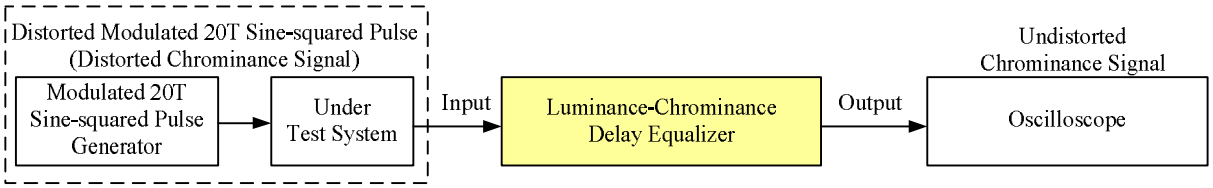
บทที่ 1
บทนำ

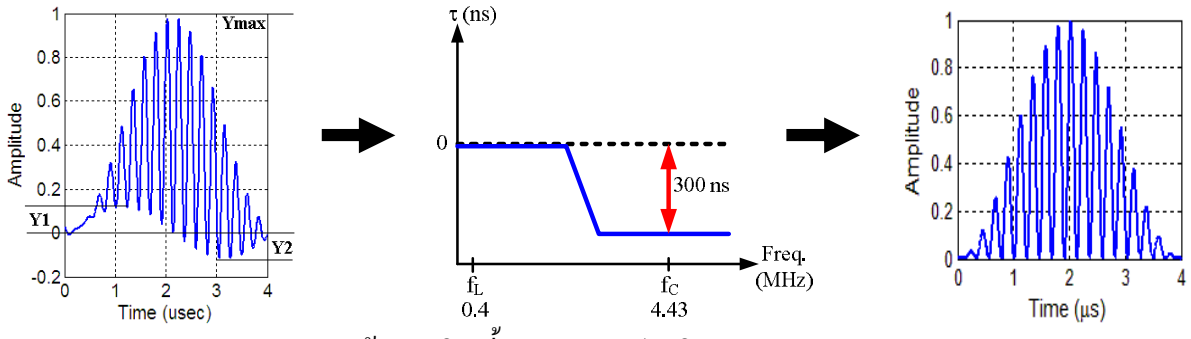
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์นั้น สัญญาณภาพรวมซึ่งประกอบด้วยสัญญาณลูมิแนนซ์ (Luminance Signal) กับสัญญาณโครมิแนนซ์ (Chrominance Signal) จะถูกส่งผ่านวงจรต่าง ๆ รวมทั้งสายส่งก่อนที่จะถูกส่งออกอากาศไปยังเครื่องรับ ซึ่งสัญญาณที่ส่งไปนั้นอาจเกิดปัญหากับผลตอบสนองความถี่ (Frequency Response) ของสัญญาณภาพที่มีความถี่สูง โดยทำให้สัญญาณโทรทัศน์สีมีเวลาประวิงของสัญญาณโครมิแนนซ์ไม่เท่ากับเวลาประวิงของสัญญาณลูมิแนนซ์ ซึ่งเรียกว่าเป็นความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณสี ดังนั้นสัญญาณที่รับได้รับจึงผิดเพี้ยนไปจากเดิมส่งผลให้ภาพโทรทัศน์สีเกิดฮิว (Hue) ของสี หรือสีสันที่ตามองเห็นผิดไปจากเดิม สีมัวมีการซึมของสีตามขอบของวัตถุหรือขอบตัวอักษรทำให้ภาพสีที่ได้มีคุณภาพลดลง เพราะฉะนั้นในระบบการรับส่งสัญญาณโดยทั่วไปมักจะให้คุณลักษณะทางเวลาต่อความถี่ของระบบราบเรียบที่สุด (Maximally Flat Group Delay) ซึ่งบางกรณีอาจจะต้องมีการยกระดับหรือลดระดับของสัญญาณบางช่วงความถี่เพื่อแก้ไขความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณโครมิแนนซ์ ดังนั้น จึงต้องทำการสร้างเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสีเพื่อแก้ไขทำการชดเชยเฟสของสัญญาณ

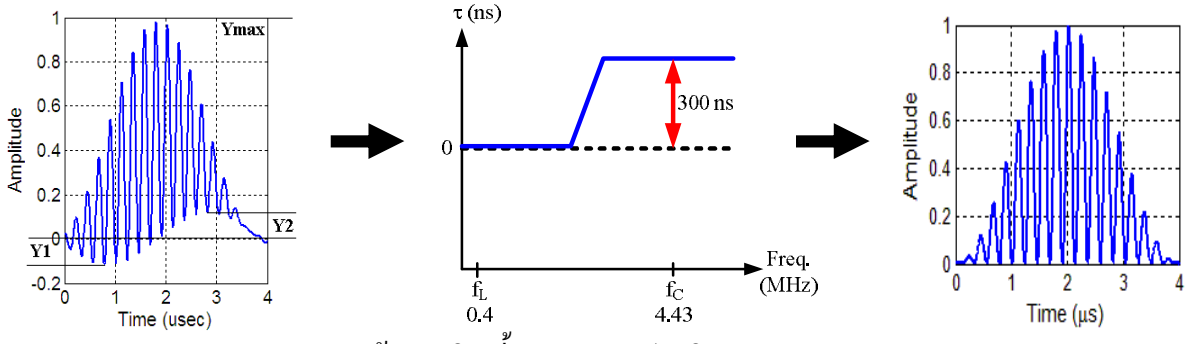
นอกจากนี้ ได้มีการนำเสนอการประมาณฟังก์ชันของวงจรกรองความถี่ด้วยโพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์เพราะมีข้อได้เปรียบในเรื่องของผลตอบสนองทางขนาดราบเรียบที่สุด ผลตอบสนองทางเฟสเป็นเชิงเส้นและมีเวลาประวิงคงที่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการรับ-ส่งสัญญาณ นำสมการฟังก์ชันถ่ายโอนที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นสมการวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิง เพื่อนำมาสร้างเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี ผลที่ได้หลังจากทำการแก้ความผิดเพี้ยนด้วยเครื่องปรับเท่าที่นำเสนอนี้คือจะได้ภาพสีต้นแบบที่มีคุณภาพดีกลับมาเหมือนเดิม จากนั้นจึงค่อยทำการส่งสัญญาณที่ปราศจากความผิดเพี้ยนนี้ออกอากาศต่อไป



ภาพที่ 1.1 แนวความคิดของเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี

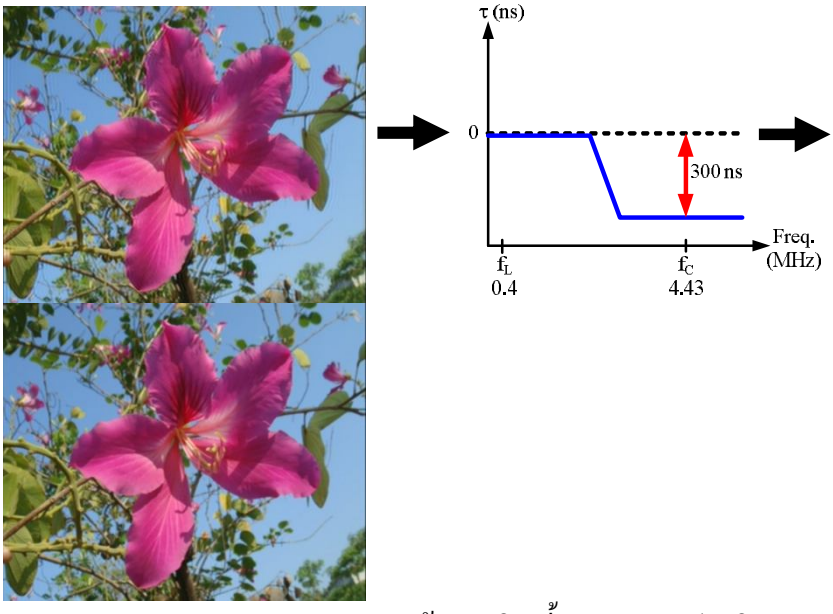


(ก) การแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced

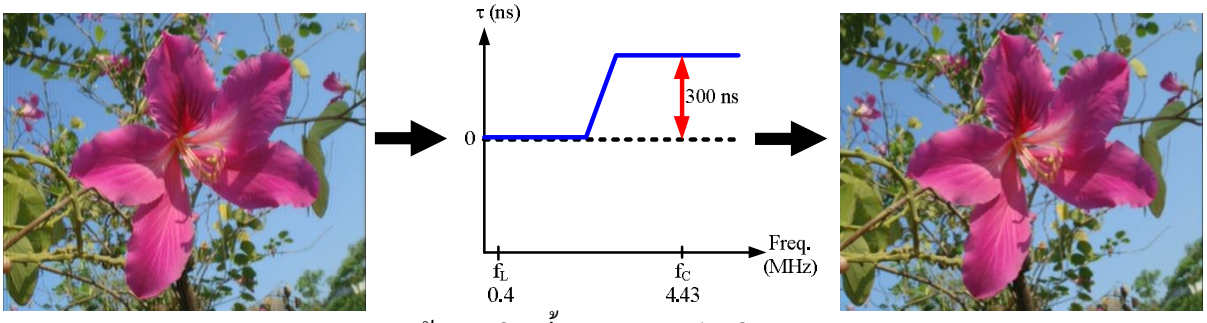


(ข) การแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Delayed

ภาพที่ 1.2 การแก้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนด้วยเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี



(ก) ผลของการแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced



(ข) ผลของการแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced

ภาพที่ 1.3 ผลของการแก้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงด้วยเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการทางคณิตศาสตร์ของโพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์
2. เพื่อออกแบบวงจรกรองความถี่ผ่านทุกความถี่ (All Pass Filter) ด้วยวงจรกรองความถี่แบบเบิร์นสไตน์
3. เพื่อประยุกต์สร้างวงจรปรับเท่าทางทางเวลาประวิง ที่มีเฟสเป็นเชิงเส้นและเวลาประวิงคงที่
4. เพื่อศึกษาชนิดและรูปแบบความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นในระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์
5. เพื่อศึกษาและจำลองสัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์
6. เพื่อจำลองและออกแบบวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี ด้วยโปรแกรม MATLAB และ Pspice
7. เพื่อแก้ปัญหาความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณสีในเครื่องรับโทรทัศน์ ที่ความถี่พาห์ย่อย 4.43 MHz ในระบบ PAL โดยการสร้างเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสี โดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สร้างและออกแบบวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงของสัญญาณสีเพื่อชดเชยความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณในเครื่องรับโทรทัศน์สี ที่ความถี่พาห์ย่อย 4.43 MHz ในระบบ PAL โดยใช้สัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลซ์เพื่อดูการยกระดับหรือลดระดับทางเวลาประวิงสัญญาณที่เกิดขึ้น ทั้งหมดนี้ก็เพื่อให้ภาพสีกลับมาเป็นปกติของก่อนส่งสัญญาณภาพออกอากาศไป

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) การวิจัยจะเน้นวิธีการศึกษา วิเคราะห์ ทดลองและสรุปผลการทดลองอย่างมีขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาสมการทางคณิตศาสตร์ของโพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์

1.2 วิเคราะห์หาสมการฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน และวงจรกรองความถี่สูงผ่าน โดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ ซึ่งมีลักษณะเด่นที่สำคัญคือจะได้วงจรกรองความถี่แอนาลอกที่มีความราบเรียบมากที่สุด และมีเฟสเป็นเชิงเส้น พร้อมทำการสรุปเปรียบเทียบกับวงจรกรองความถี่แบบเดิมที่มีอยู่

1.3 วิเคราะห์หาสมการฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ของวงจรกรองความถี่ผ่านทุกความถี่ โดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์

1.4 วิเคราะห์หาสมการวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงแบบ Advanced และสมการวงจรปรับเท่าทางเวลาประวิงแบบ Delayed ตามลำดับ เพื่อนำสมการที่ได้มาสร้างวงจรโดยใช้อุปกรณ์แบบแอกทีฟ (Single Amplifier) แล้วจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB และโปรแกรม PSpice

1.5 ศึกษาสัญญาณทดสอบที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์สี ในที่นี้ใช้สัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์

1.6 จำลองสัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ด้วยโปรแกรม MATLAB และโปรแกรม PSpice เพื่อนำมาป้อนให้กับวงจรปรับเท่าทางทางเวลาประวิงของสัญญาณสีที่ได้ออกแบบไว้แล้วในหัวข้อ 1.4

1.7 ทดสอบระบบทั้งหมดที่ได้ออกแบบด้วยโปรแกรม PSpice พร้อมทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุตที่ดีที่สุด คือมีฐานหรือเอนเวโลปราบเรียบที่สุด แล้วทำการสรุปผลการทดลอง

1.8 สร้างเครื่องปรับเท่าทางทางเวลาประวิงของสัญญาณสี เพื่อแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงแบบ Advanced หรือทางเวลาประวิงแบบ Delayed

1.9 ทดสอบระบบทั้งหมดด้วยอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์

1.10 ทำการสรุปผลการทดลอง

1.11 วิเคราะห์ สรุปผลทั้งหมด พร้อมเขียนเล่มรายงานการวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม MATLAB และโปรแกรม PSpice

2.2 ออสซิโลสโคป (Oscilloscope)

2.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ (TSG 271 PAL Television Generator)

2.4 โทรทัศน์สี เพื่อใช้ในการแสดงภาพสี

2.5 กล้องดิจิตอล หรือเครื่องเล่นแผ่น CD เพื่อกำเนิดภาพสีที่ถูกต้อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ โพลีโนเมียลแบบบัตเตอร์เวิร์ธ โพลีโนเมียลแบบเซฟบีเชฟ และโพลีโนเมียลแบบทอมสัน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยซอฟแวร์ ได้แก่ โปรแกรม MATLAB และโปรแกรม PSpice

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยฮาร์ดแวร์

1.5 สมมุติฐานการวิจัย

การประยุกต์ออกแบบวงจรกรองความถี่แอนาลอกสิ่งที่ต้องตระหนักถึงเป็นอย่างมากคือความเป็นเชิงเส้นของเฟส (Linear Phase) ดังนั้นวิธีการใหม่ที่จะแนะนำในการออกแบบวงจรกรองความถี่แอนาลอกให้มีลักษณะเฟสเชิงเส้น คือทฤษฎีการประมาณของเบิร์นสไตน์ โดยใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ หาค่าฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ของวงจรกรองความถี่แอนาลอก ซึ่งในที่นี้จะแสดงด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Transfer Function)

การประมาณวงจรกรองความถี่แอนาลอกแบบเฟสเชิงเส้น โดยปกติมักจะแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณเฟสเชิงเส้นของทอมสัน (Thomson) ซึ่งในที่นี้ได้ทำการเปรียบเทียบกับวิธีการใหม่ หรือการประมาณของเบิร์นสไตน์ พบว่ามีข้อได้เปรียบหลายประการ เช่น ขนาดมีลักษณะราบเรียบที่สุด (Maximally Flat Amplitude) ฟังก์ชันคุณลักษณะมีพารามิเตอร์ 3 ตัวที่สามารถปรับเปลี่ยนสโลปของเฟส ปรับเปลี่ยนสโลปของย่านความถี่เปลี่ยน (Transition Band) ปรับเปลี่ยนความถี่คัตออฟ (Cut-Off Frequency) และปรับเปลี่ยนขนาดที่ความถี่อนันต์ (Infinite Frequency) ดังนั้นโครงงานวิจัยนี้จึงได้นำโพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ประโยชน์ในการแก้ความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงที่เกิดขึ้นในเครื่องรับโทรทัศน์สี

เนื่องจากสัญญาณภาพเป็นสัญญาณรวม (Composite Waveform) ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณส่องสว่าง (Luminance Signal) สัญญาณสี (Chrominance Signal) และสัญญาณซิงค์ (Sync Signal) โดยที่ขอบข่ายสเปกตรัมจะครอบคลุมตั้งแต่ย่านความถี่ต่ำไปจนถึงย่านความถี่สูง วิธีการหนึ่งที่สามารถทำการประเมินคุณลักษณะความผิดเพี้ยนของผลตอบสนองรูปสัญญาณภาพสี ก็คือการใส่สัญญาณทดสอบมอดูเลต 20T ไซน์กำลังสองพัลส์ในช่วงสัญญาณแบล้งกิ้งทางแนวตั้งโดยให้ใส่ในเส้นที่ 17 และ 18 ในหัวข้อนี้จะเน้นเฉพาะความผิดเพี้ยนทางทางเวลาประวิงอย่างเดียว ซึ่งความผิดเพี้ยนดังกล่าวเกิดจากความแตกต่างทางทางเวลาประวิงของสัญญาณส่องสว่างกับสัญญาณสี หรือเรียกว่า (Chrominance-to-Luminance Delay Inequality) จากความแตกต่างทางเวลาประวิงของสัญญาณส่องสว่างกับสัญญาณสี ดังนั้นจึงต้องมีการ

ออกแบบวงจรที่มีลักษณะที่เรียกว่าวงจรปรับเท่า (Equalizer) ทางเวลาประวิงของสัญญาณสี โดยในการออกแบบจะใช้โพลีโนเมียลแบบเบิร์นสไตน์ มาประยุกต์เป็นวงจรปรับเท่า ซึ่งมีข้อดีคือมีเฟสเป็นเชิงเส้นดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจในระบบการสื่อสารของสัญญาณโทรทัศน์ การรับ-ส่งสัญญาณ และปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ

2. สามารถแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสัญญาณโทรทัศน์สี การแก้ปัญหาความผิดเพี้ยนทางอัตราการขยายที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

3. สร้างเครื่องปรับเท่าทางเวลาประวิงที่มีประสิทธิภาพ ราคาประหยัดกว่าการสั่งซื้อเครื่อง Color Gain and Delay Test Set MS321A มาใช้ในการแสดงการแก้ปัญหาความผิดเพี้ยนทางเวลาประวิงของสัญญาณสีในเครื่องรับโทรทัศน์ที่ความถี่พาห์ย่อย 4.43 MHz ในระบบ PAL ที่เกิดขึ้น

4. เป็นการสนับสนุนการเรียนการสอนแก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี นักศึกษาระดับปริญญาโท และบุคคลที่สนใจทั่วไป