ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245521

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะแบบการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตเบอร์ ARM CORTEX-M3

DEVELOPING PULSE INDUCTION METAL DETECTOR BY USING MICROCONTROLLER 32 BITS : ARM CORTEX-M3

โดย

รองศาสตราจารย์ ปุณยวีร์ จามจรีกุล

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2553

b00250529

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245521

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะแบบการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตเบอร์ ARM Cortex-M3

Developing Pulse Induction Metal Detector by Using Microcontroller 32 bits: ARM Cortex-M3

โดย

รองศาสตราจารย์ ปุณยวีร์ จามจรีกุล

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2553

ชื่อเรื่อง: การพัฒนาเครื่องตรวจจับโลหะแบบการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์ที่ใช้
ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตเบอร์ ARM Cortex-M3
ผู้วิจัย: รองศาสตราจารย์ ปุณยวีร์ จามจรีกุล สถาบัน: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีที่พิมพ์: พ.ศ. 2555 สถานที่พิมพ์: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
แหล่งที่เก็บรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวนหน้างานวิจัย : 67 หน้า
: ศูนย์วิจัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
คำสำคัญ ลิขสิทธิ์: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
: เครื่องตรวจจับโลหะ, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ARM Cortex-M3

บทคัดย่อ

245521

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอเครื่องตรวจจับโลหะแบบการเหนี่ยวนำด้วยพัลส์แบบใหม่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิตเบอร์ ARM Cortex-M3 ซึ่งเป็นการนำบอร์ดสำเร็จรูปรุ่น ET-NXP ARM KIT (LPC 1768) ที่มีความเร็วคล็อคสูงถึง 100 MHz มาใช้งานเพื่อสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Code Modulation) ป้อนให้แก่วงจรเปิด/ปิดพัลส์ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ในงานวิจัยฉบับนี้ โดยวงจรเปิด/ปิดพัลส์ที่นำเสนอนี้จะมี 2 ขดลวด (ขดลวดส่งและขดลวดรับ) จากการวิจัยและพัฒนา พบว่า ระยะทางที่ตรวจจับโลหะพบในอากาศ สำหรับโลหะจำพวก อลูมิเนียม ทองแดง และเหล็ก ที่มีขนาดขนาด 2x2 ตารางนิ้ว และขนาด 4x4 ตารางนิ้ว นั้น มีค่าที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ATmega168 ที่มีการนำเสนอในงานวิจัยก่อนหน้านี้ โดยเครื่องตรวจจับโลหะที่นำเสนอนี้สามารถตรวจจับโลหะแต่ละชนิดได้ในระยะทางไกลสุดเท่ากับ 9 - 10 ซม. และ 17 - 18 ซม. สำหรับโลหะขนาด 2x2 ตารางนิ้ว และขนาด 4x4 ตารางนิ้วตามลำดับ และเมื่อทำการทดสอบโดยเลือกใช้งานขดลวดด้านรับที่มีค่าความเหนี่ยวนำเท่ากับ 680 μH จะให้ระยะทางในการตรวจจับพบโลหะที่มากที่สุดเท่ากับ 12 ซม. จึงทำให้ได้ข้อสรุปที่ว่า ยิ่งขดลวดด้านรับมีค่าความเหนี่ยวนำมากขึ้นเท่าใด ระยะทางในการตรวจจับพบโลหะจำพวก เหล็ก อลูมิเนียม และฟอยล์โลหะก็จะยิ่งมีค่าที่ห่างมากขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้ ระยะห่างที่ตรวจจับโลหะทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มีดขนาดใหญ่ มีดขนาดเล็ก และฟอยล์ห่อบุหรี่ โดยใช้เครื่องตรวจจับโลหะที่นำเสนอจะให้ค่าที่สูงกว่าระยะห่างที่ตรวจจับโลหะได้โดยใช้เครื่องตรวจจับโลหะของ Garrett Super Scanner

Title: Developing Pulse Induction Metal Detector by Using Microcontroller 32 bits: ARM Cortex-M3

Researcher: Assoc. Prof. Punyawi Jamjareekul Institution: Dhurakij Pundit University

Year of Publication: B.D. 2555 Publisher: Dhurakij Pundit University Press

Sources No. of page: 67 pages

: Researcher Center Dhurakij Pundit University

Keyword Copyright: Dhurakij Pundit University

: Metal Detector, Microcontroller, ARM Cortex-M3

Abstract

245521

This research proposes a novel pulse induction metal detector by using microcontroller 32 bits: ARM Cortex-M3. ET- NXP ARM KIT (LPC 1768), being a ETT build-in board and having a clock speed of 100 MHz, is used in this research for generating PWM signals toward a novel proposed coil driver. The proposed coil driver has 2 coils (transmitter and receiver). Refer to the research results, the metal detection distances for aluminium, copper, and iron of the proposed metal detector whose sizes are 2x2 $inch^2$ and 4x4 $inch^2$ are greater than those of the previous proposed metal detector based-on AVR ATmega168. The farthest distances for detecting each kind of the considered metal are equal to 9 – 10 cm and 17 – 18 cm for metals' sizes of 2x2 $inch^2$ and 4x4 $inch^2$, respectively. Furthermore, a receiver coil's inductance 680 μH can provide the farthest metal detection distance of 12 cm. The conclusion can be drawn that higher a receiver coil's inductance is, longer the distances for detecting iron, aluminium, and metal foil can be reached. Moreover, the metal detection distances of a big knife, a small knife (cutter), and cigarette foil by using the proposed metal detector are greater than those of the commercial metal detector of Garrett Super Scanner.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	4
1.6 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานทำการวิจัย	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-NXP ARM KIT (LPC1768)	5
2.1.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768)	6
2.1.2 การใช้งานวงจรขับ LED แสดงผล	8
2.1.3 การใช้งานวงจรกำเนิดเสียง	9
2.1.4 การใช้งานจอแสดงผล Graphic LCD แบบ TFT LCD	10
2.1.5 การใช้งานพอร์ต RS-232	13
2.1.6 การใช้งานขั้วต่อ Port I/O ต่างๆ ของบอร์ด ET-NXP ARM KIT	14
2.1.7 การ Download Hex file ให้กับ MCU ของบอร์ด LPC1768	18
2.1.8 โมดุลพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต (GPIO) ของ LPC1768	19
2.1.9 โมดุลไทเมอร์ (Timer) ของ LPC1768	21
2.2 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน	28
2.2.1 วิเคราะห์การทำงานในสภาวะปิดวงจร	28
2.2.2 วิเคราะห์การทำงานในสภาวะเปิดวงจร	29
2.3 การใช้งานทรานซิสเตอร์ร่วมกับพัลส์ PWM	30
2.4 ทฤษฎีการพันเส้นลวดเป็นรูปวงกลม	31
2.5 การตรวจจับค่าแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับศูนย์	32
2.6 วงจรเปิด/ปิดสัญญาณพัลส์ให้แก่ขดลวด	34

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3	ระเบียบวิธีวิจัย	39
	3.1 การคำนวณหาค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ PWM	39
	3.2 ขั้นตอนวิธีในการใช้งานไทเมอร์ TIM1 และไทเมอร์ TIM2	40
	3.3 การจำลองการทำงานของวงจรเปิด/ปิดพัลส์ที่นำเสนอ	41
	3.4 ขั้นตอนวิธีในการใช้งานเครื่องที่นำเสนอ	45
	3.4 อัลกอริทึมที่ใช้ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์	47
บทที่ 4	ผลการออกแบบ	51
	4.1 ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นกับแผ่นอลูมิเนียมที่วางในอากาศ	52
	4.2 ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นกับแผ่นทองแดงที่วางในอากาศ	53
	4.3 ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นกับแผ่นเหล็กที่วางในอากาศ	55
	4.4 ผลการทดสอบตรวจจับโลหะจำพวกมีดขนาดใหญ่ มีดขนาดเล็ก และฟอยล์ห่อบุหรี่	56
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยข้อเสนอแนะ	58
	5.1 สรุปผลการวิจัย	58
	5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนางานวิจัย	59
บรรณานุกรม		60

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.14 คุณสมบัติทางกายภาพในทางทฤษฎีที่คำนวณได้ของขดลวดที่มีรูปทรงต่างๆ 31

ตารางที่ 3.1 ค่าความเหนี่ยวนำต่างกันที่นำมาใช้ในการทดสอบวงจรตรวจจับโลหะที่นำเสนอ 42

ตารางที่ 3.2 ค่าความกว้างพัลส์ด้านบวกในหน่วยของไทเมอร์ TIM1 และหน่วยเวลา ms 47

ตารางที่ 4.1 ค่าความเหนี่ยวนำของ 2 ขดลวดและระยะทางที่ตรวจจับพบโลหะ 57

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบระยะที่ตรวจจับพบโลหะจากการใช้เครื่องตรวจจับโลหะ 2 ชนิด 57

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ในบอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) 7

รูปที่ 2.2 วงจรแบบขับกระแสที่ต่อกับ LED แสดงผลของบอร์ด LPC1768 9

รูปที่ 2.3 วงจรกำเนิดเสียงบนบอร์ด LPC1768 10

รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อกับ Graphic LCD บนบอร์ด ET-NXP ARK KIT (LPC1768) 11

รูปที่ 2.5 พอร์ตเชื่อมต่อ UART0 และ UART2 บนบอร์ด ET-NXP ARK KIT (LPC1768) 13

รูปที่ 2.6 คอนเนกเตอร์ DB-9 กับ DB-25 ที่เชื่อมต่อผ่านสายเคเบิลไปยังพอร์ต RS-232 15

รูปที่ 2.7 ขั้วต่อ Port I/O 8 ชุด ของบอร์ด ET-NXP ARM KIT LPC1768 16

รูปที่ 2.8 การใช้โปรแกรม Flash Magic Version 5.39.1797 เพื่อ Download Hex File 18

รูปที่ 2.9 การทำงานเพื่อสร้าง PWM ในโหมดปรับเทียบขอบขาสัญญาณแบบนับค่าขึ้น 26

รูปที่ 2.10 การทำงานเพื่อสร้างสัญญาณ PWM ในโหมดปรับเทียบกึ่งกลางสัญญาณ 27

รูปที่ 2.11 วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นวงจรเปิด/ปิดพัลส์แบบใหม่ที่นำเสนอ 28

รูปที่ 2.12 สภาวะที่ Contact 1 กับ 3 ต่อกัน และ สภาวะที่ Contact 2 กับ 3 ต่อกัน 29

รูปที่ 2.13 วงจรไฟฟ้าที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจากรูปที่ 2.11 โดยมีการต่อทรานซิสเตอร์และไดโอด 30

รูปที่ 2.14 วงจรไฟฟ้ารูปที่ 2.5 ในสภาวะที่ Contact 1 กับ 3 เชื่อมต่อกัน (ปิดวงจร) 32

รูปที่ 2.15 วงจรที่ต่อเอาต์พุตของออปแอมป์เข้าขาอินเทอร์รัปต์ภายนอก 0 ของ ATmega168 33

รูปที่ 2.16 วงจรเปิด/ปิดพัลส์ให้แก่ขดลวด (Coil Driver) 35

รูปที่ 3.1 วงจรปิด/ปิดพัลส์ที่มีขดลวดจำนวน 2 ขดที่นำเสนอใหม่ในงานวิจัยฉบับนี้ 43

รูปที่ 3.2 ผลตอบสนองเชิงความถี่ของขดลวดส่งและรับ เมื่อตัวเหนี่ยวนำ 2 ตัว มีค่า 330 μH 44

รูปที่ 3.3 ผลตอบสนองเชิงความถี่ เมื่อตัวเหนี่ยวนำ 2 ตัว มีค่า 330 μH กับ 470 μH ตามลำดับ 44

รูปที่ 3.4 ผลตอบสนองเชิงความถี่ เมื่อตัวเหนี่ยวนำ 2 ตัว มีค่า 330 μH กับ 680 μH ตามลำดับ 45

รูปที่ 3.5 อัลกอริทึมหาค่า $T_discharge_{air}$ 48

รูปที่ 3.6 อัลกอริทึมหาค่า $T_discharge_{metal}$ และ $\Delta T_discharge$ 49

รูปที่ 3.7 การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทำการทดลองและตรวจจับโลหะที่วางในอากาศ 50

รูปที่ 4.1 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นอลูมิเนียมขนาด 2x2 ตารางนิ้วที่ตรวจจับได้ไม่เกิน 10 ซม. 52

รูปที่ 4.2 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นอลูมิเนียมขนาด 4x4 ตารางนิ้วที่ตรวจจับได้ไม่เกิน 20 ซม. 53

รูปที่ 4.3 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นทองแดงขนาด 2x2 ตารางนิ้วที่ตรวจจับระยะห่าง 9 ซม. 54

รูปที่ 4.4 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นทองแดง 4x4 ตารางนิ้วที่ตรวจจับ ไม่เกินระยะห่าง 18 ซม. 54

รูปที่ 4.5 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นเหล็กขนาด 2x2 ตารางนิ้วที่ตรวจจับระยะห่าง 10 ซม. 55

รูปที่ 4.6 ค่า $\Delta T_discharge$ ของแผ่นเหล็กขนาด 4x4 ตารางนิ้วที่ตรวจจับ ไม่เกินระยะห่าง 17 ซม. 56