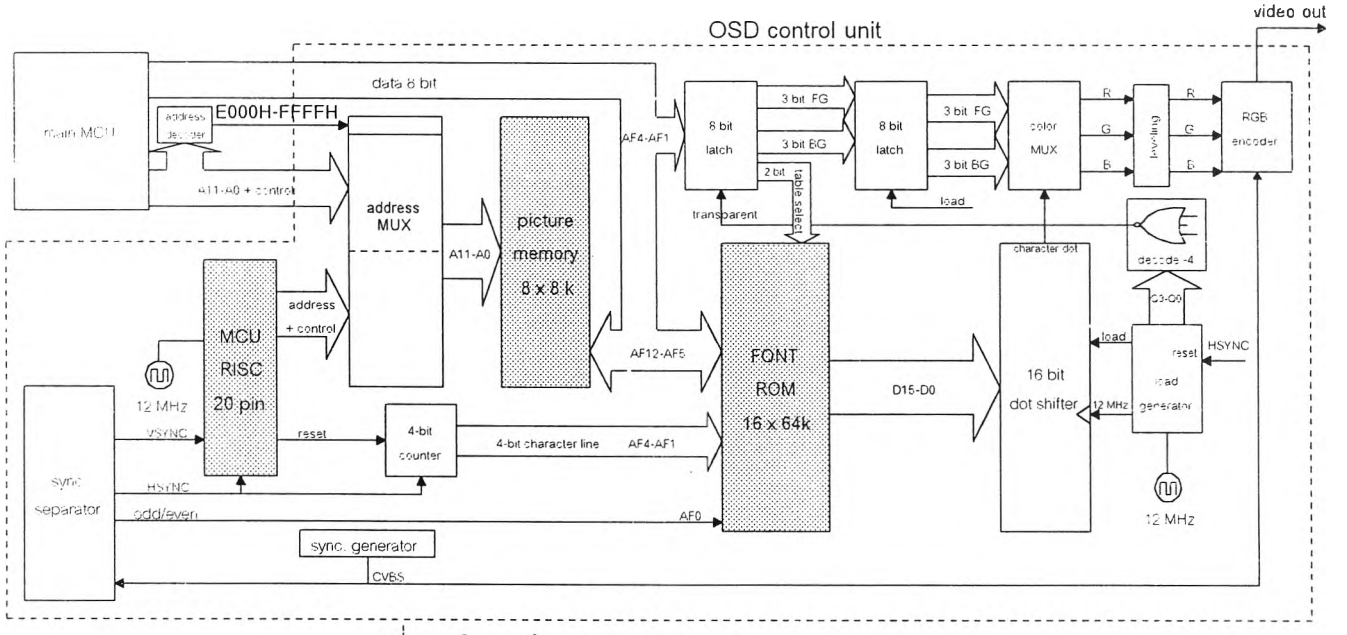
บทที่ 6
การแสดงผลภาพ

6.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของส่วนแสดงผลภาพ

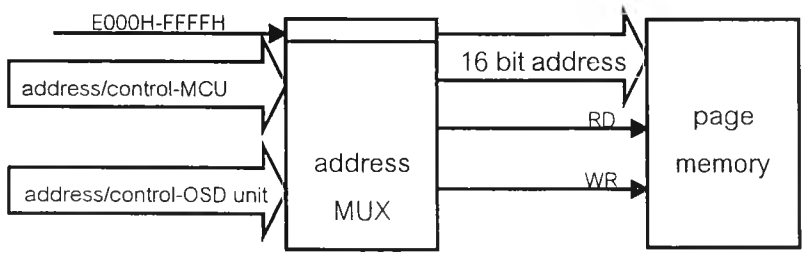


รูปที่ 6.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของส่วนแสดงผลภาพ

ส่วนแสดงผลภาพ ทำหน้าที่แสดงผลภาพข้อมูล ส่วนนี้จะทำงานอย่างอิสระ โดยจะสร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์อยู่ตลอดเวลาจากข้อมูลในหน่วยความจำภาพ ด้วยหน่วยควบคุมการแสดงผลประกอบด้วย

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการแสดงผล ทำหน้าที่ส่งค่า address ของตัวอักขระและค่าสีตามตำแหน่งต่างๆของหน้าจอโทรทัศน์ให้กับหน่วยความจำภาพ เพื่อนำข้อมูลไปสร้างภาพ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูงขนาดเล็กสถาปัตยกรรมแบบ RISC เบอร์ AT90S2313-10PC ขนาด 20 ขา ของบริษัทแอทเมล ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 เมกกะเฮิตรซ์ จำนวน 1 ตัว
2. วงจรสังเคราะห์สัญญาณโทรทัศน์ภาพรวม(sync. generator) ได้แก่ไอซี LM1882 ทำหน้าที่สร้างสัญญาณภาพรวมแบบไร้ภาพ ตามมาตรฐาน PAL จำนวน 1 ตัว

3. วงจรแยกสัญญาณซิงค์(sync. separator) ใช้ไอซี LM1881 จำนวน 1 ตัวเป็นตัวกำหนดจุดทำงานของสัญญาณโทรทัศน์ให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และหน่วยความจำอักขระ โดยส่งสัญญาณระบุตำแหน่งเริ่มต้นของฟิลด์และตำแหน่งเริ่มต้นของเส้นภาพให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งสัญญาณบอกตำแหน่งฟิลด์คู่และคี่ให้กับหน่วยความจำอักขระเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการแสดงผลรู้ตำแหน่งของเส้นภาพและกำหนดจุดแสดงผลภาพได้อย่างถูกต้อง
4. หน่วยสลับสัญญาณaddress ทำหน้าที่สลับสัญญาณ address และสัญญาณควบคุมที่หน่วยประมวลผลกลางหรือส่วนควบคุมการแสดงผล เพื่ออ่านหรือเขียนหน่วยความจำภาพ ประกอบด้วย ไอซีตัวมัลติเพลกซ์ เบอร์ 74LS157 จำนวน 4 ตัว ดังรูปที่ 6.2 การควบคุมหน่วยความจำภาพโดยหน่วยประมวลผลกลางผ่านทาง address ช่วง E000H-FFFFH ซึ่งสามารถอ้างอิงหน่วยความจำขนาด 8 กิโลไบต์ของหน่วยความจำภาพ



รูปที่ 6.2 โครงสร้างของหน่วยเลือกสัญญาณ address

5. วงจรสร้างสัญญาณโหลด ข้อมูลให้กับหน่วยเลื่อนข้อมูลจุด โดยสร้างสัญญาณโหลด ทุกๆ 16 คาบของสัญญาณนาฬิกาความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ สัญญาณนาฬิกานี้จะซิงโครไนซ์กับส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงภาพ ทำให้การทำงานของทุกส่วนการแสดงผลซิงโครไนซ์กัน ดังรูปที่ 5.6
6. หน่วยความจำภาพ(picture memory) มีขนาด 8 กิโลไบต์ ใช้ไอซีเบอร์ UT6264PC-70LL จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่เก็บรหัสของอักขระที่ต้องการแสดงผลและค่าสีของสีพื้นและสีตัวอักขระโดยจัดเก็บไว้เป็น 16 ส่วน แต่ละส่วนประกอบด้วยข้อมูลหนึ่งบรรทัด หน่วยความจำภาพ
7. หน่วยความจำอักขระ(font ROM) ทำหน้าที่เก็บตารางอักขระ 3 ตาราง แต่ละตารางใช้พื้นที่ 16x8 กิโลไบต์ ประกอบด้วย ตารางอักขระภาษาแบบตัวตรง ตารางอักขระภาษาแบบตัวเอียง และตารางอักขระกราฟฟิก ดังตารางที่ 5.4, 5.5 และ 5.6 ใช้ไอซีเบอร์ M27C1024-10FI ซึ่งมีความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 16x64 กิโลไบต์ จำนวน 1 ตัว

8. หน่วยเลื่อนข้อมูลจุด(Dot Shifter) ใช้ไอซี 74LS165 จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่แปลงข้อมูลจนานของตัวอักขระซึ่งมีขนาด 16 บิตให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อส่งให้หน่วยเลือกสัญญาณสี สำหรับแสดงผลที่จุดต่างๆของตัวอักขระแสดงผล
9. หน่วยเลือกสัญญาณสี ใช้ไอซีเบอร์ 74HC157 จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่สลับสัญญาณสีของตัวอักษรและสีพื้น โดยการสลับระหว่างข้อมูลสีแดง เขียว และน้ำเงินจำนวนสองชุด ซึ่งเป็นของตัวอักษรและพื้น การสลับเกิดข้อมูลอนุกรมซึ่งกำหนดจุดของตัวอักษรที่จะแสดงผล
10. หน่วยเข้ารหัสสัญญาณภาพ(RGB encoder) ใช้ไอซีเบอร์ MC1377P ของบริษัทโมโตโรล่า จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่สร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์แบบ PAL โดยมีอินพุตได้แก่ สัญญาณสีแดง เขียว น้ำเงิน และสัญญาณโทรทัศน์ภาพรวมที่ไม่มีสัญญาณภาพ

6.2 การทำงานของส่วนแสดงผลภาพ

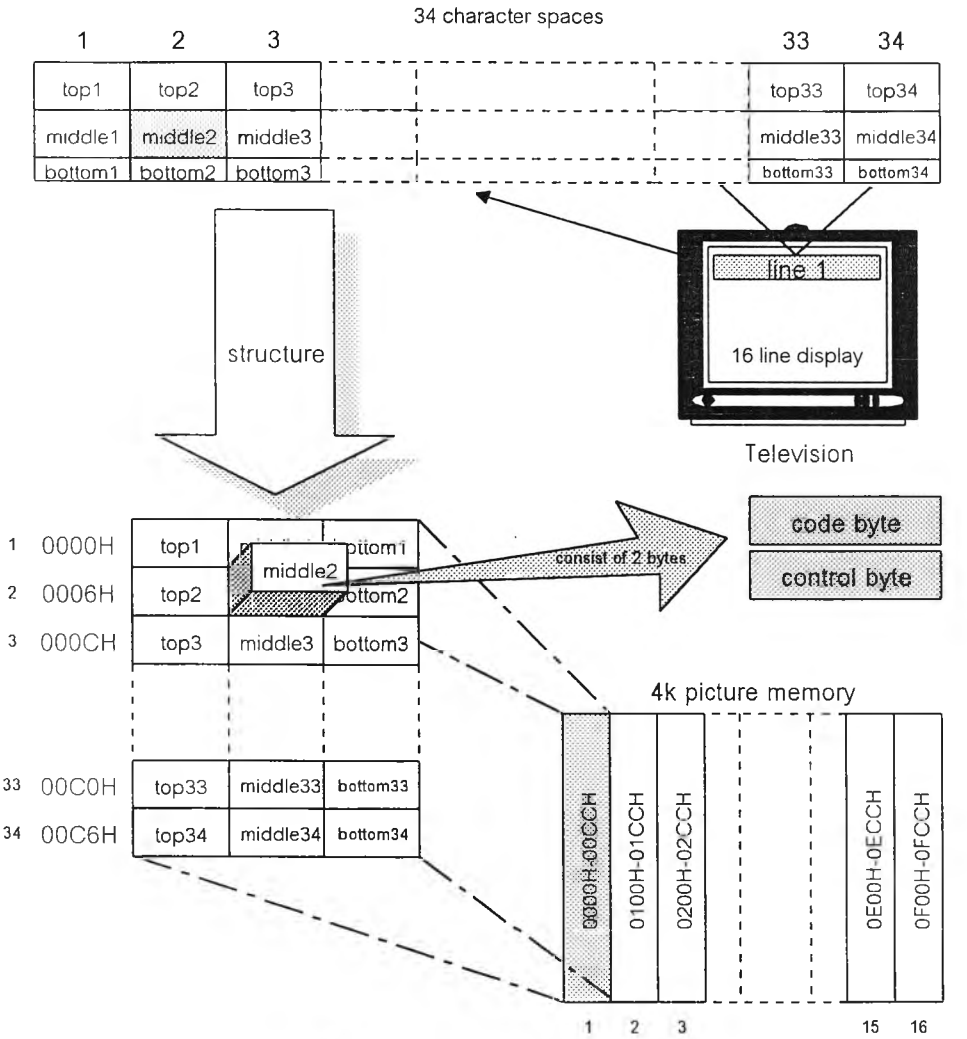
6.2.1 การเรียงตัวของข้อมูลภาพในหน่วยความจำภาพ

โครงสร้างการเก็บข้อมูลของการแสดงผลภายในหน่วยความจำภาพสัมพันธ์กับการแสดงผลของภาพ ดังรูปที่ 6.3

แต่ละบรรทัดเก็บข้อมูล 34 ชุดแต่ละชุดประกอบด้วย ข้อมูลของแต่ละพื้นที่การแสดงผล 3 ระดับ บน กลางและล่าง แต่ละพื้นที่การแสดงผล ประกอบด้วยข้อมูล 2 ไบต์ได้แก่ ข้อมูลอักขระ(Code byte) และข้อมูลควบคุม (control byte) โดยหนึ่งบรรทัดใช้เนื้อที่เก็บข้อมูล 204 ไบต์

การจัดเก็บข้อมูลการแสดงผลหนึ่งหน้านั้น ใช้หน่วยความจำทั้งสิ้น 4 กิโลไบต์ ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 16 ส่วนๆละ 256 ไบต์ ใช้พื้นที่เก็บข้อมูลตั้งแต่ address 00H-CCH หรือ 204 ไบต์

จากลักษณะการเรียงตัวดังกล่าวข้างต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ของส่วนแสดงผลภาพจะอ่านข้อมูลอักขระและข้อมูลควบคุม เพื่อนำไปสร้างสัญญาณภาพโทรทัศน์ วนรอบจนครบ 16 บรรทัด แล้วขึ้นบรรทัดที่ 1 อยู่เสมอ

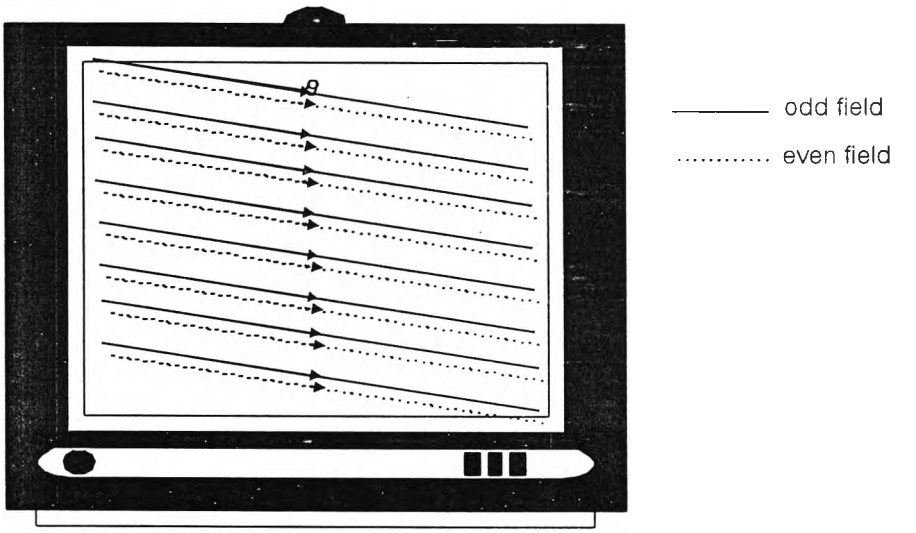


รูปที่ 6.3 การเรียงตัวของข้อมูลภาพในหน่วยความจำภาพ

6.2.2 หลักการแสดงผลภาพ

สัญญาณภาพโทรทัศน์ระบบ PAL เป็นระบบที่ใช้ในประเทศไทย ประกอบด้วย 2 ฟิลด์ของสัญญาณภาพ ฟิลด์ละ 312.5 เส้นภาพ รวมแล้วเท่ากับ 625 เส้นภาพ การแสดงผลของส่วนแสดงผลมีทั้งสิ้น 16 บรรทัด บรรทัดละ 34 ตัวอักษร โดยที่หนึ่งตัวอักษรกว้าง 16 จุดและสูง 32 เส้นสัญญาณภาพโทรทัศน์

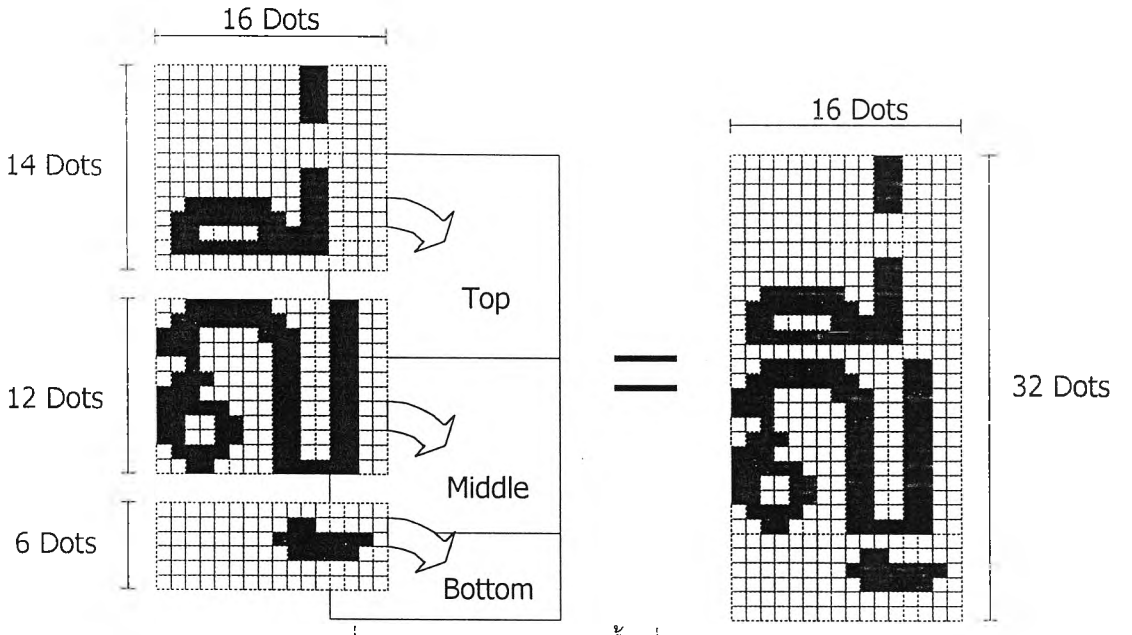
ในหนึ่งเส้นสัญญาณภาพยาว 64 ไมโครวินาที ช่วงเวลาแสดงผลภาพประมาณ 45-46 ไมโครวินาที จากการคำนวณ หนึ่งเส้นประกอบด้วย 34 ตัวอักษร แต่ละตัวอักษรกว้าง 16 จุด ดังนั้น เวลาหนึ่งจุดเท่ากับ 0.83 นาโนวินาที จะต้องใช้สัญญาณนาฬิกา 12 เมกะเฮิรตซ์



รูปที่ 6.4 การแสดงผลแบบสอดสลับในสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL

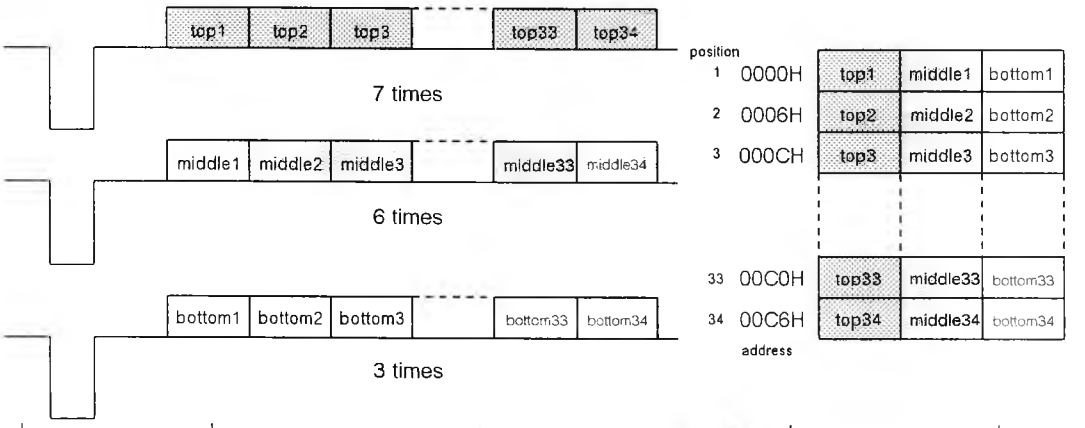
หนึ่งตัวอักษรสูง 32 เส้นสัญญาณ ซึ่งแบ่งเป็นฟิลด์คู่ 16 เส้น และ ฟิลด์คี่ 16 เส้น การกวาดของปืนอิเล็กตรอนในการแสดงผลภาพแบบสอดสลับ จะสลับกวาดฟิลด์คู่ก่อนแล้วจึงกวาดฟิลด์คี่ ตามลำดับ ดังรูปที่ 6.4 การแสดงผลจึงต้องสร้างสัญญาณภาพฟิลด์คี่ก่อนแล้วจึงตามด้วยฟิลด์คี่

จากรูปที่ 6.5 การแสดงผลแบ่งพื้นที่เป็น 3 ระดับ แต่ละระดับมีความสูงไม่เท่ากัน ระดับบนใช้ 14 เส้นสัญญาณ ระดับกลางใช้ 12 เส้นสัญญาณ และระดับล่างใช้ 6 เส้นสัญญาณ กรณีการแสดงผลแบบการสอดสลับ จึงแบ่งการแสดงผลเป็น 2 ชุด คือ ระดับบนชุดละ 7 เส้นสัญญาณ ระดับกลางชุดละ 6 เส้นสัญญาณ และระดับล่างชุดละ 3 เส้นสัญญาณ



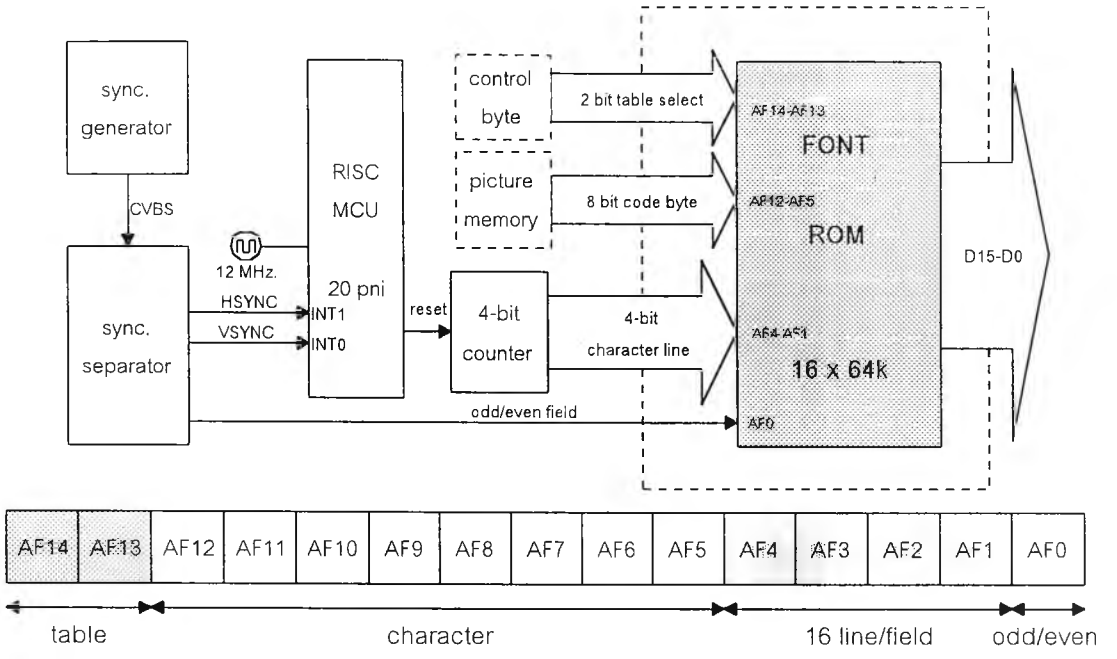
รูปที่ 6.5 การแสดงผลแบ่งพื้นที่เป็น 3 ระดับ

จากการเรียงตัวของข้อมูลภายในหน่วยความจำภาพในหัวข้อที่แล้วข้อมูลอักขระและข้อมูลควบคุม จะถูกอ่านซ้ำกันทีละ 7, 6 และ 3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของพื้นที่แสดงผล เพื่อนำมาสร้าง 16 เส้นสัญญาณภาพของ 1 บรรทัดการแสดงผล เมื่อขึ้นฟิลด์ใหม่ก็จะอ่านส่วนเดิมซ้ำอีกเพื่อแสดงผลในบรรทัดเดิมให้ครบ 32 เส้นสัญญาณ ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 การสร้างหนึ่งบรรทัดตัวอักษรลงบนเส้นสัญญาณโทรทัศน์ในหนึ่งรอบการกวาดหนึ่งฟิลด์

การอ่านตำแหน่งของหน่วยความจำภาพ จะได้ข้อมูลอักขระในหน่วยคามจำอักขระ หน่วยความจำอักขระสถานะแสดงผลฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ จากวงจรภายนอกดังรูปที่ 6.7



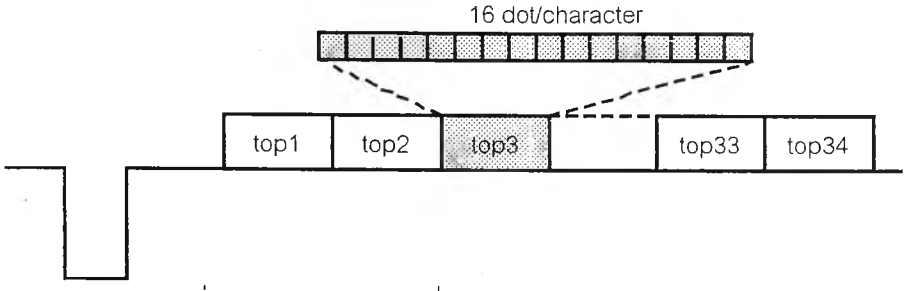
รูปที่ 6.7 การอ้างอิงจุดภาพกับหน่วยความจำอักขระ

ข้อมูลจุดภาพจากหน่วยความจำอักขระตามรูปที่ 6.7 จะสามารถอ้างอิงได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

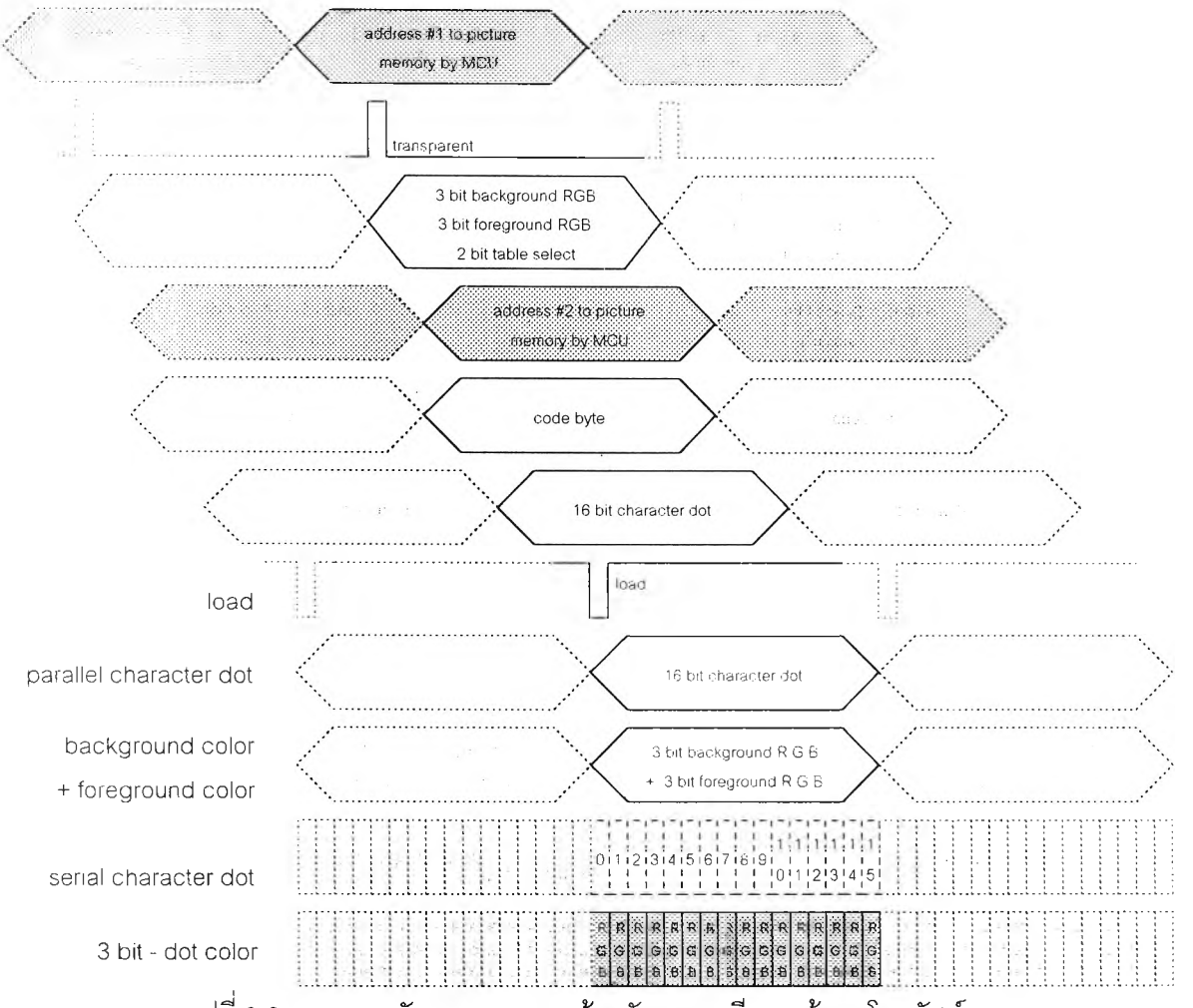
1. กลุ่มเลือกตารางอักขระ ได้แก่ บิต AF14-AF13 สำหรับเลือกตารางอักขระภาษาแบบตัวตรง ตารางอักขระภาษาแบบตัวเอียง และตารางอักขระกราฟฟิก
2. กลุ่มเลือกอักขระ ได้แก่ บิต AF12-AF5 สำหรับเลือกอักขระที่ต้องการแสดงผลในตารางอ้างอิง ซึ่งหนึ่งตารางมี 256 ตัว
3. กลุ่มเลือกเส้นแสดงผล ได้แก่ AF4-AF1 ทำหน้าที่เลือกเส้นของการแสดงผล 16 เส้น
4. กลุ่มเลือกฟิลด์ของการแสดงผล ได้บิต AF0 สำหรับระบุฟิลด์ที่จะแสดงผล

6.2.3 การสร้างจุดสีของภาพ

ส่วนนี้กล่าวถึงในรายละเอียดการสร้างสัญญาณภาพ ที่ตำแหน่งต่างๆของหน้าจอโทรทัศน์ จากรูปที่ 6.8 การแสดงผลหนึ่งเส้นของสัญญาณโทรทัศน์ ต้องอ่านข้อมูลมาทั้งสิ้น 34 ชุด แต่ละ ชุดประกอบด้วยข้อมูล 2 ไบต์ ได้แก่ ข้อมูลอักขระและข้อมูลควบคุม หนึ่งตัวอักษรกว้าง 16 จุด การสร้างภาพจะนำข้อมูลอักขระและข้อมูลควบคุมมาสร้างสัญญาณภาพของการแสดงผลแต่ละจุด



รูปที่ 6.8 การแสดงผลหนึ่งเส้นของสัญญาณโทรทัศน์



รูปที่ 6.9 แผนภาพจังหวะของการสร้างสัญญาณสีบนหน้าจอโทรทัศน์

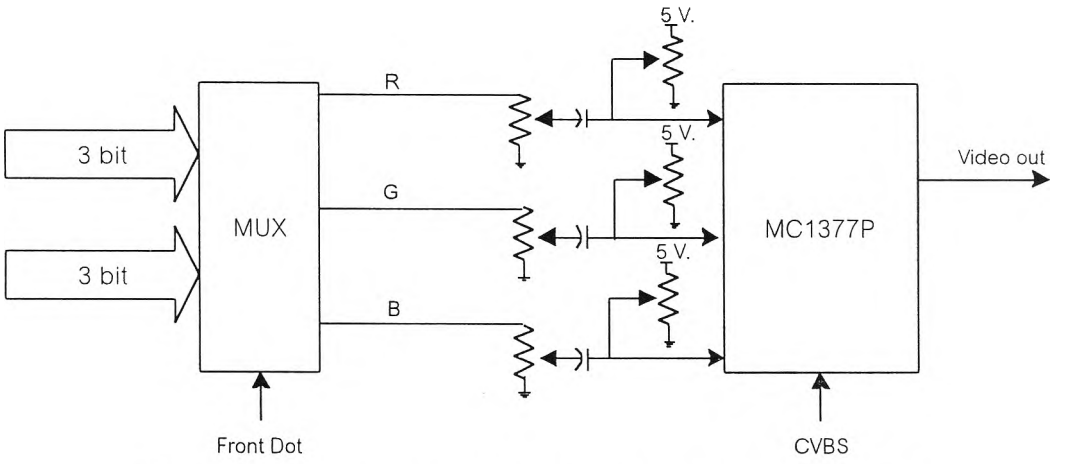
จากโครงสร้างฮาร์ดแวร์ ในรูปที่ 6.1 แสดงการทำงานด้วยแผนภาพจังหวะได้ดังรูปที่ 6.9 การสร้างสัญญาณสีของหนึ่งตัวอักษร ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านข้อมูลในหน่วยความจำภาพ 2 ครั้ง

โดยครั้งแรกเป็นข้อมูลอักขระ (Code byte) ซึ่งจะไปอ่านข้อมูลจุดภาพของหน่วยความจำอักขระ ส่วนครั้งที่สองจะอ่านข้อมูลควบคุม (Control byte) ซึ่งประกอบด้วย 3 บิตสีของตัวอักษร 3 บิตสีพื้นและ 2 บิตสำหรับเลือกตารางอักขระอ้างอิง

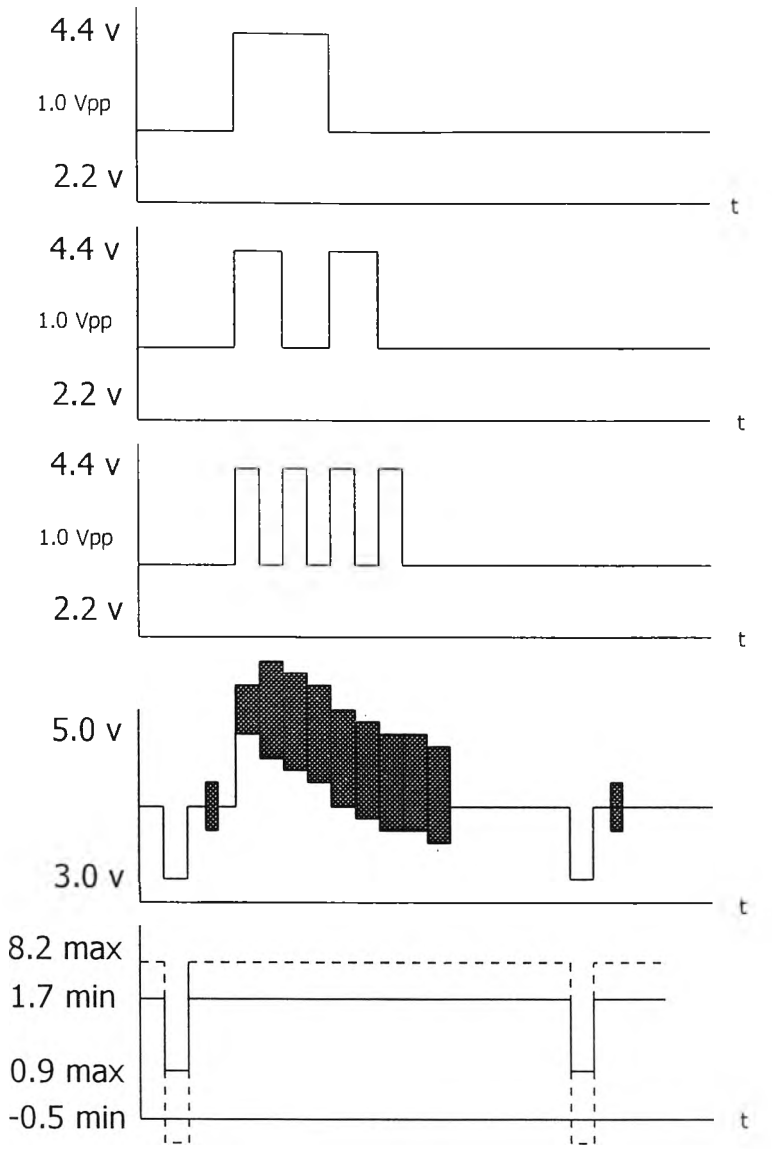
ข้อมูลจุดภาพชุดละ 16 บิตจะถูกแปลงจากขนานเป็นอนุกรม เพื่อป้อนให้หน่วยเลือกสัญญาณสีแสดงสีพื้นหรือสีตัวอักษร และส่งให้หน่วยเข้ารหัสสัญญาณสีสังเคราะห์เป็นภาพต่อไป

6.2.4 การเข้ารหัสสัญญาณสี

การเข้ารหัสสัญญาณสีเพื่อสร้างภาพโทรทัศน์ ทำโดยวงจรเข้ารหัสสัญญาณสี ไอซี MC1377P ซึ่งมีอินพุต 3 บิต เป็นสัญญาณสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน เนื่องจากระดับสัญญาณภาคอินพุตของ MC1377P มีคุณสมบัติต่างจากระดับสัญญาณของไอซีทีทีแอล จึงต้องมีส่วนปรับแต่งสัญญาณให้ได้ตามมาตรฐานสัญญาณอินพุตของไอซี ดังรูปที่ 6.10 สัญญาณ R G และ B แทนระดับแรงดันของสัญญาณแม่สี ซึ่งเมื่อผสมกันแล้วจะให้ค่าสีที่ต่างกัน 8 ค่า ได้แก่ สีดำ ขาว แดง น้ำเงิน ม่วง เขียว เหลือง ฟ้าและน้ำเงิน ดังรูปที่ 6.11



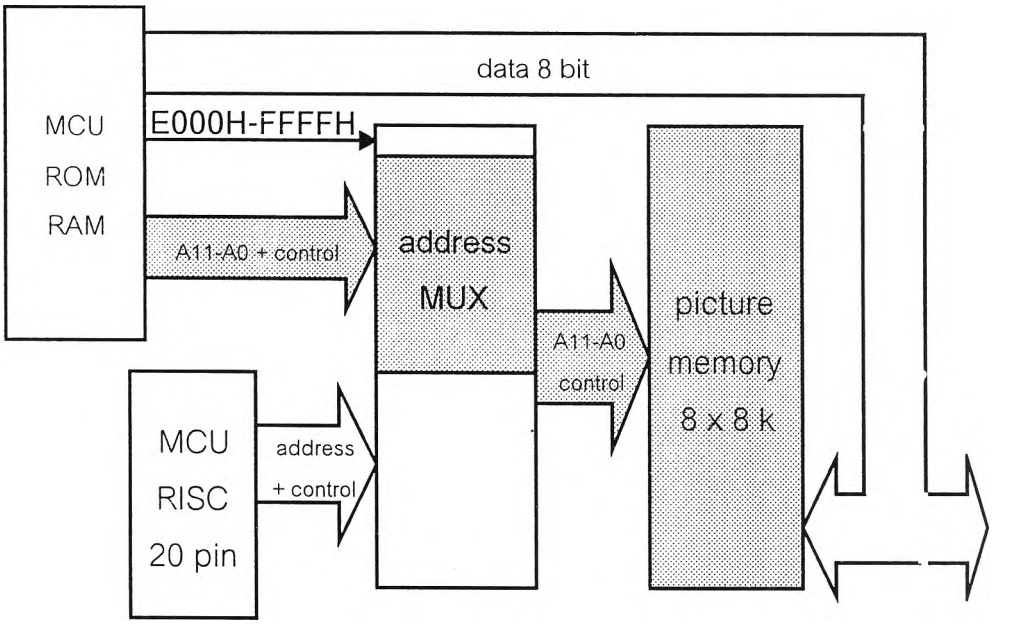
รูปที่ 6.10 การปรับปรุงขนาดสัญญาณก่อนส่งเข้ารหัสสัญญาณโทรทัศน์สี



รูปที่ 6.11 ระดับสัญญาณแอนะลอกสำหรับการสังเคราะห์สัญญาณภาพโทรทัศน์

สัญญาณสีจะถูกนำมาสร้างสัญญาณภาพ ณ จุดต่างๆ ของหน้าจอโทรทัศน์ สัญญาณขาออกเป็นสัญญาณภาพโทรทัศน์ระบบ PAL

6.2.5 การเขียนหน่วยความจำภาพ



รูปที่ 6.12 การเขียนหน่วยความจำภาพของหน่วยประมวลผลกลาง

จากบทที่ 5 เมื่อการประมวลผลภาพครบหนึ่งหน้าและพร้อมที่จะให้ส่วนแสดงผลภาพนำขึ้นไปแสดงผล ก็จะเขียนข้อมูลทั้งหมดลงมาที่หน่วยความจำภาพ ผ่านทาง address E000H-FFFFH

ในช่วงที่เขียนข้อมูลลงหน่วยความจำภาพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ของส่วนแสดงผลภาพยังคงส่งค่า address อยู่อย่างสม่ำเสมอแต่ไม่มีผลเนื่องจากหน่วยเลือกสัญญาณ address ได้สลับสัญญาณ address ขาออกเป็นของหน่วยประมวลผลกลางเพื่อเขียนข้อมูล ทำให้มีผลต่อภาพเล็กน้อย แต่ไม่เกิน 20 มิลลิวินาทีดังกล่าวไว้ข้างต้น ภาพที่เห็นจึงไม่กระพริบมาก