บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเหนี่ยวนำด้วยพัลส์เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญที่นำมาใช้ในการสร้างเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal Detector) จนทำให้เกิดคำเรียกรวมกันว่า "Pulse Induction Metal Detector" หลักการทำงานของการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์ คือ พัลส์กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งออกจากไปยังขดลวดส่ง หลังจากนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากพัลส์กระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิด Eddy Current ในโลหะที่วางใกล้ๆ กับขดลวด ถ้าสนามแม่เหล็กถูกสวิตช์ได้ไวเพียงพอ Eddy Current ก็สามารถที่จะถูกตรวจจับที่ขดลวดรับ โดยกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงที่ขดลวดถูกนำมาใช้เพื่อบ่งบอกชนิดของโลหะได้

การออกแบบเครื่องตรวจจับโลหะโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์นั้นได้ถูกกล่าวถึงครั้งแรกในตำราต่างประเทศที่แต่งขึ้นโดย I. Grant, F.S. และ West, G.F. [1] ต่อมา J. A. Corbyn [2, 3] ได้พัฒนาและนำเสนอวงจรตรวจจับโลหะขึ้นมาใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วยตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก ทำให้การทดสอบคุณสมบัติในการใช้งานนั้นกระทำได้ยากมาก ต้องเสียเวลาปรับจูนแต่งมาก ก่อนที่จะใช้งานได้จริงและมีคุณสมบัติตามความต้องการ

ต่อจากนั้น ได้มีนักวิจัยและบริษัทต่างๆ จากหลายประเทศจำนวนมากทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะออกมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเน้นไปที่การสร้างเพื่อจำหน่าย [4,5] และเน้นจดสิทธิบัตรเพื่อขายลิขสิทธิ์ในการสร้างเครื่องตรวจจับโลหะ[6] ทำให้รายละเอียดการออกแบบ การสร้างและการทำงาน โดยเฉพาะวิธีการทดสอบก่อนการใช้งานได้จริงได้ถูกเปิดเผยและเผยแพร่ออกมาในเชิงบทความและวารสารเชิงวิชาการน้อยมาก

---

[1] I. Grant, F. S. and West, G. F. (1965) **Interpretation Theory in Applied Geophysics** McGraw-Hill.

[2] J. A. Corbyn (1980) "Pulse Induction Metal Detector" **Wireless World**.

[3] J. A. Corbyn (1980) "Pulse Induction Metal Detector - 2" **Wireless World**. pp.1-3.

[4] DeepTech Metal Detectors "MEGAPULSE III - Pulse Induction Metal Detector" **from http://www.deeptech-bg.com/megapulseIII/MegapulseIII.pdf**

[5] DeepTech Metal Detectors (2007). "Coil and Search Head Design – Patents and Utility Models (Part 1)" **from www.deeptech-bg.com/search_coils.pdf**

[6] Patents of Metal Detector **from http://www.freepatentsonline.com/D356044.html**

ซึ่งในที่นี้ อาจจะกล่าวได้ว่า แทบจะไม่มีใครทราบได้เลยว่าเครื่องตรวจจับโลหะมีหลักการออกแบบวงจรที่ใช้งานและมีวิธีทดสอบก่อนการใช้งานได้จริงอย่างไร ประเด็นที่ทราบมีเพียงข้อเดียว คือ วิธีการใช้งานเครื่องตรวจจับโลหะในทางปฏิบัติ เมื่อซื้อเครื่องตรวจจับโลหะจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายมาแล้วเท่านั้น ซึ่งแน่นอนที่สุด การใช้งานก็จะเป็นไปตามคำแนะนำการใช้เครื่องที่กำหนดตายตัวมาแล้วทั้งนั้น ไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ มีขอบเขตการใช้งานที่จำกัด และที่สำคัญต้องนำเข้าเครื่องตรวจจับโลหะจากผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายต่างประเทศเท่านั้น เนื่องจากการวิจัยออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะดังกล่าวทำได้ยากและต้องผ่านการทดสอบใช้งานจริงเป็นเวลานาน จึงแทบจะไม่มีนักวิจัยท่านใดในประเทศไทยให้ความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะขึ้นมาใช้งานเองหรือจำหน่ายในประเทศไทย

ดังนั้น จึงเกิดแนวความคิดที่จะทำการ ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใหม่เพื่อทำหน้าที่เปิด/ปิดวงจรพัลส์ที่จะส่งต่อให้แก่ขดลวดและเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นมาเพื่อสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) ควบคุมการทำงาน รวมถึงจัดเก็บค่าระยะเวลาการลดลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดที่เกิดจากโลหะแต่ละชนิด โดยสัญญาณ PWM ที่ถูกสร้างขึ้นนี้มีค่าความกว้างพัลส์ของสัญญาณ PWM ด้านบวกมีค่าต่างๆ กัน ตั้งแต่ 3 หน่วยของไทเมอร์ 0 (คิดเป็น 9.636 ไมโครวินาที) ไปจนถึง 50 หน่วยของไทเมอร์ 0 (คิดเป็น 160.6 ไมโครวินาที) เพื่อที่จะทำให้รู้ได้ว่าโลหะแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบมีผลตอบสนองต่อสัญญาณ PWM ที่มีค่าความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ อย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1 เพื่อศึกษาการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์โดยควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แทนวงจรแอนะลอกที่มีใช้งานในปัจจุบัน

2 เพื่อออกแบบและสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเปิด/ปิดสัญญาณพัลส์ PWM ส่งผ่านขดลวดไปยังโลหะที่อยู่ห่างออกไปได้

3 เพื่อเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถควบคุมการทำงานทั้งหมดและสามารถสร้างสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ ได้

4 เพื่อหาวิธีที่ใช้ในการอ่านค่า จัดเก็บค่า และวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้รับจากโลหะแต่ละชนิดได้

5 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องตรวจจับโลหะในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1 สร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เปิด/ปิดสัญญาณ PWM ให้แก่ขดลวดและส่งผ่านไปยังโลหะที่วางห่างออกไปไม่เกิน 15 ซม. ได้

2 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถควบคุมการทำงานและสร้างสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างขนาดต่างๆ ในการทดสอบหาคุณลักษณะของโลหะแต่ละชนิดได้

3 ทำการทดสอบกับโลหะ 3 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ อลูมิเนียม ทองแดง และเหล็ก โดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต AVR ATmega168

4 หาวิธีในการอ่านค่าและจัดเก็บค่าผลตอบสนองตัดศูนย์ของกระแสไฟฟ้าในขดลวดที่ได้รับจากการตรวจจับโลหะ 3 ชนิดที่วางในอากาศและในพื้นทราย

5 จำแนกโลหะ 3 ชนิดที่วางในพื้นทราย โดยแสดงผ่านหลอดแอลอีดี 3 ดวง (3 สี) ได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 สามารถนำไปใช้งานได้จริงเพื่อตรวจจับโลหะจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ อลูมิเนียม ทองแดง และเหล็ก ในระยะใกล้ ไม่เกิน 15 ซม. ได้

2 สามารถนำผลตอบสนองที่ได้รับไปสร้างสมการคุณลักษณะเฉพาะสำหรับโลหะแต่ละชนิดเพื่อใช้งานจริงได้

3 เป็นแนวทางที่สำคัญในการสร้างเครื่องตรวจจับโลหะที่ใช้งานจริงได้ในอนาคต

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1 สำรวจวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวกับหลักการทำงานและวงจรที่ใช้งานของเครื่องตรวจจับโลหะแบบต่างๆ ที่มีขายและนำเสนอที่ผ่านมา

2 ออกแบบวงจรเปิด/ปิดสัญญาณ PWM และเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต AVR ATmega168

3 สร้างวงจรเปิด/ปิดสัญญาณ PWM แล้วเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปและขดลวดให้เป็นชิ้นงานที่นำเสนอ

4 ทดสอบการทำงานและปรับแต่งชิ้นงานให้สมบูรณ์

5 ทดสอบใช้งานจริง บันทึกและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

6 จัดทำรายงานความคืบหน้าและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์