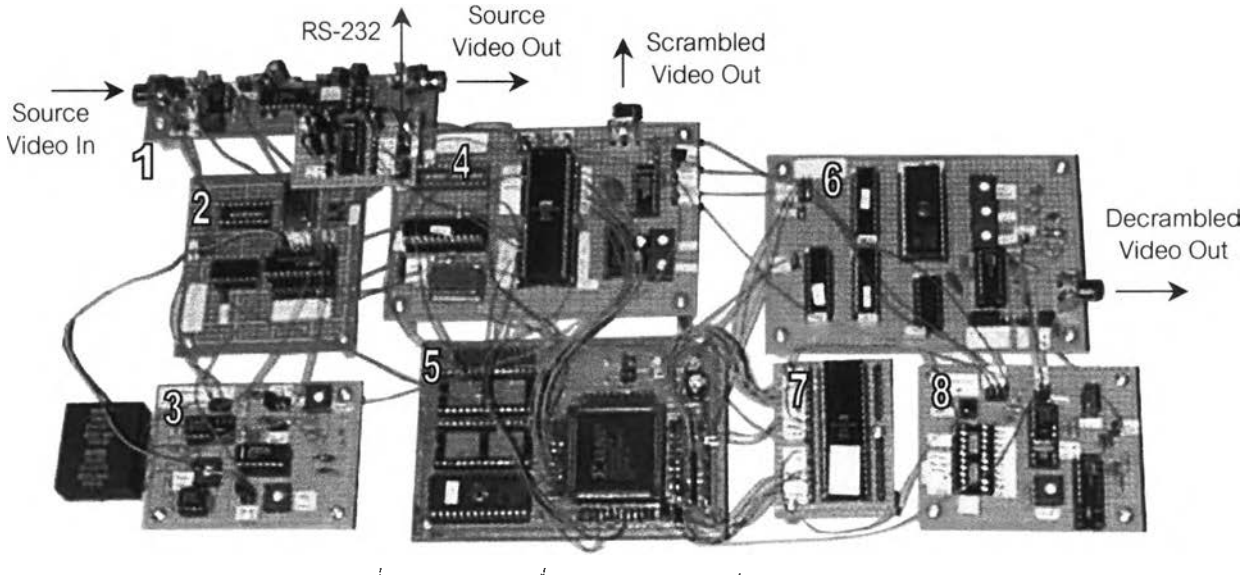
บทที่ 5
การทดสอบ และสรุปผล

5.1 การทดสอบการทำงาน

ต้นแบบเครื่องสแครมเบิลและเครื่องดีสแครมเบิลแสดงดังในรูปที่ 5.1 เครื่องสแครมเบิลประกอบด้วยบอร์ดที่ 1 ถึง 5 ทำหน้าที่ต่างๆ กัน บอร์ดที่ 1 ทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงโครไนซ์และคงระดับแรงดัน บอร์ดที่ 2 คือส่วนควบคุมเวลา บอร์ดที่ 3 คือส่วนสแครมเบิล ได้แก่ ตัดสัญญาณซิงโครไนซ์และกลับสัญญาณภาพ บอร์ดที่ 4 คือส่วนควบคุมหลักและแทรกข้อมูล และบอร์ดที่ 5 คือชิป FPGA สังเคราะห์ส่วนหนึ่งให้เป็นส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้ ในบอร์ดที่ 5 นี้จะใช้ร่วมกันทั้งในเครื่องสแครมเบิลและเครื่องดีสแครมเบิลเนื่องจาก FPGA ที่ใช้มีขนาดใหญ่และมีจำนวนขามากพอ อีกทั้งยังสะดวกในการพัฒนาด้วย การสังเคราะห์ FPGA ให้แก่ทั้งเครื่องสแครมเบิลและดีสแครมเบิลนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกัน มีเพียงสัญญาณนาฬิกาเท่านั้นที่ใช้ร่วมกัน



รูปที่ 5.1 ต้นแบบเครื่องสแครมเบิลและดีสแครมเบิล

เครื่องดีสแครมเบิลประกอบด้วยบอร์ดที่ 5 ถึง 8 บอร์ดที่ 5 คือชิป FPGA สังเคราะห์ให้เป็นส่วนชักตัวอย่าง, ส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BVF, ส่วนประวิงเวลาแบบกำหนดค่าได้ และส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BDF บอร์ดที่ 6 คือส่วนสร้างซิงก์ขึ้นมาใหม่ บอร์ดที่ 7 คือส่วนควบคุมหลัก และบอร์ดที่ 8 คือส่วนกลับสัญญาณภาพและตัวเปรียบเทียบแบบฮีสเตอร์รีซิส

การทดสอบการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนสแครมเบิล-ดีสแครมเบิล และส่วนการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไข มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

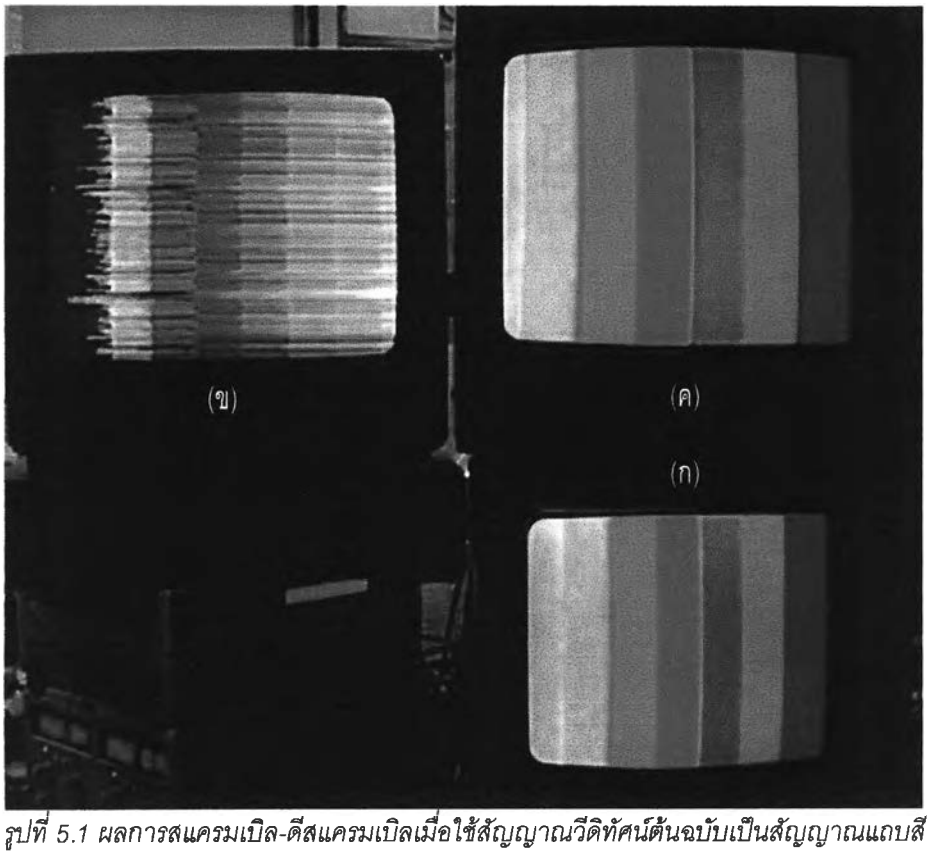
5.1.1 การทดสอบการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิล

การทดสอบการทำงานของเครื่องสแครมเบิลและเครื่องดีสแครมเบิลโดยนำสัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับจากเครื่องกำเนิดแบบรูปสัญญาณวีดิทัศน์ (pattern generator) และเครื่องเล่นวีดีโอซีดีป้อนเข้าเครื่องสแครมเบิล และป้อนสัญญาณวีดิทัศน์ที่ผ่านการสแครมเบิลเข้าเครื่องดีสแครมเบิล

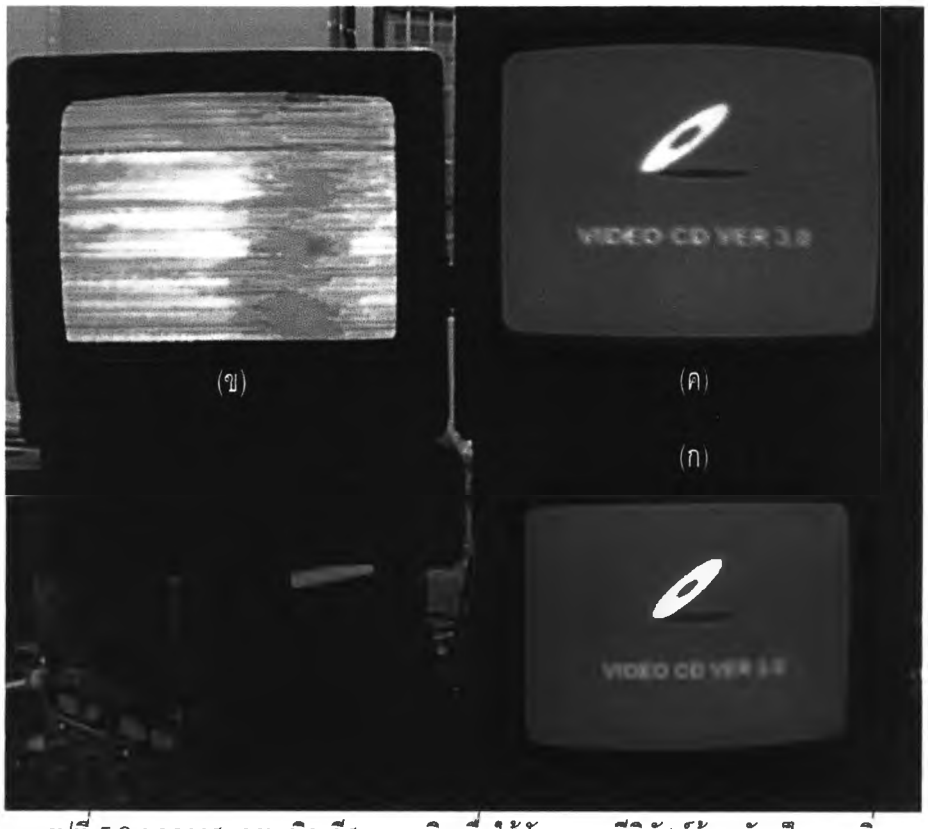
การตรวจสอบผลทำโดยนำเครื่องรับโทรทัศน์จำนวน 3 เครื่อง รับสัญญาณวีดิทัศน์จาก 3 จุดคือ สัญญาณต้นฉบับจากแหล่งกำเนิด, สัญญาณจากเครื่องสแครมเบิล และสัญญาณจากเครื่องดีสแครมเบิล เครื่องรับโทรทัศน์ทั้ง 3 ถูกนำมาวางไว้ใกล้กันเพื่อดูผลเปรียบเทียบและบันทึกภาพไว้

สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับที่นำมาทดสอบมี 3 ลักษณะได้แก่

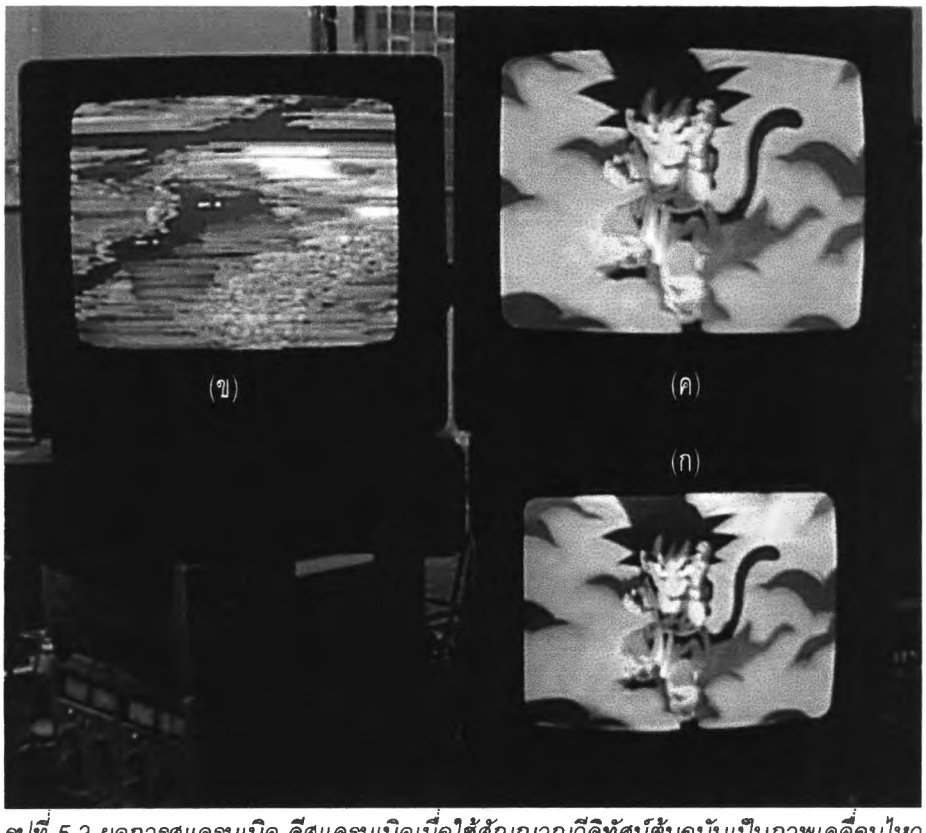
1. สัญญาณแถบสี (color bar) 8 แถบ เพื่อต้องการเปรียบเทียบดูความเพี้ยนของสี ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 5.1
2. สัญญาณภาพนิ่ง เพื่อดูผลบางอย่างที่อาจจะไม่สามารถสังเกตได้ทันเมื่อใช้ภาพเคลื่อนไหว และดูผลของการสแครมเบิลภาพนิ่งซึ่งการสแครมเบิลด้วยวิธีตัดสัญญาณซิงโครไนซ์เพียงอย่างเดียวจะให้คุณภาพการสแครมเบิลที่ไม่น่าประทับใจ ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 5.2
3. สัญญาณภาพเคลื่อนไหว เพื่อตรวจดูผลในการใช้งานจริง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.1 ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นสัญญาณแถบสี (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล

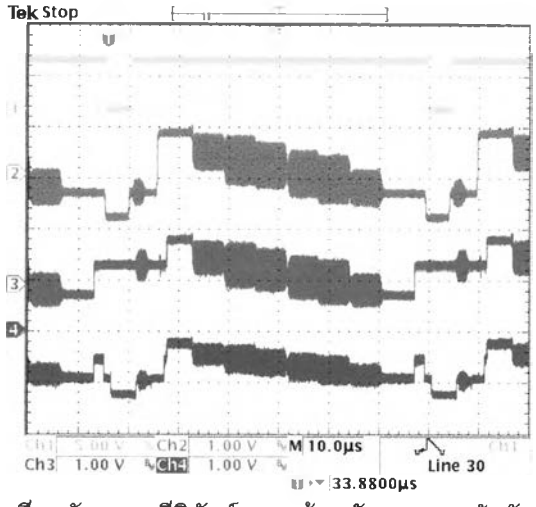


รูปที่ 5.2 ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นภาพนิ่ง
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล



รูปที่ 5.3 ผลการสแครมเบิล-ดีสแครมเบิลเมื่อใช้สัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับเป็นภาพเคลื่อนไหว
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพเมื่อผ่านการสแครมเบิล (ค) ภาพเมื่อผ่านการดีสแครมเบิล

นอกจากภาพผลการสแครมเบิลและดีสแครมเบิลที่เห็นได้จากเครื่องรับโทรทัศน์แล้ว ผู้วิจัยขอแสดงรูปของสัญญาณวีดิทัศน์เมื่อแทรกกลุ่มข้อมูล BVF ที่ใช้สำหรับการสแครมเบิลแบบตัดสัญญาณซิงโครไนซ์ และสัญญาณวีดิทัศน์เมื่อมีการกลับสัญญาณภาพดังนี้

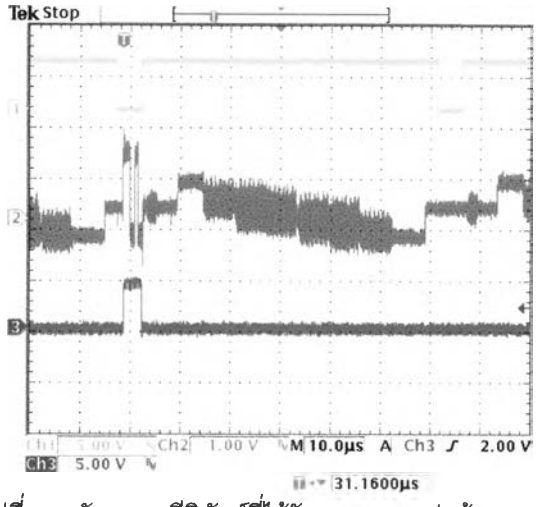


รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบสัญญาณวีดิทัศน์ (2) ต้นฉบับ (3) ถูกตัดสัญญาณซิงโครไนซ์และยกระดับแรงดันในช่วงไร้ภาพทางแนวราบ (4) ใส่สัญญาณซิงโครไนซ์กลับคืน

รูปที่ 5.4 แสดงการตัดสัญญาณซิงโครไนซ์และยกระดับแรงดันในช่วงไร้ภาพทางแนวราบให้เข้าไปอยู่ในระดับสีเทา เส้นที่ 1 สีเหลืองเป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวราบจากส่วนควบคุมเวลา เส้นที่ 2 สีฟ้าเป็นสัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับ ในรูปเป็นสัญญาณแถบสีจากเครื่องกำเนิดแบบรูปสัญญาณวีดิทัศน์ เส้นที่ 3 สีชมพูเป็นสัญญาณวีดิทัศน์ที่ถูกตัดสัญญาณซิงโครไนซ์ออกและยกระดับแรงดันไฟตรงในช่วงไร้ภาพให้เข้าไปอยู่ให้ระดับสีเทาเพื่อให้คุณภาพการแสครมเบิลดีขึ้น

เส้นที่ 4 สีเขียวแสดงสัญญาณวีดิทัศน์ที่ผ่านการดีสแครมเบิล แทรกสัญญาณซิงโครไนซ์กลับเข้าไปตามเดิม และลดระดับแรงดันไฟตรงให้กลับลงมาที่ระดับปกติคือระดับสีดำ สังเกตว่าก่อนหน้าสัญญาณซิงโครไนซ์แนวราบจะมีพัลส์บวกปรากฏขึ้นซึ่งในสัญญาณต้นฉบับไม่มี ยอดพัลส์จะมีระดับแรงดันเท่ากับระดับแรงดันไฟตรงที่ใส่เข้าไปในเส้นที่ 3 พัลส์นี้เกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาช่วงที่เป็นสัญญาณภาพไม่เท่ากันในเครื่องสแครมเบิลกับเครื่องดีสแครมเบิล โดยกำหนดให้ในเครื่องดีสแครมเบิลมีระยะเวลายาวกว่า เครื่องดีสแครมเบิลจึงยังคงคิดว่าในช่วงที่เกิดพัลส์นั้นยังเป็นภาพอยู่จึงไม่ได้ลดระดับแรงดันลงมาที่ระดับสีดำ จึงเห็นเป็นพัลส์เกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม พัลส์นี้อยู่นอกกรอบการแสดงภาพของจอเครื่องรับโทรทัศน์ จึงไม่มีพัลส์นี้ปรากฏให้เห็นบนจอ

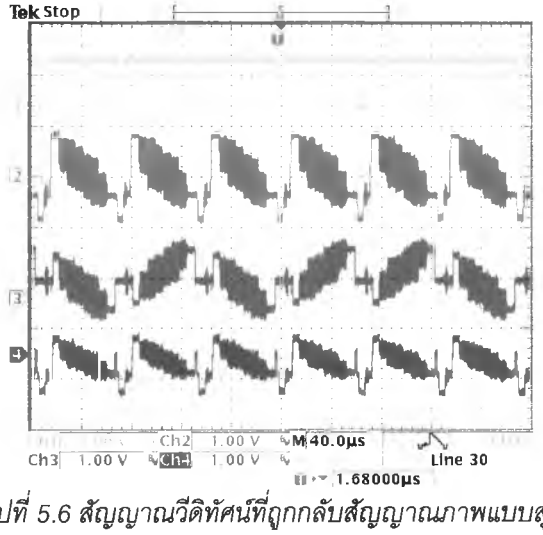
ขนาดของสัญญาณที่ผ่านการดีสแครมเบิลในเส้นที่ 4 มีขนาดเล็กกว่าในเส้นที่ 2 และ 3 โดยคิดเป็น 2 ใน 3 ของสัญญาณที่ผ่านการสแครมเบิล ทั้งนี้เป็นเพราะว่าผู้วิจัยไม่ได้นำโหลดขนาด 75 โอห์มที่ต่อไว้ออก เมื่อนำเครื่องรับโทรทัศน์มาต่อจึงทำให้มีโหลดอีก 75 โอห์มมาขนานรวมเป็น 75/2 โอห์ม ความต้านทานภายในทางด้านขาออกของเครื่องดีสแครมเบิลเท่ากับ 75 โอห์ม จึงทำให้ขนาดของสัญญาณในเส้นที่ 4 สีเขียวมีขนาดลดเหลือ 2/3 จากที่ควรจะเป็น



รูปที่ 5.5 สัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับการแทรกกลุ่มข้อมูล BVF

จากรูปที่ 5.5 สัญญาณวีดิทัศน์ (เส้นที่ 2 สีฟ้า) ได้รับการแทรกกลุ่มข้อมูล BVF รหัส "11100100" (0xE4) ลงในช่วงไร้ภาพทางแนวราบ สัญญาณวีดิทัศน์ที่แสดงในรูปเป็นสัญญาณแถบสี 8 แถบเพื่อความสะดวกในการพิจารณา สังเกตว่าระดับบิต 0 อยู่ที่ระดับสีดำ และระดับบิต 1 อยู่ที่ประมาณ 1.6 เท่าหรือ 160% ของระดับสีขาวสูงสุด (peak white) มากกว่าที่กำหนดไว้เดิมคือ 130% อยู่ 30% ทั้งนี้เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนพื้นหลังขนาดประมาณ 30% จึงเพิ่มขนาดของบิต "1" ขึ้นอีก อย่างไรก็ตามการเพิ่มเป็น 160% นี้เป็นการเพิ่มที่มากเกินไปโดยเจตนา คาดว่ายังสามารถลดขนาดของบิต "1" ลงได้อีกเล็กน้อยมาอยู่ที่ประมาณ 145% สัญญาณในเส้นที่ 1 สีเหลืองเป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวราบที่ได้จากส่วนควบคุมเวลา และสัญญาณในเส้นที่ 3 สีชมพูเป็นสัญญาณบอกตำแหน่งของการแทรกกลุ่มข้อมูล BVF

รูปที่ 5.6 แสดงสัญญาณวีดิทัศน์ที่ถูกสแครมเบิลด้วยวิธีกลับสัญญาณภาพแบบสุ่มในเส้นที่ 3 สีชมพู เปรียบเทียบกับสัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับในเส้นที่ 2 สีฟ้า และสัญญาณที่ผ่านการดีสแครมเบิลแล้วในเส้นที่ 4 สีเขียว



รูปที่ 5.6 สัญญาณวีดิทัศน์ที่ถูกกลับสัญญาณภาพแบบสุ่ม

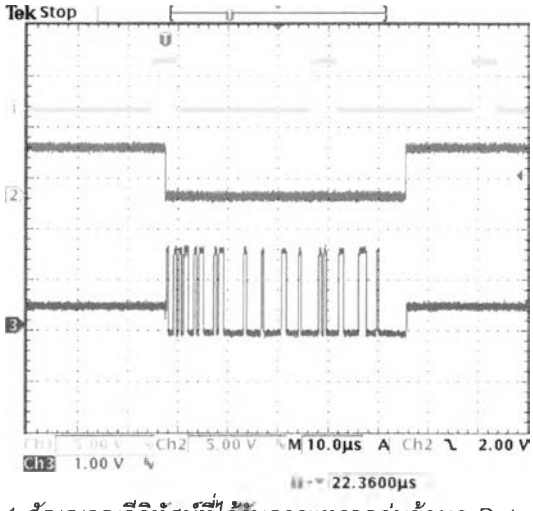
5.1.2 การทดสอบการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไข

กลุ่มข้อมูล ECM และ EMM ที่ใช้ในการทดสอบนี้มีขนาดลดลงจากที่กล่าวถึงในบทที่ 3 โดยให้กลุ่มข้อมูลทั้งสองมีขนาดคงที่ 9 ไบต์ ไบต์แรกบรรจุรหัสว่าเป็นกลุ่มข้อมูลชนิดใด และอีก 8 ไบต์หลังใช้บรรจุ CW การทดสอบใช้หลักการคือ ให้เครื่องส่งใช้ CW ที่ได้รับจากซอฟต์แวร์ และ CW ที่เครื่องส่งส่งให้โดยกลุ่มข้อมูล ECM เครื่องรับจะรับไว้ใช้เพียง 7 ไบต์แรก ไบต์สุดท้ายจะถือว่าเป็นกุญแจที่ต้องได้รับจากกลุ่มข้อมูล EMM

ในตอนเริ่มต้นเครื่องส่งจะได้รับการกำหนด CW จากซอฟต์แวร์ และใช้ CW นี้ในการสแครมเบิล เครื่องส่งจะส่ง CW ให้เครื่องรับโดยกลุ่มข้อมูล ECM ทุกๆ 256 เฟรม แต่เครื่องรับยังไม่ได้รับไบต์สุดท้ายของ CW จึงยังไม่สามารถดีสแครมเบิลได้ ต่อมาผู้วิจัยใช้ซอฟต์แวร์ส่งกลุ่มข้อมูล EMM ให้แก่เครื่องรับ เครื่องรับได้รับไบต์สุดท้าย CW จึงสามารถดีสแครมเบิลได้อย่างถูกต้อง

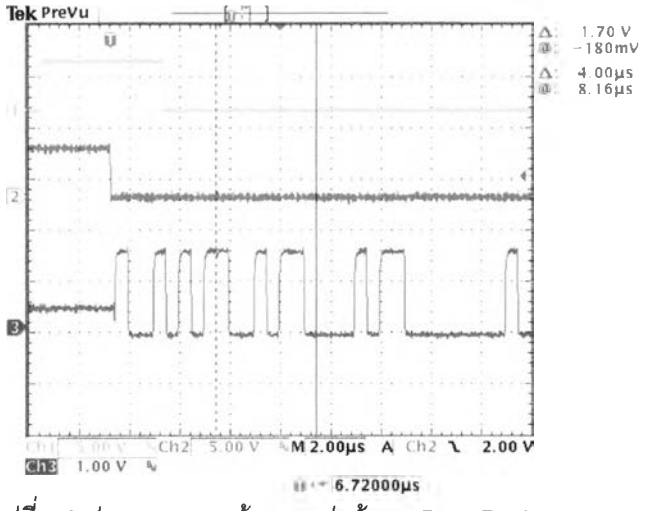
ขั้นต่อไปผู้วิจัยใช้ซอฟต์แวร์กำหนด CW ตัวใหม่ให้แก่เครื่องส่งโดยให้ไบต์สุดท้ายแตกต่างจากของเดิมภายใน 10 วินาที CW ตัวใหม่ที่ส่งให้จะมีผลใช้งาน ลำดับสุ่มเทียมที่ใช้จะเปลี่ยนไป เครื่องรับจะไม่สามารถดีสแครมเบิลได้ต่อไป

จากการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่าหลักการเบื้องต้นของการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไขนี้สามารถใช้งานได้จริง และการเพิ่มเติมให้เป็นไปตามข้อกำหนดในบทที่ 3 สามารถทำได้



รูปที่ 5.1 สัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับการแทรกกลุ่มข้อมูล Data Packet

รูปที่ 5.1 แสดงรูปสัญญาณวีดิทัศน์ที่ได้รับการแทรกลุ่มข้อมูล Data Packet ในเส้นที่ 3 สีชมพู กลุ่มข้อมูลนี้มีขนาด 12 ไบต์ ส่งด้วยอัตราเร็ว 2 Mbit/s มีขนาดของข้อมูล 1 บิตยาว 500 ns ตำแหน่งที่แทรกตามรูปนี้เป็นช่วงบริเวณต้นๆ เฟรม โดยสังเกตจากสัญญาณซิงโครไนซ์ทางแนวตั้งในเส้นที่ 1 สีเหลือง สัญญาณในเส้นที่ 2 สีฟ้าเป็นสัญญาณบอกให้แทรกกลุ่มข้อมูล Data Packet



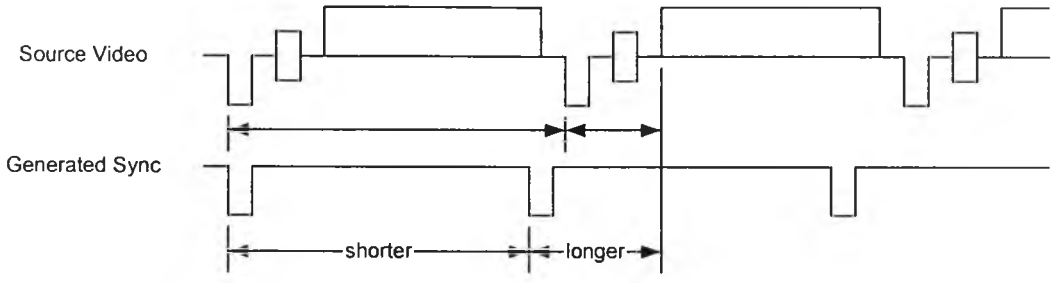
รูปที่ 5.2 ส่วนขยายตอนต้นของกลุ่มข้อมูล Data Packet

รูปที่ 5.2 ขยายให้เห็นตอนต้นของกลุ่มข้อมูล Data Packet ในรูปที่ 5.1 ให้ชัดเจนขึ้น จะเห็นว่าข้อมูลไบต์แรกและไบต์ที่สอง (แบ่งโดยเส้นประและเส้นทึบในแนวตั้งตามลำดับ) มีค่าเท่ากับ 0x9596 ซึ่งเป็นค่าแบบรูปของตำแหน่งเริ่มต้นกลุ่มข้อมูล Data Packet ที่ส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BDF ใช้ ที่บริเวณด้านบนขวาของรูปที่ 5.2 แสดงระยะระหว่างเส้นประถึงเส้นทึบในแนวตั้งที่แสดงความกว้างข้อมูล 1 ไบต์มีขนาด 4 uS พอดี

5.2 วิจารณ์ผลการเกิดภาพซ้อน

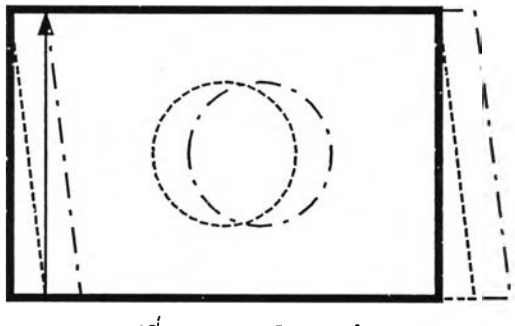
รูปที่ 5.1 ภาพที่ผ่านการดีสแครมเบิลขยายให้เห็นว่ามีภาพซ้อนเกิดขึ้น

เมื่อดูผลการดีสแครมเบิลด้วยตาเปล่าจะเห็นว่าภาพที่ปรากฏสั่นในแนวนอนซ้าย-ขวา เมื่อถ่ายภาพมาจะเห็นเป็นภาพซ้อนในแนวนอนซ้าย-ขวาดังรูปที่ 5.1 สาเหตุที่เกิดภาพซ้อนอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 5.11 ความไม่เท่ากันอย่างสมบูรณ์ของระยะเวลา 1 เส้นภาพ

แม้จะมีมาตรฐานกำหนดไว้ว่า 1 เส้นภาพมีความยาว 64 uS แต่เนื่องจากความไม่เท่ากันอย่างสมบูรณ์ของฐานเวลาที่ใช้กำเนิดสัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับและสัญญาณซิงโครไนซ์ที่กำเนิดขึ้นที่เครื่องดีสแครมเบิลเป็นสาเหตุให้เกิดภาพซ้อนขึ้น รูปที่ 5.11 ยกตัวอย่างระยะเวลาของสัญญาณซิงโครไนซ์ที่กำเนิดขึ้นในเครื่องดีสแครมเบิลสั้นกว่าในสัญญาณต้นฉบับ เมื่อแทรกสัญญาณซิงโครไนซ์กลับลงไปบนสัญญาณที่ผ่านการตัดซิงก์ต้นฉบับออก ระยะเวลาที่ขอบลงของซิงก์ที่แทรกเข้าไปถึงภาพจะนานขึ้น ทำให้ภาพในเส้นถัดๆ มาเลื่อนมาทางขวามากขึ้นเรื่อยๆ เกิดเป็นภาพที่เอียงไปทางขวาดังรูปที่ 5.12 เส้นประ



รูปที่ 5.12 การเกิดภาพซ้อน

เมื่อภาพถูกกวาดมาจนหมดฟิลด์คี่ เครื่องรับโทรทัศน์จะเริ่มกวาดฟิลด์คู่ที่ด้านบนของจอภาพ แต่ระยะเวลาที่เหลื่อมนี้ยังคงอยู่ ภาพในฟิลด์คู่จึงเกิดเอียงต่อเนื่องจากฟิลด์คี่ดังภาพเส้นประจุดขีดในรูปที่ 5.12 เกิดเป็นภาพที่เหมือนกันแต่ซ้อนกันอยู่ในแนวนอน

จากการทดสอบวัดระยะเวลาที่แตกต่างกันพบว่า 1 เฟรมภาพของเครื่องเล่นวีดีโอซีดีที่ใช้ทดสอบมีระยะเวลาน้อยกว่าของเครื่องดีสแครมเบิลอยู่ 820 ns และเครื่องกำเนิดแบบรูปสัญญาณวีดิทัศน์มีระยะเวลา 1 เฟรมภาพน้อยกว่าเครื่องดีสแครมเบิลอยู่ 250 ns จากการสังเกต ภาพที่ได้จากเครื่องกำเนิดแบบรูปสั้นน้อยกว่าเครื่องเล่นวีดีโอซีดี จึงเป็นการสนับสนุนสมมุติฐานสาเหตุการเกิดภาพซ้อนนี้เป็นอย่างดี

การแก้ปัญหานี้ควรมุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนหลักการจากการส่งกลุ่มข้อมูล BVF มาทุกเฟรมภาพ มาเป็นส่งมาทุกฟิลด์แทน ภาพที่วาดบนจอของเครื่องรับโทรทัศน์ก็จะซ้อนทับกันพอดี การแก้ไขระบบเดิมให้ใช้กับวิธีใหม่นี้ต้องกระทำหลายที่แต่สามารถทำได้ โดยส่วนใหญ่เป็นการแก้ไขทางซอฟต์แวร์ มี 2 จุดที่เป็นการแก้ไขทางฮาร์ดแวร์คือการเปลี่ยนโปรแกรมในรอมและแก้ไขการเริ่มใหม่ในส่วนสร้างซิงก์ขึ้นมาใหม่ให้รองรับสัญญาณเริ่มใหม่ 2 แบบคือ แบบฟิลด์คี่และแบบฟิลด์คู่ จุดที่สองคือการแก้ไขส่วนตรวจจับกลุ่มข้อมูล BVF ในเครื่องรับให้สามารถแยกแยะกลุ่มข้อมูล BVF สำหรับฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ได้ โดยอาจจะใช้บิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดเป็นตัวบอก

5.3 ปัญหาในการทำงาน

ในช่วงแรกของการทำงานต้องการใช้ PLD ขนาดปานกลางเนื่องจากไม่ต้องการใช้ PAL จำนวนมาก แต่ไม่สามารถหาซื้อได้ในประเทศ จึงต้องเปลี่ยนมาใช้ FPGA ที่ทางห้องปฏิบัติการวิจัยมีอยู่แล้วซึ่งมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นและมีราคาแพงทำให้ผิดวัตถุประสงค์ในการวิจัย แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาบน FPGA ทำให้การทำงานสะดวกขึ้นมาก

5.4 สรุป

1. เครื่องสแครมเบิลสามารถสแครมเบิลสัญญาณวีดิทัศน์ต้นฉบับด้วยการตัดสัญญาณซิงโครไนซ์ออกทั้งหมด, กลับสัญญาณภาพแบบสุ่ม และเปลี่ยนระดับแรงดันในช่วงไร้ภาพทางแนวราบไปยังค่าที่กำหนดค่าหนึ่งได้ สัญญาณภาพที่ผ่านการสแครมเบิลเมื่อดูด้วยเครื่องรับโทรทัศน์ จะให้คุณภาพการสแครมเบิลเพียงพอที่ผู้ชมจะไม่สามารถรับชมได้อย่างเข้าใจเนื้อหาและได้รับความบันเทิง

2. เครื่องสแครมเบิลสามารถแทรกข้อมูลการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไขลงในสัญญาณวีดิทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

3. เครื่องดีสแครมเบิลสามารถรับข้อมูลการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไขและนำมาใช้ดีสแครมเบิลภาพกลับมาได้ แต่คุณภาพของภาพยังไม่ดีเนื่องจากเกิดภาพซ้อน สาเหตุและวิธีการแก้ไขได้นำเสนอไว้แล้ว

4. ผู้ควบคุมระบบสามารถใช้ซอฟต์แวร์สั่งให้เครื่องสแครมเบิลแทรกข้อมูลการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไขเพื่อให้เครื่องดีสแครมเบิลที่ต้องการหยุดการดีสแครมเบิลหรือให้ดีสแครมเบิลต่อไปได้

5. สิ่งที่ได้เสนอไว้ในวิทยานิพนธ์นี้แต่ยังไม่ได้นำไปใช้กับต้นแบบที่พัฒนาขึ้นได้แก่ การควบคุมและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล, การเข้ารหัสลับ และการเข้าถึงอย่างมีเงื่อนไขเต็มรูปแบบ

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงระบบให้สามารถรองรับช่องรายการหลายๆ ช่องได้

2. เมื่อสัญญาณวีดิทัศน์ที่ผ่านการสแครมเบิลได้ถูกส่งออกอากาศไป การลดทอนของสัญญาณและวงจรขยายที่อยู่ตามระบบส่งจะทำให้ขนาดของสัญญาณเมื่อไปถึงเครื่องรับเปลี่ยนแปลงไป วงจรกลับสัญญาณภาพในเครื่องดีสแครมเบิลจะกลับสัญญาณภาพลงมาในตำแหน่งที่แตกต่างไปจากตำแหน่งเดิม จึงควรมีวงจรปรับอัตราขยายอัตโนมัติเพื่อให้สัญญาณมีขนาดเท่าเดิม

3. ควรมีการแก้ไขการเกิดภาพซ้อนหลังการดีสแครมเบิล อาจใช้วิธีตามที่ได้เสนอไว้