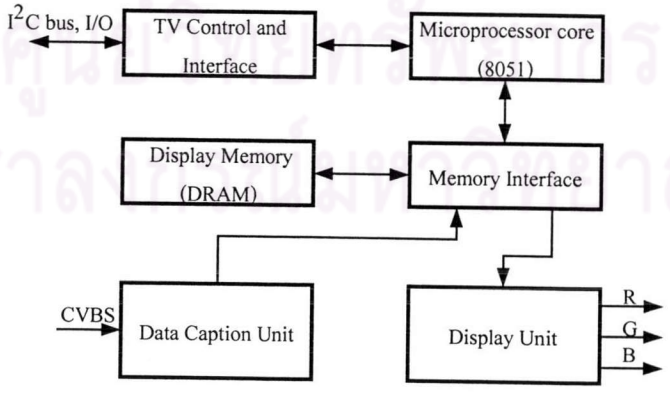
บทที่ 5
การประยุกต์ใช้งาน Q-Chip เพื่อควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์

การนำไมโครคอนโทรลเลอร์โทรทัศน์มาควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์ ทำให้การทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มาก มีฟังก์ชันการทำงานหลากหลายเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้มากขึ้น และไมโครคอนโทรลเลอร์โทรทัศน์ชันการทำงานขั้นพื้นฐานของเครื่องรับโทรทัศน์ด้วย คือ การปรับช่องสถานี การปรับภาพ การปรับเสียง นอกจากนี้สำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ที่สามารถแสดงคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ โทรทัศน์ก็ต้องทำหน้าที่นี้ด้วย

5.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์โทรทัศน์เชิงพาณิชย์ในยุคปัจจุบัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์โทรทัศน์ที่สามารถถอดรหัสคำบรรยายภาพได้ในท้องตลาดปัจจุบัน ดังเช่น ชิป SAAXX55 ของบริษัท Philips มีโครงสร้างตามรูปที่ 5.1 ประกอบด้วย 8051 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยควบคุมและติดต่อโทรทัศน์ หน่วยความจำแสดงผล หน่วยข้อมูลคำบรรยายภาพ และ หน่วยแสดงผล

หน่วยควบคุมและติดต่อโทรทัศน์ ประกอบด้วย พอร์ตอินพุต-เอาต์พุต หรือ พอร์ตแบบ I^2C บัส เพื่อใช้ติดต่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกตัวอื่น ๆ และต้องประกอบด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ เพื่อใช้ปรับระดับความดังของเสียง ปรับระดับสี ความสว่าง และความเข้มของภาพ รวมถึงการควบคุมวงจรเพื่อปรับช่องสถานีด้วย สำหรับเครื่องรับโทรทัศน์รุ่นใหม่การควบคุมวงจรจูนสามารถติดต่อผ่านพอร์ตแบบ I2C บัสได้



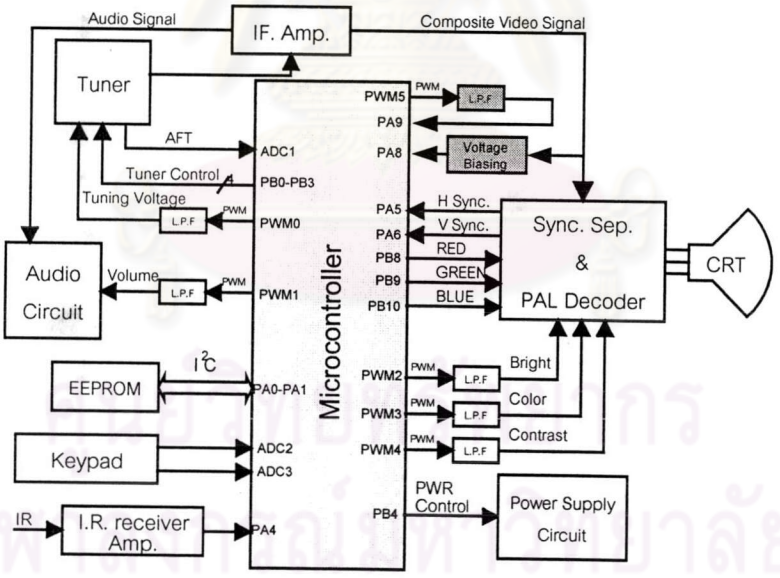
รูปที่ 5.1 โครงสร้างของชิป SAAXX55 ของบริษัท Pilips

หน่วยแสดงผล (Display Unit) ทำหน้าที่เป็น CRT controller เพื่อควบคุมการแสดงผลโดยเฉพาะ หน่วยประมวลผลกลางมีบทบาทในการแสดงผลด้วยการเขียนค่าลง SFR (Specific Function Register) เพื่อส่งพารามิเตอร์ให้กับหน่วยแสดงผลเท่านั้น

หน่วยข้อมูลคำบรรยาย (Data Caption Unit) ซึ่งภายในประกอบไปด้วยวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตัล และตัวช่วยประมวลผลสัญญาณวีดีโอ ทำหน้าที่แยกข้อมูลคำบรรยายภาพที่แทรกมาในสัญญาณภาพ จากโครงสร้างดังกล่าวที่มีอุปกรณ์บริวารพิเศษ 2 ส่วนจะเห็นได้ว่าภาระงานของหน่วยประมวลผลกลาง 8051 มีปริมาณงานน้อย จึงเป็นการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง 8051 อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ

5.2 การควบคุมการทำงานของวงจรเครื่องรับโทรทัศน์

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำ Q-Chip ไปควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์ยี่ห้อ Distar รุ่น DT-1416AV II โดยการถอดทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในเครื่องรับโทรทัศน์ออก แล้วต่อขาของตัวต้นแบบQ-Chip เข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์ แทนทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรายละเอียดในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์

จากรูปที่ 5.2 อุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเพิ่มคือ วงจรกรองผ่านต่ำ และ วงจรยกระดับแรงดัน (ส่วนที่แรเงา) เพื่อใช้แยกข้อมูลคำบรรยายภาพออกจากสัญญาณภาพ ส่วนวงจรที่ไม่ได้แรเงาเป็น

วงจรที่มีอยู่ในเครื่องรับโทรทัศน์อยู่แล้ว และการควบคุมการทำงานเครื่องรับโทรทัศน์ด้านอื่น ๆ Q-Chip สามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเองโดยไม่ต้องอาศัยวงจรภายนอก

สัญญาณที่ใช้ควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์ แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่ควบคุมด้วยระดับแรงดัน เช่นวงจรในส่วนภาพและเสียง Q-Chip จะควบคุมวงจรส่วนนี้โดยผ่านตัวสร้างสัญญาณมอดูเลตแบบความกว้างพัลส์ และส่วนที่สองเป็นการควบคุมผ่านพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 <u>การปรับช่องสถานี</u>

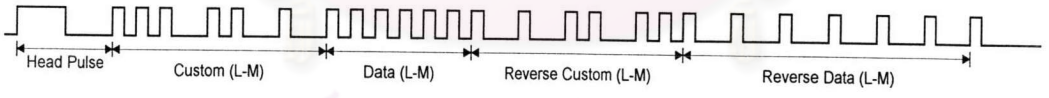
การติดต่อกับวงจรจูนเพื่อเลือกช่องสถานีแบ่งออกเป็นสองคือ (ดูรูปที่ 5.2)

ส่วนที่ 1 บิตควบคุม เพื่อเลือกแบนด์ (BAND) ของช่องสัญญาณ เลือกระหว่างสัญญาณจากวงจรจูน หรือ จากสัญญาณวีดีโอ และบิตควบคุมการปรับ

ส่วนที่ 2 คือแรงดันเพื่อเลือกช่องสัญญาณ Q-Chip สร้างระดับแรงดันด้วยตัวสร้างสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ความละเอียด 14 บิต และวงจรกรองผ่านต่ำ การใช้ความละเอียด 14 บิต เพื่อปรับระดับแรงดันขั้นละ $\frac{5}{2^{14}}$ โวลต์ จึงปรับความถี่ช่องสถานีได้ละเอียด[14]

5.2.2 <u>การถอดรหัสคำสั่งจากเครื่องควบคุมระยะไกล</u>

สัญญาณจากตัวควบคุมระยะไกล เป็นสัญญาณมอดูเลตแบบตำแหน่งพัลส์ (Pulse Position Modulation: PPM) ซึ่งมีลักษณะตามรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 สัญญาณรหัสพัลส์ที่มีข้อมูลรหัสคำสั่ง 00H และรหัสผู้ใช้ 34H

สัญญาณประกอบด้วย สัญญาณส่วนหัว (Head pulse) มีความคาบ 6.4 มิลลิวินาที รหัสผู้ใช้ (Custom code) จำนวน 6 บิต และรหัสข้อมูล (Data code) ซึ่งแทนคำสั่งในการกดปุ่มของผู้ใช้จำนวน 6 บิต ซึ่งรหัสทั้งสองส่วนจะถูกส่งมาโดยเรียงจากบิตมีนัยสำคัญน้อยสุดไปยังบิตที่มีนัยสำคัญมากสุด ในส่วนท้ายของสัญญาณจะเป็นส่วนกลับของบิตรหัสผู้ใช้และรหัสคำสั่ง เพื่อให้ระยะเวลาในการส่ง 1 ครั้งมีช่วงเวลาที่เท่ากัน

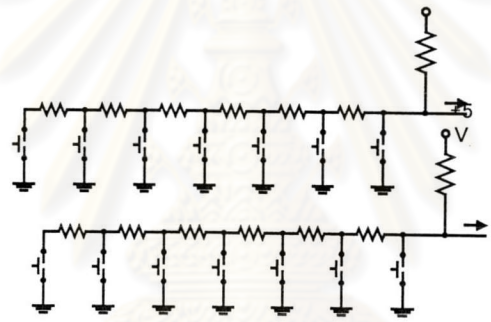
การแทนบิต '0' มีช่วงเวลาเป็น 5 โวลต์ 0.8 มิลลิวินาที ช่วงเวลา 0 โวลต์ 2.4 มิลลิวินาที

การแทนบิต '0' มีช่วงเวลาเป็น 5 โวลต์ 0.8 มิลลิวินาที ช่วงเวลา 0 โวลต์ 0.8 มิลลิวินาที

การใช้ Q-Chip ถอดรหัสจากต่อควบคุมระยะไกล โดยการต่อสัญญาณดังกล่าว ต่อเข้ากับวงจรนับ-วงจรตั้งเวลา ชุดที่ 1 โดยใช้ฟังก์ชันอินพุตแคปเจอร์ ค่าในรีจิสเตอร์ TC1_IC จะถูกเปลี่ยนแปลงโดยโหลดค่าจากรีจิสเตอร์ของวงจรตั้งเวลา TC1_DT ทุกครั้งเมื่อเกิดขอบขาขึ้นของสัญญาณรหัสพัลส์ และค่าในวงจรตั้งเวลาจะถูกหน่วยประมวลผลกลางรีเซต ดังนั้นค่าที่ได้จาก TC1_IC จึงแทนช่วงคาบเวลาห่างของแต่ละพัลส์ และตีความหมายบิตข้อมูลได้จากช่วงห่างของแต่ละพัลส์

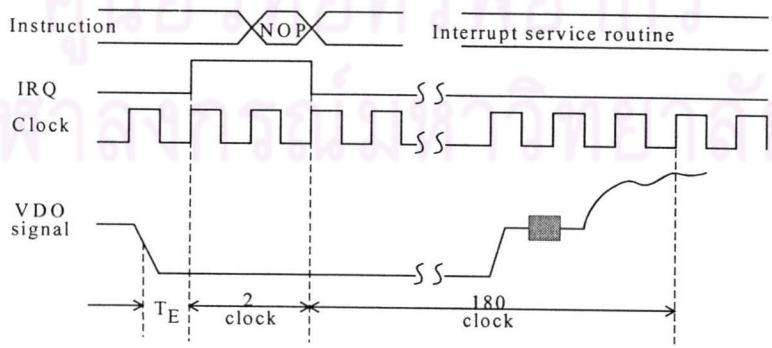
5.2.3 การรับคำสั่งจากแผงควบคุมที่ตัวเครื่อง [14]

ในการรับคำสั่งจากแผงควบคุมที่ตัวเครื่องรับโทรทัศน์ ด้วยวิธีแบ่งแรงดันตามรูปที่ 5.4 ปุ่มกดแต่ละปุ่มจะให้ค่าแรงดันที่แตกต่างกัน เมื่อนำแรงดันผ่านวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตัล จะได้เป็นข้อมูลของปุ่มที่ถูกกด



รูปที่ 5.4 ปุ่มกดด้วยวิธีการแบ่งแรงดัน

5.2.4 การแสดงผลหน้าจอ



รูปที่ 5.5 ช่วงเวลาเริ่มแสดงผลบนหน้าจอของแต่ละเส้นภาพ

เนื่องจากหน่วยประมวลผลกลางทำการควบคุมการแสดงผล จังหวะการทำงานจึงต้องสอดคล้องกับสัญญาณภาพ เพื่อให้ตำแหน่งของจุดในแนวเส้นตรงเดียวกันในแนวตั้งที่อยู่คนละเส้นกวาด หรือตำแหน่งของจุดเดียวกันที่อยู่คนละเฟรม อยู่ใกล้เคียงกันมากที่สุด จะทำให้ตัวอักษรที่แสดงผลบนหน้าจอมีคุณภาพดี

ดังนั้นโปรแกรมควบคุมการแสดงผลหน้าจอจึงถูกเก็บไว้ในชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะ (ISR: Interrupt Service Routine) เมื่อเกิดขอบขาลงของสัญญาณ H-Sync หน่วยประมวลผลกลางจะถูกขัดจังหวะการทำงาน และจะดำเนินการคำสั่งในชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะใน 2 รอบสัญญาณนาฬิกาถัดมา หน่วยประมวลผลกลางสามารถตอบสนองการขัดจังหวะการทำงานเท่ากันทุกครั้ง (Uniform Interrupt-Response Time) ดังนั้นตำแหน่งของจุดที่แสดงบนหน้าจอจึงผิดพลาดเท่ากับ T_E (ดูรูปที่ 5.5) ซึ่งน้อยกว่า 83 nsec

เนื่องจากหน่วยประมวลผลกลางที่นำเสนอมีความเร็ว 12 MIPS ดังนั้นในการแสดงผล 1 ตัวอักษรหน่วยประมวลผลกลางจึงดำเนินการได้ 16 คำสั่ง ซึ่งเร็วเพียงพอที่คำนวณรูปแบบตัวอักษรโดยเฉพาะระบบตัวอักษรที่ซับซ้อนของภาษาไทย และสามารถใช้คำสั่งกระโดดในโปรแกรมแบบวนลูปเพื่อแสดงผลแบบต่อเนื่อง ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงการเขียนโปรแกรมแบบมาร์โครที่นิยมใช้งานที่ต้องการความเร็วแต่ใช้หน่วยความจำโปรแกรมจำนวนมาก

การใช้พอร์ตเอาต์พุต(ดูรูปที่ 4.4) เพื่อแสดงผลหน้าจอต้องรีเซตรีจิสเตอร์ PB_WR บิต 8-10 ให้เป็น '0' ก่อน การเลือกสีที่แสดงบนหน้าจอใช้ค่าบิต PB_SEL2 – PB_SEL0 ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเลือกสีที่แสดงบนหน้าจอ

PB_SEL[2:0]	สีที่แสดงผลนหน้าจอ
000	ไม่แสดง
001	น้ำเงิน
010	เขียว
011	ฟ้า
100	แดง
101	ม่วง
110	เหลือง
111	ขาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อหน่วยประมวลผลกลางคำนวณรูปแบบอักษรได้แล้ว เขียนข้อมูลลงรีจิสเตอร์ HSSR ข้อมูลดังกล่าวจะส่งออกทาง PORT B บิตที่ 10 – 8 ขึ้นอยู่การเลือกสี และสร้างเป็นตัวอักษรที่มีความละเอียดสัญญาณนาฬิกาจุดเท่ากับ 12 MHz

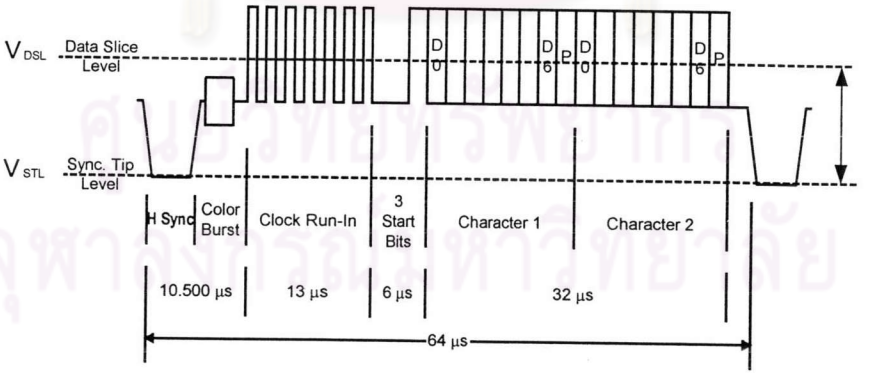
5.2.5 การติดต่อหน่วยควบคุมอื่น ๆ

นอกจากการควบคุมวงจรเครื่องรับโทรทัศน์ในหัวข้อ 5.2.1-5.2.4 แล้ว Q-Chip ต้องควบคุมวงจรอื่น ๆ ผ่านพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต เช่น ควบคุมปิด-เปิดแหล่งจ่ายพลังงานเครื่องรับโทรทัศน์ และ การติดต่อหน่วยความจำแบบ EEPROM สำหรับเก็บค่าข้อมูลที่ใช้ตั้งไว้ เช่น ข้อมูลการตั้งช่องสถานี ข้อมูลการปรับภาพและเสียง เพื่อใช้ในการตั้งค่าในการเปิดใช้งานเครื่องรับโทรทัศน์ครั้งต่อไป โดย Q-Chip ติดต่อกับหน่วยความจำแบบ EEPROM ด้วยบัสแบบ I^2C

5.3 การถอดรหัสคำบรรยายภาพ

5.3.1 การแยกข้อมูลคำบรรยายภาพจากสัญญาณภาพโทรทัศน์

ข้อมูลคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้สำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ระบบ PAL จะถูกแทรกมากับสัญญาณภาพเส้นกวาดที่ 18 ในช่วงไร้สัญญาณภาพแนวตั้ง ในตอนเริ่มต้นของเส้นกวาดหลังจากสัญญาณ Color burst มีสัญญาณ Clock Run-in ความถี่ 500 kHz จำนวน 7 ลูกคลื่นหลังจากนั้นเป็นข้อมูลดิจิตัล ซึ่งช่วงคาบ 1 บิตเท่ากับ 2 μsec ลอจิก '1' มีระดับแรงดัน 50 IRE ส่วนลอจิก '0' มีระดับแรงดัน 0 IRE ข้อมูล 3 บิตแรกจะมีค่าเป็น 001 เสมอและมีข้อมูลจำนวน 2 ไบต์ตามมามีลักษณะตามรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 สัญญาณภาพเส้นกวาดที่ 18 ซึ่งมีข้อมูลคำบรรยายภาพแทรกอยู่

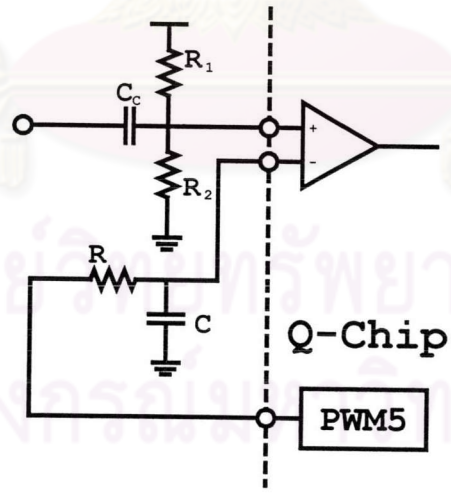
การแยกข้อมูลออกมาจากสัญญาณภาพ อาศัยการทำงานของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณภาพกับระดับแรงดันตัดข้อมูล (Data Slice Level: V_{DSL})

เนื่องจากระดับแรงดันของสัญญาณภาพอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นการกำหนดระดับแรงดันตัดข้อมูลที่คงที่ อาจเป็นเหตุให้แยกข้อมูลได้ผิดพลาด จึงต้องใช้การหาระดับแรงดันตัดข้อมูลที่เปลี่ยนตามสัญญาณภาพที่ได้รับ โดยการตรวจรับแรงดันขณะเกิดสัญญาณซิงก์ (V_{STL}) ระดับ V_{STL} นี้จะถูกตรวจจับในช่วงต้นของสัญญาณภาพในแต่ละเส้น เมื่อต้องการแยกข้อมูลจึงกำหนดให้ระดับแรงดันตัดข้อมูลมีค่าเป็น

$$V_{DSL} = V_{STL} + \Delta \quad \text{.....(3)}$$

Δ: ค่าระดับแรงดันที่สามารถกำหนดได้โดยโปรแกรมเพื่อกำหนดความเหมาะสมของ V_{DSL}

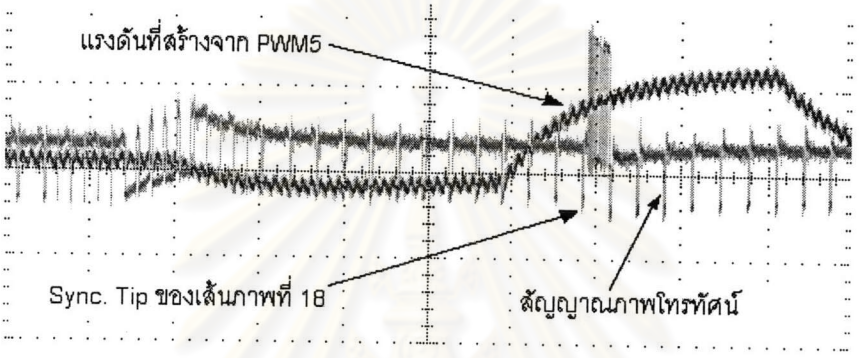
ในขั้นตอนการแยกข้อมูลและขั้นตอนการตรวจจับแรงดัน V_{STL} ต้องอาศัยการต่อวงจรภายนอกเข้าช่วยตารูปที่ 5.7 ประกอบด้วยวงจรไบแอสเพื่อกระดับแรงดันของสัญญาณภาพ ก่อนป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดันซึ่งอยู่ภายใน Q-Chip และวงจรกรองผ่านต่ำเพื่อแปลงสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์เป็นระดับแรงดันอ้างอิง ให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน



รูปที่ 5.7 การต่อวงจรภายนอกเพื่อแยกข้อมูลคำบรรยายภาพ

การตรวจจับแรงดัน V_{STL} จะทำในช่วงต้นของสัญญาณภาพ โดย Q-Chip จะพยายามปรับแรงดันที่ได้จากสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ ให้ใกล้เคียงกับแรงดัน V_{STL} มากที่สุด ด้วยการเพิ่มหรือลดค่าที่เขียนลงรีจิสเตอร์ PWM5

เมื่อสัญญาณภาพกวาดมาถึงเส้นที่ 15 Q-Chip สร้างสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์ผ่านวงกรองผ่านต่ำแล้วให้ระดับแรงดันเท่ากับ V_{DSL} ตามสมการ (3) เพื่อใช้เป็นแรงดันอ้างอิงให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ใช้ในการแยกข้อมูลในสัญญาณภาพเส้นที่ 18



รูปที่ 5.8 สัญญาณภาพขณะตรวจจับแรงดัน V_{STL}

5.3.2 <u>การแสดงตัวอักษรภาษาไทย</u>

ระบบการแสดงข้อความภาษาไทยนั้น แบ่งหนึ่งบรรทัดออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับบนเพื่อแสดงสระบน วรรณยุกต์ และส่วนของพยัญชนะที่มีหาง ระดับกลาง เพื่อแสดงพยัญชนะ และสระที่เขียนไว้กลางบรรทัด และระดับล่าง เพื่อแสดงสระล่าง และส่วนของพยัญชนะบางตัวที่มีอยู่ใต้บรรทัด

ดังนั้นการแสดงข้อความภาษาอังกฤษจึงถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับด้วย เพื่อที่จะสามารถแสดงข้อความทั้งไทยและอังกฤษในระบบเดียวกัน

1. หน่วยความจำสำหรับแสดงผล

หน่วยความจำสำหรับแสดงผล (Display memory) เก็บข้อมูลที่ใช้ระบุข้อมูลที่จะนำมาแสดงผล ในการแสดงข้อความ 1 บรรทัดแบ่งออกเป็น 32 สดมภ์ ซึ่งในแต่ละสดมภ์ต้องเก็บข้อมูลไว้ 3 ชุดสำหรับระดับบน ระดับกลาง และระดับล่าง แต่เนื่องจากลักษณะของภาษาไทยที่ไม่มีสระล่างพร้อมกับสระบน ดังนั้นข้อมูลสำหรับข้อมูลระดับบนและระดับล่างจึงยุบรวมใช้ข้อมูลชุดเดียวกันได้ ข้อมูลของแต่ละสดมภ์มีขนาด 16 บิต แบ่งเป็นข้อมูลระดับกลาง 8 บิต และข้อมูลระดับบน-ล่าง 8 บิต

	00	01	02	1D	1E	1F	
8000-801F	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(1)
8020-803F	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(2) Page 1
8040-805F	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(3)
8060-807F							
8080-809F	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(1)
80A0-80BF	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(2) Page 2
80C0-80DF	Col(0)	Col(1)	Col(2)	Col(29)	Col(30)	Col(31)	<-Row(3)
80E0-80FF							

รูปที่ 5.9 รูปแบบหน่วยความจำสำหรับแสดงผล

การจัดเก็บข้อมูลสำหรับแสดงผลรูปแบบดังกล่าวใช้เก็บทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพราะบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่ต้องแสดงภาษาไทยและอังกฤษในบรรทัดเดียวกัน รูปแบบของตัวอักษรระดับบนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

วรรณยุกต์ (ไม้เอก ไม้โท ไม้ตรี ไม้จัตวา ไม้ไต่คู้ ไม้การันต์) [กลุ่ม A]

สระบน (สระอิ สระอี สระอึ สระอือ ไม้หันอากาศ สระอำ) และสระบนมีวรรณยุกต์ [กลุ่ม B]

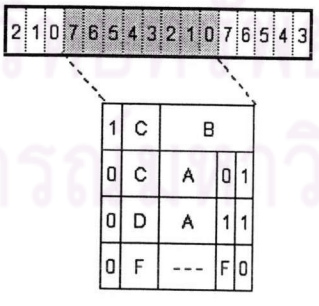
ส่วนรูปแบบของตัวอักษรระดับล่าง รวมทั้งการขีดเส้นใต้แบ่งออกได้ 3 กลุ่มคือ

พยัญชนะไทยมีหางล่าง [กลุ่ม C]

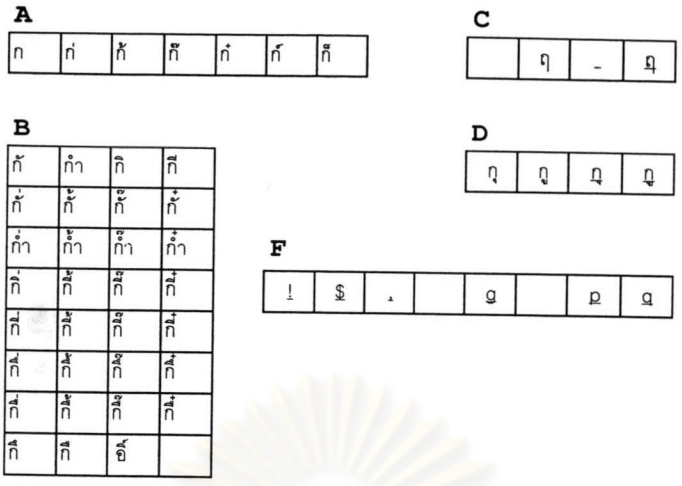
สระล่าง (สระอุ และ สระ อู) [กลุ่ม D]

ตัวอักษรและเครื่องหมายภาษาอังกฤษ [กลุ่ม F]

เมื่อคิดรูปแบบระดับบน และระดับล่างที่อยู่ในสภมด์เดียวกันได้ มีอยู่ด้วยกัน 3 ลักษณะ คือ วรรณยุกต์ กับ สระล่าง สระบนและสระบนที่มีวรรณยุกต์ กับ พยัญชนะไทยมีหางล่าง และตัวอักษรและเครื่องหมายภาษาอังกฤษ จะไม่มีสระบนหรือวรรณยุกต์ได้ ดังรายละเอียดในรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 รูปแบบข้อมูลสำหรับตัวอักษรระดับบน-ล่าง



รูปที่ 5.11 กลุ่มตัวอักษรในระดับบน-ระดับล่าง

2. ข้อมูลรูปแบบตัวอักษร

รูปแบบตัวอักษรจะถูกเก็บจะถูกเก็บไว้ในรอม (Font ROM) รูปแบบของตัวอักษรแต่ละตัวจะแบ่งออกเป็น 32 แถว แถวละ 16 จุด 14 แถวแรกเป็นรูปแบบระดับบน 12 แถวถัดมาเป็นรูปแบบระดับกลาง ส่วน 6 แถวสุดท้ายเป็นรูปแบบระดับล่าง

การเก็บรูปแบบของตัวอักษรในแต่ละแถวใช้หน่วยความจำ 1 เวิร์ด (1 word = 2 byte) 1 ตัวอักษรใช้หน่วยความจำ 32 เวิร์ด มีตัวอักษรทั้งหมด 256 ตัว เพราะฉะนั้นหน่วยความจำสำหรับเก็บรูปแบบตัวอักษรมีขนาด 8 กิโลเวิร์ด ตำแหน่งที่เก็บตัวอักษรต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 5.12

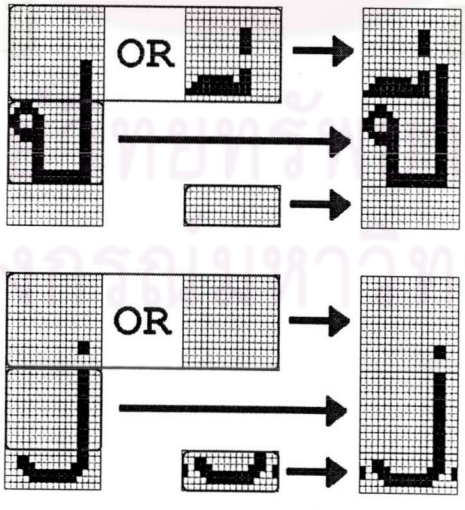
จากตำแหน่งการเก็บตัวอักษรในรูปที่ 5.12 ตัวอักษรระดับบนและระดับล่างจะถูกเก็บไว้ในตำแหน่ง 00-1F และ 80-9F (ช่วงที่แรเงา) ส่วนตัวอักษรระดับกลางเก็บตามตำแหน่งแอสกี (ASCII) ของแต่ละตัวอักษร

3. กระบวนการแสดงข้อความ

การแสดงผลในระดับบนตั้งแต่เส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 14 ในแต่ละเส้นอ่านรูปแบบตัวอักษร 2 ครั้ง ครั้งแรกอ่านรูปแบบสระบน ครั้งที่สองอ่านรูปแบบตัวอักษรในระดับกลาง แล้วนำข้อมูลทั้งสองชุดมา OR กันแล้วนำผลลัพธ์ออกแสดง

ส่วนการแสดงผลระดับกลางตั้งแต่เส้นที่ 15 ถึงเส้นที่ 26 อ่านรูปแบบตัวอักษรในระดับกลางมาเพียงชุดเดียว แล้วนำข้อมูลชุดนั้นออกแสดง และการแสดงผลระดับล่างตั้งแต่เส้นที่ 27 ถึงเส้นที่ 32 อ่านรูปแบบตัวอักษร 2 ครั้งเช่นเดียวกับระดับบน แต่จะเลือกข้อมูลชุดเดียวออกมาแสดงผลเพียงชุดเดียว

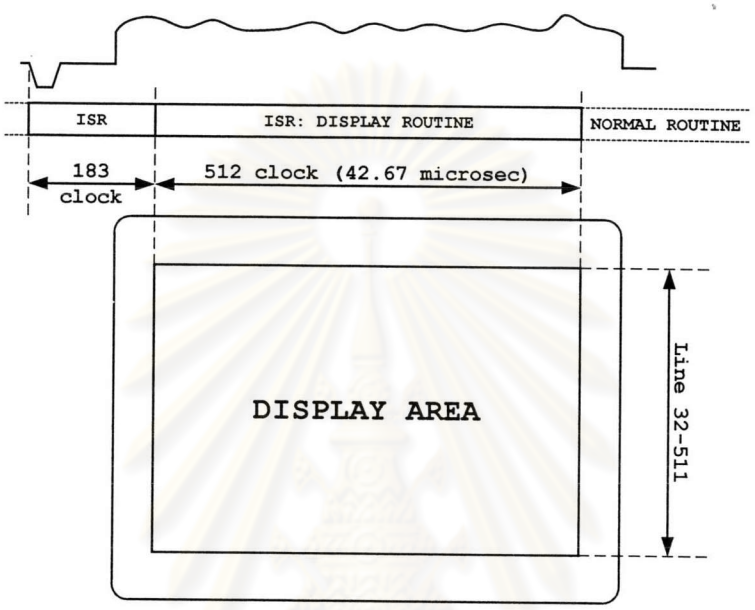
รูปที่ 5.12 การเก็บข้อมูลรูปแบบตัวอักษรในหน่วยความจำ



รูปที่ 5.13 ตัวอย่างการแสดงผลตัวอักษร

5.4 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานของ Q-Chip แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ชุดคำสั่งประจำปกติ และชุดคำสั่งสำหรับการขัดจังหวะ สัญญาณที่ร้องขอขัดจังหวะคือสัญญาณ V-SYNC และสัญญาณ H-SYNC การทำงานตามชุดคำสั่งประจำต้องเข้าจังหวะกับการแสดงผลบนหน้าจอ

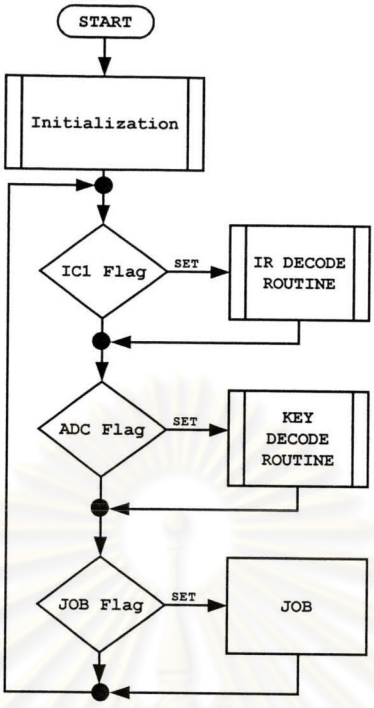


รูปที่ 5.14 การทำงานตามชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะ กับการแสดงผลหน้าจอ

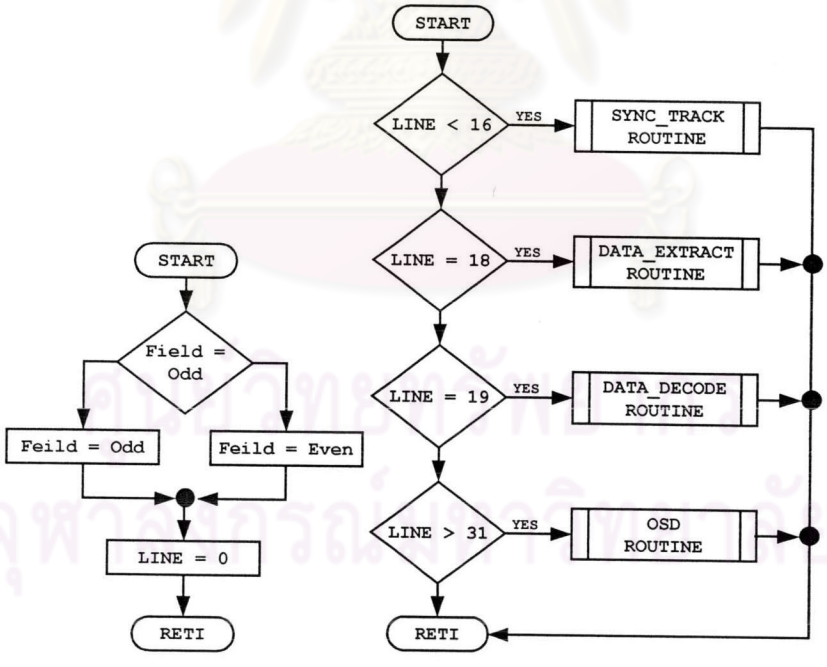
การทำงานตามชุดคำสั่งประจำปกติ Q-Chip จะตรวจสอบการรับคำสั่งจากผู้ใช้ โดยการอ่านค่าแฟลกรีจิสเตอร์จากอุปกรณ์บริวาร และถอดรหัสคำสั่งจากผู้ใช้ หลังจากนั้นตรวจสอบงานที่ต้องทำตามคำสั่ง เช่น การเปลี่ยนช่องสัญญาณ การปรับระดับเสียงหรือภาพ เป็นต้น

ชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะของสัญญาณ V-SYNC ซึ่งมีลำดับความสำคัญสูงกว่าทำหน้าที่ปรับข้อมูลให้สอดคล้องกับฟิลด์ของสัญญาณภาพ และชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะของสัญญาณ H-SYNC นั้นภาระงานขึ้นอยู่กับค่าของเส้นภาพ ตามรูปที่ 5.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.15 ผังการทำงานตามชุดคำสั่งประจำปกติ



รูปที่ 5.16 ผังการทำงานตามชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะสำหรับสัญญาณ (ซ้าย) V-SYNC (ขวา) H-SYNC

ในตอนต้นของชุดคำสั่งประจำสำหรับการขัดจังหวะจากสัญญาณ H-SYNC ต้องทำการตัดสินใจเลือกภาระงานจากข้อมูลในรีจิสเตอร์ TC0_DT ของวงจรนับ ซึ่งทำหน้าที่นับเส้นภาพจากสัญญาณ H-SYNC

เส้นภาพ ที่1 – 15 เข้าสู่ฟังก์ชัน SYNC_TRACK เพื่อหาค่าระดับแรงดันช่วงซิงค์ทิปของสัญญาณภาพ และเมื่อได้ค่าแรงดันซิงค์ทิปในเส้นที่ 15 แล้วจึงบวกค่าแรงดันเพิ่มเพื่อใช้เป็นแรงดัน V_{DSL} (ดูหัวข้อ5.3.1)

เส้นภาพ ที่18 เข้าสู่ฟังก์ชัน DATA_EXTRACT เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่แทรกมาในสัญญาณภาพและจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในหน่วยความจำ

เส้นภาพ ที่19 เข้าสู่ฟังก์ชัน DATA_DECODE ทำการตีความข้อมูลคำบรรยายภาพ

เส้นภาพ ที่ 31 เป็นต้นไป ทำการแสดงบนหน้าจอตามข้อมูลที่มีอยู่ในหน่วยความจำ การแสดงผลบนหน้าจอแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และส่วนแสดงคำบรรยายภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย