



การทดสอบการป้องกันการลัดวงจร ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

The Protection Testing for A short circuits Using PIC

Microcontroller

จิระศักดิ์ วงศา

บัญชา ศรีวิโรจน์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยธนบุรี

พ.ศ. 2554

ชื่อเรื่อง การทดสอบการป้องกันการลัดวงจรด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ผู้วิจัย จิระศักดิ์ วงศา (หัวหน้าโครงการ)

บัญชา ศรีวิโรจน์

สถาบัน มหาวิทยาลัยธนบุรี

พ.ศ. 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบการตัดวงจรเมื่อเกิดกระแสเกินพิกัดหรือเกิดการลัดวงจรรวมถึงการตรวจจับแรงดันที่ผิดจากช่วงระดับแรงดันกรณีจ่ายไฟปกติของการไฟฟ้าต่ำสุด 214 โวลต์ สูงสุด 237 โวลต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 มาใช้ในการทดสอบ ซึ่งได้ใช้ตัวตรวจจับกระแสขนาดพิกัด 50 แอมป์ สามารถทำการหาค่าสมการเชิงเส้นของตัวตรวจจับกระแสมีค่า $I=(V-2.57)/-0.034$ การทดสอบรับค่าของกระแสที่ 0 แอมป์ มีค่าความผิดพลาดของกระแสเท่ากับ 3.91 % แรงดันเอาต์พุตที่ตัวตรวจจับกระแสจะแปรผันตามค่าของกระแสเท่านั้น ไม่ว่าจะแรงดันตรงแหล่งจ่ายจะมีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตาม การทดสอบวัดค่าแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสทั้งสิ้น 4 ตัว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระแสตั้งแต่ 0-20 แอมป์ สามารถนำมาหาค่าความผิดพลาดของกระแสคิดเป็น 7.59 % ผลการทดสอบเปลี่ยนแปลงค่ากระแสพบว่า เมื่อกระแสเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันเอาต์พุตเมื่อผ่านวงจร low pass filter มีค่าลดลง การตัดวงจรเมื่อเกิดกระแสที่ไหลเกิน เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจพบที่เกิดกระแสที่ไหลเกินที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตัดวงจรโดยใช้เวลาเริ่มนับจากกระแสเกินจนตัดวงจร โดยใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 4.20 มิลลิวินาที ผลการทดสอบการตัดวงจรเมื่อเกิดแรงดันที่สูงหรือต่ำเกินพิกัด พบว่าเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ตรวจพบที่แรงดันเกินพิกัดที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตัดวงจรโดยใช้เวลาเริ่มนับจากแรงดันเกินจนตัดวงจร โดยใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 4.50 มิลลิวินาที

คำสำคัญ : การลัดวงจร / ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC / สมการเชิงเส้นของตัวตรวจจับกระแส

Research Title The protection testing for a short circuits using PIC microcontroller
Researcher Jeerasak wongsa (Head of project)
Bancha sriwirote
Institution Thonburi University
B.E. 2011

Abstract

This research tests circuit breaking when the over current or short circuits, And when the voltage is under 214cvolt or over 234 volt. The microcontroller will execute by cutting off the current. The controller is set at 50 Ampere current limited. Linear equation of current sensor can by expressed as $I=(V-2.57)/-0.034$. The current error is 3.91% with input current 0 Ampere. Voltage cut of current sensor will vary with input current only. Output voltage is absolutely independent of input voltage. The experiment is performed by using 4 current sensors, by varying current form 0-20 Ampere. The current error is only 7.59%. The result show that when current increase, the output voltage often passing low pass filter will decrease. When over current occurs, Microcontroller will cut off circuit within 4.20 millisecond. When voltage is higher or under than limited value, The microcontroller will cut off circuit within 4.50 millisecond.

Keywords : short circuit, PIC microcontroller, linear equation of current sensor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตลอดจนการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ จนสำเร็จเป็นงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์ได้ ทีมงานผู้วิจัยขอกล่าวคำขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ อีกทั้งการได้รับคำปรึกษาต่างๆ การให้ความช่วยเหลือสนับสนุนจากอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ยืน ปาระเคน ซึ่งมีความกรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำชี้แนะถึงแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินการจัดทำผลงานวิจัยฉบับนี้ รวมถึงการแก้ไขข้อผิดพลาดในส่วนต่างๆ ตลอดจนทำให้ผลงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้ประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจตลอดมาและขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสร้างเครื่องมือทดสอบการป้องกันการลัดวงจรด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จนสำเร็จเป็นผลงานวิจัยฉบับนี้ได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
1.7 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การลัดวงจร	4
2.2 ลักษณะความผิดปกติของระบบไฟฟ้า	5
2.3 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า	5
2.4 องค์ประกอบในการออกแบบ อุปกรณ์ป้องกัน	6
2.5 หลักการเบื้องต้นการป้องกันระบบไฟฟ้าด้วยรีเลย์ป้องกัน	8
2.6 การพัฒนารีเลย์ป้องกันแบบดิจิทัลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	8
2.7 เทคโนโลยีรีเลย์	10
2.8 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	20
2.9 ขาดต่างๆกับการใช้งาน PIC16F877	24
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.1 วงจรรับค่ากระแสด้วยฮอลเอฟเฟ็ค	32
3.2 วงจรประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	34
3.3 วงจรเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS232	36
3.4 วงจรภาคกำลังในการสับสวิทช์	37
3.5 การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Psim	38
3.6 การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Proteus	38
3.7 การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ด้วย โปรแกรม CCS 'C' Compiler	39
3.8 การรับค่ากระแสจากพอร์ตอนุกรมด้วยโปรแกรม Hyperterminal	40
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
4.1 การทดสอบตรวจวัดสัญญาณแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากตัวตรวจจับกระแสที่กระแส 0 แอมป์	42
4.2 การทดสอบตรวจวัดสัญญาณแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากตัวตรวจจับกระแสหลาย ย่านกระแส ที่แรงดันระดับต่างๆ	44
4.3 การทดสอบคุณลักษณะของแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากตัวตรวจจับกระแสแต่ละ ย่านกระแส	50
4.4 การทดสอบคุณลักษณะของแรงดันเอาต์พุตเมื่อเข้าสู่วงจร LOW PASS RC FILTER	51
4.5 การทดสอบความเร็วในการตัดวงจรเมื่อเกิดกระแสเกินพิกัด	91
4.6 การทดสอบความเร็วในการตัดวงจรเมื่อเกิดแรงดันสูงหรือต่ำเกินพิกัด	92
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	94
5.1 สรุปผลการทดสอบ	94
5.2 ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารอ้างอิง	96
ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	สภาพการทำงานของวงจร	4
2.2	การคำนวณค่ากระแสของวงจรในแต่ละสภาพ	4
2.3	โหมคของสัญญาณนาฬิกาเมื่อใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์	23
2.4	โหมคของสัญญาณนาฬิกาเมื่อใช้คริสตอล	24
2.5	หน้าที่ของขาสัญญาณต่างๆ และการต่อใช้งานวงจรพื้นฐาน	26
4.1	การบันทึกค่าแรงดันเอาต์พุตจากตัวตรวจจับกระแสเมื่อกระแสเท่ากับ 0 แอมป์	43
4.2	ผลการวัดค่าแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสเมื่อแรงดันอินพุตของโหนดมีการเปลี่ยนแปลงแต่ละกระแสที่ไหลผ่านโหนดมีค่าเท่ากัน	44
4.3	ค่าแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสทั้ง 4 ตัว ที่ย่านกระแสต่างๆ	50
4.4	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 0 แอมป์	53
4.5	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 1 แอมป์	55
4.6	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 2 แอมป์	57
4.7	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 3 แอมป์	59
4.8	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 4 แอมป์	61
4.9	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 5 แอมป์	63
4.10	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 6 แอมป์	65
4.11	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 7 แอมป์	67
4.12	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 8 แอมป์	69
4.13	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 9 แอมป์	71
4.14	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 10 แอมป์	73
4.15	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 11 แอมป์	75
4.16	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 12 แอมป์	77
4.17	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 13 แอมป์	79
4.18	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 14 แอมป์	81
4.19	ตัวอย่างการเก็บผลค่าแรงดันเอาต์พุตที่ย่านกระแส 15 แอมป์	83
4.20	แรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสทั้ง 4 ตัว ที่ย่านกระแสตั้งแต่ 0-15 แอมป์	85
5.1	สมการเชิงเส้นของเซ็นเซอร์กระแสทั้ง 4 ตัว	94

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
2.1	บล็อกไดอะแกรมของดิจิทัลรีเลย์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C196	9
2.2	รีเลย์แบบพลังเซอร์	9
2.3	รีเลย์แบบบานพับ	12
2.4	เวกเตอร์ไดอะแกรม	12
2.5	โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์	20
2.6	เซรามิกรีโซเนเตอร์และการต่อใช้งาน	22
2.7	คริสตอลรีโซเนเตอร์	22
2.8	โครงสร้างขาของ Crystal Square-wave	23
2.9	ลักษณะของ pic16f877 และตำแหน่งหน้าที่ของขาที่ใช้งาน	24
2.10	ภาพแบบการป้องกันรีเลย์เบรกเกอร์เฟลเลอร์ด้วยสแตติกรีเลย์	29
2.11	รีเลย์เบรกเกอร์เฟลเลอร์ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล	30
2.12	การใช้รีเลย์เบรกเกอร์เฟลเลอร์ในระบบไอพีพี บัสมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวร่วมสองตัว	30
3.1	ลักษณะภาพร่างของฮอลเอฟเฟ็คขนาด 50 แอมป์และ 25 แอมป์	32
3.2	วงจรรับค่ากระแสด้วยฮอลเอฟเฟ็ค	32
3.3	บล็อกไดอะแกรมของเซ็นเซอร์กระแส	33
3.4	ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันเอาต์พุตเมื่อกระแสมีการเปลี่ยนแปลง	34
3.5	วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	34
3.6	ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	35
3.7	วงจรเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมด้วย IC MAX232	36
3.8	การต่อใช้งานพอร์ตอนุกรม	36
3.9	วงจรเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมด้วย IC MAX232	37
3.10	วงจรสับสวิตช์โดยใช้รีเลย์	37
3.11	การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Psim	38
3.12	การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PROTEUS	38
3.13	การเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วยโปรแกรม CCS 'C' Compiler	39
3.14	การรับค่ากระแสด้วยโปรแกรม Hyperterminal	40
4.1	วงจรทดสอบการวัดค่าแรงดันเอาต์พุตจากตัวตรวจจับกระแส	42
4.2	วงจรที่ประกอบขึ้นจริงในการทดสอบการวัดค่าแรงดันเอาต์พุตจากตัวตรวจจับกระแส	42
4.3	การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสดขนาด 1 แอมป์	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 2 แอมป์	34
4.5 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 3 แอมป์	46
4.6 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 4 แอมป์	46
4.7 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 5 แอมป์	46
4.8 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 6 แอมป์	46
4.9 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 7 แอมป์	47
4.10 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 8 แอมป์	47
4.11 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 9 แอมป์	47
4.12 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 10 แอมป์	47
4.13 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 11 แอมป์	47
4.14 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 12 แอมป์	47
4.15 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 13 แอมป์	48
4.16 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 14 แอมป์	48
4.17 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 15 แอมป์	48
4.18 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 16 แอมป์	48
4.19 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 17 แอมป์	48
4.20 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 18 แอมป์	48
4.21 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 19 แอมป์	49
4.22 การวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กระแสนขนาด 20 แอมป์	49
4.23 ค่าความแตกต่างของแรงดันเอาต์พุตสูงสุด-ต่ำสุด	51
4.24 วงจร Low Pass RC Filter	52
4.25 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 0 แอมป์	52
4.26 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 0 แอมป์	55
4.27 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 2 แอมป์	57
4.28 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 3 แอมป์	59
4.29 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 4 แอมป์	61
4.30 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 5 แอมป์	63

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.31 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 6 แอมป์	65
4.32 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 7 แอมป์	67
4.33 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 8 แอมป์	69
4.34 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 9 แอมป์	71
4.35 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 10 แอมป์	73
4.36 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 11 แอมป์	75
4.37 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 12 แอมป์	77
4.38 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 13 แอมป์	79
4.39 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 14 แอมป์	81
4.40 ผลจากการวัดแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสที่ย่านกระแส 15 แอมป์	83
4.41 การเปลี่ยนแปลงแรงดันเอาต์พุตของเซ็นเซอร์กระแสเมื่อกระแสที่ไหลผ่านตัวเซ็นเซอร์มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-15 แอมป์	86
4.42 สมการเชิงเส้น VI จากโปรแกรม Microsoft Excel ของเซ็นเซอร์กระแสตัวที่ 1	86
4.43 สมการเชิงเส้น VI จากโปรแกรม Microsoft Excel ของเซ็นเซอร์กระแสตัวที่ 2	87
4.44 สมการเชิงเส้น VI จากโปรแกรม Microsoft Excel ของเซ็นเซอร์กระแสตัวที่ 3	87
4.45 สมการเชิงเส้น VI จากโปรแกรม Microsoft Excel ของเซ็นเซอร์กระแสตัวที่ 4	88
4.46 เซ็นเซอร์กระแสขนาด 50 แอมป์	89
4.47 รีเลย์ขนาด 50 แอมป์	89
4.48 โหลดตัวต้านทาน 4 ตัวต่อขนานกัน	90
4.49 ชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	90
4.50 จอแสดงผล	90
4.51 ภาพรวมชิ้นงาน	91
4.52 การตัดวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อเกิดกระแสเกินพิกัด	91
4.53 วงจรรับค่าแรงดันอินพุตเพื่อตรวจสอบระดับแรงดัน	92
4.54 การทดสอบการตัดวงจรเมื่อแรงดันสูงเกินพิกัด	93