# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาแผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันและแฟลชสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาแผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันต้นแบบขนาด 10 บิต โดยใช้ไอซีเบอร์ PM 7572 ซึ่งมีค่าเวลาการแปลงผันสัญญาณคงที่ 5 ไมโครวินาที พบว่าสามารถทำงานบนระบบเครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่องของบริษัท Tracor Northern รุ่น 1706 ที่ใช้ทดสอบได้ แต่สามารถทำงานได้ดีกับพัลส์แบบยูนิโพลาร์ที่มี Shaping time 2 ไมโครวินาทีเท่านั้น

5.1.2 จากการทดสอบผลวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ด้วยแผ่นวงจรแปลงสัญญาณแบบวิลคินสันเดิม พบว่าเมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ขนาดความสูงคงที่จากพัลเซอร์ผ่านอุปกรณ์ขยายสัญญาณพัลส์ และวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ด้วยแผ่นวงจรแปลงสัญญาณแบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชัน ผลของการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนจากช่องวิเคราะห์ประมาณ ± 2 ช่องวัด ในขณะที่แผ่นวงจรแปลงสัญญาณแบบวิลคินสันมีความคลาดเคลื่อนจากช่องวิเคราะห์ประมาณ ± 1 ช่องวัด

5.1.3 ผลการทดสอบค่าความไม่เป็นเชิงเส้นแบบอินติกรัล พบว่าแผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันและแผ่นวงจรแบบวิลคินสัน มีความไม่เป็นเชิงเส้น 1.722 เปอร์เซนต์ และ 0.397 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

5.1.4 ผลการทดสอบความสามารถในการวิเคราะห์สเปกตรัมพลังงาน ต้นกำเนิดรังสีซีเซียม-137 พลังงาน 662 กิโลโวลต์ ด้วยแผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันและแบบวิลคินสันเปรียบเทียบกัน โดยใช้หัววัด

รังสีโซเดียมไอโอไดด์ (ทัลเลียม) ขนาด 2 × 2 นิ้ว ในเงื่อนไขเดียวกันพบว่า แผ่นวงจรทั้งสองให้ความสามารถในการแจกแจงพลังงานที่ 8.47 เปอร์เซนต์ และ 7.31 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และลักษณะของสเปกตรัมจากการวิเคราะห์ด้วยแผ่นวงจรแปลงสัญญาณแบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันจะมียอดพีคแตกเนื่องจากการเบี่ยงเบนของช่องวิเคราะห์ จากผลการทำงานของไอซีซัคเซสซีพ แอพพรอกซิเมชันเอง

5.1.5 ผลการทดสอบความสามารถในการตอบสนองอัตรานับรังสี พบว่า เมื่อวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ที่ช่องวิเคราะห์ 100 , 480 และ 850 แผ่นวงจรแปลงสัญญาณแบบวิลคินสันเดิมจะตอบสนองปริมาณนับได้สูงสุดที่ 60 , 40 และ 30 kcps ตามลำดับ ในขณะที่แผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชัน ขีดจำกัดอัตรานับจะไม่ขึ้นกับความสูงของพัลส์และสามารถตอบสนองอัตรานับสูงสุดที่ 80 cps และมีความเป็นเชิงเส้นกว่า

5.1.6 ผลการพัฒนาแผ่นวงจรแปลงสัญญาณพัลส์แบบแฟลชขนาด 10 บิต โดยใช้ไอซีเบอร์ MP 7685 พบว่าไอซีที่เลือกศึกษานี้ใช้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายในวงจรมาก และต้องการสัญญาณขับทางอินพุตสูงมาก ต้องพัฒนาวงจรขับด้านอินพุตที่ให้กระแสสูงซึ่งต้องใช้เวลาในการพัฒนาต่อไปอีก จึงไม่สามารถเปรียบเทียบผลการทำงานได้ นอกจากนี้ไอซีแปลงสัญญาณแบบแฟลชซึ่งมีราคาสูงมากไม่เหมาะกับแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์วัดแบบประหยัด

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การพัฒนาต่อไปน่าจะปรับปรุงการทำงานของวงจรตรวจค่าสูงสุดของพัลส์และยืดสัญญาณพัลส์ซึ่งจะทำให้สามารถตอบสนองต่อสัญญาณที่มีเวลาการแต่งรูปสัญญาณ (shaping time) ต่างๆได้ และการลดสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นในแผ่นวงจรทดลองสามารถกระทำได้โดยออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ให้มีคุณภาพ เช่น การออกแบบลายทองแดงให้มีระนาบกราวนด์ จัดวางชิ้นส่วนต่างๆให้เหมาะสม จะช่วยให้แผ่นวงจรทำงานได้ดีกว่านี้

5.2.2 จากกระบวนการแปลงผันสัญญาณของวงจรซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันทำให้ค่าเชิงตัวเลขในการแปลงไม่เป็นเชิงเส้นจากการปัดเศษเหลือของบิตสุดท้าย จึง

ควรมีการพัฒนาระบบปรับค่าเชิงเส้น (Sliding Scale Linearization) เพื่อลดความไม่เป็นเชิงเส้นให้เหลือน้อยลง

5.2.3 การเลือกใช้ไอซีแปลงสัญญาณในวงจรแปลงสัญญาณแบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชันให้มีค่าการแปลงผันต่ำ จะทำให้เวลาการสูญเสียอัตรานับของระบบวิเคราะห์ยิ่งน้อยลงและสามารถวัดรังสีที่อัตรานับสูงได้ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย