5

การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์

นาย พรยุทธ ชินมหาวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-977-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012781

I10297625

CONVERSION OF AN 8-BIT MICROCOMPUTER INTO A PULSE HEIGHT ANALYZER

Mr. Pornyooth Chinmahavong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1987

ISBN 974-567-977-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดย นาย พรยุทธ ชินมหาวงศ์

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคลสิริรัช)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. วีระชัย บัญชรเทวกุล)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์

ชื่อนิสิต นาย พรยุทธ ชินมหาวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ระบบเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิทให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างบัสข้อมูลกับวงจรส่งข้อมูลภายนอก และแผ่นวงจรแปลงรหัสสัญญาณแบบซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชัน (Successive Approximation ADC) โปรแกรมที่ออกแบบขึ้นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ โปรแกรมการวัด และโปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสำรองภายนอก คำสั่งในโปรแกรมใช้ภาษาเบสิกมีความยาว 8565 ไบท์ และแอสเซมบลีมีความยาว 441 ไบท์ หน่วยความจำสำหรับการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์มีขนาด 256 ช่องวัด แต่ละช่องวัดสามารถบันทึกจำนวนนับได้ 4.318×10^9 ครั้ง ช่วงเวลาในการวิเคราะห์เลือกได้จาก 0.1 ถึง 65535 วินาที โดยการทำงานของระบบสั่งผ่านคีย์ฟังก์ชัน

ผลการทดลองใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิท (แอปเปิล II) ซึ่งใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 1.023 ล้านเฮิร์ท การรับรหัสเชิงเลขทางบัสข้อมูลโดยตรง สามารถรับข้อมูลได้ความถี่สูงสุด 1×10^3 เฮิร์ท โดยไม่ผิดพลาด และมีการสูญเสียสัญญาณเฉลี่ยร้อยละ 1.4 ที่เวลานับมากกว่า 100 วินาที เมื่อทดสอบการวิเคราะห์ระดับพลังงานตามมาตรฐานของระบบวัดนิวเคลียร์ ระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถรับวิเคราะห์สัญญาณพัลซ์ที่กำเนิดจากพัลเซอร์ผ่านอุปกรณ์ขยายหลักโดยมีความผิดพลาด $\pm$ 2 ช่องวัด (Channel) ทั้งสัญญาณแบบไบโพลาและยูนิโพลา ใช้เวลาในกระบวนการสัญญาณแต่ละพัลซ์มากที่สุด 900 ไมโครวินาที การลดเวลาในกระบวนการสัญญาณให้น้อยลงทำได้โดยการเพิ่มความเร็วของไมโครคอมพิวเตอร์ และความเร็วในการแปลงรหัสสัญญาณ

Thesis Title CONVERSION OF AN 8-BIT MICROCOMPUTER INTO PULSE HEIGHT ANALYZER

Name Mr. Pornyooth Chinmahavong
Thesis Advisor Assistant Professor Suvit Punnachaiya
Department Nuclear Technology

Academic Year 1986

ABSTRACT

The conversion of an 8-bits microcomputer (APPLE II) pulse height analyzer consists mainly of a personal computer, data bus interfacing circuits and a successive approximation Analog to Digital Converter : ADC. The system softwares are seperated into two parts namely the measurement control program and mass memory data communication program. The measurement control program is executed under an Apple Software Basic with a length of 8565 bytes and an Assembly Language with 441 bytes length. The System is developed to analyze nuclear pulse heights up to 256 (2^8) channels and each channel is able to accumulate a maximum count number of $4.3318X10^9$. The analyzing time can be set from 0.1 to 65535 seconds. Operation of the system is simplified through assignment of function keys.

The computer based pulse height analyzer operates with 1.023 MHz system clock. All binary data codes are stored via random access memory data bus. The maximum frequency of pulses to be stored without errors is 1 kHz and the system shows an error of 1.4 % for storage of simulated nuclear pulse (from a NIM pulser) over a period more than 100 seconds. The analyzer however,shows an error of ± 2 stored channels for analysis of

both bipolar and unipolar signal pulses.The time required for pulse height acquisition is 900 μs.This analysis time can be reduced through faster microcomputers as well as through fast Signal Conversion.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงานทุกขั้นตอน ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณ ห้องปฏิบัติการอิเล็คทรอนิกส์ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คุณ นฤปวัจก์ เงินวิจิตร และ คุณ พิศิษฐ์ หวานประเสริฐ์ ที่มีส่วนช่วยในการทดลองครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ 1
   - 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 2
   - 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2. การวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 4
   - 2.1 ลักษณะของสัญญาณพัลซ์ 4
   - 2.2 การวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 6
   - 2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์แบบหลายช่อง 10
3. การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิท 13
   - 3.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลชนิด 8 บิท 13
   - 3.2 การเชื่อมโยงสัญญาณ 18
   - 3.3 การจัดการหน่วยความจำ 25
4. การออกแบบโปรแกรม และ แผ่นวงจรเชื่อมโยง 31
   - 4.1 การออกแบบระบบเชื่อมโยงสัญญาณและการจัดการวิเคราะห์ข้อมูล 31
   - 4.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน 51
5. ผลการทดสอบการทำงานของระบบ 61
   - 5.1 การทดสอบการรับสัญญาณข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ . 61
   - 5.2 การทดสอบโปรแกรมควบคุมการทำงาน 70
   - 5.3 ลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 74
6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 76
   - 6.1 สรุปผลการทดลอง 76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2 ข้อเสนอแนะ 77
เอกสารอ้างอิง 79
ภาคผนวก ก. ชุดคำสั่งแอสเซมบลีของไมโครโปรเซสเซอร์ 6502..... 80
ภาคผนวก ข. ข้อมูลของวงจรรวม 86
ประวัติผู้เขียน 128

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 ตำแหน่งแอดเดรสของ I/O พอร์ท 25
3.2 การจัดการหน่วยความจำบนแผ่นวงจรแม่ 26
3.3 การจัดการตำแหน่งหน่วยความจำประเภทแรม 27
3.4 การจัดการหน่วยความจำประเภทรอม 28
3.5 ผังแสดงบริเวณหน่วยความจำรับและส่งสัญญาณ 29
3.6 ผังแสดงตำแหน่งหน่วยความจำทั้งหมดของแอปเปิล 30
4.1 ความสัมพันธ์ของช่องเสียบหมายเลข 0-7 กับ
แอดเดรสรับส่งสัญญาณ 32
4.2 รูปแบบของสัญญาณ A0, A1, A2 และ A3 เมื่อเทียบกับ
แอดเดรสของช่องทางรับส่งข้อมูล 34
4.3 ตารางการทำงานของสัญญาณควบคุม 36
4.4 เอาท์พุทของวงจรเลือกหลังการถอดรหัส 38
4.5 ลักษณะการทำงานเมื่อมีสัญญาณการขอขัดจังหวะ 54
5.1 ผลการวิเคราะห์อัตราสูญเสียปริมาณวิเคราะห์ที่เวลาจริง 65
5.2 ผลการทดสอบความถูกต้องในการรับข้อมูล 66
5.3 ผลการทดสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์
จากพัลเซอร์ 68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 กลไกการเปลี่ยนพลังงานของรังสีนิวเคลียร์ให้เป็นปริมาณประจุไฟฟ้า 4
2.2 ระบบวัดรังสีนิวเคลียร์ 5
2.3 รูปสัญญาณพัลซ์มาตรฐาน 6
2.4 แผนภาพแสดงการทำงานของวงจรแบบวิลคินสัน 8
2.5 รูปสัญญาณแสดงการแปลงรหัสในวงจรแบบวิลคินสัน 8
2.6 หลักการของการเปลี่ยนรหัสความสูงแบบซัคเซสซีฟแอพพรอกซิเมชัน. 9
2.7 แผนภาพเบื้องต้นของ MCA 10
2.8 การจัดเรียงซ้อนชุดวิเคราะห์ SCA A,B,C,D อย่างต่อเนื่อง 11
3.1 แผนภาพแสดงโครงสร้างของไมโครคอมพิวเตอร์ 14
3.2 อุปกรณ์ภายในแผ่นวงจรแม่ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แอปเปิล II 15
3.3 การจัดขาของแต่ละช่องเสียบ 19
3.4 สัญญาณนาฬิกาและสัญญาณต่าง ๆ ในช่วงเวลาอ่านคำสั่งจากรอมหรือส่วนเชื่อมโยงสัญญาณ 20
3.5 วงจรของหน่วยความจำชนิดรอมซึ่งบรรจุคำสั่งการทำงานของเครื่อง 22
3.6 วงจรการถอดรหัสแอดเดรสของแต่ละช่องเสียบ 23
4.1 ระบบเชื่อมโยงอุปกรณ์เพื่อใช้วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 31
4.2 เส้นสัญญาณที่เลือกใช้กับระบบเชื่อมโยง 33
4.3 การจัดเรียงแอดเดรสของหน่วยความจำชั่วคราวของระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 36
4.4 วงจรถอดรหัสของคำสั่งควบคุมการส่งและรับข้อมูล 37
4.5 แผนภาพการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลา 40
4.6 วงจรสร้างฐานเวลา 41
4.7 การเปลี่ยนสัญญาณรูปไซน์เป็นสแควร์ 41
4.8 แผนภาพวงจรตั้งเวลา 43

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.9 วงจรตั้งเวลา 44
4.10 วงจรขับสัญญาณข้อมูลเวลา 46
4.11 วงจรขับสัญญาณทางบัสข้อมูล 47
4.12 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณ 49
4.13 แผนภาพวงจรแปลงรหัสสัญญาณแบบซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชัน ... 50
4.14 โฟลวชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวัด 52
4.15 โฟลวชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย "INTERRUPT" 56
4.16 การจัดหน่วยความจำเพื่อใช้สะสมค่านับของข้อมูล 57
4.17 โฟลวชาร์ทของโปรแกรมเรียกข้อมูล 60
5.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการทำงานของระบบ 62
5.2 แผนภาพเวลาของระบบขณะวัด 63
5.3 รูปสัญญาณและเวลาที่ใช้ในการแปลงรหัสของ ADC 64
5.4 รูปสัญญาณและเวลาในการเก็บข้อมูล 64
5.5 ผลการรับรหัสข้อมูลโดยตรงทางบัสข้อมูลซึ่งแสดงผลทางจอภาพ ... 67
5.6 การต่ออุปกรณ์วัดเพื่อทดสอบความผิดพลาดในการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ 67
5.7 เส้นกราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของวงจรแปลงรหัสสัญญาณ 69
5.8 ผลการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ซึ่งกำเนิดจากพัลเซอร์ 69
5.9 แผนภาพการเชื่อมโยงอุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานรังสีนิวเคลียร์ 70
5.10 สเปคตรัมของไอโซโทปซีเซียม-137 ที่วิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ที่พัฒนาขึ้น 71
5.11 สเปคตรัมของไอโซโทปโคบอลต์-60 ที่วิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ที่พัฒนาขึ้น 72
5.12 สเปคตรัมของไอโซโทปซีเซียม-137 จากเครื่องพิมพ์ 72
5.13 รายงานผลการวัดในแต่ละช่องวัดทางเครื่องพิมพ์ 72
5.14 เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ระดับพลังงานของไอโซโทปโคบอลต์-60 ด้วยเครื่อง MCA ของ TRACOR NORTERN รุ่น TN-1705 และระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ที่พัฒนาขึ้น 73

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.15 แผ่นวงจรเชื่อมโยงและแผ่นวงจรแปลงรหัสสัญญาณ 73
5.16 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์แบบหลายช่องโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิท ของแอปเปิล 74
6.1 แสดงแนวทางในการรับข้อมูลรหัสเพื่อขยายความจุ 78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย