บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบที่ใช้รับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางที่เชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ จากการพัฒนาโดยออกแบบให้ใช้ชิ้นส่วนที่หาได้ง่ายและใช้งานได้กับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ได้หลายชนิด สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 จากการทดสอบการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลพบว่ามีค่าความเป็นเชิงเส้นสูง โดยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณดิจิตอลเอาต์พุตและสัญญาณอะนาลอกอินพุตเป็นไปตามสมการ $y = 51.097x + 0.1142$ โดยมีค่า R^2 (coefficient of determination) $= 0.9999$

5.1.2 จากการทดสอบการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกพบว่ามีค่าความเป็นเชิงเส้นสูง โดยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณดิจิตอลอินพุตและสัญญาณอะนาลอกเอาต์พุตเป็นไปตามสมการ $y = 0.9985x + 0.01$ โดยมีค่า R^2 (coefficient of determination) $= 0.9999$

5.1.3 จากการทดสอบการทำงานวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณ FSK พบว่าวงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องคือ ที่สภาวะอินพุตเป็นลอจิก "0" เอาต์พุตจะให้ความถี่ 2200Hz และที่สภาวะอินพุตเป็นลอจิก "1" เอาต์พุตจะให้ความถี่ 1200 Hz และการแปลงจะผิดพลาดเมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะอินพุตมากกว่า 1250 ข้อมูลต่อวินาที

5.1.4 จากการทดสอบการทำงานวงจรถอดรหัสสัญญาณ FSK เป็นสัญญาณดิจิตอลพบว่าวงจรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องคือ ที่อินพุตเป็นความถี่ 1600 Hz ถึง 2300 Hz เอาต์พุตจะให้ลอจิก "0" และที่สภาวะอินพุตเป็นความถี่ 750 Hz ถึง 1300 Hz เอาต์พุตจะให้ลอจิก " 1 "

5.1.5 วงจรผสมสัญญาณ FSK กับแสงอินฟราเรด แบบฟรีเควนซีมอดูเลชันและวงจรดีมอดูเลตสัญญาณ FSK จากแสงอินฟราเรดพบว่าสัญญาณที่ถูกผสมกับแสงอินฟราเรดและสัญญาณที่ดีมอดูเลตมีความถี่เดียวกัน

5.1.6 อะนาลอกอินพุต/เอาต์พุต

ความละเอียดการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 8 บิต (256 ระดับ) รับสัญญาณอินพุตได้ขนาด 0-5 โวลต์และ 0-100 มิลลิโวลต์

ความละเอียดการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก 8 บิต (256 ระดับ)

ให้ สัญญาณเอาต์พุตได้ขนาด 0-10 โวลต์

5.1.7 ดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต

สามารถรับข้อมูลดิจิตอลได้ขนาด 8 บิตและส่งข้อมูลดิจิตอลได้ขนาด 8 บิต และสามารถโปรแกรมให้รับส่งข้อมูลได้ถึง 14 บิต

5.1.8 อินฟราเรดโมเดมมีการผสมสัญญาณข้อมูลกับแสงอินฟราเรดในแบบ FM 2 ขนาดความถี่คือ 110 kHz ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางและ 256 kHz ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางโดยมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลเป็นแบบ FSK ตามมาตรฐาน Bell-202 ที่บอดเรต 1200 bps ระยะการรับส่งข้อมูลโดยไม่เกิดความผิดพลาดเท่ากับ 4 เมตร

5.1.8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน แบ่งเป็นสองส่วนคือ

(1) โปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทาง เป็นภาษาแอสแซมบลี ในรูปแบบของ Intel hex format และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของการใช้งาน

(2) โปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางใช้ภาษาปาสคาลและสามารถใช้ภาษาชั้นสูงอื่น ๆ ได้ เช่น ภาษาซี ภาษาเบสิก เดลไฟล์ วิชวลเบสิก ฯลฯ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของการใช้งาน

5.1.9 จากการทดสอบการรับส่งข้อมูลในรูปแบบของเรตมิเตอร์ พบว่าอัตรานับที่แสดงจะแสดงผลได้สูงสุด 256 ค่า คือช่วง 0-255 อัตรานับสัมพัทธ์ ซึ่งมีความละเอียดต่ำ ทั้งนี้เป็นเพราะวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลที่ใช้มีความละเอียดเพียง 8 บิต แต่อย่างไรก็ตาม สามารถใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตรานับได้

5.1.10 จากการทดสอบการรับส่งข้อมูลในรูปแบบของอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว โดยการส่งสัญญาณเอาต์พุตจากเรตมิเตอร์ผ่านอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง และส่งสัญญาณควบคุมจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางกลับไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางเพื่อควบคุมระดับ LLD ของอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว พบว่าระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ สามารถแสดงสเปกตรัมของต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน Cs-137 และ Co-60 ได้อย่างชัดเจนด้วยความละเอียด 256 ช่อง

5.1.11 จากการทดสอบเพื่อหาขีดจำกัดของทางในการรับส่งข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่าสามารถรับส่งข้อมูลได้ระยะทางสูงสุด 4 เมตร สาเหตุที่ระยะในการรับส่งข้อมูลไม่ไกลเท่าที่ควรเนื่องจากแสงอินฟราเรดทางด้านอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางไปรบกวนการทำงานของโฟโตไดโอดที่อยู่ทางด้านเดียวกัน แม้ว่าจะใช้ความถี่ของสัญญาณต่างกันแล้วก็ตาม

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ยังมีขีดจำกัดของการใช้งานอยู่ ทั้งนี้ถ้าจะปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้นควรมีการปรับปรุงระบบดังนี้

5.2.1 ในการประยุกต์การใช้งานอาจจะนำสัญญาณที่ได้จากสเกลเลอร์มาส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านทางอุปกรณ์ดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุตโดยตรง จะได้ความละเอียดที่สูงกว่า แต่ต้องปรับโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งระบบเพิ่ม

5.2.2 ในการประยุกต์ใช้งานแสดงผลในรูปแบบของอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว สัญญาณที่ส่งไปควบคุมการสแกนเลื่อนระดับดิสคริมิเนเตอร์ ถ้ามีความละเอียดสูงกว่านี้ เช่น 10 บิต ก็จะให้การแสดงผลได้ถึง 1024 ช่อง โดยต้องปรับโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเพิ่ม

5.2.3 ในการประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง (MCA) สามารถทำได้ โดยต้องศึกษาจากคู่มือการใช้งานเพราะขาสัญญาณและรหัสสัญญาณอาจจะไม่เหมือนกัน เช่นในอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง CANBERRA Model : 8100 สามารถต่อ กับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางได้โดยใช้พอร์ต EIA interface (J105) ซึ่งใช้รหัสข้อมูลและคำสั่งเป็น BCD character codes ในรูปของเลขฐาน 8 ขนาด 8 บิต

5.2.4 การแปลงสัญญาณแบบ FSK มีข้อจำกัดอยู่ที่ความเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลคือ 1200 bps ซึ่งถ้าเปลี่ยนการแปลงสัญญาณเป็นแบบอื่น เช่น การแปลงสัญญาณแบบ QAM (Quadrature amplitude modulation) ซึ่งใช้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้สูงถึง 9600 bps เป็นผลให้สามารถใช้งานระบบร่วมกับโปรแกรมภาษาชั้นสูงที่ทำงานบนไมโครซอฟต์วินโดวส์ได้ เช่น เดลฟไฟล์ (Delphi) และวิชวลเบสิก (Visual basic) จะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมและการประยุกต์ใช้งานสามารถทำได้สะดวกมากขึ้น

5.2.5 การเพิ่มระยะทางทางในการรับส่งข้อมูลอาจทำได้โดยการใช้อุปกรณ์อื่นช่วยเช่น รีโมดเอ็กซ์เทนเดอร์ (Remote extender) ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดมาใช้งานได้ แต่ต้องมีการป้องกันการรบกวนทางแสงที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลทั้งทางด้านต้นทางและปลายทาง หรือใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงแบบ Egg crate[8] ในการควบคุมทิศทางของแสงในด้านภาคส่งของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลและในด้านภาครับของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลเพื่อควบคุมทิศทางในการรับแสง และอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้แสงที่มีพลังงานเดียว เช่น แสงเลเซอร์ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการแทรกสอดของสัญญาณและอาจจะได้ระยะในการรับส่งที่ไกลขึ้น