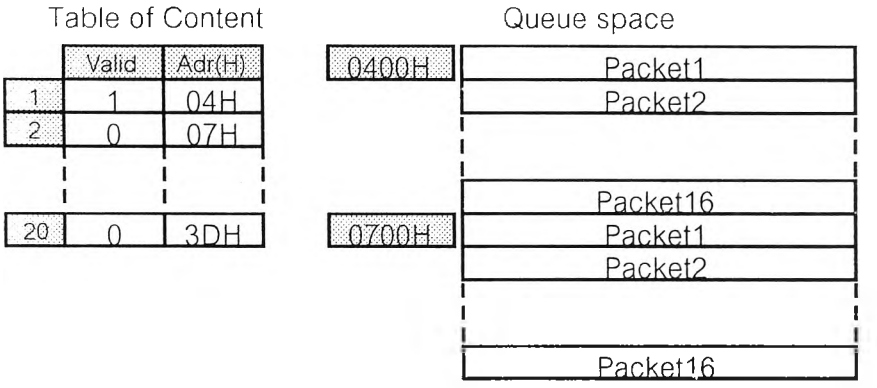
2.3.2 การเก็บและส่งข้อมูลในลักษณะคิววงกลม

ระบบที่พัฒนาขึ้นเลือกใช้คิวแบบวงกลม (Circular queue) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เพื่อทำให้การเก็บและส่งข้อมูลแบบกระจายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.4 ลักษณะการทำงานของคิววงกลม

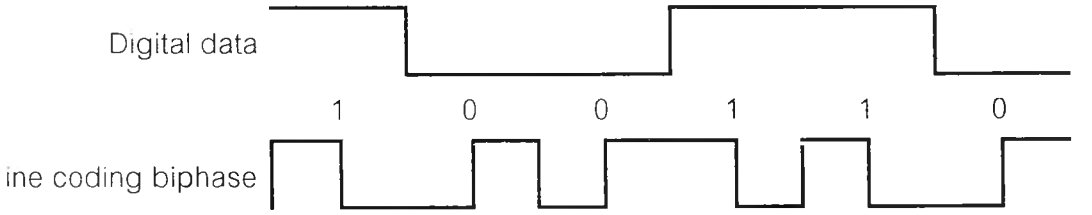
คิววงกลมประกอบด้วย 20 บล็อกข้อมูล แต่ละช่องมีขนาด 768 ไบต์สำหรับข้อมูลหนึ่งเฟรม เครื่องส่งจะรับและเก็บไว้ในคิว โดยวนไปตามลำดับ 1-20 แล้วจึงขึ้น 1 ใหม่เมื่อมีการเก็บเฟรมถัดไป ในกรณีส่งข้อมูล เครื่องส่งจะอ่านตารางเนื้อหา (Table of content) ซึ่งเก็บพารามิเตอร์บอกสถานะการมีอยู่ของข้อมูลและตำแหน่งหน่วยความจำของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยวนรอบส่งข้อมูลในบล็อกที่มีข้อมูล เมื่อครบรอบแล้วก็จะเริ่มขึ้นบล็อกที่ 1 ใหม่



รูปที่ 2.5 การเก็บสถานะและตำแหน่งในหน่วยความจำของข้อมูลสำหรับคิวแบบวงกลม

2.3.3 การเข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

ข้อมูลดิจิตอลที่ส่งระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ จะถูกเข้ารหัสแบบไบเฟส ดังรูปที่ 2.6 อาจมองได้ว่าเป็นการกลับเฟสของสัญญาณคลื่นรูปเหลี่ยม ด้วยข้อมูลดิจิตอล "ศูนย์" และ "หนึ่ง"



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการเข้ารหัสข้อมูลแบบไบเฟส

1. ความสามารถในการถอดรหัสไบเฟสของไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก

วิธีถอดรหัสที่เลือกใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ อาศัยหลักการอินเทอร์รัพท์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเพื่อหาความสัมพันธ์ของเวลา ซึ่งจะช่วยลดความซับซ้อนของวงจร จึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สถาปัตยกรรมแบบ RISC ของบริษัท ATMEL สามารถทำงานที่ 10 ล้านคำสั่งต่อหนึ่งวินาที ซึ่งเร็วพอสำหรับการถอดรหัสของมูลแบบไบเฟส ที่อัตราการส่งข้อมูล 200 กิโลบิตต่อวินาทีได้

2. เวลาที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูล

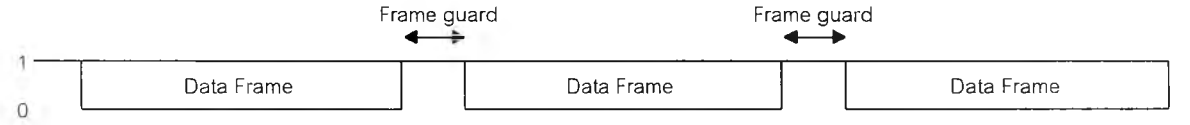
หากคำนวนเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูล กรณีส่งข้อมูลแต่ละชุดประกอบด้วย หน้าสาธารณะ 128 หน้า หน้าส่วนตัว 10 หน้าต่อ 1 เครื่องรับและมีเครื่องรับ 128 เครื่อง โดยที่แต่ละหน้ามีจำนวนข้อมูลมากที่สุด 768 ไบต์ จะได้ดังนี้

128 หน้าสาธารณะ	= 128x768 =	98,304	ไบต์
10 หน้าส่วนตัวของ 128 เครื่องรับ	= 128x10x768 =	768.000	ไบต์
	รวม	866,304	ไบต์

ที่อัตราการข้อมูล 200 กิโลบิตต่อวินาที หรือเท่ากับ 25,000 ไบต์ต่อวินาที

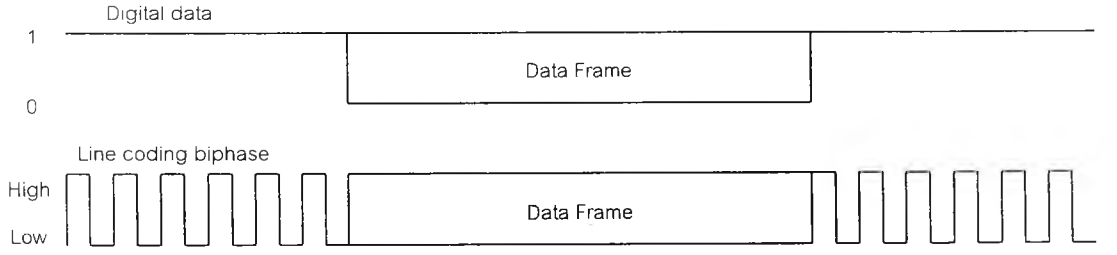
ดังนั้น เวลาที่ส่งข้อมูลครบหนึ่งชุด = 866,304/25,000 = 34.65 วินาที ซึ่งหมายความว่า กรณีที่เครื่องรับเปิดเครื่องเพื่อรับข้อมูลใหม่ จะใช้เวลามากที่สุดไม่เกิน 34.65 วินาทีก็จะได้รับข้อมูล

2.3.4 เฟรมการ์ด



รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลที่มีเฟรมการ์ด (Frame guard) คั่นระหว่างเฟรม

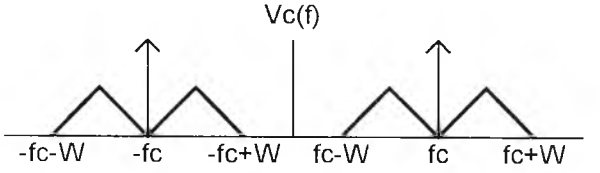
เครื่องส่งจะส่งข้อมูลทีละเฟรม โดยมี เฟรมการ์ด (Frame guard) ความยาวคงที่ค่าหนึ่งคั่นระหว่างเฟรม ดังรูปที่ 2.7 ในช่วงที่ไม่มีข้อมูล เครื่องส่งจะส่งข้อมูล "1" ตลอดดังรูปที่ 2.8 ซึ่งทำให้เครื่องรับสามารถตรวจจับสถานะทางด้านเครื่องส่งได้ว่ายังทำงานอยู่และช่วยตรวจจับสภาวะสายขาดได้



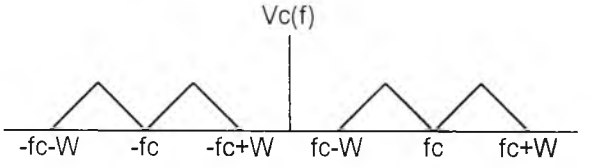
รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูล "1" ระหว่างเฟรม

2.3.5 การมอดูเลตแอมพลิจูดแบบระงับคลื่นพาห์

วิธีมอดูเลตแอมพลิจูดแบบระงับคลื่นพาห์เป็นวิธีมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดที่ตัดสัญญาณคลื่นพาห์ออก เพื่อลดกำลังการส่ง รูปที่ 2.9 แสดงความแตกต่างของผลการวิเคราะห์สเปกตรัม



การมอดูเลตแอมพลิจูดแบบไม่ระงับคลื่นพาห์



การมอดูเลตแอมพลิจูดแบบระงับคลื่นพาห์

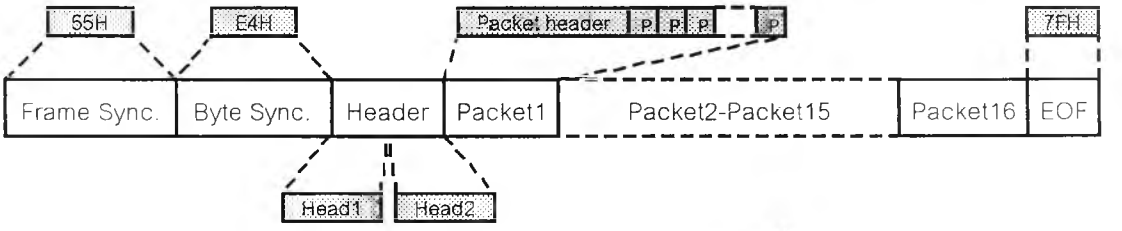
รูปที่ 2.9 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมของการมอดูเลตแอมพลิจูด 2 ชนิด

การส่งข้อมูลในวิทยานิพนธ์ เลือกใช้ความถี่คลื่นพาห์ 62.25 MHz. ของสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4 ซึ่งนำไปรวมกับสัญญาณของระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ (MATV) ผ่านทางอุปกรณ์รวมสัญญาณ

2.4 รูปแบบการส่งข้อมูล

2.4.1 โครงสร้างเฟรมข้อมูล

การส่งข้อมูลมีรูปแบบเป็นเฟรมดังรูปที่ 2.10 เฟรมข้อมูลหนึ่งเฟรมบรรจุข้อมูลสำหรับการแสดงผลหน้าจอหนึ่งหน้า โดยแต่ละบรรทัดแทนด้วยแพ็กเกต 1 ชุด ประกอบด้วย 5 ส่วนได้แก่



รูปที่ 2.10 รูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ส่งให้กับเครื่องรับ

1. ส่วนซิงโครไนซ์เฟรม (Frame synchronization)

ขนาด 1 ไบต์ มีค่าเท่ากับ 55H เพื่อให้การถอดรหัสทราบตำแหน่งเริ่มต้นของเฟรม

2. ไบต์ซิงโครไนเซชัน (Byte synchronization)

มีค่าเท่ากับ E4H จำนวน 1 ไบต์ เพื่อให้ทราบตำแหน่งของบิตเริ่มต้นของไบต์ข้อมูล

3. ส่วนหัวเฟรม (Header)

ขนาด 2 ไบต์ได้แก่ Head1 และ Head2 เพื่อบอกประเภทของเฟรมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่ เฟรมสาธารณะและเฟรมส่วนตัว นอกจากนั้นยังบอกรายละเอียดที่จำเป็นของเฟรมด้วย ทั้งสองไบต์จะถูกเข้ารหัสพาริตีคี่ รายละเอียดแต่ละไบต์ ของข้อมูลทั้งสองประเภทมีดังนี้

เฟรมสาธารณะ (Public frame)

	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Head1	P	PI1(1)	PI0(1)	x	x	x	x	x
Head2	P	PUBPG6	PUBPG5	PUBPG4	PUBPG3	PUBPG2	PUBPG1	PUBPG0

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดส่วนหัวของเฟรมสาธารณะ

- PI1-PI0 (Packet identify) เป็นตัวกำหนดประเภทของเฟรม โดยข้อมูล 11 หมายถึงเฟรมสาธารณะ และ 00 หมายถึงเฟรมส่วนตัว
- PUBPG6 - PUBPG0 (Public page) เป็นตัวกำหนดเลขหน้าของเฟรมสาธารณะซึ่งเครื่องรับทุกเครื่องสามารถรับได้ โดยมีจำนวนหน้าได้สูงสุด 128 หน้า

P: บิตสำหรับเข้ารหัสพาริตีคี่ (Odd parity)

เฟรมส่วนตัว (Private frame)

	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Head1	P	PI1(0)	PI0(0)	PRIPG4	PRIPG3	PRIPG2	PRIPG1	PRIPG0
Head2	P	PRIUI6	PRIUI5	PRIUI4	PRIUI3	PRIUI2	PRIUI1	PRIUI0

ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดส่วนหัวของเฟรมส่วนตัว

- PI1-PI0 (Packet identity) กำหนดประเภทของเฟรม โดยข้อมูล 11 หมายถึง เฟรมสาธารณะ และ 00 หมายถึงเฟรมส่วนตัว

- PRIUI6-PRIUI0 (Private user ID) เป็นตัวกำหนดเลขที่ของเครื่องรับที่สามารถรับเฟรมส่วนตัวนั้นได้ ประกอบด้วยข้อมูล 7 บิต จึงมีเครื่องรับได้มากสุด 128 เครื่อง
- PRIPG4-PRIPG0 (Private page) เป็นตัวกำหนดเลขหน้าของเฟรมส่วนตัวซึ่งแทนหน้าส่วนตัวของเครื่องรับ มีมากสุดได้ไม่เกิน 32 หน้า เครื่องรับที่มีรหัสตรงกับ PRIUI6-PRIUI0 เท่านั้นจึงสามารถรับได้

P: บิตสำหรับเข้ารหัสพาริตีคี่ (Odd parity)

4. แพ็กเกต 1-16

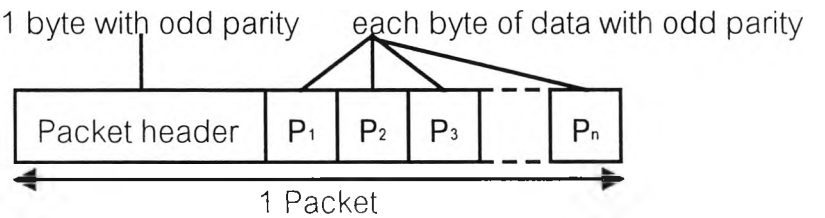
ข้อมูลหนึ่งเฟรมแทนหน้าข้อมูลหนึ่งหน้า หนึ่งเฟรมประกอบด้วย 16 แพ็กเกต แต่ละแพ็กเกตบรรจุข้อมูลหนึ่งบรรทัด ประกอบด้วยข้อมูลรหัสแอสกี และข้อมูลรหัสควบคุม ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.4.2

5. End of frame (EOF)

เป็นข้อมูล 1 ไบต์สุดท้ายมีค่าเท่ากับ 7FH ทำหน้าที่บอกตำแหน่งสุดท้ายของเฟรมข้อมูล (Frame terminator)

2.4.2 โครงสร้างของแพ็กเกต

ในแต่ละแพ็กเกต แทนการแสดงผลหนึ่งบรรทัด ประกอบส่วนหัวแพ็กเกตและตัวแพ็กเกต ดังรูปที่ 2.11 โดยหัวแพ็กเกตจะแทนเลขที่แพ็กเกต และตัวแพ็กเกตประกอบด้วยข้อมูลสำหรับการแสดงผลซึ่งมีจำนวนข้อมูลมากสุด 46 ไบต์ ซึ่งในหนึ่งบรรทัดประกอบด้วย 34 ตัวอักษร หากแสดงผลครบทั้งบรรทัดจะมีเหลือ 12 ไบต์สำหรับใส่รหัสควบคุม ทั้งสองส่วนจะถูกเข้ารหัสพาริตีคี่



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของแพ็กเกตประกอบด้วยส่วนหัวของแพ็กเกตและชุดข้อมูลที่เข้ารหัสพาริตีคี่

1. ส่วนหัวแพ็กเกต (Packet header)

ส่วนหัวแพ็กเกตเป็นข้อมูลระบุเลขที่ของแพ็กเกตซึ่งอ้างอิงถึงเส้นบรรทัดที่จะนำไปแสดงผล มีขนาด 1 ไบต์ โดยได้นำเอารหัสแอสกี 7 บิตในช่วง 00H-0FH มากำหนดความหมาย ดังตารางที่

2.3 ตัวอย่างเช่น ส่วนหัวของแพ็กเกตที่ 12 ถูกแทนด้วยรหัสแอสกี 0BH และนำไปประมวลผลภาพในบรรทัดที่ 12 เป็นต้น ในการส่งจะเข้ารหัสพาริตีคี่ด้วย

หัวแพ็กเกตที่	รหัสแอสกี	หัวแพ็กเกตที่	รหัสแอสกี
1	00H	9	08H
2	01H	10	09H
3	02H	11	0AH
4	03H	12	0BH
5	04H	13	0CH
6	05H	14	0DH
7	06H	15	OEH
8	07H	16	0FH

ตารางที่ 2.3 รหัสแอสกีที่นำมาใช้กำหนดเลขที่แพ็กเกต

2. ส่วนตัวแพ็กเกต (Packet body)

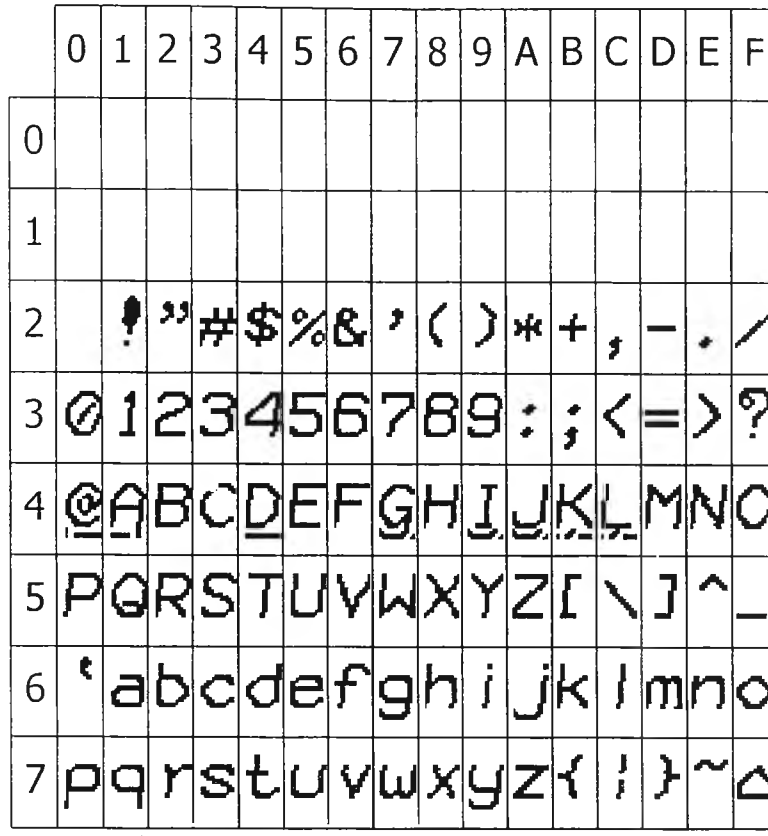
ส่วนตัวของแพ็กเกต ประกอบด้วยข้อมูลรหัสแอสกี 2 กลุ่ม คือ รหัสแอสกีตัวอักษรและรหัสแอสกีควบคุมการแสดงผล การส่งข้อมูลจะเข้ารหัสพาริตีคี่ด้วย

- รหัสแอสกีตัวอักษร

รหัสแอสกีตัวอักษรแทนอักขระได้ 128 อักขระ แต่สามารถส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลได้มากกว่า 128 อักขระด้วยการส่งรหัสแอสกีควบคุมการแสดงผลเพื่อเปลี่ยนตารางอ้างอิง ตารางอ้างอิงมี 5 ตาราง ดังตารางที่ 2.4 – 2.8 ได้แก่ ตารางอักขระภาษาอังกฤษแบบตัวตรง ตารางอักขระภาษาไทยแบบตัวตรง ตารางอักขระภาษาอังกฤกแบบตัวเอียง ตารางอักขระภาษาไทยแบบตัวเอียง และตารางอักขระกราฟฟิก

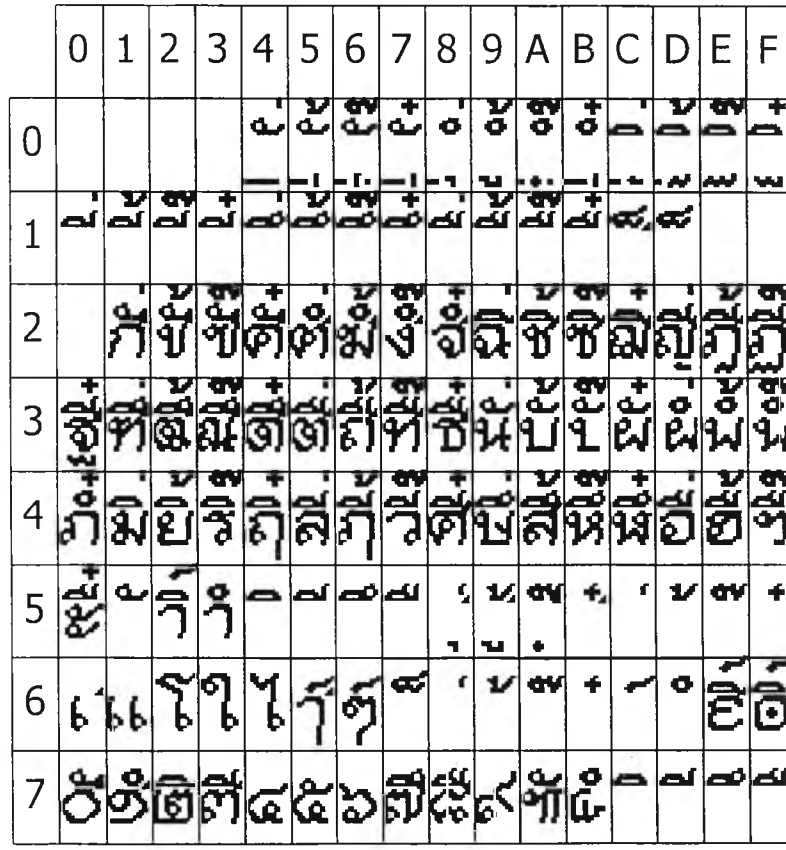
ตารางที่ 2.4 ตารางอักขระตัวอักษรภาษาอังกฤษแบบตัวตรง

ตารางที่ 2.5 ตารางอักขระตัวอักษรภาษาไทยแบบตัวตรง



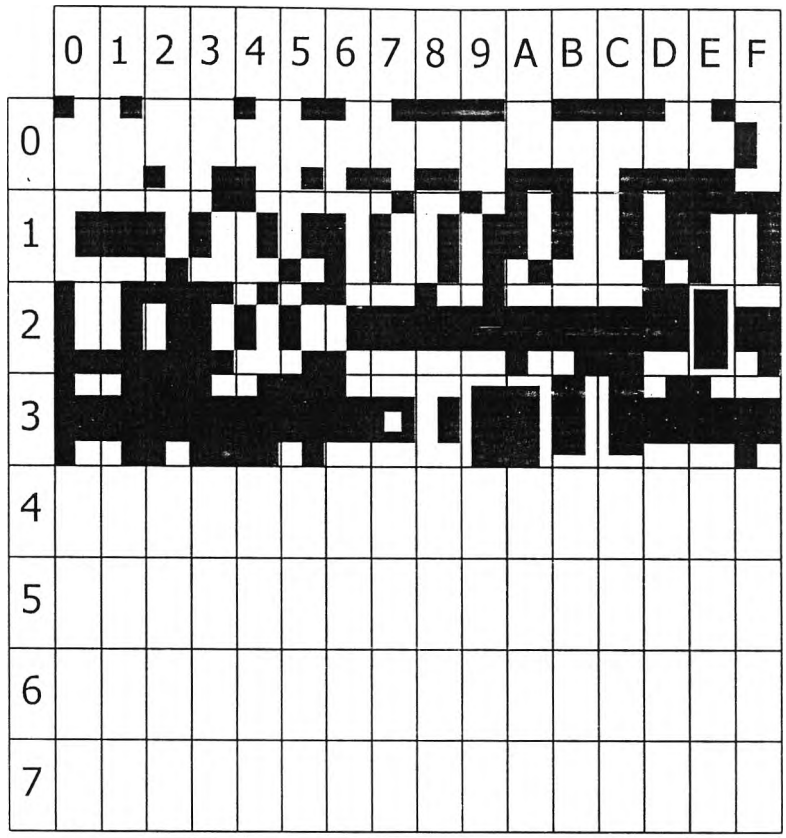
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2		!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	¦	}	~	⌂

ตารางที่ 2.6 ตารางอักขระตัวอักษรภาษาอังกฤษแบบตัวเอียง



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2		ก	ข	ฃ	ค	ฅ	ฆ	ง	จ	ฉ	ช	ซ	ฌ	ญ	ฎ	ฏ
3	ฐ	ฑ	ฒ	ณ	ด	ต	ถ	ท	ธ	น	บ	ป	ผ	ฝ	พ	ฟ
4	ภ	ม	ย	ร	ฤ	ล	ฦ	ว	ศ	ษ	ส	ห	ฬ	อ	ฮ	ฯ
5	ะ	ั	า	ำ	ิ	ี	ึ	ื	ุ	ู	ฺ	฿	เ	แ	โ	ใ
6	ไ	ๅ	ๆ	็	่	้	๊	๋	์	๎	๏	๐	๑	๒	๓	๔
7	๕	๖	๗	๘	๙	๚	๛									

ตารางที่ 2.7 ตารางอักขระตัวอักษรภาษาไทยแบบตัวเอียง



ตารางที่ 2.8 ตารางอักขระอักขระกราฟฟิก

- รหัสแอสกีควบคุมการแสดงผล

รหัสแอสกีควบคุมการแสดงผลทำหน้าที่ ระบุตารางอ้างอิงเพื่อประมวลผลตัวอักษร ควบคุมการเปลี่ยนสีพื้นและสีตัวอักษร การขีดเส้นใต้และแสดงผลตัวเอียง โดยนำเอารหัสแอสกี 7 บิต ในช่วง 10H-1FH มากำหนดความหมาย ดังตารางที่ 2.9

รหัสแอสกี	ความหมาย	รหัสแอสกี	ความหมาย
10H	Language toggle	18H	Black
11H	Char./graphic	19H	Red
12H	Change background	1AH	Yellow
13H	Change foreground	1BH	Green
14H	Underline(open)	1CH	Blue
15H	Underline(Close)	1DH	Cyan
16H	Italic(open)	1EH	Violet
17H	Italic(Close)	1FH	White

ตารางที่ 2.9 ตารางรหัสแอสกีควบคุมการแสดงผล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- รหัสสลับภาษา (10H)

หน้าที่ เปลี่ยนตารางอ้างอิงจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย

วิธีใช้ ชุดข้อมูลตามหลังรหัสสลับภาษาจะถูกสลับภาษา ในกรณีกำลังแสดงผลตัวเอียงก็จะสลับภาษาให้เป็นตัวเอียงด้วย

- รหัสสลับการแสดงผลกราฟฟิกและตัวอักษร (11H)

หน้าที่ เปลี่ยนตารางอ้างอิงเป็นอักขระกราฟฟิก หรืออักขระกราฟฟิกเป็นภาษาอังกฤษตัวตรง

วิธีใช้ ชุดข้อมูลที่ตามหลังรหัสสลับการแสดงผลกราฟฟิกและตัวอักษร จะใช้ตารางอักขระกราฟฟิกอ้างอิงสำหรับแสดงผล หรือกลับมาใช้ตารางอักขระภาษาอังกฤษแบบตัวตรง

- รหัสเปลี่ยนสีพื้น (12H)

หน้าที่ เปลี่ยนสีพื้น ซึ่งสีใหม่จะส่งตามมาใบไบต์ถัดไป

วิธีใช้ ใช้คู่กับรหัสสี โดยชุดข้อมูลที่ตามหลังรหัสเปลี่ยนสีพื้นและรหัสสีจะเปลี่ยนการแสดงผลสีพื้น เช่น หากต้องการเปลี่ยนสีพื้นจากสีดำเป็นสีน้ำเงิน จะส่งรหัส 12H ตามด้วย 1CH ซึ่งเป็นรหัสสีสีน้ำเงิน ปกติสีพื้นถูกกำหนดเป็นสีดำ

- รหัสเปลี่ยนสีตัวอักษร (13H)

หน้าที่ เปลี่ยนสีตัวอักษร ซึ่งสีใหม่จะส่งตามมาใบไบต์ถัดไป

วิธีใช้ ใช้คู่กับรหัสสี โดยชุดข้อมูลที่ตามหลังรหัสเปลี่ยนสีตัวอักษรและรหัสสีจะเปลี่ยนการแสดงผลสีตัวอักษร เช่น หากต้องการเปลี่ยนสีตัวอักษรจากสีขาวเป็นแดง จะส่งรหัส 13H ตามด้วย 19H ซึ่งเป็นรหัสสีสีแดง ปกติสีตัวอักษรถูกกำหนดเป็นสีขาว

- รหัสเริ่มขีดเส้นใต้ (14H)

หน้าที่ ระบุตำแหน่งเริ่มต้นของการขีดเส้นใต้

วิธีใช้ วางไว้ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของตัวอักขระที่ต้องการให้ขีดเส้นใต้

- รหัสจบขีดเส้นใต้ (15H)

หน้าที่ ระบุตำแหน่งสิ้นสุดของการขีดเส้นใต้

วิธีใช้ วางไว้ ณ ตำแหน่งสิ้นสุดของตัวอักขระที่ต้องการให้ขีดเส้นใต้

- รหัสเริ่มตัวเอียง (16H)

หน้าที่ ระบุตำแหน่งเริ่มต้นการแสดงผลตัวเอียงของอักษรภาษาไทยและอังกฤษ

วิธีใช้ วางไว้ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของตัวอักขระที่ต้องการแสดงผลแบบเอียง

- รหัสจบตัวเอียง (17H)

หน้าที่ ระบุตำแหน่งสิ้นสุดการแสดงผลตัวเอียงของอักษรภาษาไทยและอังกฤษ

วิธีใช้ วางไว้ ณ ตำแหน่งสิ้นสุดของตัวอักขระที่ต้องการแสดงผลแบบเอียง

- รหัสสีดำ(18H), รหัสสีแดง(19H), รหัสสีเหลือง(1AH), รหัสสีเขียว(1BH), รหัสสีน้ำเงิน(1CH), รหัสสีฟ้า(1DH), รหัสสีม่วง(1EH) และ รหัสสีขาว(1FH)

หน้าที่ ระบุการแสดงผลสีต่างๆ

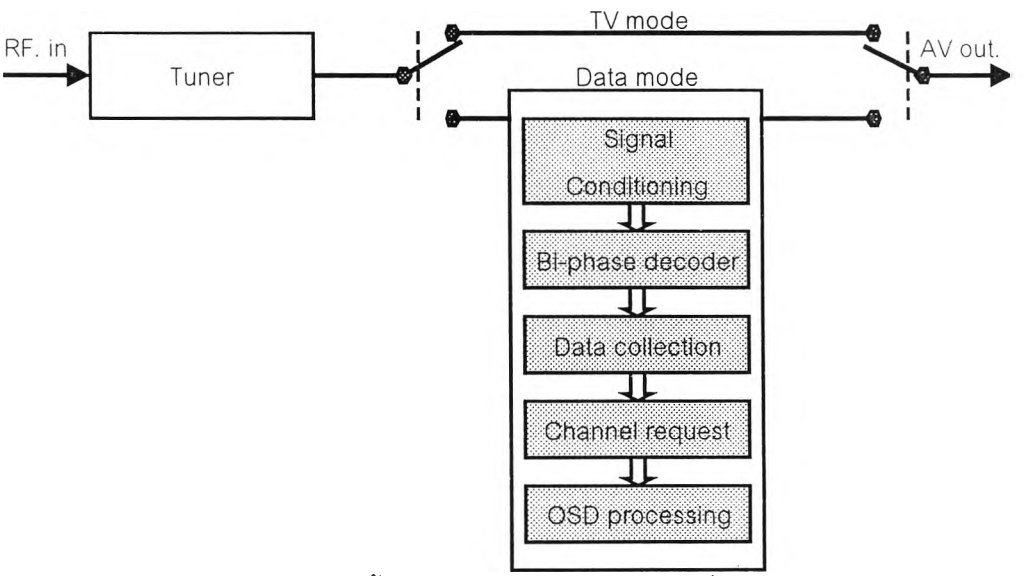
วิธีใช้ ใช้งานร่วมกับรหัสเปลี่ยนสีพื้นและรหัสเปลี่ยนสีตัวอักษร

2.5 ทฤษฎีพื้นฐานทางด้านรับ

เครื่องรับทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณโทรทัศน์ทั่วไปในโมดปกติและช่องข้อมูลในโมดการแสดงผลข้อมูล ตัวเครื่องถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุมระยะไกล ในโมดปกติทำหน้าที่การจูนช่องโทรทัศน์ 3, 5, 7, 9

กรณีโมดการแสดงผลข้อมูล หน่วยประมวลผลกลางจะส่งสัญญาณควบคุมให้จูนเนอร์เพื่อจูนสัญญาณโทรทัศน์ช่อง 4 ข้อมูลจะถูกถอดรหัสและส่งให้กับหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อเป็นวัตถุดิบในการประมวลผลการแสดงผล ดังรูปที่ 2.12

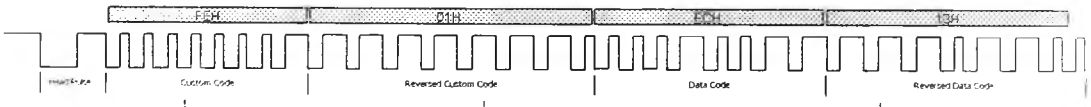
เครื่องต้นแบบของวิทยานิพนธ์ สามารถรับข้อมูลได้ 6 หน้า ประกอบด้วย 3 หน้าข้อมูลสาธารณะโดยกดช่อง 1-3 และ 3 หน้าข้อมูลส่วนตัวโดยกดช่อง 4-6



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการทำงานทางด้านเครื่องรับ

2.5.1 การถอดรหัสคำสั่งจากเครื่องควบคุมระยะไกล

เครื่องควบคุมระยะไกลเป็นแบบอินฟราเรด มี PIN transmitter LED ส่งสัญญาณมอดูเลตแบบรหัสพัลส์ (Pulse Code Modulation) มายังเครื่องรับที่มีอุปกรณ์รับสัญญาณอินฟราเรดทำหน้าที่ดีมอดูเลตสัญญาณรหัสพัลส์ดังรูปที่ 2.13 เพื่อส่งให้หน่วยประมวลผลกลางถอดรหัสคำสั่ง



รูปที่ 2.13 สัญญาณรหัสพัลส์ที่มีข้อมูลรหัสผู้ใช้ FEH และรหัสคำสั่ง ECH

- ลอจิก '0' มีช่วงเวลาเป็น 0 โวลต์ นาน 660 ไมโครวินาทีและช่วงเวลาเป็น 5 โวลต์นาน 1.6 มิลลิวินาที
- ลอจิก '1' มีช่วงเวลาเป็น 0 โวลต์นาน 660 ไมโครวินาทีและช่วงเวลาเป็น 5 โวลต์นาน 460 ไมโครวินาที

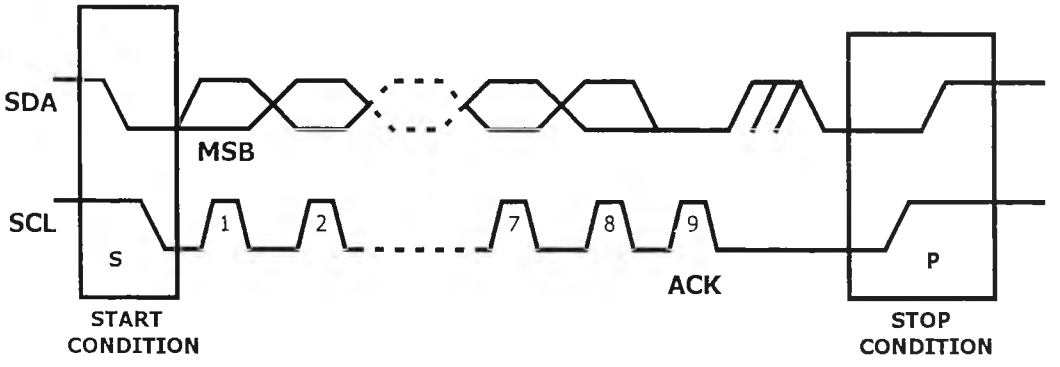
รหัสคำสั่ง 1 ชุดประกอบด้วย 4 ส่วนได้แก่

1. Head pulse มีช่วงเวลาเป็น 0 โวลต์นาน 9.1 มิลลิวินาทีและช่วงเวลาเป็น 5 โวลต์นาน 6.6 มิลลิวินาที ใช้บอกตำแหน่งเริ่มต้นของการส่งข้อมูล
2. Custom code จำนวน 8 บิต เป็นรหัสเฉพาะของเครื่องควบคุมระยะไกล เพื่อให้เครื่องรับ รับข้อมูลจากเครื่องควบคุมระยะไกลของตัวเองเท่านั้น เริ่มจากบิตนัยสำคัญสูงสุด (Most significant bit) ไปหาบิตนัยสำคัญน้อยสุด(Least significant bit)
3. Data code จำนวน 8 บิต เป็นรหัสคำสั่งที่ผู้ใช้กดปุ่ม เริ่มจากบิตนัยสำคัญสูงสุดไปหาบิตนัยสำคัญน้อยสุด
4. Reversed custom code และ Reversed data code ประกอบด้วยข้อมูลชุดละ 8 บิต ซึ่งเป็นรหัส Custom code และ Data code ที่กลับบิต '1' เป็นบิต '0' และบิต '0' เป็นบิต '1' ใช้ในการตรวจสอบข้อมูล

การอ่านรหัส เมื่อตรวจพบ Head pulse จะเริ่มอ่าน Custom code, Data code, Reversed custom code และ Reversed data code จากนั้นจะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้ Reversed data code และ Reversed custom code และตรวจสอบ Custom code ว่าเป็นคำสั่งที่ส่งจากเครื่องควบคุมระยะไกลของเครื่องรับ

2.5.2 การเข้ารหัสคำสั่งไอสแควร์ซีสำหรับควบคุมจูนเนอร์

การเชื่อมโยงแบบไอสแควร์ซี (IIC interface) ประกอบด้วยบัสอนุกรมสองเส้นได้แก่ SDA (Serial data) และ SCL (Serial clock) ใช้ควบคุมจูนเนอร์ โดยส่งค่าควบคุมการจูนช่องโทรทัศน์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวเรียกหรือนาย(Master) และไอซีส่วนควบคุมจูนเนอร์จะเป็นตัวถูกเรียกหรือบ่าว (Slave) อัตราการส่งข้อมูลของบัสเท่ากับ 100 กิโลบิตต่อวินาที ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลักษณะการติดต่อสื่อสารแบบไอสแควร์ซี

ส่วนประกอบของระบบบัสไอสแควร์ซี

ระบบบัสไอสแควร์ซีประกอบด้วย

1. สัญญาณ SDA (Serial data) เป็นสายส่งข้อมูล ตำแหน่งของข้อมูลถูกระบุโดยระดับสัญญาณลอจิกหนึ่งของสัญญาณ SCL
2. สัญญาณ SCL (Serial clock) ทำหน้าที่ซิงโครไนซ์บิตข้อมูลของสัญญาณ SDA

การทำงานของระบบบัสไอสแควร์ซี

- สภาวะเริ่มต้น เริ่มจากการเปลี่ยนสถานะแรงดันจาก "1" เป็น "0" ของสัญญาณ SDA ตามด้วยการเปลี่ยนสถานะแรงดันจาก "1" เป็น "0" ของสัญญาณ SCL
- ชุดข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลหนึ่งไบต์พร้อมบิตตรวจสอบ 1 บิต ตำแหน่งบิตข้อมูลถูกอ้างอิงโดยระดับแรงดันสูงของสัญญาณ SCL จะส่งบิตนัยสำคัญสูงสุดก่อน ดังรูปที่ 2.14 การส่งข้อมูลหนึ่งไบต์แต่ละครั้ง จะตรวจสอบสถานะการรับข้อมูลจากตัวบ่าว ด้วยบิตตอบรับ (ACK) โดยตัวนายคงค่าระดับแรงดันสัญญาณ SDA เป็น "0" ตัวบ่าวจะส่งแรงดันลอจิก "1" เพื่อยืนยันว่าได้รับข้อมูลครบหนึ่งไบต์

- สภาวะสิ้นสุด บอกจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูล ด้วยการเปลี่ยนสถานะแรงดันจาก "0" เป็น "1" ของสัญญาณ SCL ตามด้วยการเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1"ของสัญญาณ SDA

<u>ข้อกำหนดของการส่งข้อมูลเพื่อควบคุมไอสแควร์ซีจูนเนอร์</u>

คำสั่งควบคุมจูนเนอร์ ดังตารางที่ 2.9

1	Address byte	1	1	0	0	0	MA1	MA0	R/W
2	Prog. div byte1	0	n14	n13	n12	n11	n10	n9	n8
	Prog. div byte2	n7	n6	n5	n4	n3	n2	n1	n0
3	Control byte1	1	CP	T1	T0	1	1	1	OS
	Control byte2	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

ตารางที่ 2.9 คำสั่งควบคุมไอสแควร์ซีจูนเนอร์

1. แอดเดรสไบต์ (Address byte)

ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวบ่าวในระบบไอสแควร์ซี ไอสแควร์ซีจูนเนอร์ของบริษัท Philips ที่ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้สองบิต คือ MA1 และ MA 0 โดยเลือกให้เป็นศูนย์ทั้งสองบิต ดังนั้นค่าแอดเดรสของจูนเนอร์คือ C0H

2. พารามิเตอร์สำหรับจูนช่อง (Program division byte)

มีจำนวน 2 ไบต์ ความถี่ที่ออสซิลเลเตอร์สำหรับจูนจูนเนอร์ซึ่งใช้เฟสล๊อกลูปหาได้จาก Divider Ratio (N) ได้ดังนี้

$$N = 16 \times [Frf.\ (MHz) + Fif.\ (MHz)]$$

ความถี่ออสซิลเลเตอร์ = N/16 (MHz.)

โดยที่

N = 8192xn13+ 4096xn12 + 2048xn11 + 1024xn10 + 512xn9 + 256xn8 + 128xn7 + 64xn6 + 32xn5 + 16xn4 + 8xn3 + 4xn2 + 2xn1 + n0

และ

Fif. = 38.90 MHz.

Frf. = ความถี่กลางของช่องสัญญาณโทรทัศน์

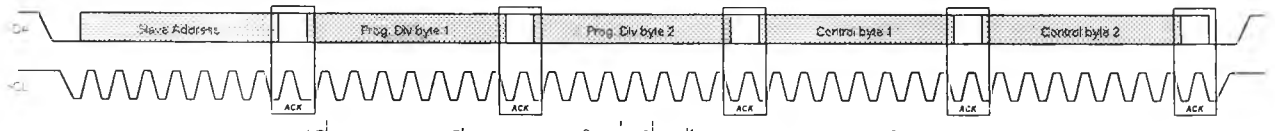
จูนเนอร์จูนได้ทั้งย่านแบนด์ต่ำ (ช่อง 2 –ช่อง 4) แบนด์กลาง (ช่อง 5 –ช่อง 12)และแบนด์สูง (ช่อง 21 –ช่อง 69)

3. พารามิเตอร์ควบคุม(Control byte)

มีจำนวน 2 ไบต์ ไบต์ที่ 1 ประกอบด้วยบิตควบคุม PC ซึ่งค่า "1" สำหรับการจูนแบบเร็ว และ ค่า "0" สำหรับการจูนแบบธรรมดาซึ่งให้ค่าที่เที่ยงตรงสูงแต่การตอบสนองช้ากว่า ส่วน T1, T0และ OS สำหรับทดสอบของโรงงาน การใช้งานต้องให้ค่าเป็น "0"

ส่วนไบต์ที่ 2 ทำหน้าที่เลือกแบนด์ที่ต้องการจูน แบนด์ต่ำแทนด้วย 05H แบนด์กลางแทนด้วย 09H และแบนด์สูงแทนด้วย 0CH

ขั้นตอนการสั่งงานจูนเนอร์



รูปที่ 2.15 การเรียงตัวของคำสั่งที่ส่งไปควบคุมจูนเนอร์

การส่งคำสั่งควบคุมจูนเนอร์ จะเรียงลำดับไบต์คำสั่ง ดังรูปที่ 2.15 เริ่มด้วย address ของตัวบ่าว ซึ่งทำให้ตัวบ่าวที่มี address ตรงกับที่ถูกเรียกพร้อมที่จะรับคำสั่ง ตามด้วยพารามิเตอร์สำหรับจูนช่องจำนวนสองไบต์ และพารามิเตอร์ควบคุมจำนวนสองไบต์

2.5.3 การจัดการหน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลาง มี 16 กิโลไบต์ แบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังตารางที่ 2.10 คือ

- address ที่ 0000H-03CFH (Reserved) สำรองไว้
- address ที่ 03D0H-03FFH (Table of Content) สำหรับตารางเก็บข้อมูลจำเพาะของแต่ละ page memory
- address ที่ 0400H-07FFH (Acquisition buffer) เป็นที่พักข้อมูลที่รับเข้ามาจากภาคถอดรหัส

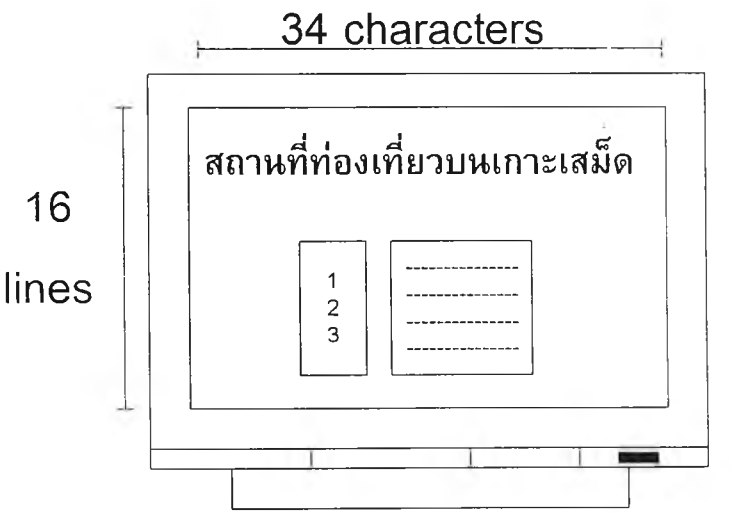
- address ที่ 0800H-2FFFH (page memory) ใช้เก็บหน้าข้อมูลจำนวน 10 หน้า โดยแบ่งพื้นที่ไว้หน้าละ 768 ไบต์
- address ที่ 3000H-3FFFH (Compiled buffer) เป็นที่พักของข้อมูลซึ่งผ่านการประมวลผลพร้อมที่จะส่งให้ส่วนแสดงผลภาพ

	Address	Description
1	0000H-03CFH	Reserved
2	03D0H-03FFH	Table of Content
3	0400H-07FFH	Acquisition buffer
4	0800H-2FFFH	10 pages memory
5	3000H-3FFFH	Compiled buffer

ตารางที่ 2.10 การจัดสรรหน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลาง

2.5.4 การประมวลผลสำหรับการแสดงผลภาพ

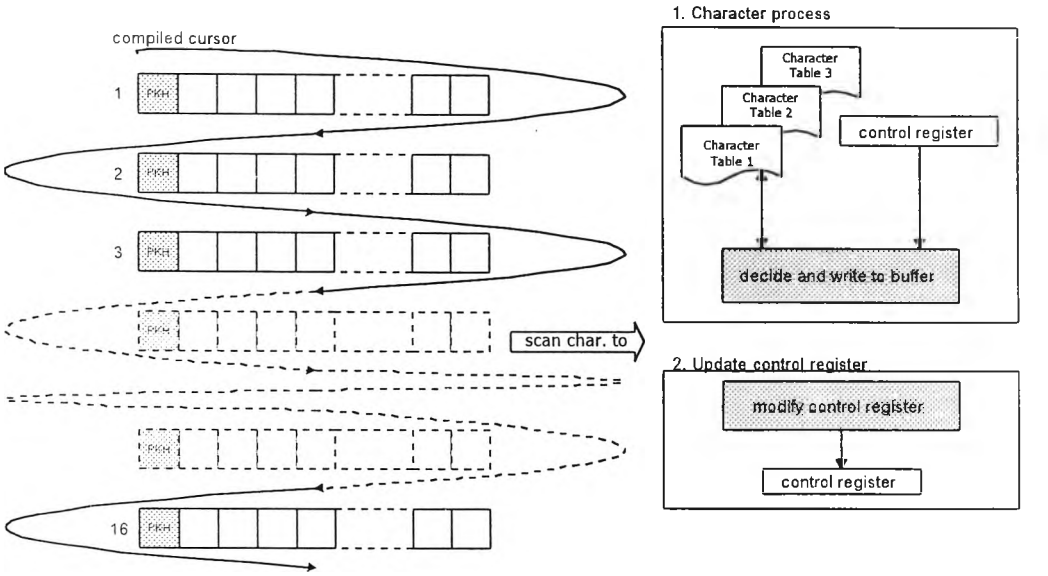
เครื่องรับแสดงผลภาพได้ 16 บรรทัด แต่ละบรรทัดประกอบด้วย 34 ตัวอักษร มีสีพื้นและสีตัวอักษรได้อย่างละ 8 สี ได้แก่ สีขาว สีดำ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีม่วง สีฟ้าและสีน้ำเงิน สามารถแสดงผลตัวเอียงและขีดเส้นใต้ได้ นอกจากนี้ยังแสดงอักขระกราฟฟิกทำให้ออกแบบหน้าจอกราฟฟิกแบบหยาบได้ดังเช่นในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การแสดงผลหน้าจอโทรทัศน์

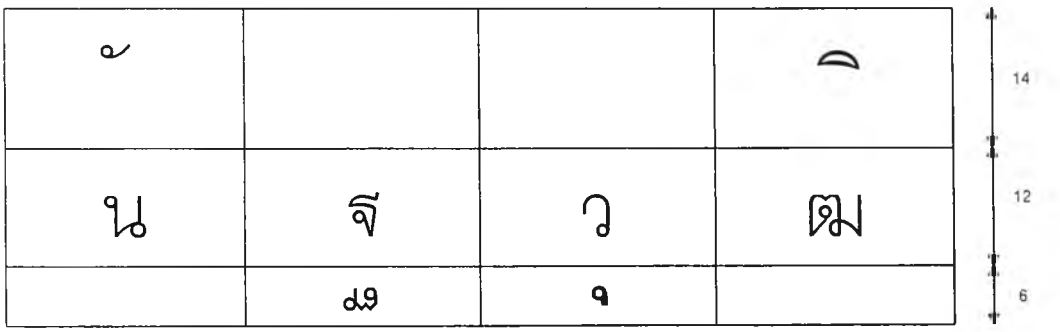
การประมวลผล ทำทีละหนึ่งบรรทัด โดยให้เคอร์เซอร์ของโปรแกรม อ่านรหัสแอสกีทีละหนึ่งตัวอักขระ ไปจนครบบรรทัด ตารางเริ่มต้นคือตารางอักขระอังกฤษแบบตัวตรง เมื่อแปลงเป็นข้อมูลสำหรับแสดงผลแล้ว ก็จะเก็บไว้ในหน่วยความจำและเขียนไปให้ส่วนแสดงผลในครั้งเดียว

ในการแปลงข้อมูลสำหรับแสดงผลจะมีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บรูปแบบการแสดงผลได้แก่ สีพื้น สีตัวอักษร ตัวเอียง ตัวขีดเส้นใต้ และตารางอ้างอิง เพื่อแปลงข้อมูลสำหรับแสดงผลให้มีคุณสมบัติตามต้องการ เมื่อเคอร์เซอร์ของโปรแกรมอ่านพบรหัสแอสกีควบคุม ก็จะเปลี่ยนค่าในรีจิสเตอร์ตามรหัสแอสกีควบคุม ลักษณะการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของโปรแกรมสำหรับการประมวลผลการแสดงผลภาพ

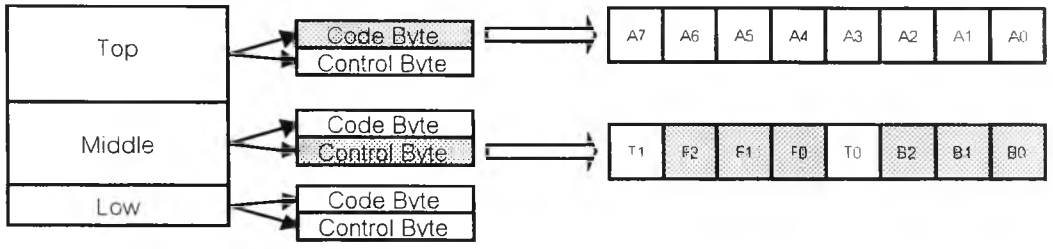
ตัวอักษรกำหนดมีความกว้าง 16 จุดและสูง 32 เส้นภาพ กรณีตัวอักษรภาษาไทย มีลักษณะเป็นลำดับชั้น จึงออกแบบตัวอักษรและการแสดงผล เป็น 3 ระดับ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การแสดงผล 3 ระดับ สำหรับแสดงผลภาษาไทย

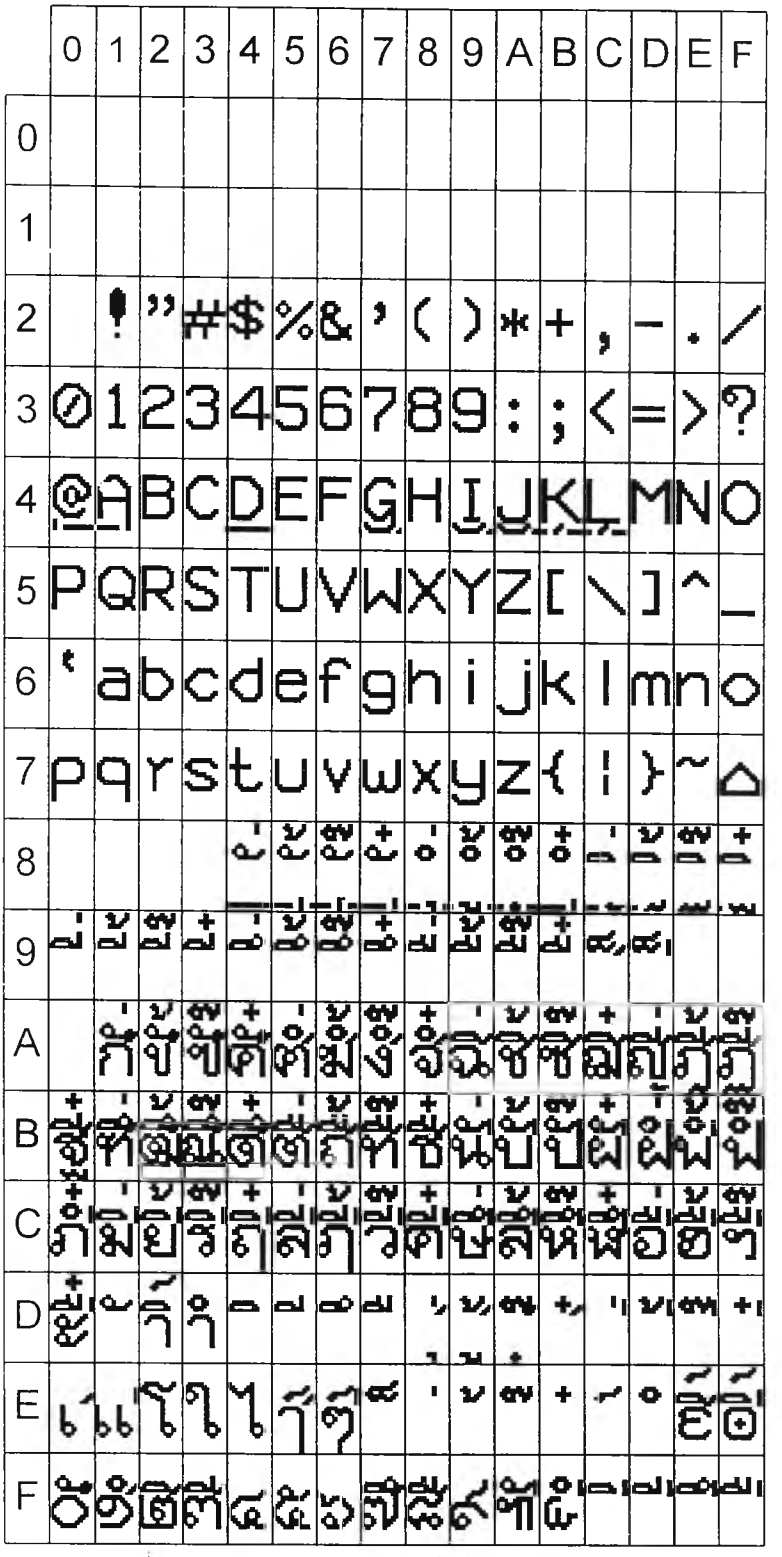
- ส่วนบน สูง 14 จุด สำหรับการแสดงผลสระและวรรณยุกต์ที่อยู่เหนือพยัญชนะ เช่น สระอี หรือ ไ- รวมทั้งพยัญชนะที่มีหาง เช่น ฝ, ส และ ฟ
- ส่วนกลาง สูง 12 จุด สำหรับการแสดงผลพยัญชนะปกติ เช่น ม, ค, ฒ และส่วนกลางของพยัญชนะอื่น เช่น ฝ, ส และ ฟ
- ส่วนล่าง สูง 6 จุด สำหรับการแสดงผลสระที่อยู่ใต้พยัญชนะ เช่น สระอุ สระอู รวมถึงพยัญชนะที่มีหางด้านล่างด้วย เช่น ฎ, ฏ และ ญ

โครงสร้างการเก็บข้อมูลของการแสดงผล ดังรูปที่ 2.19 การแสดงผลแบ่งออกเป็น 3 ระดับ แต่ละระดับประกอบด้วยข้อมูลสองส่วนคือ รหัสเลขฐานสิบหกของตารางที่ต้องการแสดงตัวอักษร (Code byte) จำนวน 1 ไบต์ และรหัสควบคุมการแสดงผลสีและเลือกตาราง(Control byte) จำนวน 1 ไบต์ ดังนั้น 1 ช่องจาก 34 ช่องของการแสดงผลใช้ข้อมูล 6 ไบต์ ดังรูปที่ 2.19

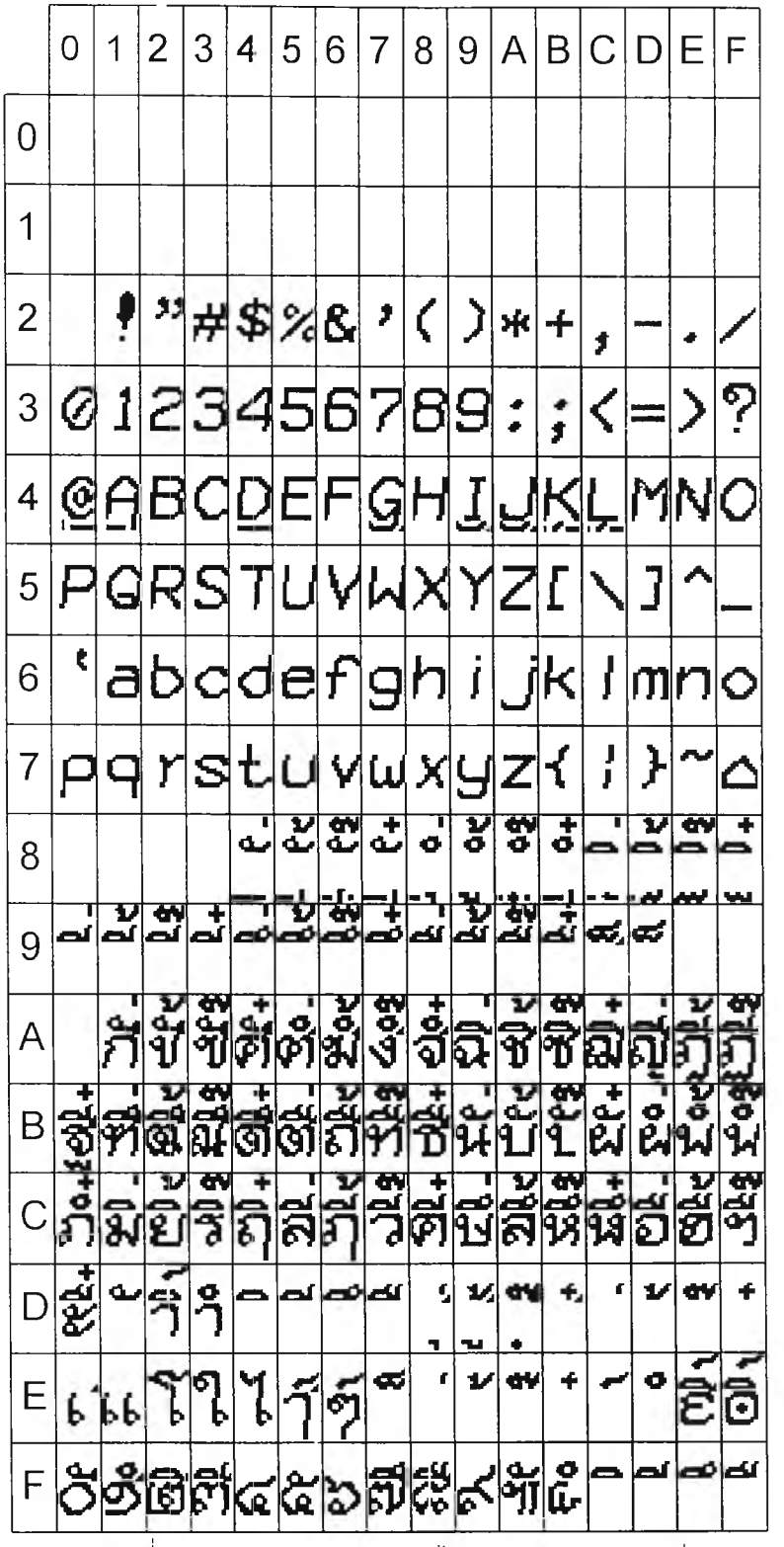


รูปที่ 2.19 โครงสร้างการเก็บข้อมูลสำหรับแสดงผล

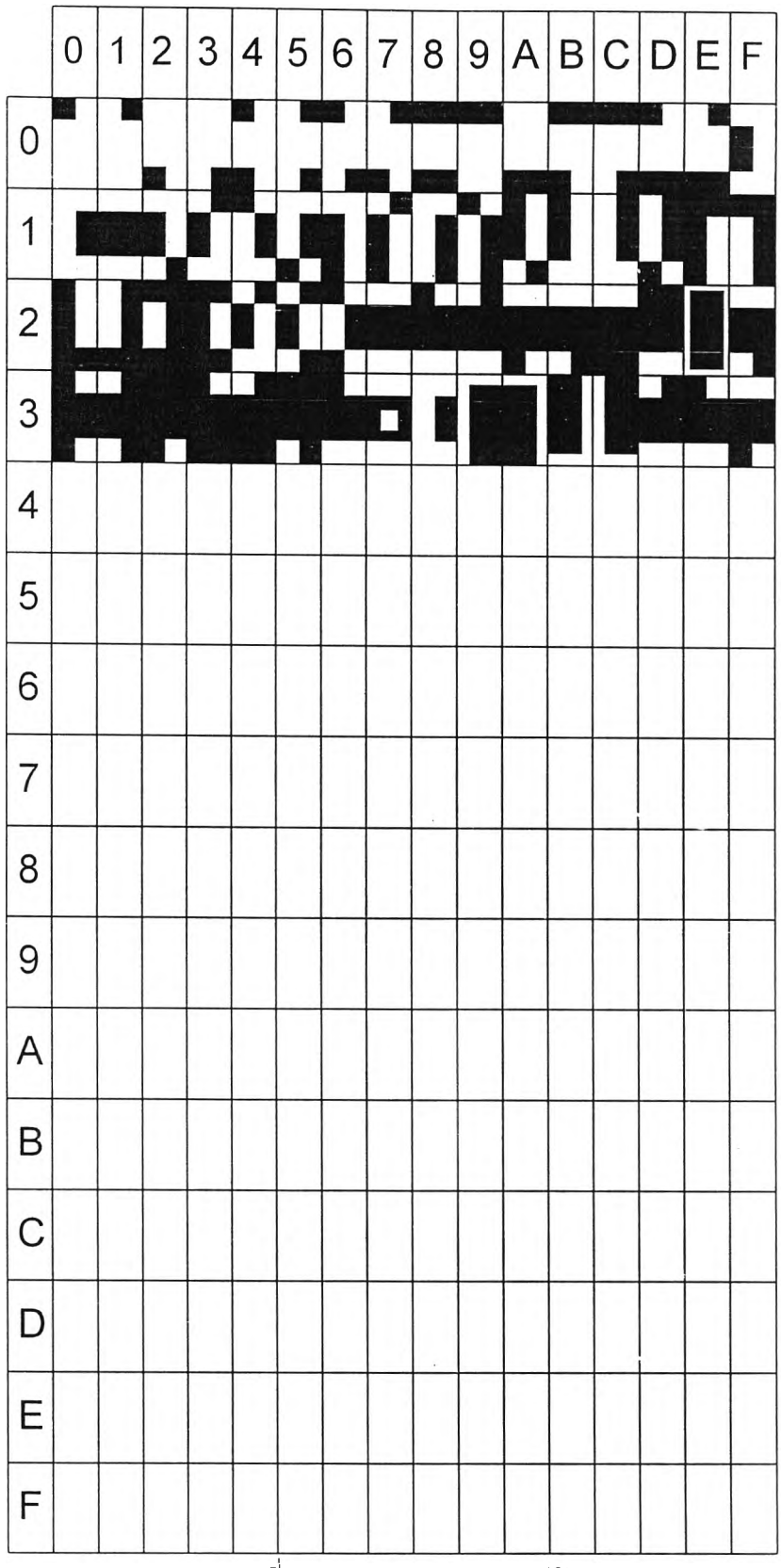
- Code byte ทำหน้าที่เก็บ address ของตัวอักขระที่ต้องการแสดงผล ดังตารางที่ 2.11-2.13 โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ตัวอย่างเช่น หาก Code byte ทั้ง 3 ระดับเท่ากับ 67H พื้นที่การแสดงผลระดับบนจะเป็นพื้นที่ว่าง พื้นที่การแสดผลระดับกลางจะเป็นของตัว "g" ส่วนกลาง และพื้นที่การแสดงผลระดับล่างจะเป็นของตัว "g" ส่วนล่าง หรือกรณีเป็นอักษรภาษาไทย ให้ Code byte ระดับบนเท่ากับ D4H ระดับกลางเท่ากับ A1H และระดับล่างเท่ากับ A1H จะแสดงผลว่า "กิ" เป็นต้น นอกจากนี้ ค่าเดียวกันสามารถอ้างอิงได้ 3 ตาราง ขึ้นอยู่กับ Control byte ทำให้แสดงตัวเอียงและอักขระกราฟฟิกได้
- Control byte ทำหน้าที่เก็บพารามิเตอร์สำหรับการแสดงผลได้แก่ รหัสแม่สี สีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินของตัวอักษร (F2F1F0) รหัสแม่สี สีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินของสีพื้น (B2B1B0) และเก็บพารามิเตอร์ตารางอ้างอิงด้วย (T1T0) ดังรูปที่ 2.11-2.13



ตารางที่ 2.11 ตารางอักขระภาษาไทย-อังกฤษแบบตัวตรง



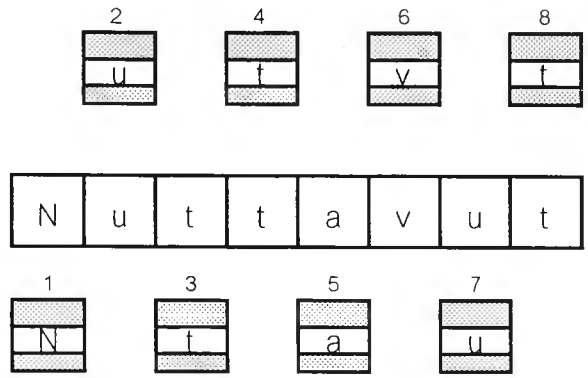
ตารางที่ 2.12 ตารางอักขระภาษาไทย-อังกฤษแบบตัวเอียง



ตารางที่ 2.13 ตารางอักขระกราฟฟิก

การประมวลผล แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การประมวลผลภาษาอังกฤษและอักขระกราฟฟิก



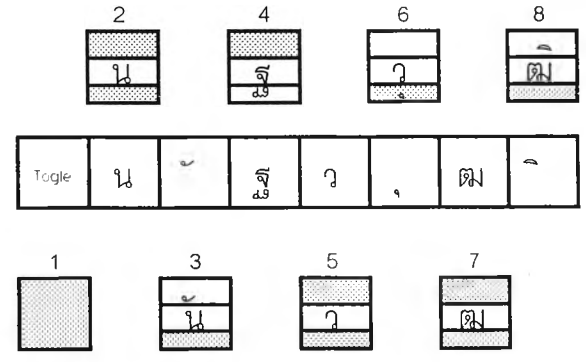
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการประมวลผลภาษาอังกฤษคำว่า “Nuttavut”

ตัวอย่างการประมวลผลภาษาอังกฤษ ดังรูปที่ 2.20 สังเกตว่าพื้นที่การแสดงผลระดับบนและระดับล่างถูกแทนที่ด้วยช่องว่าง เนื่องจากการแสดงผลตัวอักษรภาษาอังกฤษมีระดับชั้นเดียว การประมวลผลจึงทำการเขียนรหัสแอสกีที่พื้นที่การแสดงผลระดับกลางเท่านั้น

จากขั้นตอนที่ 1 – ขั้นตอนที่ 8 ในรูปที่ 2.20 โปรแกรมจะทำการใส่รหัสแอสกี 4EH, 75H, 74H, 74H, 61H, 76H, 75H และ 74H ในพื้นที่การแสดงผลระดับกลาง และใส่รหัสการแสดงผลว่างในพื้นที่การแสดงผลระดับบนและล่าง

ส่วนการประมวลผลอักขระกราฟฟิก ทุกพื้นที่การแสดงผลระดับบน, กลาง และล่าง จะเป็นค่าที่เหมือนกัน เพราะการแสดงผลเป็นชุดของ 3 ส่วน

2. การประมวลผลภาษาไทย



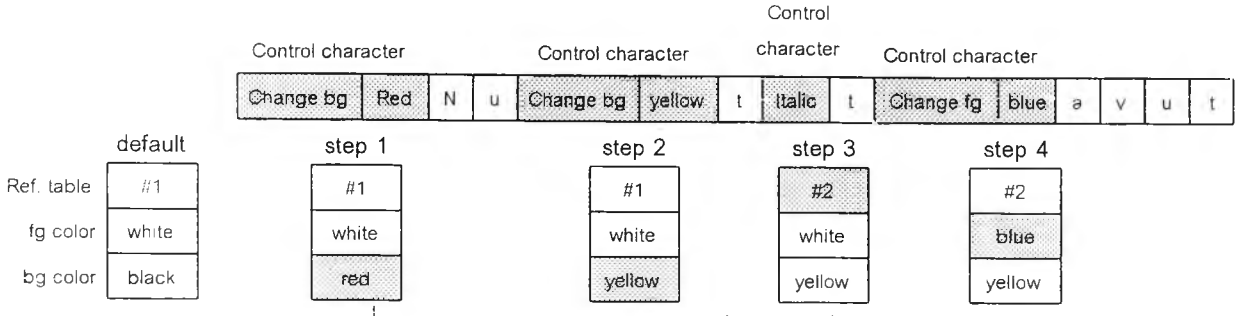
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการประมวลผลภาษาไทยคำว่า "นัฐวุฒิ"

ตัวอย่างการประมวลผลภาษาไทย ตัวอย่างในดังรูปที่ 2.21 คำว่า "นัฐวุฒิ" โดยแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 รหัสแอสกี "Toggle" เป็นการเปลี่ยนการประมวลผลรหัสแอสกีเป็นของภาษาไทย โดยเปลี่ยนรหัสแอสกีตัวอักษรบิตที่ 7 ให้เป็น 1
- ขั้นตอนที่ 2 ตัวพยัญชนะ น. จะใส่ช่องว่างลงในพื้นที่การแสดงผลระดับบนและล่าง โดยพื้นที่การแสดงผลระดับกลางจะถูกใส่รหัส B9H ซึ่งแทน ตัว น หนู อ้างอิงจากตารางที่ 2.11
- ขั้นตอนที่ 3 ไม้หันอากาศ โปรแกรมจะทราบว่าไม้หันอากาศไม่ใช่ตัวพยัญชนะฐาน และต้องใส่ตรงพื้นที่การแสดงผลระดับบน ก็จะย้อนตัวชี้ตำแหน่งเพื่อมาใส่รหัส D1H ซึ่งแทนไม้หันอากาศ อ้างอิงดังจากตารางที่ 2.11
- ขั้นตอนที่ 4 ตัวพยัญชนะ ฐ. จะเขียนช่องว่างในพื้นที่การแสดงผลระดับบน ส่วนพื้นที่การแสดงผลระดับกลางและระดับล่างจะถูกใส่รหัส B0H ซึ่งแทนตัวพยัญชนะ ฐ อ้างอิงจากตารางที่ 2.11
- ขั้นตอนที่ 5 ตัวพยัญชนะ ว. เช่นเดียวกันกับการพบพยัญชนะฐาน น. คือใส่ช่องว่างในพื้นที่การแสดงผลระดับบนและล่าง โดยพื้นที่การแสดงผลระดับบนและกลางจะใส่รหัส C7H ซึ่งแทนพยัญชนะ ว
- ขั้นตอนที่ 6 สระอุ เป็นสระที่แสดงผลในระดับล่าง จะถูกแทนด้วยรหัส D8H ซึ่งแทนสระอุ อ้างอิงจากตารางที่ 2.11
- ขั้นตอนที่ 7 ตัวพยัญชนะ ฒ. ใส่ช่องว่างในพื้นที่การแสดงผลระดับบนและล่าง โดยพื้นที่การแสดงผลระดับกลางใส่รหัส B2H ซึ่งแทนพยัญชนะ ฒ
- ขั้นตอนที่ 8 สระอิ โปรแกรมจะทราบว่าสระอิไม่ใช่ตัวพยัญชนะฐาน และต้องใส่ตรงพื้นที่การแสดงผลระดับบน ก็จะย้อนตัวชี้ตำแหน่งเพื่อมาใส่รหัสแอสกี D4H ซึ่งแทนสระอิ อ้างอิงจากตารางที่ 2.11

3. การประมวลผลสี

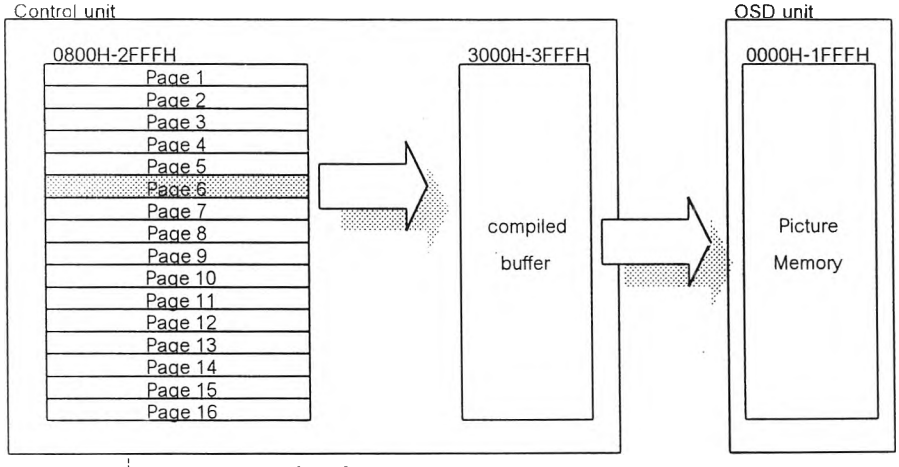
นอกเหนือจากการประมวลผล Code byte แล้ว ยังประมวลผล Control byte ด้วย ซึ่ง Control byte นี้จะถูกเปลี่ยนแปลงเมื่อเคอร์เซอร์ของโปรแกรมพบรหัสแอสกีควบคุม ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการประมวลผลสีและตัวเอียง

จากรูปที่ 2.22 ในขั้นตอนที่ 1,2 และขั้นตอนที่ 4 เป็นการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์การแสดงผลสีของสีพื้นและตัวอักษร แต่ในขั้นตอนที่ 3 เป็นการเปลี่ยนตารางอ้างอิง สังเกตตารางที่ 2.21 และตารางที่ 2.22 จะพบว่า ตำแหน่งเดียวกันของตารางจะเก็บอักขระการแสดงผลเหมือนกันแตกต่างกันที่ตารางที่ 2.22 แสดงผลแบบเอียง

ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วจะเก็บไว้ที่หน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลางเพื่อรอให้การประมวลผลครบทั้งหน้า จากนั้นจึงเขียนไปที่หน่วยความจำภาพของส่วนแสดงผลภาพพร้อมกัน เพื่อให้มีผลต่อการมองเห็นภาพกระพริบน้อยที่สุด การโอนย้ายข้อมูลของการประมวลผล เป็นไปดังรูปที่ 2.23



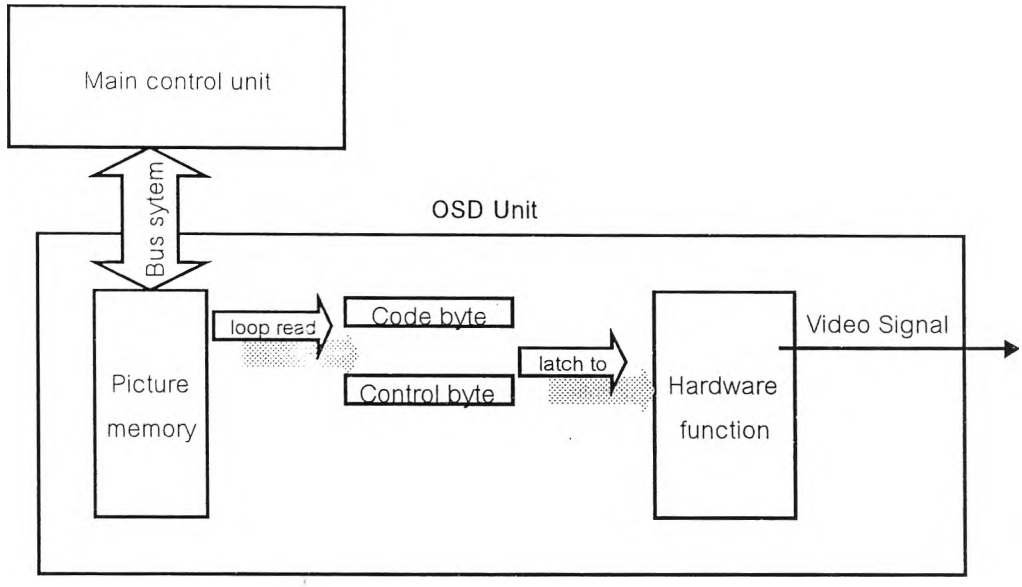
รูปที่ 2.23 การโอนย้ายข้อมูลของการประมวลผลการแสดงผลภาพ

2.5.5 ส่วนแสดงผลภาพ

ทำหน้าที่แสดงผลภาพ การทำงานของส่วนนี้จะเป็นอิสระกับหน่วยประมวลผลกลาง กล่าวคือส่วนแสดงผลภาพจะสร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์จากข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำภาพอยู่

I19449720

ตลอดเวลา หน่วยประมวลผลกลางจะเป็นผู้เลือกว่าต้องการสัญญาณจากแหล่งใด กรณีโมดโทรทัศน์ ก็จะเลือกสัญญาณจากจูนเนอร์ กรณีโมดแสดงผลข้อมูล ก็จะเลือกสัญญาณจากส่วนแสดงผลภาพ

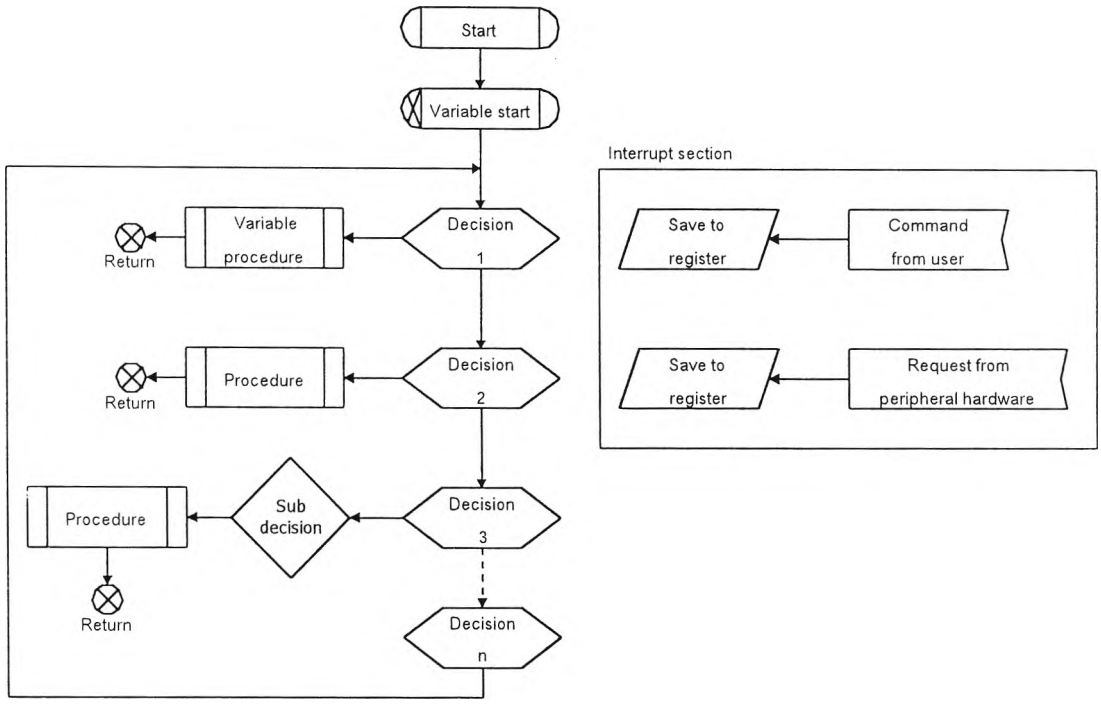


รูปที่ 2.24 การทำงานของส่วนการแสดงผลภาพ

หน่วยแสดงผลภาพอ่านข้อมูล2 ไบต์ได้แก่ Code byte และ Control byte เพื่อป้อนให้วงจรเข้ารหัสสี และส่งสัญญาณขาออกเป็นสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL ดังรูปที่ 2.24

2.5.6 หลักการของโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องรับ

โปรแกรมของเครื่องรับเป็นแบบ Register-lookup driven [5] กล่าวคือ โปรแกรมจะวนอ่านรีจิสเตอร์ควบคุมและทำงานตามค่าของค่ารีจิสเตอร์ควบคุม การเปลี่ยนค่าของรีจิสเตอร์ควบคุมเกิดขึ้นจากคำสั่งของอินพุตที่ได้จากส่วนต่างๆ ได้ โปรแกรมอินเทอร์รัพท์ และโปรแกรมย่อยอื่น โครงสร้างของโปรแกรมมีลักษณะดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 โครงสร้างจำลองของโปรแกรมเครื่องรับที่อาศัยหลัก Register-lookup driven