บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ พบว่า วงจรเปิด/ปิดพัลส์ PWM ให้แก่ขดลวด 2 ชุด (ขดลวดแต่ละชุดจะทำหน้าที่ในการส่งและรับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า) ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาใหม่นี้ สามารถส่งสัญญาณพัลส์ PWM ไปยังโลหะและตรวจจับ Eddy Current ที่เกิดขึ้นในโลหะได้

โดยระยะทางที่ตรวจจับโลหะพบในอากาศ สำหรับโลหะจำพวก อลูมิเนียม ทองแดง และเหล็ก ที่มีขนาดขนาด 2x2 ตารางนิ้ว และขนาด 4x4 ตารางนิ้ว นั้น มีค่าที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATmega168 สาเหตุที่ตรวจจับโลหะได้ไกลมากขึ้น อาจจะเป็นเพราะงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex-M3 เบอร์ LPC1768 ที่มีความเร็วของคล็อคสูงถึง 100 MHz จึงทำให้ความละเอียดในการตรวจจับย่อมมีค่าที่มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของงานวิจัยนี้ตั้งแต่เริ่มต้นที่เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex-M3 เพื่อต้องการให้ระยะทางในการตรวจจับโลหะที่ไกลมากขึ้นกว่าเดิม

จากการทดสอบ พบว่า โลหะแต่ละชนิดให้เส้นกราฟผลตอบสนองเชิงเวลาตัดศูนย์ของกระแสไฟฟ้าในขดลวดที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ซึ่งกราฟผลตอบสนองของโลหะเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน สัญญาณพัลส์ PWM ที่สร้างขึ้นสามารถส่งออกไปและตรวจจับโลหะแต่ละชนิดได้ในระยะทางไกลสุดเท่ากับ 9 - 10 ซม. และ 17 - 18 ซม. สำหรับโลหะขนาด 2x2 ตารางนิ้ว และขนาด 4x4 ตารางนิ้วตามลำดับ โดยกราฟผลตอบสนองของแผ่นเหล็กจะมีลักษณะที่คล้ายกับกราฟผลตอบสนองของแผ่นอลูมิเนียม กล่าวคือ เมื่อค่าความกว้างของพัลส์มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่า ค่า $\Delta T_discharge$ มีการเปลี่ยนแปลงจากบวกเป็นลบและความชันเป็นลบมากขึ้น แต่ทั้งนี้ ค่าบวกและลบของค่า $\Delta T_discharge$ ที่ได้รับจากแผ่นเหล็กจะมีค่าที่สูงกว่าและต่ำกว่าค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นอลูมิเนียม ตามลำดับ ส่วนกราฟผลตอบสนองของแผ่นทองแดงจะให้ค่า $\Delta T_discharge$ ที่เป็นบวกเท่านั้น มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นอลูมิเนียมและแผ่นเหล็ก และเมื่อระยะตรวจจับได้มีค่าไกลออกไปมากขึ้นเท่าใด ค่า $\Delta T_discharge$ ที่ได้รับจากแผ่นทองแดงก็จะยิ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากขึ้นเท่านั้น นั่นคือ ขดลวดไม่สามารถจะรับ Eddy Current ที่เกิดขึ้นในโลหะได้ นอกจากนี้ ระยะห่างในการทดสอบยังขึ้นอยู่กับขนาดของโลหะแต่ละชนิดที่ทดสอบด้วย

กล่าวคือ ยิ่งกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเพิ่มเข้าไปในขดลวดและจำนวนรอบของการพันขดลวดมีค่ามากขึ้นเท่าใด ระยะทางที่ตรวจจับโลหะได้ก็มีระยะทางที่ไกลมากขึ้นเท่านั้น

นอกจากนี้ จากการทดสอบการใช้งาน 2 ขดลวด พบว่า ขดลวดด้านรับที่มีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ 680 μH จะให้ระยะทางในการตรวจจับพบโลหะที่มากที่สุดเท่ากับ 12 ซม. ซึ่งอาจจะเป็นเพราะ ยิ่งขดลวดด้านรับมีค่าความเหนี่ยวนำมากขึ้นเท่าใด ระยะทางในการตรวจจับพบโลหะจำพวก เหล็ก อลูมิเนียม และฟอยล์โลหะก็จะยิ่งมีค่าที่ห่างมากขึ้นเท่านั้น และจากการที่นำเครื่องตรวจจับโลหะที่นำเสนอนำมาตรวจจับโลหะทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มีดขนาดใหญ่ มีดขนาดเล็ก และฟอยล์ห่อบุหรี่ พบว่า ระยะห่างที่ตรวจจับโลหะทั้ง 3 ชนิดนี้ได้โดยใช้เครื่องตรวจจับโลหะที่นำเสนอจะให้ค่าที่สูงกว่าระยะห่างที่ตรวจจับโลหะได้โดยใช้เครื่องตรวจจับโลหะของ Garrett Super Scanner

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนางานวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการทดลองและเก็บผลการทดสอบให้ครบตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำวิจัยในครั้งนี้แล้ว พบว่า

1. ระยะทางในการตรวจจับโลหะมีค่าสูงขึ้นจากการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความเร็วของคล็อคสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ ระยะทางที่ตรวจจับโลหะได้ยังสามารถที่จะมีค่าที่สูงมากกว่างานวิจัยชิ้นนี้ได้
2. วงจรเปิด/ปิดพัลส์ PWM ร่วมกับการใช้งาน 2 ขดลวด (ขดลวดส่งและขดลวดรับ) ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาใหม่ในงานวิจัยชิ้นนี้สามารถตรวจจับโลหะจำพวก มีดขนาดใหญ่ มีดขนาดเล็ก และฟอยล์ห่อบุหรี่ ที่ไกลมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระยะห่างที่ตรวจจับโลหะได้โดยใช้เครื่องตรวจค้นวัตถุโลหะ Garrett Super Scanner ซึ่งการวิจัยในอนาคต ควรจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดทางด้านส่งและด้านรับ กับ ระยะห่างในการตรวจจับโลหะได้ ซึ่งจะทำให้เราสามารถรู้ศักยภาพในการใช้งานเครื่องตรวจจับโลหะนี้ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น