บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างระบบวิเคราะห์หลายช่อง ที่บรรจุในฐานหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ และการทดสอบการทำงานของระบบพอสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาระบบวิเคราะห์หลายช่องที่บรรจุในฐานหลอด PMT โดยใช้อุปกรณ์และชิ้นส่วนที่หาได้ในประเทศเป็นหลัก พบว่าขนาดของอุปกรณ์ยังมีขนาดใหญ่กว่าระบบที่ผลิตจากต่างประเทศ การที่จะลดขนาดของเครื่องมือจะต้องจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภท SMD และออกแบบแผ่นพิมพ์วงจรให้เป็นแบบมัลติเลเยอร์ (Multilayer) จะทำให้ลดขนาดแผ่นพิมพ์วงจรและบรรจุในฐานหลอด PMT ได้กะทัดรัดขึ้น

5.1.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของระบบวิเคราะห์หลายช่อง พบว่า

1. ระบบแปลงสัญญาณความสูงของพัลส์เป็นสัญญาณเชิงเลข ซึ่งใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลชนิด Pipeline เบอร์ AD9220 สามารถแปลงความสูงของพัลส์ได้ในช่วง 0-5 โวลต์ สอดคล้องกับช่องวิเคราะห์ 4096 ช่อง โดยเวลาแปรผันสัญญาณคงที่มีค่า 100 ns และให้ความเป็นเชิงเส้นในการแปลงผันสัญญาณสูง โดยให้ค่า $R^2 = 0.9998$

2. อัตราการนับสัญญาณพัลส์ในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบส่งข้อมูลผ่านพอร์ตยูเอสบีโดยใช้ไอซี FT245BM และโปรแกรมการรับข้อมูล พบว่าจำนวนรับมากที่สุดก่อนคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรับข้อมูลได้อยู่ที่ 10500 cps

3. วงจรขยายสัญญาณพัลส์ทางรังสีให้รูปสัญญาณยูนิโพลาร์ที่เวลาแต่งสัญญาณ 0.5 μs ดี มีสัญญาณรบกวนต่ำที่ 15 mV เมื่อไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล แต่เมื่อต่อเข้ากับวงจรดิจิตัลแล้ว ฐานของคลื่นจะมีสัญญาณรบกวนมากขึ้นถึง 90 mV และพบว่ามีความไม่เป็นเชิงเส้นแบบอินทิกรัล ±0.742%

4. วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง สามารถปรับค่าได้จาก 0-1000 V มีความสามารถในการจ่ายภาระได้ดีที่กระแส 700 μA โดยประมาณ และให้สัญญาณรบกวนต่ำ ผลทดสอบความเสถียรของการควบคุมแรงดันขณะเปลี่ยนโหลดมีค่า 2.35%

5. โปรแกรมอิมูเลเตอร์สามารถทำงานผ่านภาษาวิชวลเบสิกได้ดี สามารถปรับแต่งการแสดงผลให้มีความสวยงามได้ และประยุกต์เพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานอื่นๆ ได้โดยง่าย อีกทั้งตัวโปรแกรมยังมีส่วนเก็บข้อมูลการวัดรังสีเพื่อนำไปวิเคราะห์กับโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น Excel, WinQXAS

5.1.3 ผลการทดลองวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา โดยใช้ต้นกำเนิดรังสี Co-60 และ Cs-137 ด้วยหัววัดเรืองรังสี NaI(Tl) ขนาด Ø 2 x 2 นิ้ว ร่วมกับเครื่องมือวิเคราะห์และโปรแกรมอิมูเลเตอร์ที่พัฒนาขึ้น พบว่าสามารถแสดงผลได้เป็นที่น่าพอใจและจัดเก็บข้อมูลในรูปเท็กซ์ไฟล์ได้ แต่การวิเคราะห์ด้านพลังงานต่ำมากนั้นพบว่ามีสัญญาณรบกวนจากตัววงจร ทำให้ไม่สามารถแยกระหว่างสัญญาณรังสีกับสัญญาณรบกวนบริเวณนั้นได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การสร้างให้เครื่องมือวิเคราะห์มีขนาดเล็กนั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ประเภท Surface Mount เพื่อให้วงจรที่ได้สามารถบรรจุอยู่ในฐานหลอด มีความจำเป็นต้องสั่งซื้ออะไหล่จากต่างประเทศ ในงานวิจัยขั้นต้นยังไม่ได้ข้อสรุปในการใช้อุปกรณ์ที่แน่นอน อีกทั้งการสั่งผลิตแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับงาน Surface Mount มีราคาแพง ทำให้ไม่สามารถสร้างต้นแบบที่มีขนาดเล็กให้บรรจุอยู่ในฐานหลอดได้

5.2.2 ในเบื้องต้นของงานวิจัย ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับค่าจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล แต่พบว่าไม่สามารถตอบสนองสัญญาณทางรังสีได้มากกว่า 1,000 ครั้งต่อวินาที ทำให้ต้องเสียเวลาในการเปลี่ยนแนวทางการวิจัยเพื่อ ให้สมรรถนะของเครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการใช้งานในภาคสนามได้

5.2.3 ขีดจำกัดของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากพอร์ตยูเอสบีที่มีแรงดันไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์นั้น ทำให้ไม่เพียงพอต่อการวัดอัตราสัญญาณต่อสิ่งรบกวนของวงจรขยายส่วนหน้า จึงจำเป็นต้องใช้วงจรแปลงแรงดันให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับวงจร ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นคือการรบกวนจากสัญญาณรบกวนที่เกิดจากเทคนิคการสวิตช์ และการทำงานของระบบดิจิตอล และสัญญาณรบกวนนี้ยังเป็นอุปสรรคในการสร้างให้ระบบมีสมรรถนะที่สูงขึ้นด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เนื่องจากข้อจำกัดของกำลังไฟฟ้าจากพอร์ตยูเอสบีซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 5 V และกระแสสูงสุด 500 mA การที่จะลดการรบกวนของสัญญาณจะต้องออกแบบให้วงจรต่างๆ ดึงกระแสใช้งานน้อย และปรับระดับแรงดันจ่ายระบบให้สูงขึ้นเป็น 9-12 โวลต์ และใช้เทคนิคการทำงานแบบกราวนด์อิสระจากกราวนด์ของแหล่งจ่ายหลัก

5.3.2 การเพิ่มความสามารถนับรังสี จะต้องแก้ไขในส่วนของโปรแกรมรับข้อมูล จากการรับข้อมูลเพื่อประมวลผลครั้งละ 1 ไบต์ เป็นการประมวลผลมากกว่า 2 ไบต์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ลดเวลาในการอินเตอร์รัปของการรับข้อมูลจากพอร์ตยูเอสบี และใช้ไดรเวอร์ D2XX ของบริษัท FTDI