บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่อง (Multichannel Analyzer, MCA) เป็นเครื่องมือหลักในงานวิเคราะห์สเปกตรัมพลังงานของอนุภาคนิวเคลียร์ หัวใจสำคัญของเครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่องอยู่ที่อุปกรณ์แปลงผันความสูงของพัลส์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข (Pulse Height ADC) ปัจจุบันอุปกรณ์แปลงผันความสูงของพัลส์ที่ใช้ในเครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่องแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

ก. วงจรแปลงผันความสูงพัลส์ชนิดวิลคินสัน (Wilkinson ADC)

ข. วงจรแปลงผันความสูงพัลส์ชนิดซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชัน (Succeesive approximation ADC)

ค. วงจรแปลงผันความสูงของพัลส์ชนิดแฟลช(Flash ADC)

วงจรแปลงผันความสูงพัลส์ชนิดซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชันและแฟลชนั้นเวลาในการแปลงผันสัญญาณพัลส์คงที่ (fixed conversion time) ไม่ขึ้นกับพลังงาน แต่มีข้อจำกัดด้านความเป็นเชิงเส้นตลอดย่านการแปลงผันความสูงพัลส์ ต้องมีระบบปรับแก้ความเป็นเชิงเส้นของการแปลงผันสัญญาณช่วยทำงานด้วย ขณะที่วงจรชนิดวิลคินสันอาศัยการนับสัญญาณนาฬิกาที่เกิดจากสัดส่วนการเปิดเกตสัมพันธ์กับความสูงพัลส์จึงให้ความเป็นเชิงเส้นสูงกว่า แต่เวลาที่สูญเสียไปกับกระบวนการแปลงผันสัญญาณ (dead time) จะขึ้นกับทั้งพลังงานและเวลาการเก็บข้อมูลเชิงตัวเลขทำให้สูญเสียอัตรานับรังสีไป เมื่อต้องการลดเวลาดังกล่าวจำเป็นต้องสร้างความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในวงจรกำเนิดความถี่ (oscillator)ให้สูงมากขึ้น สิ่งที่ตามมาคือข้อจำกัดในด้านการตอบสนองความเร็วต่อสัญญาณของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในวงจรซึ่งต้องออกแบบพิเศษ[1] จึงเกิดปัญญาณหาต่อเนื่องทั้งด้านเทคนิคการสร้างวงจรและราคาที่สูงขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาวงจรแปลงผันสัญญาณขึ้นใหม่เพื่อลดเวลาและการสูญเสียปริมาณการนับรังสีลง โดยการจัดรูปแบบวงจร Wilkinson ADC ใหม่ให้เป็นแบบอาร์เรย์ (array) แทนการเพิ่มความถี่สัญญาณนาฬิกาเพื่อให้สามารถที่จะทำงานขนานกันไป ซึ่งระบบ Wilkinson ADC แบบ อาร์เรย์ นี้จะสามารถโอนย้ายการทำงานซึ่งกันและกันได้ตลอดเวลาขณะที่ตัวใดตัวหนึ่งทำการแปลงผันสัญญาณอยู่ ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถรับสัญญาณพัลส์เพื่อทำการแปลงผันสัญญาณได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้การวิเคราะห์เร็วขึ้นและเวลาในการแปลงผันสัญญาณของทั้งระบบลดลง สามารถที่จะนำไปใช้งานในระบบวิเคราะห์ที่มีอัตรานับรังสีสูง (High Count Rate) อันได้แก่ short half life NAA และ process monitoring

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของ ADC แบบวิลคินสันในการวิเคราะห์พลังงานของอนุภาคนิวเคลียร์ที่มีอัตรานับสูงโดยใช้เทคนิคอาร์เรย์

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ออกแบบและสร้าง ADC แบบวิลคินสันที่ใช้ฐานความถี่ 100 MHz จัดการทำงานเป็นแบบอาร์เรย์ 4 แถว
2. ศึกษาและพัฒนาวิธีการควบคุมการแปลงผันสัญญาณของ ADC แต่ละตัวให้มีเสถียรภาพคงที่
3. ทดสอบความไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinearlity) ของ ADC ที่พัฒนาขึ้น
4. เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของ ADC ที่พัฒนาขึ้นกับ ADC วิลคินสันแบบปกติ ที่มีฐานความถี่สัญญาณนาฬิกา 450 MHz ที่ผลิตจากต่างประเทศและใช้ระบบเชื่อมโยงสัญญาณชุดเดียวกันในแง่ของ resolution, count rate throughput และ dead time ของระบบ

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาการทำงานของวงจรแปลงผันความสูงของสัญญาณพัลส์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลขแบบวิลคินสัน
3. ออกแบบและ สร้างวงจรแปลงความสูงของสัญญาณพัลส์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลขแบบวิลคินสันอาร์เรย์
4. ออกแบบระบบการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างวงจรแปลงผันความสูงของสัญญาณพัลส์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลขวิลคินสันแบบอาร์เรย์กับระบบวิเคราะห์แบบหลายช่องที่สามารถต่อพ่วงภายนอกได้
5. ทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นกับระบบวิเคราะห์พลังงานหลายช่องที่ผลิตจากต่างประเทศ
6. เปรียบเทียบผลการทำงานระหว่างวงจรแปลงผันสัญญาณวิลคินสันแบบปกติของต่างประเทศกับระบบที่ใช้การแปลงผันสัญญาณวิลคินสันแบบอาร์เรย์
7. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบแปลงผันความสูงของสัญญาณพัลส์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลขแบบวิลคินสันอาร์เรย์ ที่มี dead time ต่ำ ทำงานในอัตรานับสูง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์พิเศษที่ทำงานในความเร็วสัญญาณสูงมาก
2. สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับการวัดทางนิวเคลียร์ที่มีการสลายตัวของอนุภาคนิวเคลียร์ในอัตรานับสูงมากได้