

160

การพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์



นาย มนต์เทียน เทียนประทีป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาฟิสิกส์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-865-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16215145

DEVELOPMENT OF A MULTIPURPOSE DIGITAL RECORDER



Mr. Montian Tianprateep

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

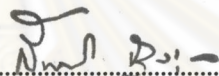
1995

ISBN 974-632-865-4

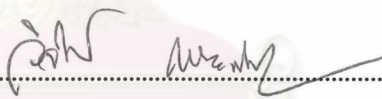
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์
โดย นาย มนต์เทียน เทียนประทีป
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน



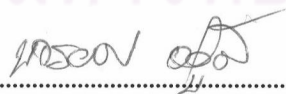
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

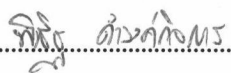

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุดสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เส็งหะพันธ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขจรยศ อยู่ดี)


..... กรรมการ
(นาย พิสิฐ ดำรงค์กิจการ)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

มนต์เทียน เทียนประทีป : การพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ (DEVELOPMENT OF A MULTIPURPOSE DIGITAL RECORDER) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อนันตสิน เตชะกำพุช, 171 หน้า. ISBN 974-632-865-4

การพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ไปประยุกต์ใช้ในงานทดลองทางฟิสิกส์บางอย่างที่ต้องเก็บข้อมูลเป็นเวลานานและมีข้อมูลเป็นจำนวนมาก

เครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ที่ออกแบบขึ้นมีช่องรับสัญญาณ 8 ช่องสัญญาณ ได้แก่ T1 T2 U1 U2 U3 U4 U5 และ U6 และสามารถทำงานได้ 3 ลักษณะ คือ 1. การทำงานแบบ 1 ใช้บันทึกอุณหภูมิและค่าความต่างศักย์ต่างๆ ช่วงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้ช่องสัญญาณ T1 เป็นมาตรฐานอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป 2. การทำงานแบบ 2 ใช้บันทึกอุณหภูมิและค่าความต่างศักย์ต่างๆ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป และ 3. การทำงานแบบ 3 ใช้ในการจับเวลา ซึ่งในการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ในครั้งนี้ได้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ทำหน้าที่เป็น CPU ไอซีหมายเลข 2732 ทำหน้าที่เป็น ROM ไอซีหมายเลข 6116 ทำหน้าที่เป็น RAM ไอซีหมายเลข 4051 หมายเลข 4052 และหมายเลข 4097 ทำหน้าที่เป็นไอซีสวิตช์ตัดต่อ ไอซี ADC หมายเลข 574A ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล และใช้จอแสดงผล LCD ชนิดจุดเป็นหน่วยแสดงผล

สำหรับงานวิจัยนี้มีการนำเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ไปทดสอบใช้ในงานทางฟิสิกส์ 3 อย่าง อันได้แก่ 1. ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานเทอร์มิสเตอร์ที่ไม่ทราบความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยใช้การทำงานแบบ 1 2. ใช้หาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิของเตาอบไฟฟ้าตั้งแต่เริ่มจ่ายกระแสให้เตาอบโดยใช้การทำงานแบบ 2 และ 3. ใช้การทำงานแบบ 3 จับเวลาในการทดลองเรื่องการกลิ้งและรัศมีจางเรชันโดยทดลองจับเวลาการกลิ้งของทรงกระบอกตันตามพื้นเอียงที่มีความสูงต่างๆ เพื่อหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งจากการทดสอบพบว่าเครื่องมือทำงานได้ดี

การทดลองใช้เครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอเนกประสงค์ในการทำงานแบบ 1 และแบบ 2 พบว่าเครื่องมีความผิดพลาดในการวัดอุณหภูมิเป็น 0.1 เคลวินและความผิดพลาดในการวัดค่าความต่างศักย์เป็น 0.1 mV ส่วนในการทำงานแบบ 3 เครื่องมีความผิดพลาดจากการจับเวลาเป็น 0.01 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ฟิสิกส์
สาขาวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต ลว
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *Dilhan Jomiyak*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



C625331 : MAJOR PHYSICS

KEY WORD: INTERFACING / MICROPROCESSOR / DATA LOGGER / DIGITAL RECORDER

MONTIAN TIANPRATEEP : DEVELOPMENT OF A MULTIPURPOSE DIGITAL RECORDER.

THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. ANUNTASIN TECHAGUMPUCH, Ph. D. 171 pp.

ISBN 974-632-865-4

A multipurpose digital recorder (MDR) has been developed for using in some physics experiments. It can record large number of data and can be used in long time experiments.

MDR has 8 channels (T1, T2, U1, U2, U3, U4, U5, and U6) for input signal and has 3 modes, MODE 1 for measuring and recording temperature and voltage at every interval of temperature T1, MODE 2 for measuring and recording temperature and voltage at every period of time, and MODE 3 for recording time. For MDR, the Z80 is used as CPU, IC 2732 is used as ROM, IC 6116 is used as RAM, IC 4051, 4052, and 4097 are used as switching IC, ADC 574A is used as analog to digital convertor, and dot matrix LCD is used as display unit.

In this research, the performance of MDR were investigated by 3 physics experiments. In MODE 1, it was used to calibrate the unknown termistor by finding termistor resistance as a function of temperature. In MODE 2, it was used to find the time-temperature curve of an electrical oven after switching the power on. In MODE 3, it was used to record the rolling time of a solid cylinder at the same distance along an inclined plane but at different highs for calculating the gravitational acceleration. It was found that the performance of this MDR was acceptable.

The error of MDR in reading temperature, voltage, and time are 0.1 Kelvin, 0.1 mV, and 0.01 second respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... ฟิสิกส์.....

สาขาวิชา..... ฟิสิกส์.....

ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *M LW*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Orsone Jomy*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากคำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ได้รับจากรองศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพุช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคุณอภิรัตน์ บุญเปี่ยมที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืองานบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตลอดจนผู้ที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ และที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณบิดามารดาที่สนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยให้ได้มีโอกาสศึกษามาโดยตลอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
- วัตถุประสงค์และขอบเขตของการพัฒนาเครื่องมือบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์..	2
- ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์	3
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์	4
2. การออกแบบวงจรของเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์	5
- แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง	6
- หน่วยควบคุม	7
1. สัญญาณนาฬิกา	7
2. หน่วยความจำ	9
3. ส่วนเพิ่มช่องรับส่งข้อมูล	11
4. สัญญาณรีเซต	15
- หน่วยแสดงผล	17
- หน่วยแปลงสัญญาณ	20
1. ส่วนขยายสัญญาณ	20
2. ส่วนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	21

บทที่

2. (ต่อ)

- ส่วนการรับสัญญาณและตรวจสอบการเลือกสัญญาณ	24
1. ส่วนการรับสัญญาณ	24
2. ส่วนตรวจสอบการเลือกช่องสัญญาณ	30
- วงจรวัดอุณหภูมิ	33
3. หลักการทำงานของชุดคำสั่งดูแลระบบ	41
- ชุดคำสั่งหลัก	41
- ชุดคำสั่งย่อยแบบการทำงาน	43
1. ชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 1 (MODE 1)	43
2. ชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 2 (MODE 2)	46
3. ชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 3 (MODE 3)	48
4. วิธีใช้งานเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอนเนกประสงค์	51
- ลักษณะของเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอนเนกประสงค์	51
- วิธีใช้งานการทำงานแบบ 1 (MODE 1)	52
- วิธีใช้งานการทำงานแบบ 2 (MODE 2)	56
- วิธีใช้งานการทำงานแบบ 3 (MODE 3)	59
5. ตัวอย่างการใช้งานเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอนเนกประสงค์	62
- ตัวอย่างการใช้งานในการทำงานแบบ 1	62
- ตัวอย่างการใช้งานในการทำงานแบบ 2	65
- ตัวอย่างการใช้งานในการทำงานแบบ 3	68
6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
- ข้อสรุปที่ได้จากการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอนเนกประสงค์	74
- ปัญหาที่พบในการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขอนเนกประสงค์และแนวทางแก้ไข ..	74

บทที่	
6. (ต่อ)	
- แนวทางในการพัฒนาเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขต่อเนื่องครั้งต่อไป	75
รายการอ้างอิง	77
ภาคผนวก	
ก. ข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์ Z80	79
ข. ข้อมูลของไอซีหมายเลข 2732	88
ค. ข้อมูลของไอซีหมายเลข 6116	89
ง. ข้อมูลของไอซีหมายเลข 8255	90
จ. ข้อมูลของไอซี ADC หมายเลข 574A	108
ฉ. ข้อมูลของจอแสดงผลแบบ LCD ชนิดจุดและรหัสตัวอักษร	117
ช. ชุดคำสั่งดูแลระบบ	119
ประวัติผู้เขียน	161

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัญญาณการเลือกใช้พอร์ทของไอซีหมายเลข 8255	13
2.2 สรุปการจัดสรรพอร์ทของไอซีหมายเลข 8255	15
2.3 สรุปคำสั่งสำหรับจอแสดงผลแบบ LCD	18
2.4 แสดงชนิดของสัญญาณควบคุมการทำงานของไอซี ADC หมายเลข 574A	22
2.5 สรุปพอร์ทที่เกี่ยวกับการควบคุมส่วนแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณ ดิจิตอล	24
2.6 ตารางค่าความจริงของไอซีหมายเลข 4097	24
2.7 แสดงค่าความจริงสำหรับควบคุมไอซีหมายเลข 4052	27
2.8 สรุปรหัสคำสั่งควบคุมการติดต่อสวิทช์รับสัญญาณ	29
2.9 สรุปรหัสคำสั่งควบคุมการเลือกสัญญาณตรวจสอบสวิทช์	32
2.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิ ความต้านทานและค่าความต่างศักย์ ของวงจรวัดอุณหภูมิ	35
5.1 แสดงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ R _t ค่าความต่างศักย์ U ₁ และ U ₂ ที่อุณหภูมิต่างๆ	64
5.2 แสดงค่าอุณหภูมิภายในเตาอบไฟฟ้าที่เวลาต่างๆ	67
5.3 แสดงผลการทดลองการจับเวลาของวัตถุรูปทรงต่างๆ	71
5.4 แสดงเวลาที่ความสูงของพื้นลาดขนาดต่างๆ	72

สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง	6
2.2 แสดงวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาความถี่ 2 MHz	8
2.3 แสดงวงจรถอดรหัสสำหรับควบคุมหน่วยความจำ	11
2.4 แสดงวงจรถอดรหัสควบคุมการรับส่งข้อมูล	12
2.5 แสดงวงจรสัญญาณรีเซต	16
2.6 แสดงวงจรถอดรหัสสำหรับจอแสดงผลแบบ LCD	17
2.7 แสดงวงจรรวมของส่วนแสดงผล	20
2.8 แสดงวงจรถ่ายเพื่อการเป็นเครื่องตรวจวัด	21
2.9 แสดงวงจรถ่ายส่วนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	23
2.10 แสดงวงจรถ่ายรับสัญญาณและตรวจสอบการเลือกแบบการทำงาน	26
2.11 แสดงวงจรถ่ายตรวจสอบการเลือกช่องสัญญาณ	31
2.12 แสดงวงจรถ่ายของสวิทช์ควบคุมเครื่อง	33
2.13 แสดงวงจรถ่ายวัดอุณหภูมิ	33
2.14 แสดงวงจรรวมส่วนที่ 1	36
2.15 แสดงวงจรรวมส่วนที่ 2	37
2.16 แสดงวงจรรวมส่วนที่ 3	38
2.17 แสดงวงจรรวมส่วนที่ 4	39
2.18 แสดงวงจรรวมส่วนที่ 5	40
3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของชุดคำสั่งหลัก	42
3.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 1	44

รูปที่

3.3	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 2	47
3.4	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของชุดคำสั่งย่อยการทำงานแบบ 3	49
4.1	แสดงลักษณะของแฉกควบคุมของเครื่องบันทึกเชิงตัวเลขขอเนกประสงค์	51
5.1	แสดงวงจรที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานของ เทอร์มิสเตอร์	63
5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ ที่ทดสอบ	65
5.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปภายในเตาอบไฟฟ้า	68
5.4	แสดงการจัดอุปกรณ์การทดลองเรื่องการกลิ้งและรัศมีใจเรชัน	70
5.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของพื้นลาดกับค่า $1/\Delta t^2$	73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย