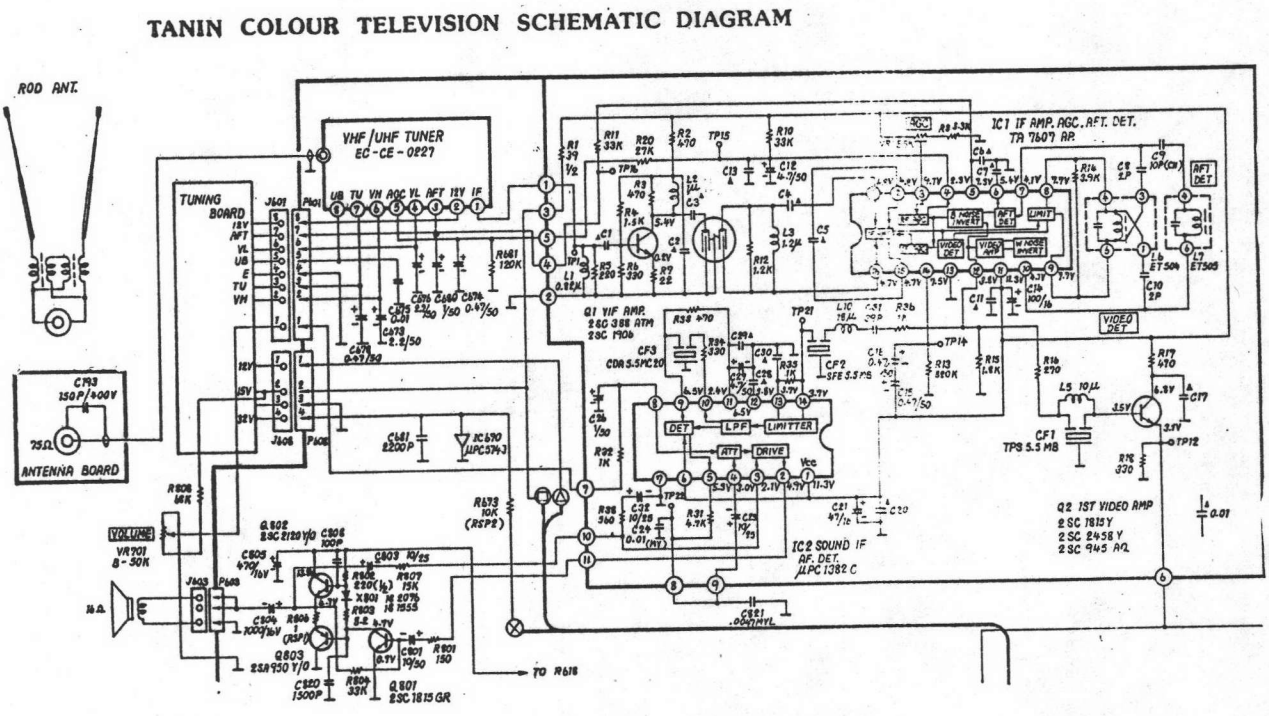
บทที่ 4

รายละเอียดทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์

4.1 อินพุตของระบบ

4.1.1 ส่วนรับสัญญาณโทรทัศน์

ส่วนนี้ได้จากวงจรส่วนหน้า (Frontend) ของเครื่องรับโทรทัศน์สีรุ่นหนึ่งของ บริษัท ธานินทร์อุตสาหกรรม จำกัด วงจรนี้ได้ผ่านการปรับแต่งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การนำมาใช้งานเพียงแต่ป้อนแหล่งจ่ายไฟ, แรงดันที่เลือกความถี่ (TU) รวมทั้งสายนำสัญญาณจากเสาอากาศ ก็จะได้สัญญาณภาพรวม และสัญญาณเสียงที่ขา 6 และ 11 ตามลำดับ วงจรจริงแสดงในรูปที่ 4.1



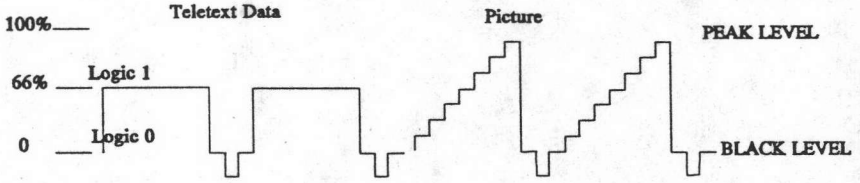
รูปที่ 4.1 วงจรเครื่องรับโทรทัศน์สีธานินทร์ รุ่น CTV 14-500

4.1.2.ส่วนประมวลสัญญาณภาพขาเข้า (VIP)

ส่วนนี้จะแปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลดิจิตอลและตรวจสอบสัญญาณลบเล้นสบัดกลับไปด้วย กระบวนการทั้งสองนี้สามารถอธิบาย การทำงานอย่างง่ายได้ดังนี้

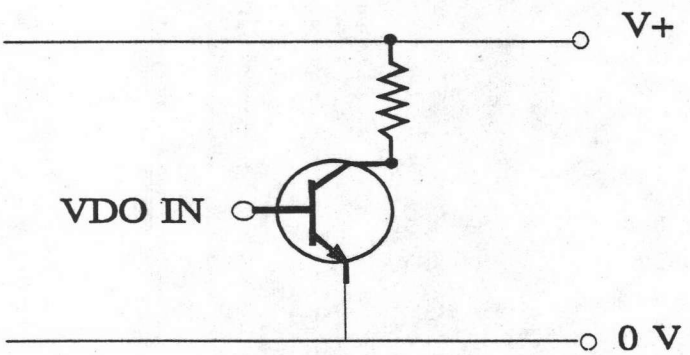
4.1.2.1. DATA SLICER

เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลดิจิตอล โดยสัญญาณภาพรวมในส่วนที่เป็นภาพปกติเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนที่เป็นข้อมูลแล้ว จะเห็นได้ว่าระดับข้อมูล "1" จะมีค่าประมาณ 66% ของค่าที่สูงที่สุดของสัญญาณภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และระดับสัญญาณมืด (Black Signal) จะเท่ากับระดับข้อมูล "0" โดยทั่วไปแล้ว สัญญาณภาพรวมจะมีค่าเฉลี่ยระดับไฟตรงประมาณ 3 ถึง 4 โวลต์มาด้วย



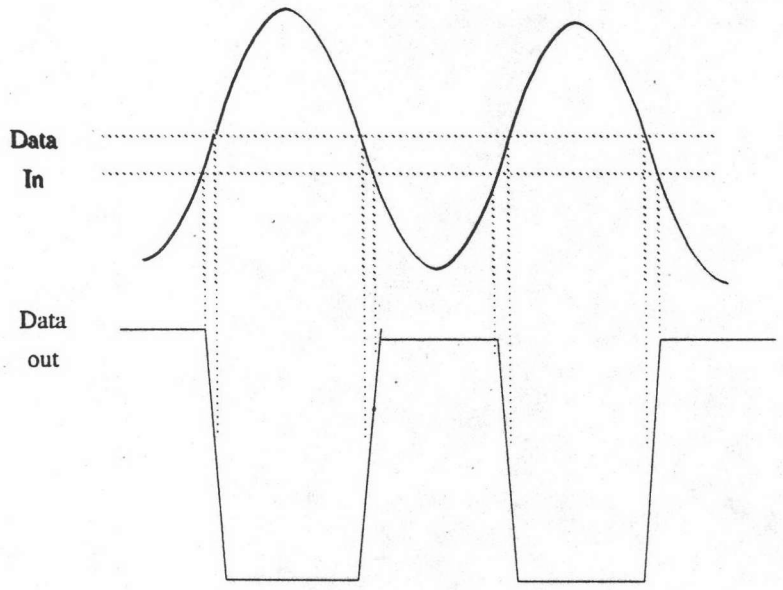
รูปที่ 4.2 สัญญาณภาพรวมที่มีสัญญาณเทเลเท็กซ์

วงจรอย่างง่ายที่สามารถแปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.3 สมมุติว่าทรานซิสเตอร์นี้มีอัตราการขยายสูงมาก มันจะเริ่มต้นนำกระแสทันทีที่แรงดันเข้า เพิ่มขึ้น ถ้าสัญญาณขาเข้าเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆมันก็จะนำกระแสไปเรื่อยๆและแรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์ก็จะตกลงอย่างรวดเร็วเป็นรูปคลื่นดังแสดงรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 วงจร Data Slicer อย่างง่าย

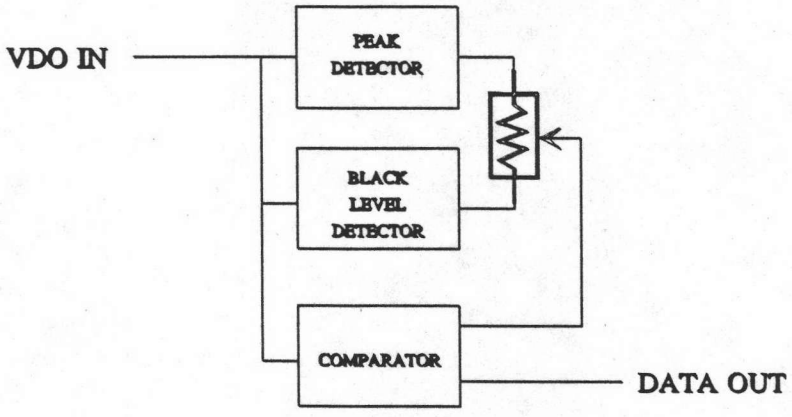
ในทำนองเดียวกัน เมื่อสัญญาณเปลี่ยนกลับทางคือจากแรงดันสูงมาสู่แรงดันต่ำ ทรานซิสเตอร์ก็จะไม่นำกระแส แรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์ก็จะเปลี่ยนไปเป็นแรงดันไฟเลี้ยง ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอลออกมานั่นเอง



รูปที่ 4.4 รูปคลื่นของ วงจร Data Slicer อย่างง่าย

ตัวแปลงสัญญาณโทรทัศน์เป็นข้อมูลที่ใช้งานกันนั้น จะต้องสามารถรับกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณภาพรวมที่ส่งเข้ามาได้ไม่ว่าจะเป็นระดับแรงดันตรงที่เปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยจนวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติไม่สามารถควบคุมได้ คือมีการเปลี่ยนแปลงในระดับ 10 ถึง 100 ไมโครโวลต์ของระดับแรงดันตรง[1] เราจึงเรียกวงจรนี้ว่า "Adaptive Data Slicer" ซึ่งมีหลักการตรวจสอบแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับระดับแรงดันสูงสุด และระดับสัญญาณมืดของสัญญาณภาพรวม ดังรูปที่ 4.5 ระดับแรงดันเปรียบเทียบจะถูกตั้งไว้ประมาณกึ่งกลางของระดับสัญญาณทั้งสอง หากมีการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันตรงเกิดขึ้น จุดของการตรวจสอบก็จะเปลี่ยนแปลงตามทำให้การแปลงสัญญาณยังอ้างอิงเสมือนที่จุดเดิม และหากมีการเปลี่ยนแปลงทางขนาดของสัญญาณภาพรวมจุดของการตรวจสอบก็ยังคงอยู่ที่ประมาณกึ่งกลางของระดับสัญญาณสูงสุดและระดับสัญญาณมืด

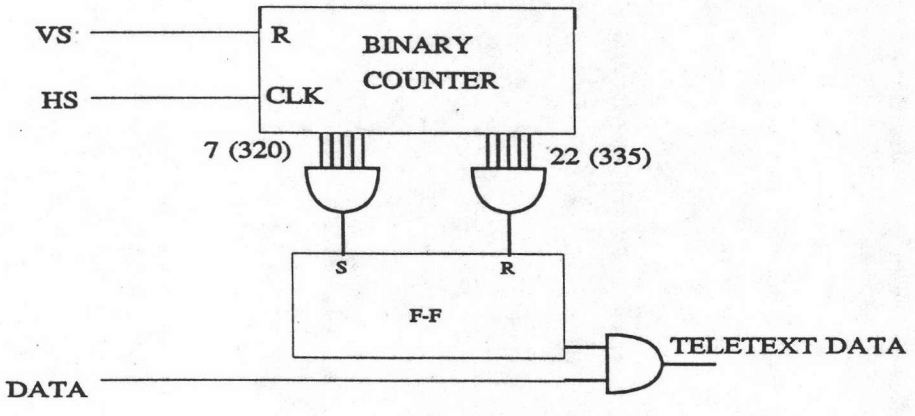
1Money,Streve,A,Teletext and Viewdata, (Newnes Techincal Book) pp 24.



รูปที่ 4.5 Adaptive Data Slicer

4.1.2.2 การตรวจสอบสัญญาณลบเส้นสบัดกลับ

วงจรแปลงสัญญาณภาพรวมให้เป็นข้อมูลในรูปที่ 4.5 นั้น จะแปลงสัญญาณในช่วงที่เป็นภาพออกมาด้วย เราจึงต้องจำกัดช่วงเวลาของการทำงานเพื่อให้ได้เฉพาะข้อมูลเทเลเท็กซ์ที่ต้องการจะอยู่ในช่วงเวลาของสัญญาณลบเส้นสบัดกลับเส้นที่ 7 ถึงเส้นที่ 22 สำหรับฟิลด์ที่ 1 และเส้นที่ 320 ถึงเส้น ที่ 335 สำหรับฟิลด์ที่ 2 วงจรที่สามารถอธิบายการเลือกเฉพาะข้อมูลเทเลเท็กซ์ในช่วงที่ถูกต้อง แสดงได้ดังรูปที่ 4.6 วงจรนับฐานสองในรูปจะนับจำนวนสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (HS) โดยการควบคุมของสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (VS) ส่วนเอส-อาร์ฟลิปฟลอป จะเป็นตัวเปิดปิดเกตให้ข้อมูลที่ผ่านการแปลงแล้วผ่านไปในช่วงที่ถูกต้อง

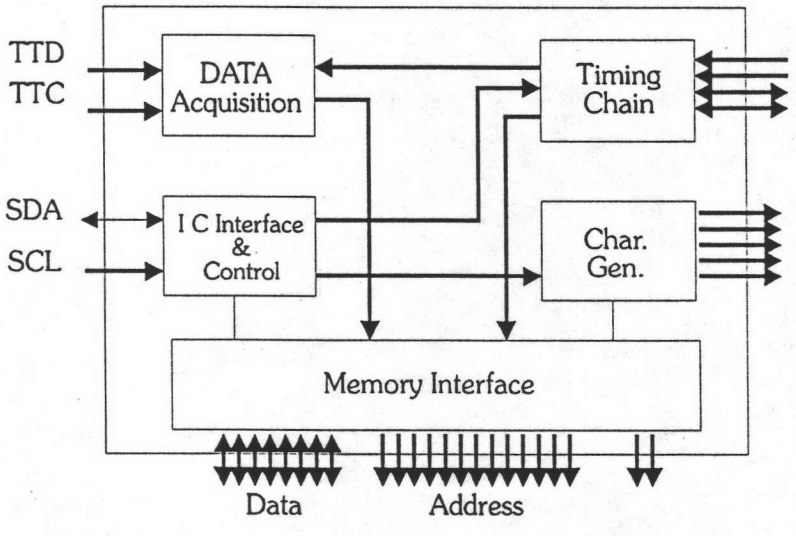


รูปที่ 4.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณลบเส้นสบัดกลับและเลือกข้อมูลเทเลเท็กซ์

ในต้นแบบที่สร้างขึ้นนั้นจะใช้ส่วนแยกสัญญาณเทเลเท็กซ์ที่เป็นไอซี ที่มีชื่อเรียกว่าส่วนประมวลภาพขาเข้า (Video Input Processor :VIP) เป็นไอซีของบริษัทฟิลิปส์ เบอร์ SAA5231

4.1.3. ส่วนถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์

ส่วนนี้ใช้ไอซี SAA.5243 Enchance Computer Controled Teletext Decoder (ต่อไปจะเรียกว่า ECCT) ซึ่งเป็นไอซีที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยี NHMOS ECCT ที่จะรับข้อมูลเทเลเท็กซ์ที่ได้จากส่วนประมวลภาพขาเข้า ทางขาที่เรียกว่า Teletext Data : TTD และสัญญาณนาฬิกาที่ขา Teletext Clock : TTC ภายใน ECCT นั้นจะแบ่งได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 คือ



รูปที่ 4.12 ECCT Block Diagram

1. Data Acquisition
2. I^2C Interface
3. Timing Chain
4. Charecter Generator
5. Memory Interface

การกำหนดการทำงานของ ECCT นั้นจะทำได้โดยโปรแกรมรีจิสเตอร์ภายใน ทั้งหมด 11 ตัว ผ่านทางบัสอนุกรม I^2C เราจะได้กล่าวถึงการทำงานในแต่ละส่วนเรียงตามลำดับ

4.1.3.1. Data Acquisition

สัญญาณเทเลเท็กซ์ในรูปข้อมูลอนุกรมจะถูกส่งออกจากส่วนประมวลภาพขาเข้าด้วยความถี่ 6.9375 Mbits/sec มาที่ขา TTD ของ ECCT ผ่านทางตัวเก็บประจุเชื่อมต่อ (Coupling Capacitor) และที่ขา TTC ของ ECCT จะได้รับสัญญาณนาฬิกาความถี่ 6.9375 MHz จากส่วนประมวลภาพขาเข้า เพื่อใช้บอกจังหวะในการส่งของ TTD ภายใน ECCT จะมีตัวเก็บประจุเชื่อมต่อเพื่อที่จะรักษาระดับสัญญาณ และวงจรป้อนกลับผกผัน (Fed-Back inverting Buffer) เพื่อให้ได้สัญญาณลักษณะ 50% พัลส์ สัญญาณนาฬิกานี้จะเปลี่ยนระดับจาก "0" ไป "1" ณ. จุดกึ่งกลางของช่วงเวลาที่เป็นข้อมูลแต่ละบิตของข้อมูล

การเลือกข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำของ ECCT ได้โดยโปรแกรมรีจิสเตอร์ R3 ซึ่ง ECCT จะตรวจสอบจากข้อมูลในแถวที่ 0 (Page Header) โดยจะมีฟลิปฟลอป 2 ตัว ทำหน้าที่บอกข้อมูลที่ต้องการคือ CPHR (Correct Page Header Receiverd) และ PBLF(Page Being Locked For) CPHR จะเป็น "1" ตลอดเวลาที่กำลังรับ ข้อมูลในหน้าที่ต้องการและ เป็น "0" เมื่อจบข้อมูล ส่วน PBLF จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อ มีการโปรแกรมรีจิสเตอร์ R3 และเป็น "0" เมื่อเริ่มต้นรับข้อมูลนั้นๆ

ECCT สามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้เลขหน้าหลักร้อย,สิบ และหน่วย หรือ เวลาของระบบ ที่มีเลขชั่วโมงหลักสิบ,หน่วย กับเลขนาทีหลักสิบ,หน่วย แต่โดยทั่วไปแล้ว นิยมรับข้อมูลโดยใช้เลขหน้ามากกว่า เรากำหนดวิธีเลือกข้อมูลของ ECCT ได้โดยโปรแกรมผ่านทางรีจิสเตอร์ R3 ที่มีรีจิสเตอร์ย่อย (Subregister) ดังแสดงในรูปที่ 4.8

ในการโปรแกรมรีจิสเตอร์ R3, รีจิสเตอร์ย่อยจะต้องกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของตัวชี้ (Start Column) ในรีจิสเตอร์ R2 ที่บิต D0,D1,D2 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเริ่มต้นที่คอลัมน์ 0 ซึ่งเป็นที่กำหนดเลขชุด (Magazine Digit) เมื่อมีการกำหนดค่าลงไปในรีจิสเตอร์ R3 แล้วค่าต่อไปจะถูกเลื่อนไปกำหนดในคอลัมน์ถัดไปโดยอัตโนมัติ เช่น เมื่อเราต้องการเลือกข้อมูลในเลขหน้าที่ 123 ก็ต้องกำหนดให้รีจิสเตอร์ R2 ในบิต D2,D1,D0 เป็น 000_2 เสียก่อน ไบต์ถัดไปจากการกำหนดรีจิสเตอร์ R2 จะถูกกำหนดไปที่คอลัมน์ 0 ใน รีจิสเตอร์ R3 หมายถึงการกำหนดเลขชุดตามที่เราต้องการคือเลข "1" ถัดจากนั้น ไบต์ต่อมาจะถูกเลื่อนไปที่คอลัมน์ 1 ของรีจิสเตอร์ R3 เป็นการกำหนดเลขหน้าหลักสิบตามที่เราต้องการคือเลข "2" และสุดท้ายไบต์ถัดจากนั้นจะถูกชี้ให้ไปกำหนดที่คอลัมน์ 2 ของรีจิสเตอร์ R3 เป็นการกำหนดเลขหน้าหลักหน่วยคือเลข "3" รูปแบบของข้อมูล I^2C จะเป็นดังรูปที่ 4.9

COLUMN	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	X	X	X	Do Care Mag.	$\overline{\text{HOLD}}$	MAG2	MAG1	MAG0
1	X	X	X	Do Care Page Tens	PT3	PT2	PT1	PT0
2	X	X	X	Do Care Page Units	PU3	PU2	PU1	PU0
3	X	X	X	Do Care Hours Tens	X	X	HT1	HT0
4	X	X	X	Do Care Hours Units	HU3	HU2	HU1	HU0
5	X	X	X	Do Care Minutes Tens	X	MT2	MT1	MT0
6	X	X	X	Do Care Minutes Units	MU3	MU2	MU1	MU0

X = DON'T CARE MAG = MAGAZINE PT = PAGE TENS

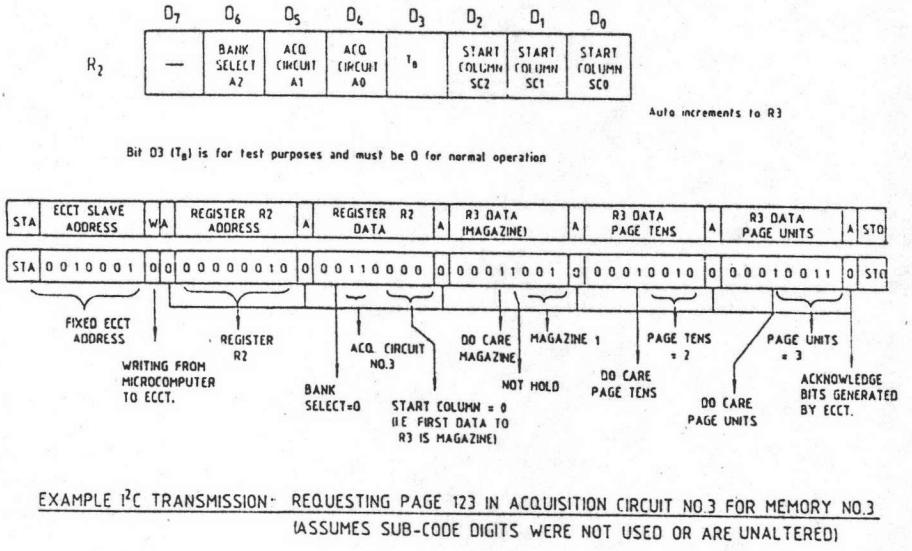
PU = PAGE UNITS HT = HOURS TENS HU = HOURS UNITS

MT = MINUTES TENS MU = MINUTES UNITS

ALL DATA WRITTEN TO REGISTER R3, WITH COLUMN NUMBER DEFINED BY PREVIOUS DATA IN REGISTER R2 (AUTO-INCREMENTS).

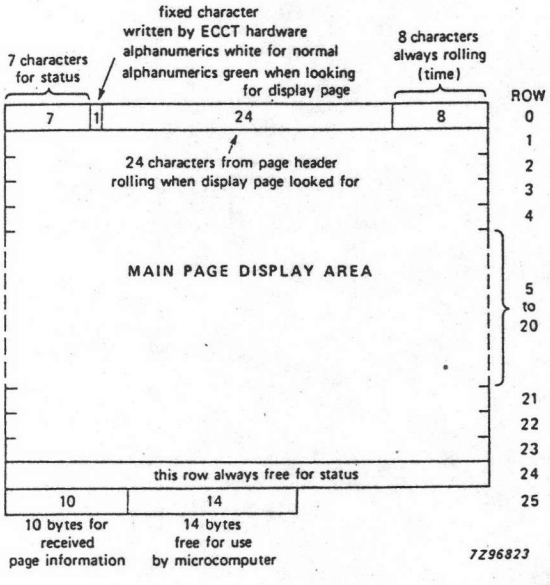
PAGE REQUEST DATA FORMAT

รูปที่ 4.13 Subregister ของรีจิสเตอร์ R3



รูปที่ 4.9 รูปแบบข้อมูล I²C สั่งเลือกหน้าที่ 123

หน่วยความจำที่เก็บข้อมูลที่ถูกเลือกแต่ละหน้านั้นเรียกว่า Page Memory และมีรูปแบบดังรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่านอกจากมีข้อมูลที่แสดงขึ้นบนจอภาพแล้ว ยังประกอบด้วยบิตควบคุมและข้อมูลอื่นๆ ซึ่งถูกเก็บในแถวที่ 25 ต่อจากข้อมูลที่ใช้แสดงบนจอภาพ โดยไมโครโพรเซสเซอร์จะสามารถอ่านข้อมูลนี้โดยผ่านทางบัสอนุกรม I²C



รูปที่ 4.10 Page Memory

แถวที่ 25 นี้จะกินเนื้อที่ 24 ไบต์ โดยเป็นข้อมูลควบคุมและข้อมูลอื่นๆจำนวน 10 ไบต์ ส่วน 14 ไบต์ที่เหลือใช้สำหรับไมโครโพรเซสเซอร์เพื่อเขียนและอ่าน เหมือนหน่วยความจำทั่วไป ข้อมูล 10 ไบต์แรกในแถวที่ 25 นี้เป็นข้อมูลของหน้าที่เลือกและเก็บในหน่วยความจำ โดยแต่ละไบต์จะมีรูปแบบ ดังรูปที่ 4.11 และมีรายละเอียดดังนี้ ตำแหน่งบิต D4 ในทุก ๆ ไบต์ยกเว้นในไบต์ที่ 8 และ 9 เป็นบิต Hamming Error สำหรับแสดงผลของการตรวจข้อผิดพลาดของ Hamming Code และ D3,D2,D1,D0 จะเป็นที่แสดงเลขชุดและเลขหน้า,เวลาและข้อมูลควบคุมต่างๆ ส่วนไบต์ที่ 8 จะไม่ แสดง Hamming Error ทั้งนี้เนื่องจากในแต่ละเส้นของข้อมูลเลขชุดจะถูกใช้บิตร่วมกับเลขแถว ซึ่งหากมีการผิดพลาดแบบ Multiple Error ที่ข้อมูลในไบต์นี้ ข้อมูลทั้งชุดไม่ควรถูกเก็บเข้าในหน่วย ความจำ ซึ่งแตกต่างจากไบต์อื่นๆที่ Hamming Code Error นี้อาจจะ เป็น "1" ได้ เช่นในกรณีที่เลือก เลขชุดและเลขหน้าหลักสิบ โดยไม่สนใจหลักหน่วย ก็จะทำให้บิต D4 ของไบต์ที่ 0 มีค่าเป็น "1" ได้

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
COLUM 0	0	0	0	Hamming Error PU	PU3	PU2	PU1	PU0
1	0	0	0	Hamming Error PT	PT3	PT2	PT1	PT0
2	0	0	0	Hamming Error MU	MU3	MU2	MU1	MU0
3	0	0	0	Hamming Error MT	C4	MT2	MT1	MT0
4	0	0	0	Hamming Error HU	HU3	HU2	HU1	HU0
5	0	0	0	Hamming Error HT	C6	C5	HT1	HT0
6	0	0	0	Hamming Error CTRL A	C10	C9	C8	C7
7	0	0	0	Hamming Error CTRL B	C14	C13	C12	C11
8	0	0	0	/FOUND	0	MAG2	MAG1	MAG0
9	0	0	PBLF	0	0	0	0	0

PU = PAGE UNITS PT = PAGE TENS MU = MIN UNITS
MT = MIN TENS HU = HOUR UNITS HT = HOUR TENS
C4 = ERASE C5 = NEWSFLASH C6 = SUBTITLE
C7 = SUPRESS HEADER C8 = UPDATE C9 = INIT. SEQ

รูปที่ 4.11 ECCT ROW 25 FORMAT

i17389033

อย่างไรก็ดีในจำนวนสิบไบต์นี้จะประกอบด้วยข้อมูลควบคุม ซึ่งได้มาจากข้อมูลในแถวข้อมูลที่ 0 ซึ่งจะมีความสำคัญต่างและเพิ่มจากระบบมาตรฐานดังนี้

C_4 Erase Page เป็นข้อมูลที่ทำให้ ECCT เขียนข้อมูล SPACE ลงไปในหน่วยความจำ คำสั่งนี้จะถูกใช้โดยผู้ส่ง เพื่อลบข้อมูลในบางกรณีเท่านั้น และจะกลับเป็น 0 เองโดยอัตโนมัติเมื่อมีการส่งข้อมูลใหม่

C_5 ถึง C_9 ใช้ควบคุมการแสดงผลที่ไม่ได้นำมาใช้ในต้นแบบนี้ จึงไม่ขอกล่าวในรายละเอียด

C_{10} เป็นบิตที่ใช้ควบคุมการแสดงผลว่าจะใช้ข้อมูลนี้ในการแสดงผลหรือไม่ โดยฮาร์ดแวร์ ECCT ยังคงรับข้อมูลในหน้านี้และเขียนลงในหน่วยความจำตลอดเวลา

C_{11} Magazine Serial Control Bit เป็นบิตที่ระบบส่งใช้บอกจุดสิ้นสุดของข้อมูลในชุดนั้นๆแล้ว และเริ่มต้นส่งข้อมูลในชุดใหม่ ซึ่ง ECCT Hardware Aquisition Section จะตรวจสอบบิตนี้

C_{12} ถึง C_{14} เป็นบิตที่ใช้บอกภาษาที่ใช้ ซึ่ง ECCT สามารถแสดงผลได้โดยการใช้ตารางตัวอักษรอื่น ภายใน ECCT เองแต่ต้นแบบนี้ไม่ใช้หน่วยการแสดงผลของ ECCT ทั้งการส่งภาษาไทยนั้นก็มิได้ใช้บิตควบคุมเหล่านี้เป็นที่บอกการใช้ตารางตัวอักษรไทย

ในการตรวจสอบข้อมูลที่จะแสดงผลนั้น นอกจากบิตควบคุมเหล่านี้แล้ว หน่วยความจำของ ECCT ในแถวที่ 25 ยังมีอีก 2 หน้าที่ที่ใช้ในการควบคุมการแสดงผลคือ บิต PBLF และบิต FOUND

บิต PBLF จะถูกเขียนลงในแถวที่ 25 ไบต์ที่ 9 ตำแหน่ง D5 ซึ่งแสดงสถานะของ PBLF ฟลิปฟลอป ทำให้ซอฟต์แวร์ควบคุมสามารถรู้สถานะของข้อมูลได้ โดย PBLF จะมีค่าเป็น “1” เมื่อยังไม่พบข้อมูลของหน้าที่กำหนดและจะมีค่าเป็น “0” เมื่อรับข้อมูลนั้นเสร็จแล้ว ในระหว่างที่ ECCT ค้นหาข้อมูลมันจะแสดงให้ผู้ใช้รับทราบได้ 2 ลักษณะคือ

1.โดยเขียนรหัสควบคุมลงในแถวที่ 0 ตำแหน่งไบต์ที่ 7 ซึ่งปกติจะเป็นรหัสควบคุม Alphanumeric White (01h) ด้วยรหัสควบคุม Alphanumeric Green (02h) ซึ่งทำให้การแสดงผลแถวที่ 0 นี้เปลี่ยนเป็นสีเขียวในขณะที่กำลังรอรับข้อมูล

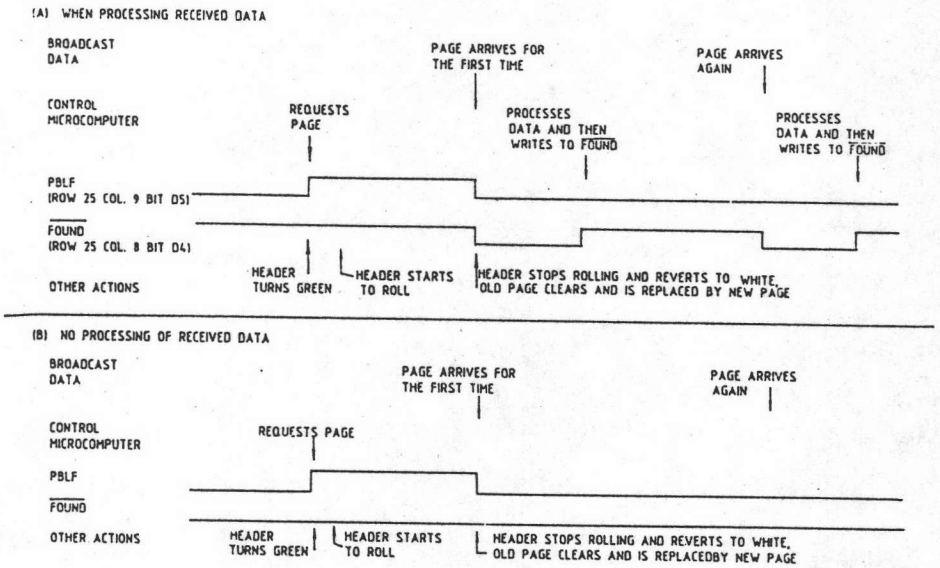
2.เลขชุดและเลขหน้าที่อยู่ถัดจากชื่อของระบบจะเปลี่ยนแปลงไป โดยจะเปลี่ยนจากน้อยไปมากและกลับมาเริ่มที่หน้า 000 ใหม่ เมื่อถึงหน้าสุดท้ายแล้ว

สำหรับบิต FOUND ซึ่งอยู่ในแถวที่ 25 ไบต์ที่ 8 บิต D4 จะแสดงสถานะของข้อมูลของหน้าที่ต้องการ โดยมีค่าเป็น “0” โดยฮาร์ดแวร์เมื่อได้รับข้อมูลแล้วและเป็น “1”

ในขณะที่รอข้อมูลนี้อยู่ บิต FOUND และ PBLF นี้เมื่อประกอบกันสามารถแสดงสถานะข้อมูลในหน่วยความจำได้ดังนี้

PBLF	FOUND	
0	0	รับข้อมูลแล้วแต่ยังไม่ถูกอ่านโดยไมโครโพรเซสเซอร์
0	1	ข้อมูลรับแล้ว,ไมโครโพรเซสเซอร์อ่านข้อมูลได้
1	1	กำลังค้นหาข้อมูล ยังไม่แสดงผล
1	0	จะไม่เกิดขึ้น

บิต FOUND นี้ถูกโปรแกรมควบคุมกลับค่าให้เป็น “1” หลังจากที่ประมวลผลในหน่วยความจำนั้นเพื่อจะได้ไม่ต้องประมวลผลซ้ำ บิตนี้จะถูกเปลี่ยนเป็น “0” โดยฮาร์ดแวร์ทุกๆครั้งที่รับข้อมูลเข้ามาใหม่ ดังนั้นโปรแกรมควบคุมก็สามารถตรวจสอบการประมวลในรอบต่อไปได้ รูปที่ 4.12 แสดงแผนผังเวลาการทำงานของทั้งบิต PBLF และ FOUND



รูปที่ 4.12 แผนผังเวลาการทำงานของบิต PBLF และ FOUND

4.1.3.2. I^2C Interface

I^2C Bus เป็นระบบบัสที่ ECCT เตรียมไว้สำหรับให้ส่วนประมวลผลติดต่อเพื่อควบคุมการทำงานของมัน โดยผ่านทางขา 2 ขาคือ Serial Clock (SCL) และ Serial Data (SDA) ECCT จะทำงานในแบบ Slave Transceiver โดย SCL จะเป็นขาอินพุตที่รับสัญญาณนาฬิกาจากส่วนประมวลผล ส่วน SDA จะเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตแบบ Open Drain

ในการใช้งาน ECCT นั้น โปรแกรมควบคุมจะต้อง โปรแกรมรีจิสเตอร์ของ ECCT ตามรูปที่ 4.13 ผ่านทาง I^2C Bus ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อกันดังนี้

การเขียน ECCT

1. เลือกการทำงาน เช่น Acquisition on/off
2. ควบคุมการแสดงผล
3. เลือกข้อมูลที่ต้องการ
4. เขียนข้อมูลในหน่วยความจำเพื่อการแสดงผล

การอ่านข้อมูลจาก ECCT

1. อ่านข้อมูลสถานะของระบบ เช่น PBLF และ /FOUND
2. อ่านข้อมูลควบคุม
3. อ่านข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
TA	$\overline{7+P}$/ 8 BIT	ACQ. $\overline{ON}$/OFF	EXTENSION PACKET ENABLE	$\overline{DEW}$/ FULL FIELD	TCS ON	T1	T0	R1	Mode
—	BANK SELECT A2	ACQ. CCT A1	ACQ. CCT A0	T8	START COLUMN SC2	START COLUMN SC1	START COLUMN SC0	R2	Page request address
—	—	—	PRD4	PRD3	PRD2	PRD1	PRD0	R3	Page request data
—	—	—	—	—	A2	A1	A0	R4	Display chapter
BKGND OUT	BKGND IN	COR OUT	COR IN	TEXT OUT	TEXT IN	PON OUT	PON IN	R5	Display control (normal)
BKGND OUT	BKGND IN	COR OUT	COR IN	TEXT OUT	TEXT IN	PON OUT	PON IN	R6	Display control (newsflash/subtitle)
STATUS ROW $\overline{BTM}$/TOP	CURSOR ON	$\overline{CONCEAL}$/ REVEAL	$\overline{TOP}$/ BOTTOM	$\overline{SINGLE}$/ DOUBLE HEIGHT	BOX ON 24	BOX ON 1-23	BOX ON 0	R7	Display mode
—	—	—	—	CLEAR MEM.	A2	A1	A0	R8	Active chapter
—	—	—	R4	R3	R2	R1	R0	R9	Active row
—	—	C5	C4	C3	C2	C1	C0	R10	Active column
D7 (R/W)	D6 (R/W)	D5 (R/W)	D4 (R/W)	D3 (R/W)	D2 (R/W)	D1 (R/W)	D0 (R/W)	R11	Active data

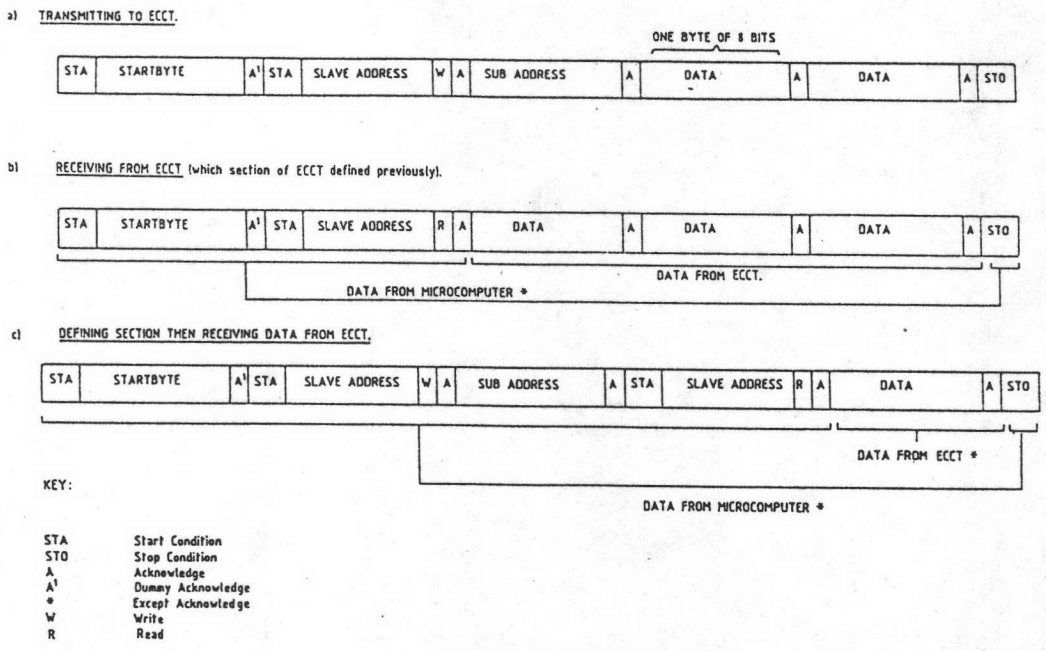
— bit does not exist

รูปที่ 4.13 ECCT Register Map

การสั่งการทำงานของ ECCT นั้นจะต้องกระทำผ่าน รีจิสเตอร์ของ ECCT R1 ถึง R10 และการเขียนหน่วยความจำของ ECCT จะต้องกระทำผ่าน รีจิสเตอร์ R11 รีจิสเตอร์ของ ECCT ทั้ง 11 ตัวนั้นจึงมีเพียง R11 เท่านั้นที่เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียนและอ่านได้

<u>โครงสร้างของคำสั่ง I^2C ที่ติดต่อกับ ECCT</u>

การติดต่อกับ ECCT นั้นจะต้องกำหนดความเร็วและจุดเริ่มต้นของการส่งข้อมูลโดยไมโครคอมพิวเตอร์ โดย ECCT จะทำตัวเป็น Slave Transceiver เท่านั้น ความเร็วสูงสุดในการส่งผ่านข้อมูลคือ 100 kHz รูปแบบสั่งการทาง I^2C Bus นั้นมี 3 แบบตามรูปที่ 4.14 ดังนี้



รูปที่ 4.14 รูปแบบคำสั่ง I^2C ทั้ง 3 แบบ

1. Transmit to ECCT เป็นรูปแบบคำสั่งเขียนที่หน่วยความจำของ ECCT ใช้ในการกำหนดค่า รีจิสเตอร์ของ ECCT

2. Receive form ECCT เป็นรูปแบบคำสั่งบน I^2C Bus ที่รับข้อมูลจาก ECCT โดยได้มีการบอกถึงจุดเริ่มต้น ของข้อมูลที่ต้องการมาก่อนนี้แล้ว

3. Define section and then receiving from ECCT เป็นรูปแบบคำสั่งที่กำหนดจุดเริ่มต้นรับข้อมูลจาก ECCT ได้โดยทันทีด้วยการเปลี่ยนทิศทางข้อมูล

ทั้งสามรูปแบบนี้หลังจาก STA (start condition) แล้วจะตามด้วย Slave Address ของ ECCT โดย Slave Address จะบอกแอดเดรสของผู้ถูกเรียกบน I^2C Bus ที่สามารถมีอุปกรณ์ต่างๆ ต่อร่วมกันอยู่ Slave Addess ของ ECCT นั้นจะกำหนดตายตัวที่ "0010001" โดยโรงงานผู้ผลิต หลังจาก Slave Address แล้วจะเป็น Read/Write Bit ที่ใช้กำหนดทิศทางการไหลของข้อมูล หากเป็น '1' จะหมายถึงการอ่านจากฝ่ายเรียกหรือนาย (Master)ไปยังฝ่ายถูกเรียกหรือทาส (Slave)โดยที่ Data Output Buffer ของ ECCT จะทำงานในไบต์ถัดมาจนกระทั่งจบ STO (Stop Condition) หากเป็น '0' จะหมายถึงการเขียนข้อมูล จากฝ่ายเรียกไปยัง ฝ่ายถูกเรียก โดยที่ Data Output Buffer ของฝ่ายถูกเรียกจะไม่ส่งสัญญาณเว้นแต่ ในการส่งสัญญาณตอบรับ (Acknowledge) ในแต่ละไบต์ที่ได้รับจากฝ่ายเรียก

การเขียนข้อมูลจากส่วนประมวลผลไปยัง ECCT ทุกครั้ง จะต้องบอก Sub-Address ขนาด 1 ไบต์ เพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ของ ECCT ที่ต้องการ Sub-Address นี้จะอยู่ถัดจาก Slave Address และ Read/Write Bit ค่า Sub-Address นี้จะใช้เป็นตัวกำหนดตัวชี้รีจิสเตอร์ใน ECCT ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นเองได้ ในไบต์ถัดไปของการเขียนรีจิสเตอร์ ซึ่งจะอธิบายละเอียดใน หัวข้อ Auto Increment

การอ่านข้อมูลจาก ECCT นั้น ค่า Sub-Address จะต้องกำหนดไว้ที่ R11 ข้อมูลที่อ่านจะมาจากหน่วยความจำภายนอกของ ECCT โดย Data Address ของหน่วยความจำนั้นกำหนดด้วยค่ารีจิสเตอร์ R8,R9 และ R10 จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆทุกๆไบต์ที่อ่านออกไป การอ่านข้อมูลจาก ECCT นั้นจะใช้รูปแบบคำสั่งของ I^2C ในรูปแบบที่ 2 แต่ทั้งนี้จะต้องมีการกำหนดค่า Data Address ใน R8,R9,R10 โดยรูปแบบคำสั่งของ I^2C ในรูปแบบที่ 1 มาก่อน หรือจะใช้รูปแบบคำสั่งของ I^2C ในรูปแบบที่ 3 เลยก็ได้

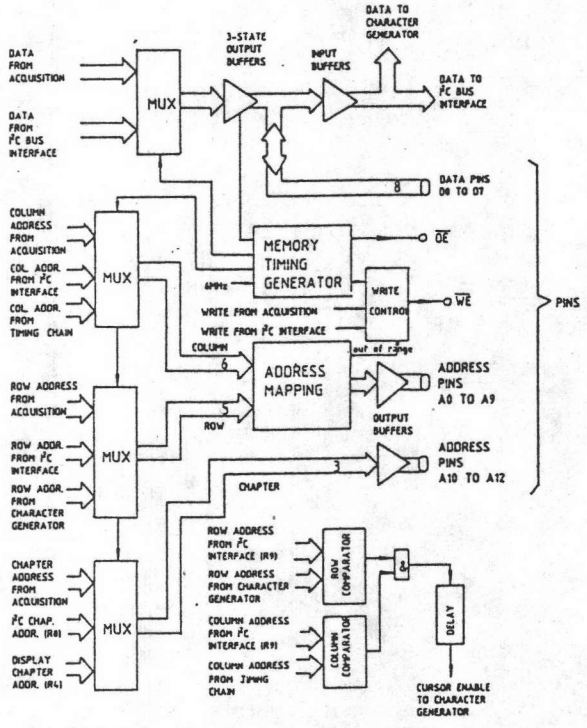
-Auto Increment

ทุกรีจิสเตอร์ของ ECCT นั้นสามารถอ้างถึงโดยตรงได้โดยการกำหนด Sub-Address แต่ในการเขียน 1 ครั้งจะกำหนด Sub-Address ได้เพียงครั้งเดียว หากจะกำหนด Sub-Addressใหม่ก็จะต้องเริ่ม Start Condition กันใหม่ ซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยากเสียเวลา ในกรณีที่เราต้องการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์หลายๆตัวในคราวเดียวกัน ECCT ได้จัดให้ตัวชี้รีจิสเตอร์เพิ่มขึ้นไปชี้ที่รีจิสเตอร์ตัวถัดไปได้ หลังจากมีการกำหนดค่าลงในรีจิสเตอร์นั้นแล้ว ทำให้สามารถกำหนดรีจิสเตอร์เรียงต่อได้หลายตัวในคราวเดียวกัน

รีจิสเตอร์ R11 ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียนและอ่านได้นั้น จะมีข้อแตกต่างคือ หลังจากการอ่านหรือเขียนใดๆกับรีจิสเตอร์ R11 แล้วตัวชี้รีจิสเตอร์จะไม่เพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนไปชี้ที่ตัวอื่นๆ แต่ Data Address ของหน่วยความจำนั้นจะเพิ่มขึ้นแทน ทำให้สามารถอ่านข้อมูลจาก หน่วยความจำได้คราวละมากๆ ส่วนรีจิสเตอร์ R3 และ R4 ก็จะไม่มีการ Auto Increment ไปสู่รีจิสเตอร์ตัวอื่น โดยรีจิสเตอร์ R3 จะมีการเพิ่มขึ้นของตัวชี้ตำแหน่งคอลัมน์แทน

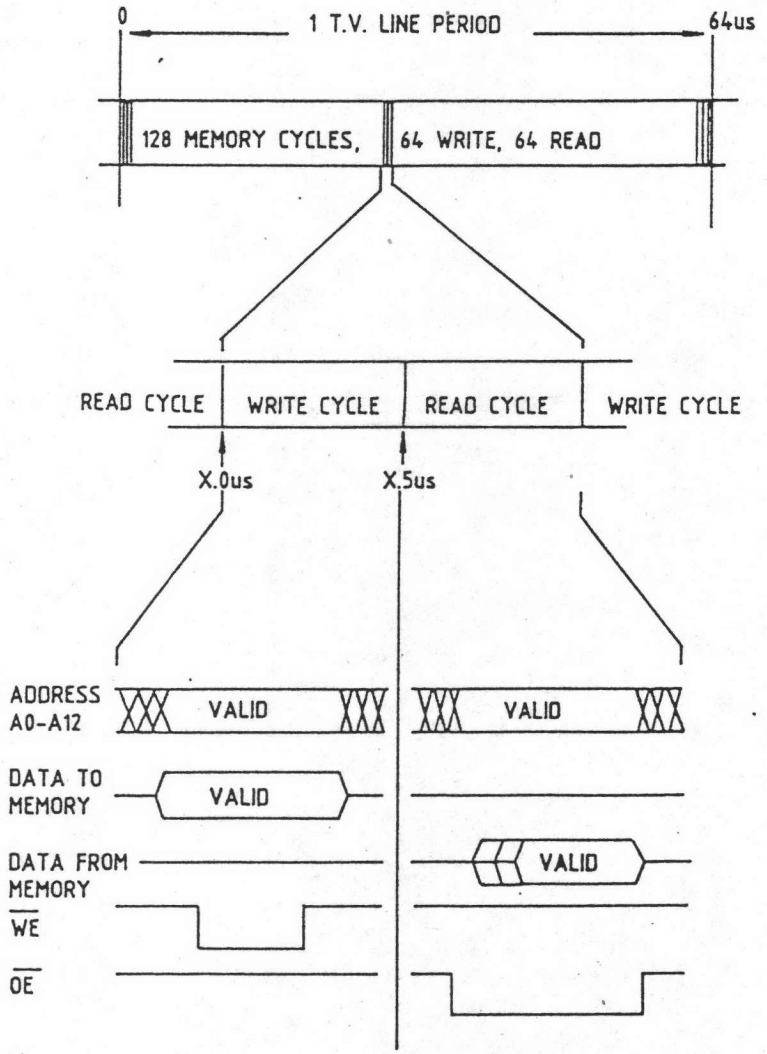
4.1.3.3. ส่วนติดต่อหน่วยความจำ (.Memory Interface)

รูปที่ 4.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนติดต่อกับหน่วยความจำแบบสถิตของ ECCT โดยมีบัสข้อมูลสองทางขนาด 8 บิตมี อินพุตบัฟเฟอร์และเอาท์พุตบัฟเฟอร์สามสถานะ การอ้างถึงหน่วยความจำ จะมีแอดเดรสบัสขนาด 13 บิต 10 บิต(A0-A9) แรกใช้บอกตำแหน่งข้อมูลขนาด 1024 ตำแหน่ง 2 บิตต่อมา (A10,A11) ใช้กำหนด Page Memory และบิตสุดท้าย A12 นั้นใช้เพื่อแยกความแตกต่างระหว่าง ข้อมูลธรรมดาและข้อมูลแบบขยาย ปัจจุบันการออกอากาศในประเทศไทย จึงยังไม่ใช้การอ้างถึงหน่วยความจำแบบ Page Memory ดังนั้นการอ้างถึงหน่วยความจำจึงใช้แอดเดรสเพียง 10 บิตเท่านั้น ส่วนสัญญาณควบคุมคือ OE และ WE ทั้งสองจะ Active ที่สถานะ Low เพื่อการควบคุม การเคลื่อนที่ของข้อมูล จาก ECCT ไปสู่หน่วยความจำ หรือจากหน่วยความจำ สู่ ECCT



รูปที่ 4.15 ส่วนติดต่อกับหน่วยความจำของ ECCT

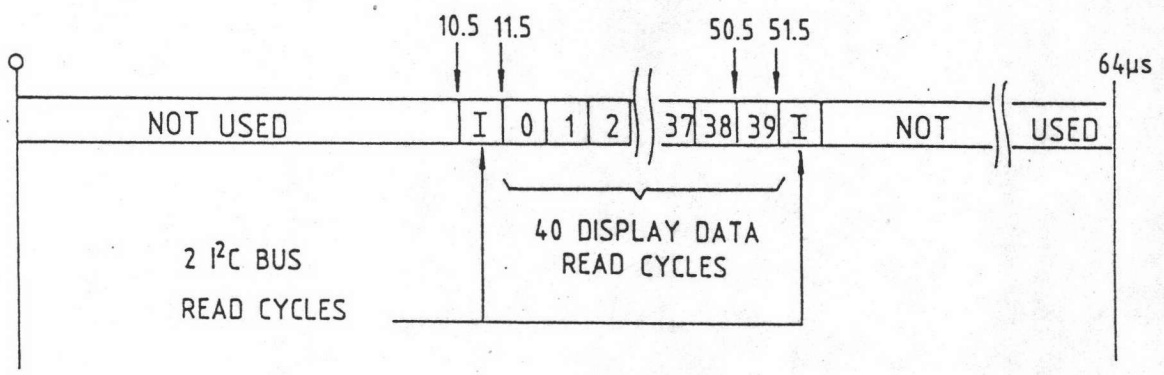
ส่วนติดต่อกับหน่วยความจำนี้ จะอ่านและเขียนข้อมูลจากส่วนเก็บข้อมูลและ I^2C Bus โดยมีวงจร Memory Timing Generator เป็นตัวกำหนดจังหวะการทำงานของส่วนอื่นๆ เช่นการ Multiplex Address และ Data ECCT นั้นสามารถอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำพร้อมกันในช่วงเวลาของ 1 เส้นข้อมูล ซึ่งจำเป็นสำหรับการแสดงผลแบบ Non-interlace การทำงานในแบบ Full Channel นั้นช่วงเวลาของ 1 เส้นข้อมูลมีคาบเวลาเท่ากับ 64 μS ซึ่งจะแบ่งเป็น 128 ช่วงๆละ 500 ns แต่ละช่วงจะใช้ทั้งอ่านและเขียนข้อมูลดังแสดงได้ดังรูป 4.16



รูปที่ 4.16 ECCT MEMORY CYCLE

Read cycle

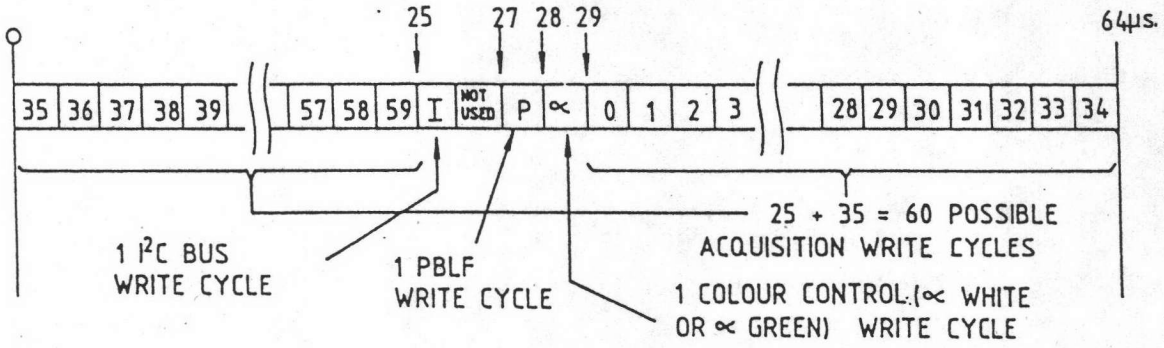
รูปที่ 4.17 แสดงช่วงเวลาการอ่านข้อมูลในแต่ละเส้น ซึ่งประกอบด้วย 40 ช่วง เพื่อใช้ในการแสดงผลและยังมีอีก 2 ช่วงที่เตรียมไว้สำหรับการอ่านผ่านทาง I^2C Bus ซึ่งเพียงพอสำหรับการอ่าน 1 ไบต์บน I^2C Bus ที่มีอัตราส่งผ่านข้อมูลสูงสุด 100 kHz



รูปที่ 4.17 ECCT READ CYCLE

Write Cycle

รูปที่ 4.18 แสดงช่วงเวลาการเขียนข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วยการเขียนข้อมูล 60 ช่วง ข้อมูลจะมาจากส่วน Data Acquisition แม้ว่าจะมีข้อมูลที่ต้องเขียนลงในหน่วยความจำเพียง 40 ไบต์ ในแต่ละเส้นข้อมูลที่อัตรา 6.9375 Mbit/S ตามมาตรฐานการส่งข้อมูลเทเลเท็กซ์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 46 μS แต่ช่วงเวลาที่ข้อมูลล่าช้าในส่วนแยกสัญญาณเทเลเท็กซ์จะมีประมาณ 1.4 μS และเมื่อรับ Page Header ได้แล้วจะต้องใช้เวลาอีกประมาณ 1 μS หรือ 1 ช่วงเพื่อล้าง PBLF และเลขชุดเก่า โดยรวมแล้วช่วงเวลาที่จะใช้ในการเขียนข้อมูล รวมทั้งการล่าช้าของสัญญาณแล้วจะกินเวลาถึง 60 ช่วงคาบของการเขียนข้อมูล 40 ไบต์นั้น นอกจากนี้ยังมีช่วงเวลาสำหรับเขียนข้อมูลของ I²C Bus, การเขียน PBLF และการเขียนรหัสควบคุมที่แถวที่ 0 คอลัมน์ที่ 7 อีกอย่างละ 1 ช่วงและช่วงว่าง อีก 1 ช่วงคาบ



รูปที่ 4.18 ECCT WRITE CYCLE

4.2 ส่วนประมวลผล

ส่วนนี้ประกอบด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ในตระกูล MCS-51 เบอร์ 80C652 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตสร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยี CMOS ภายในประกอบด้วยหน่วยความจำแบบแรมจำนวน 256ไบต์, พอร์ตขนาน 4 พอร์ต,พอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม (UART) และพอร์ตอนุกรมที่สนับสนุนบัสแบบ I^2C รายละเอียดการใช้งานส่วนใหญ่ก็จะเหมือนไมโครโพรเซสเซอร์เบอร์ 8051 ซึ่งจะศึกษารายละเอียดได้ในภาคผนวก ข. และจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ แต่จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนที่แตกต่างและที่ใช้งานในวิทยานิพนธ์นี้

4.2.1.พอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม

ไมโครโพรเซสเซอร์ 80C652 มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมอยู่ 2 พอร์ต เรียกว่า SIO0 และ SIO1 SIO0 นี้สนับสนุนการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสแบบดูเพลกซ์เต็ม (Full Duplex) ส่วน SIO1 เป็นพอร์ตที่สนับสนุนบัสแบบ I^2C บัสนี้ใช้เชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลกับส่วนถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์ การใช้งานพอร์ตนี้จะมี รีจิสเตอร์ 4 ตัวควบคุมการทำงานคือ

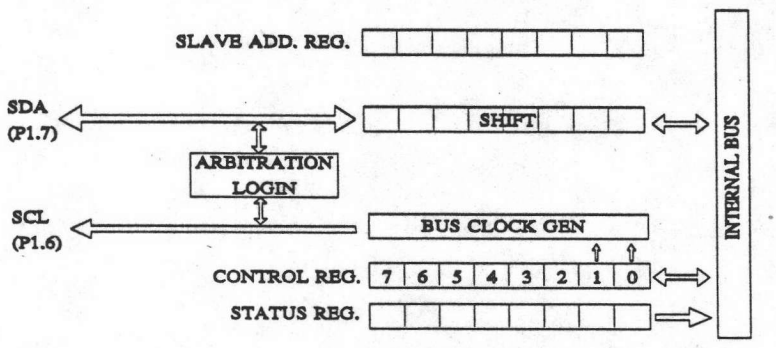
S1STA เป็นรีจิสเตอร์สถานะของบัสในขณะนั้น

S1DAT เป็นรีจิสเตอร์ข้อมูลที่ใช้เป็นที่รับและส่งข้อมูลที่จะติดต่อผ่านบัส

S1ADR เป็นรีจิสเตอร์เก็บแอดเดรสของอุปกรณ์ที่จะติดต่อด้วยโดยแอดเดรสจะมีขนาด 7 บิตและบิตสุดท้ายจะเป็นตัวกำหนดทิศทางการไหลของข้อมูลโดยเป็น "0" สำหรับส่งออกและเป็น "1" สำหรับรับข้อมูลเข้า

S1CON เป็นรีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบการทำงานในการรับส่งข้อมูล

บัสแบบ I^2C นี้ใช้สายติดต่อกันเพียง 2 เส้นมีชื่อ SCL (Serial Clock) และ SDA (Serial Data) ซึ่งอยู่ที่ขา 7(SCL) และขา 8 (SDA) ของไมโครโพรเซสเซอร์ หรือ P1.6 และ P1.7 ตามลำดับ การทำงานของรีจิสเตอร์ทั้ง 4 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม SIO1

การติดต่อผ่าน I^2C บัสนี้จะมีสองฝ่ายคือ ฝ่ายเรียกหรือนาย(Master)กับฝ่ายถูกเรียกหรือทาส(Slave) โดยฝ่ายเรียกนี้จะเป็นผู้เริ่มต้นการติดต่อและส่งสัญญาณนาฬิกาไปในสาย SCL เพื่อกำหนดจังหวะในการส่งและรับข้อมูลในสาย SDA ซึ่งข้อมูลจะไหลไปในทิศทางใดนั้นก็แล้วแต่บิตควบคุมที่อยู่ในรีจิสเตอร์แอดเดรส การติดต่อจะมีอยู่ทั้งหมด 4 แบบคือ

1.Master Transmitter

2.Master Reciever

3.Slave Transmitter

4.Slave Reciever

สำหรับเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ส่วนประมวลผลจะทำหน้าที่เป็นฝ่ายเรียกอย่างเดียว การติดต่อจะเป็นแบบที่ 1.และ 2 ส่วนถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์จะเป็นฝ่ายถูกเรียก โดยมีแอดเดรสประจำตัวเป็น "0010001"[2]

-<u>การควบคุมอุปกรณ์และหน่วยความจำของส่วนประมวลผล</u>

ส่วนประมวลผลจะมีอุปกรณ์และหน่วยความจำที่ต่ออยู่ ตามความจำเป็น โดยมีตำแหน่งของแอดเดรสและพอร์ตดังนี้

หน่วยความจำโปรแกรม	แอดเดรส 0000_{16} -$7FFF_{16}$
หน่วยความจำแสดงผล	แอดเดรส 8000_{16} -$8FFF_{16}$
ส่วนรับคำสั่งจากตัวควบคุมระยะไกล	พอร์ตที่ 1 บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 3
ส่วนควบคุมการแสดงผล	พอร์ตที่ 1 บิตที่ 4 ถึงบิตที่ 5

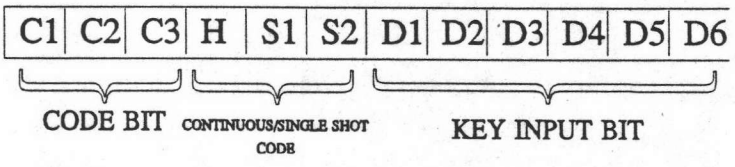
4.2.2.หน่วยควบคุมระยะไกลด้วยแสงอินฟราเรด

หน่วยการส่งและรับการควบคุมระยะไกลด้วยแสงอินฟราเรดนี้ ใช้ไอซีของโตชิบาเบอร์ TC9148P เป็นตัวเข้ารหัส และ TC9150P เป็นตัวถอดรหัสแสงอินฟราเรด ไอซีทั้งสองนี้สร้างด้วยเทคโนโลยี CMOS จำนวนอินพุต/เอาต์พุต เพียงพอกับความต้องการใช้งาน คือสามารถเข้ารหัสการควบคุมได้ 18 ฟังก์ชันและอีก 75 คำสั่ง วงจรใช้งานก็มีอุปกรณ์ภายนอกอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.Kinghorn,J.R.,<u>Enhance Computer Controlled Teletext SAA5243 Series User Manual</u> (English:Micham,1989), p 76.

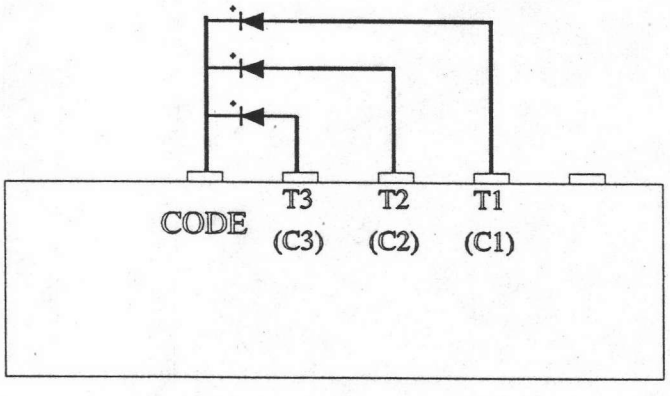
-ไอซีเข้ารหัสแสงอินฟราเรด (ตัวส่ง)

การเข้ารหัสการส่งในแต่ละครั้งจะส่งข้อมูลจำนวน 12 บิตดังแสดงในรูปที่ 4.20 โดย C1,C2,C3 เป็นรหัสที่ต้องให้เหมือนกันทั้งตัวส่งและตัวรับ ส่วน H,S1,S2 เป็นบิตที่บอกลักษณะของคำสั่งว่าเป็นแบบให้เอาท์พุตต่อเนื่องหรือพัลส์ ส่วน D1 ถึง D4 คือข้อมูลที่จะส่ง

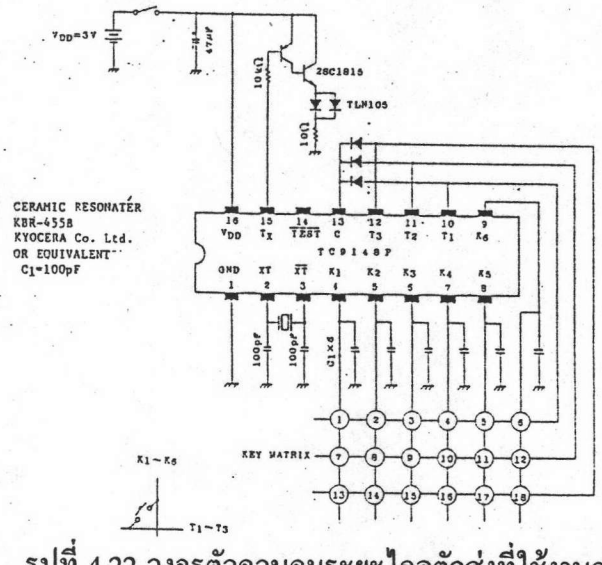


รูปที่ 4.20 รูปแบบคำสั่ง

การกำหนดค่า C1,C2,C3 ทำได้โดยต่อไดโอดระหว่าง T1 ,T2 ,T3 (ขาที่ 10-12)กับ CODE (ขา 13) (ดูรูปที่ 4.21) ซึ่งจะเป็นตัวแทนของ C1,C2,C3 ตามลำดับ โดยจะมีค่าเป็น “1” เมื่อต่อไดโอดและเป็น “0” เมื่อปล่อยขา T ลอยไว้ แต่ CODE ที่เป็น “000” จะไม่ใช้

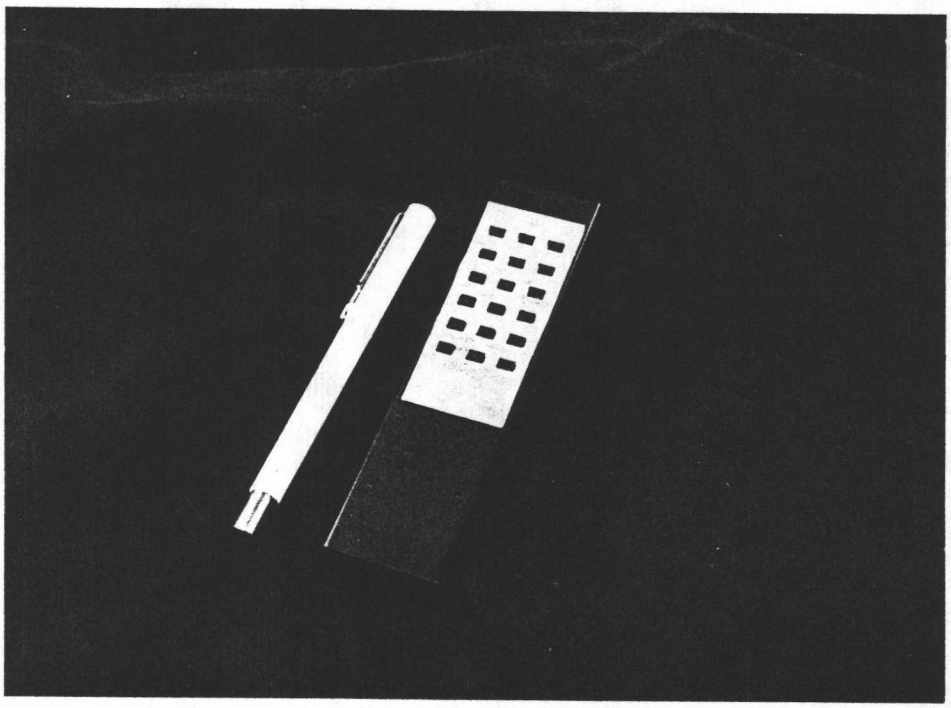


รูปที่ 4.21 การกำหนดรหัส C1,C2,C3



รูปที่ 4.22 วงจรตัวควบคุมระยะไกลตัวส่งที่ใช้งานจริง

ตัวส่งของตัวควบคุมระยะไกลที่ใช้ในเครื่องต้นแบบนี้จะใช้รหัส C1,C2,C3 เป็น "111" และแยกเป็นโมดูลต่างหากจากบอร์ดวงจร เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้สั่งการจากระยะไกลโดยสดวก โดยมีปุ่มทั้งสิ้น 18 ปุ่มหรือ 18 ฟังก์ชัน แต่จะใช้เพียง 10 ปุ่มเท่านั้นเพื่อให้แทนตัวเลข 0 ถึง 9 ที่จะใช้เลือกหน้าข้อมูลเทเลเท็กซต์เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ตัวควบคุมระยะไกล

-ไอซีถอดรหัสแสงอินฟราเรด (ตัวรับ)

ไอซีถอดรหัสแสงอินฟราเรดตัวรับนี้จะรับคำสั่งที่ส่งมาในรูปของ แสงอินฟราเรดผ่านวงจรเชื่อมโยงทางแสงและขยายขนาดของสัญญาณ กำหนดให้รหัสของการรับ C1,C2,C3 ตรงกับตัวส่งด้วย หากจะกำหนดรหัสให้เป็น "1" จะต้องต่อขากำหนดรหัสผ่านตัวเก็บประจุลงกราวด์ หากจะกำหนดรหัสให้เป็น "0" จะต่อขากำหนดรหัสนั้นลงกราวด์เลย ซึ่งไอซีถอดรหัสแสงอินฟราเรดตัวรับในชุดนี้ จะมีให้เลือกใช้งานอยู่ 2 เบอร์ คือ TC9149P และ TC9150P ต้นแบบนี้เลือกใช้เบอร์ TC9150P ซึ่งจะมีขากำหนดรหัสเพียง C1 กับ C2 เท่านั้น ส่วน C3 จะถูกกำหนดให้เป็น "1" โดยอัตโนมัติ (ดูรูปที่ 4.25)

สัญญาณขาออกของ TC9150P จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

1.กลุ่มที่ให้สัญญาณต่อเนื่อง (6 สัญญาณ)

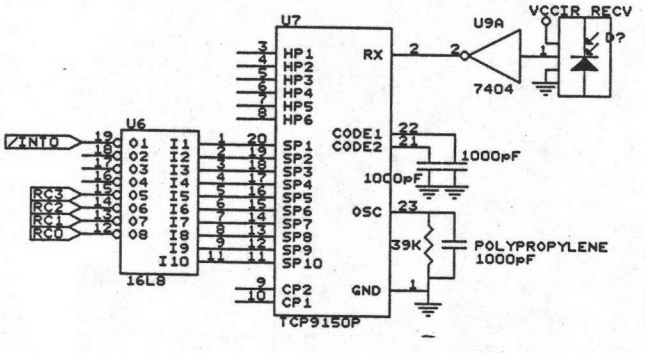
2.กลุ่มที่ให้สัญญาณพัลส์ (10 สัญญาณ)

3.กลุ่มที่ให้สัญญาณสลับกับค่าที่เป็น (2 สัญญาณ)

ต้นแบบจะใช้กลุ่มที่ 2 โดยเอาท์พุตจะอยู่ที่ขา 11 ถึง 20 ซึ่งจะถูกนำไปแปลงให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ด้วย Progamable Logic Device:PLD เบอร์ PAL16L8 และส่งให้ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ P1.0 - P1.3 ตามรูปที่ 4.24

```
TITLE  REMOTE_INT0
AUTHOR SAYAN
CHIP   REMOTE_INT0      PAL16L8

;PINS 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
     B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 GND
;PINS 11 12 13 14 15 16  17   18 19  20
     B9 RC0 RC1 RC2 RC3 UINT LINT NC INT0 VCC

EQUATIONS
UINT  = B0 + B1 + B2 + B3 + B4
LINT  = B5 + B6 + B7 + B8 + B9
/INT0 = UINT + LINT
RC0   = B1 + B3 +  B5 + B7 + B9
RC1   = B2 + B3 +  B6 + B7
RC2   = B4 + B5 +  B6 + B7
RC3   = B8 + B9
```

รูปที่ 4.24 ซอร์สไฟล์ของ PLD แปลง BCD-BINARY



รูปที่ 4.25 วงจรไอซีถอดรหัสแสงอินฟราเรด (ตัวรับ)

4.3 ส่วนการแสดงผล

4.3.1.หน่วยควบคุมจอภาพ

หน่วยนี้ใช้ไอซี 6845 ที่ถูกโปรแกรมให้ทำงานสร้างสัญญาณควบคุมการแสดงผลทางแนวราบหรือซิงค์แนวราบที่ความถี่ 15,625 เฮิรตซ์และซิงค์แนวตั้งความถี่ 50 เฮิรตซ์ ตามข้อกำหนดของสัญญาณภาพแบบ PAL โดยการโปรแกรม รีจิสเตอร์ ของ 6845 ดังนี้

R0 (Horizontal Total) 38_{16}

R1 (Horizontal Displayed) 28_{16}

R2 (Horizontal Sync Prosition) $2E_{16}$

R3 (Horizontal Sync Width) 04_{16}

R7 (Vertical Sync Position) $1A_{16}$

R8 (Interlace Mode) 02_{16}

R9 (Max Scan Line Address) 09_{16}

รูปที่ 4.26 เป็นวงจรส่วนแสดงผลจะเห็นว่าการทำงานของ 6845 นั้นขึ้นอยู่กับพอร์ตของส่วนประมวลผลพอร์ตที่1 บิตที่ 4 และ 5 ที่ใช้เลือกเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์หรือเขียนค่าเพื่อเลือกรีจิสเตอร์ที่ต้องการ การติดต่อกับหน่วยความจำแสดงผลจะผ่านไอซี 74(LS/HCT)157 Data Selector ที่ควบคุมด้วย Address A_{15} จากไมโครโพรเซสเซอร์ เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ต้องการเขียนข้อมูลลงที่หน่วยความจำแสดงผล จะเขียนไปที่หน่วยความจำแอดเดรสที่ 08000H ถึง 08FFFH ที่แอดเดรสเหล่านี้ A15 จะเป็น “1” ไอซี74(LS/HCT)157 ก็จะต่อแอดเดรสบัสของไมโครโพรเซสเซอร์กับหน่วยความจำแสดงผลเข้าด้วยกันและในเวลาที่ไมโครโพรเซสเซอร์ไม่ต้องการเขียน หน่วยความจำแสดงผลนี้ A15 จะเป็น “0” ทำให้ขา MA0-MA9 ของ ไอซี6845 จะต่ออยู่กับขาแอดเดรสของหน่วยความจำแสดงผล

การแสดงผลในแต่ละหน้านั้นจะประกอบด้วยตัวอักษรจำนวน 25 แถวๆละ 40 ตัว โดยใช้ตัวอักษร 1 ตัวต่อหน่วยความจำแสดงผล 1 ไบต์ ดังนั้นการแสดงผล 1 หน้าจอภาพ ต้องใช้หน่วยความจำ 1000 ไบต์ จึงใช้แอดเดรสของหน่วยความจำเพียง 10 บิต

สัญญาณนาฬิกาของไอซี 6845 จะสร้างด้วยวงจรคริสตอลออสซิเลเตอร์ ความถี่ 16 MHz แล้วส่งผ่านวงจรหารสองและหาร16 โดยใช้ไอซี 74(LS)93 เพื่อให้ได้ความถี่ 1 MHz และ 8 MHz ที่ต่อไปเรียกว่า CHRCLK และ DOTCLK ตามลำดับ สัญญาณทั้งสองนี้ใช้กำหนดจังหวะในการแสดงผล เหตุที่ใช้ที่ความถี่นี้เนื่องจากเราเลือกให้ตัวอักษร ตัวหนึ่งมีขนาด 8 บิต และการแสดงผลก็จะใช้ 8 จุดต่อตัวอักษรในแนวนอนเช่นเดียวกัน

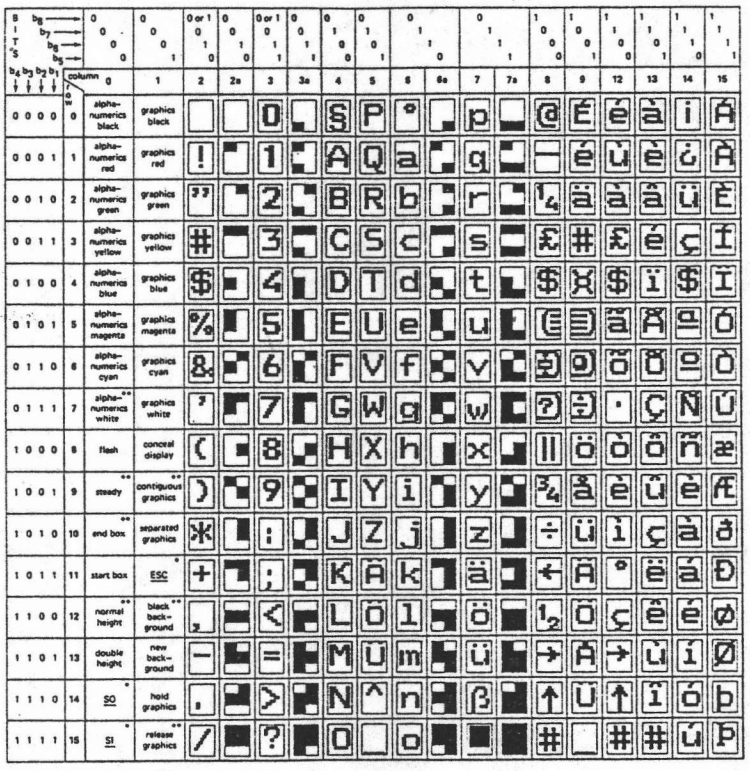
รูปที่ 4.26 วงจรส่วนแสดงผล

ไอซี 74(LS)374 ทำหน้าที่ LATCH ข้อมูลที่ออกจากหน่วยความจำเมื่อไอซี 6845 ให้แอดเดรสแก่หน่วยความจำแสดงผล CHRCLK จะเป็นสัญญาณกระตุ้นให้ทำงานในช่วงระยะเวลาที่หน่วยความจำแสดงผลให้ข้อมูลออกมาพอดีและจะยังคงค้างไว้จนกระทั่งสัญญาณ CHRCLK ครั้งต่อไป ในช่วงระหว่างสัญญาณนี้ ข้อมูลที่ได้จากหน่วยความจำแสดงผล รวมกับสัญญาณ RA0-RA4 ที่สร้างโดยไอซี 6845 จะถูกใช้เป็นตัวชี้ที่ Character Gennerator ทำให้ได้รูปแบบจุดของตัวอักษรตามข้อมูลนั้น และส่งไปที่ไอซี74(LS)165 (PISO) ซึ่งจะเรียงจุดเหล่านี้ออกไปอย่างอนุกรม สัญญาณความคุมจังหวะอีกตัวคือ SH/LD จะบอกให้ไอซี 74(LS)165 รับข้อมูลมาส่งอย่างอนุกรมอีก แต่การเริ่มต้นรับข้อมูลใหม่นี้ จะถูกหน่วงไปอีกเป็นเวลา 1/2 ของ DOTCLK เพราะต้องรอให้การส่งข้อมูลจุดสุดท้าย ของไบต์ก่อนหน้าเสร็จสิ้นไป

สัญญาณ CHRCLK, /CHRCLK, DOTCLK, /DOTCLK, SH/LD จะเข้าจังหวะกันทั้งหมดเพราะสร้างมาจากฐานสัญญาณนาฬิกาอันเดียวกัน

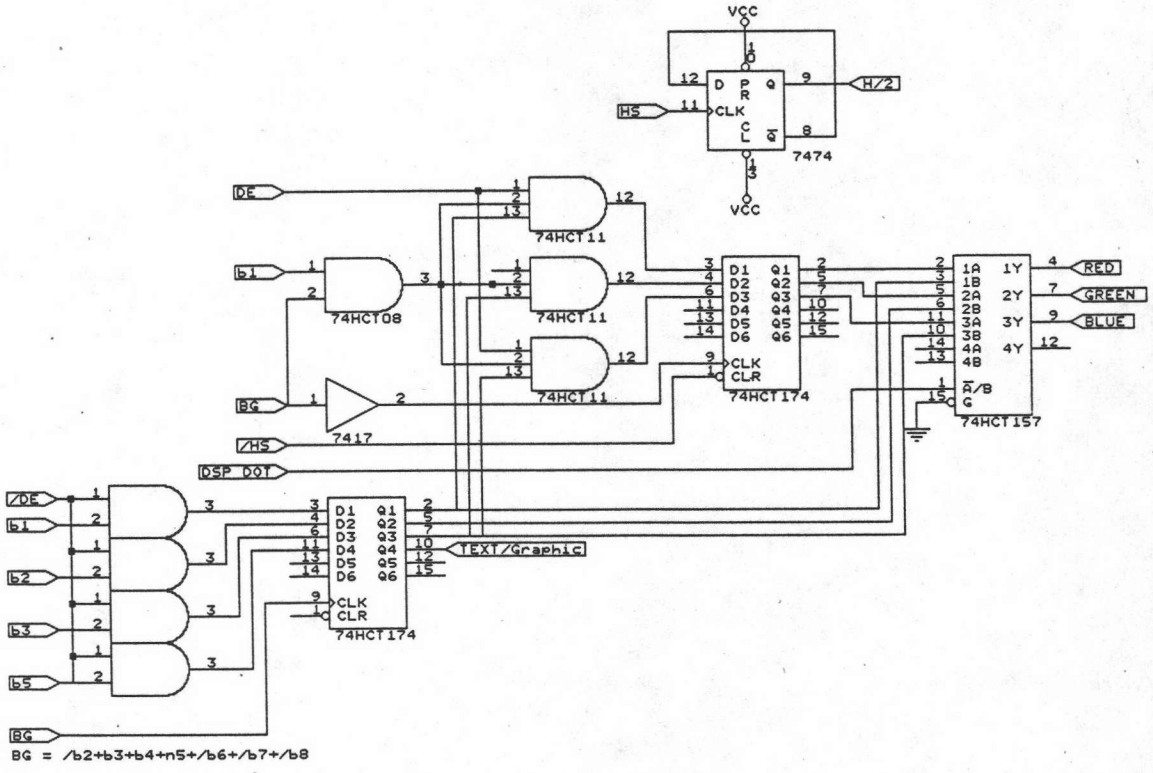
4.3.2 หน่วยควบคุมการแสดงสี

จากตารางในรูปที่ 4.27 จะเห็นว่ารหัสในตำแหน่ง 00_{16} ถึง $1F_{16}$ จะไม่แสดงผลออกที่หน้าจอ แต่จะมีผลกับวงจรควบคุมการแสดงผลอีกส่วนหนึ่งคือการควบคุมการแสดงสี



รูปที่ 4.27 ตารางแสดงรหัสควบคุมและตัวอักษรแสดงผล

รหัสควบคุมนี้จะรับโดยตรงจาก ไอซี74(LS)374 (รูป 4.26) ซึ่งวงจรควบคุมการแสดงสีและตัวกราฟิกนี้จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.28 แต่การสร้างวงจรใช้งานจริงนั้น เลือกใช้ PLD เบอร์ 16R4 จำนวน 2 ตัว มาโปรแกรมเพื่อให้ทำงานแทนวงจรนี้



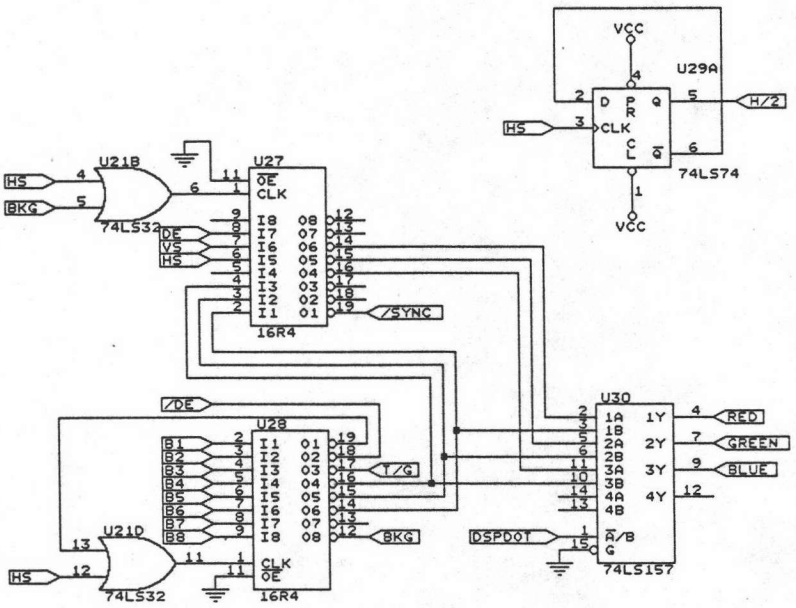
รูปที่ 4.28 วงจรควบคุมการแสดงสีและตัวกราฟิก

```
TITLE  COLOR_MATRIX
AUTHOR SAYAN
CHIP   COLOR_MATRIX      PAL16V8

;PINS 1   2 3 4 5 6 7 8 9 10
     CLI B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 GND
;PINS 11 12 13  14 15 16 17 18 19  20
     OE BG NBG R  G  B  TG /DE CLO VCC

EQUATIONS

BG  = /B2 * B3 * B4 * B5 * /B6 * /B7 * /B8
CLO = /B4 * /B6 * /B7 * /B8
NBG = B1 * BG
TG := B5 * CLO
R  := B1 + /DE
G  := B2 + /DE
B  := B3 + /DE
```

```
TITLE  COLOR_BACKGROUND
AUTHOR SAYAN
CHIP   CRT_COLOR_BACKGND  PAL16V8

;PINS  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
      NBG R  G  B  NC HS VS DE NC GND
;PINS  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20
      OE  NC  NC  Rb  Gb  Bb  NC  NC SYN  VCC

EQUATIONS

Rb:=  R * DE
Gb:=  G * DE
Bb:=  B * DE
/SYN  = HS :+: VS
```

รูปที่ 4.29 ซอร์สไฟล์วงจรควบคุมการแสดงสี

รูปที่ 4.29 เป็นซอร์สไฟล์สำหรับคอมไพล์เป็น FUSE MAP โดยการใช้โปรแกรม PALASM โดยการใช้โปรแกรม PALASM เพื่อโปรแกรม PLD ให้ทำ งานแทนวงจรในรูปที่ 4.33 ได้ PLD ตัวที่หนึ่ง (COLOR_MATRIX) จะตรวจสอบรหัสควบคุมการแสดงสีของ ตัวอักษรและเก็บไว้ ส่วน PLD ตัวที่2 (COLOR_BACKGROUND) จะทำงานตามรหัสควบคุมสีพื้น (Background Color) โดยมี 74(LS)157 เป็นตัวสลับเลือกระหว่างสีตัวอักษรและสีพื้น โดยการควบคุม ของจุดที่ได้จาก 74(LS)165 วงจรที่ต่อใช้งานในต้นแบบก็จะเปลี่ยนไปเป็นดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 วงจรควบคุมการแสดงสีที่ใช้งานจริง

สัญญาณ RGB ที่ได้ยังเป็นสัญญาณดิจิตอล ดังนั้นจึงต้องแปลงสัญญาณ RGB นี้ให้อยู่ในรูปที่แสดงบนเครื่องรับโทรทัศน์ได้

4.3.3 <u>หน่วยแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก</u>

ในเครื่องรับระบบโทรทัศน์สัญญาณจะอยู่ในรูปสัญญาณแอนะลอก โดยที่แสงสีแดงจะมีความยาวคลื่นประมาณ 700 นาโนเมตร แสงสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 546.1 นาโนเมตร แสงสีน้ำเงินจะมีความยาวคลื่นประมาณ 435.8 นาโนเมตร การแปลงสัญญาณดิจิตอลที่เป็นตัวแทนของแสงสีเหล่านี้ให้เป็นสัญญาณที่มีความยาวคลื่นต่างๆนี้ จะต้องอาศัยวงจรที่เรียกว่า “เมตริก” เพื่อเข้ารหัสสีและจะต้องมีวงจร DAC ด้วย

ไอซีLM1886 เป็นไอซี วิดีโอเมตริก (Video Matrix) ทำงานเข้ารหัสสัญญาณ ส่องสว่าง (Luminance) และสัญญาณสี (Chrominance) สมการที่ใช้เข้ารหัสสัญญาณส่องสว่างคือ

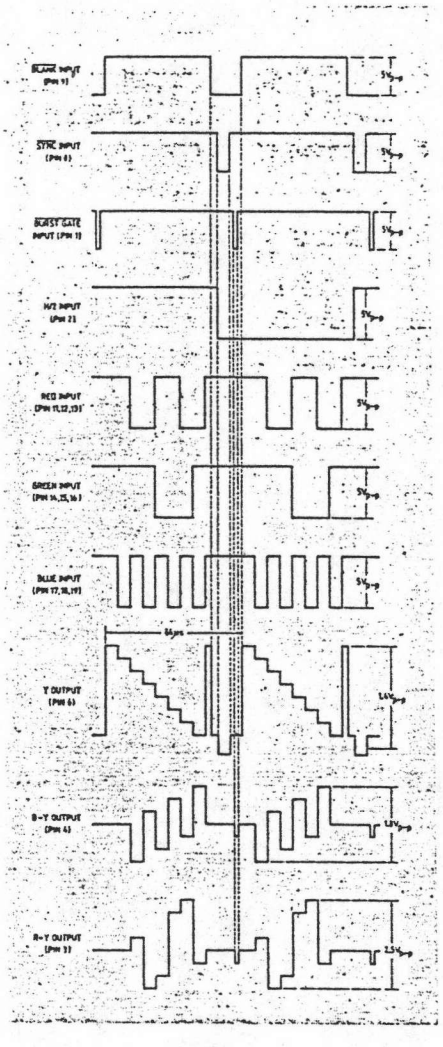
$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

และสัญญาณที่ให้ภาพสีอีกสองสัญญาณคือ R-Y และ B-Y ด้วยสมการ

$$Er\text{-}y = 0.877\ (Er - Ey)$$

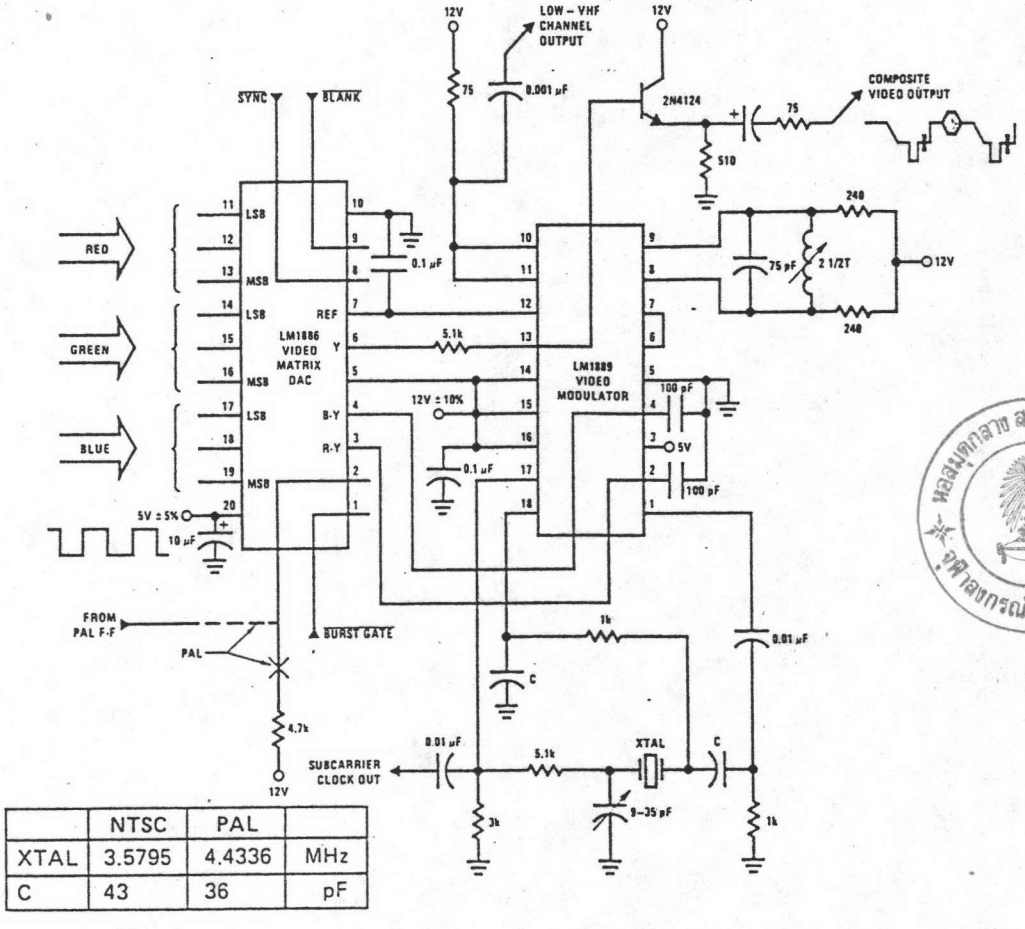
$$Eb\text{-}y = 0.493\ (Eb - Ey)$$

สัญญาณ R-Y และ B-Y นี้ เมื่อจะเข้ารหัสจะใช้คัลเลอร์ซับเคริเออร์ ที่ความถี่เดียวกันแต่มีเฟสต่างกัน 90 องศา อีกทั้งคัลเลอร์ซับเคริเออร์ชุดหนึ่งจะต้องผ่านวงจร 0/180 องศา PAL Switch เพื่อทำหน้าที่ปิดเปิดเฟสของคลื่นพาห์รองของสี ในทุกๆการสแกนเส้นคู่ ดังนั้นเราจึงต้องสร้าง สัญญาณ H/2 เพื่อป้อนให้วงจรสลับเฟส ในขาที่ 2 ของไอซี LM1886 โดยนำสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนมาหารสอง รูปร่างของสัญญาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวงจรเมตริกสีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 สัญญาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวงจรเมตริกสี

สัญญาณเข้าทั้งหมดจะเป็นสัญญาณดิจิตอลระดับ TTL ทั้งสิ้นและแสงสีที่ใช้ในการแสดงผลจะมีความแตกต่างเพียง 3 บิตเท่านั้น สัญญาณขาเข้า R ของไอซี LM 1886 ที่ขา 11 ถึงขา 13 จึงต่อไว้เป็นสัญญาณเดียวและที่สัญญาณขาเข้า G และ B ก็เช่นเดียวกัน

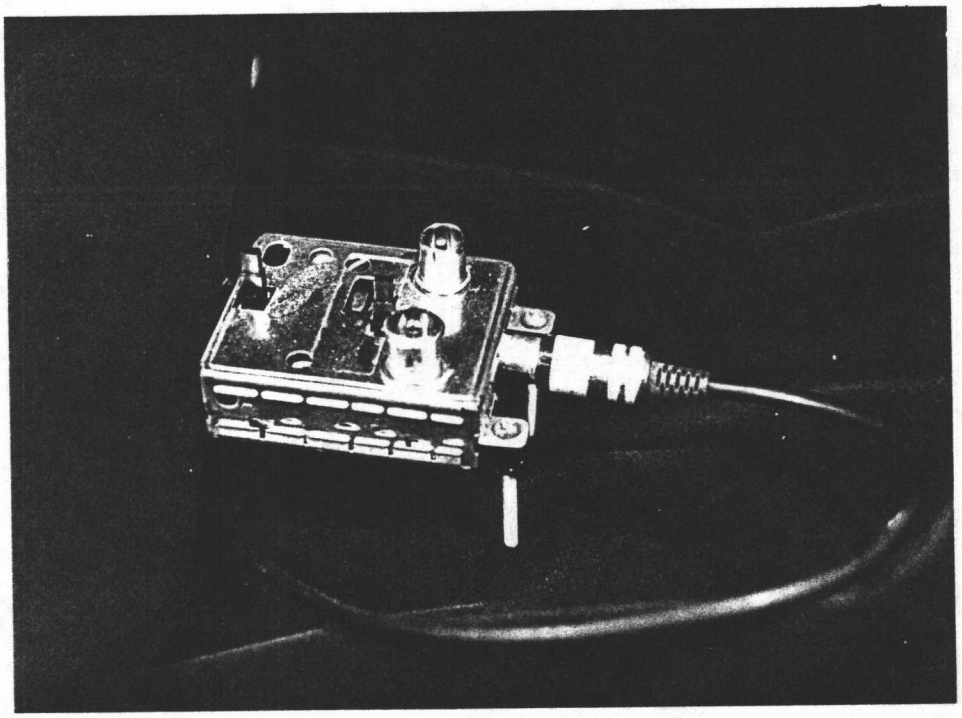


	NTSC	PAL	
XTAL	3.5795	4.4336	MHz
C	43	36	pF

รูปที่ 4.32 วงจรเมตริกสีและวงจรรวมสัญญาณ

4.3.4 <u>หน่วยผสมสัญญาณความถี่วิทยุ</u>

หน่วยนี้จะรับสัญญาณภาพรวมของข้อมูลเทเลเท็กซ์มามอดูเลตให้มีความถี่อยู่ในย่านความถี่วิทยุโดยเลือกใช้ความถี่ที่ 62.25 MHz อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานจริงเป็นอุปกรณ์ที่มีตามท้องตลาดอยู่แล้ว(รูปที่ 4.33) จึงเพียงแต่ต่อสัญญาณเข้าต่างๆให้ถูกต้องเท่านั้น



รูปที่ 4.38 RF MODULATOR