

อินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 และ 8085

นายเสกสรรค์ วัฒนะโชติ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

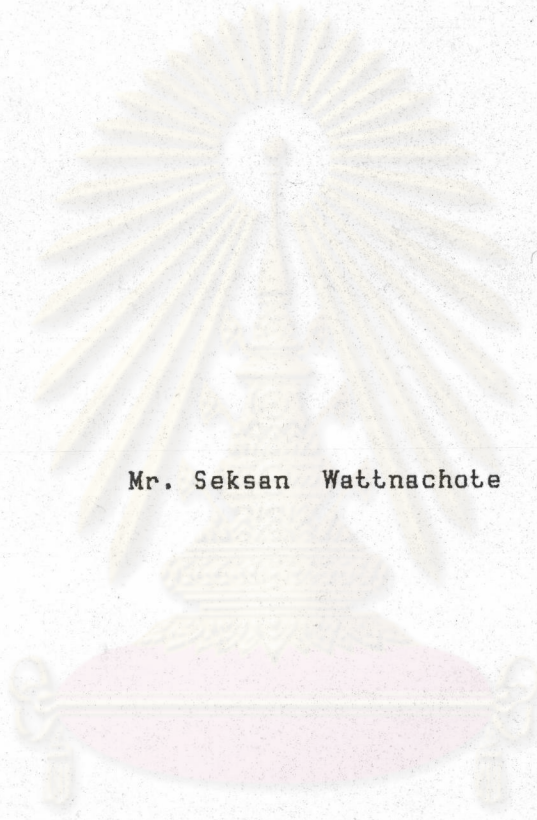
ISBN 974-581-641-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018484

117221291

In-circuit Emulator for Z-80 and 8085 Microprocessors



Mr. Seksan Wattnachote

ศูนย์วิทยทรัพยากร
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School


Chulalongkorn University

1992

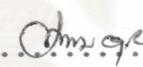
ISBN 974-581-641-8

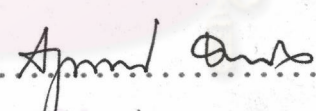
หัวข้อวิทยานิพนธ์ อินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 และ 8085
โดย นายเสกสัมพันธ์ วัฒนะโชติ
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ. กฤษดา วิศวธีรานนท์

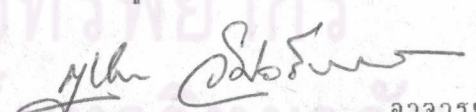
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. กาวร วิศวธีรานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. โศภณ อารีชา)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประยูร เขียววัฒนา)



เอกสารนี้ วัณนะโชติ : อินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 และ 8085
(In-circuit emulator for Z-80 and 8085 microprocessors)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม :

รศ. กฤษดา วิศวกรรมศาสตร์ , 210 หน้า. ISBN 974-581-641-8

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึง การออกแบบและสร้างอินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เครื่องมือนี้จะต่อแทนที่ไมโครโปรเซสเซอร์ในระบบที่กำลังพัฒนา อินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ที่ได้ออกแบบในโครงการนี้ใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต คือ Z-80 และ 8085 มีหน่วยความจำภายในสำหรับผู้ใช้ขนาด 64 กิโลไบต์ กำหนดให้เป็นรอมหรือแรมได้ ช่วงละ 2 กิโลไบต์ มีฟังก์ชันในการควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ให้ทำงานตามโปรแกรมอย่างต่อเนื่องหรือทำงานทีละคำสั่ง และด้วยความเร็วตามเวลาจริงโดยกำหนดจุดหยุดได้ มีการบันทึกสถานะของบัสไว้ในหน่วยความจำ การติดต่อกับผู้ใช้อาศัย IBM PC หรือเทอร์มินอลที่มีพอร์ต RS-232C เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานได้จริงในการพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เหมาะสำหรับใช้งานในห้องทดลอง และความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ยังเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ออกแบบอินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิติ เสกสรรค์ อัครานันท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา April 2014
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม [Signature]

C115781 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD : IN-CIRCUIT EMULATOR/MICROPROCESSOR DEVELOPMENT SYSTEM

SEKSAN WATTNACHOTE : IN-CIRCUIT EMULATOR FOR Z-80 AND 8085
MICROPROCESSORS. THESIS ADVISOR : DR.SOMBOON CHONGCHAIKIJ.
THESIS COADVISOR : ASSO.PROF.KRIDSADA VISAVATEERANON,
210 PP. ISBN 974-581-641-8

This thesis presents the design and construction of a microprocessor in-circuit emulator, which is an important tool for the development of a microprocessor-based system, the equipment will be plugged in instead of microprocessor in a target system. The in-circuit emulator can be used for Z-80 and 8085 8-bit microprocessors. 64 kilobytes of internal memory are available to the user by assignable blocks of 2 kilobytes each. The circuit functions include program execution with breakpoint, single step and real time trace which will record status of buses. User interface is made by using an IBM PC or dump terminal. The prototypes are used effectively in developing hardware and software of microprocessor-based system in laboratory and the knowledge acquired in this project can be applied to the design and development of other microprocessors in-circuit emulators.

ศูนย์วิทยุวิทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา.....2534

ลายมือชื่อนิติต.....เสกสรรค์ วัฒนชาติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....April and
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....y.lh

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ และ รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนจัดหาตำรา ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และเนื่องจากทุนวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ (EDL) ที่เป็นสถานที่ทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณวิเชียร คณาชัยวิวัฒน์ คุณสุนันท์ หิรัญยพิสุทธิกุล และนิสิตปริญญาโท ห้องปฏิบัติการออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือต่างๆ

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา และพี่น้อง ซึ่งให้การสนับสนุน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

เสกสรรค์ วัฒนะโชติ

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1	
บทนำ	1
ความเป็นมา	1
อินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ คืออะไร	2
ขั้นตอนการออกแบบระบบที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
วิธีวิจัยโดยย่อ	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2	
แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
การติดต่อกับผู้ใช้	10
ระบบการติดต่อกับผู้ใช้ในงานวิจัยนี้	20
การควบคุมการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์	21
การติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของระบบเป้าหมาย	29
การวิจัยเกี่ยวกับอินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ในประเทศไทย	31
บทที่ 3	
หลักการการทำงานของอินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ที่ออกแบบขึ้น	33
ข้อกำหนดรายละเอียดของอินเซอร์กิตอิมูเลเตอร์ที่ออกแบบ	33
การออกแบบระบบเป็นระดับบล็อก	36
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	39
ขั้นตอนการทำงาน	41
บทที่ 4	
การทำงานของวงจร	42
วงจรส่วนคอนโทรลซีพียู	49

	วงจรถัดต่อสื่อสาร RS-232C	45
	การควบคุมการทำงานของซีพียู Z-80	47
	การตรวจสอบการเริ่มต้นคำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80	53
	วงจรมัลติเพล็กซ์ซีพียู Z-80	57
	วงจรมัลติเพล็กซ์ซีพียู 8085	62
	วงจรมัลติเพล็กซ์ความจำ	66
	วงจรถับสัญญาณ	71
	วงจรถัดตามการทำงานในเวลาจริง	76
บทที่ 5	การทำงานของโปรแกรม	81
	การทำงานของโปรแกรมหลัก	81
	ข้อกำหนดในการรับส่งข้อมูลกับโปรแกรม PROCOMM PLUS	81
	การทำงานของโปรแกรมติดต่อกับอินเทอร์เฟซซีพียู	85
	รูปแบบคำสั่งใช้งาน	86
	คำสั่งเรียกดูรูปแบบคำสั่งทั้งหมด	89
	คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดการใช้หน่วยความจำ	89
	คำสั่งเกี่ยวกับหน่วยความจำ	90
	คำสั่งเกี่ยวกับอินพุตเอาต์พุต	95
	คำสั่งเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลเป็นภาษาแอสเซมบลี	97
	คำสั่งเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลแบบ Intel hex	98
	คำสั่งควบคุมการรับสัญญาณควบคุมซีพียูจากกระบอกเป้าหมาย	102
	คำสั่งรีเซ็ตซีพียู	103
	คำสั่งเกี่ยวกับการแสดงและแก้ไขค่ารีจิสเตอร์	103
	คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานในโปรแกรมของผู้ใช้ทีละคำสั่ง	104
	คำสั่งเกี่ยวกับการกำหนดจุดหยุด	108
	คำสั่งเกี่ยวกับการให้ซีพียูทำงานในเวลาจริงจนกว่าจะพบจุดหยุด	109
	คำสั่งเกี่ยวกับการติดตามการทำงานของซีพียูในเวลาจริง	110
บทที่ 6	การสร้างเครื่องต้นแบบ และทดสอบการทำงาน	113
	การสร้างเครื่องต้นแบบ	113
	การติดตั้งอินเทอร์เฟซซีพียู	122

	๗
ส่วนประกอบของอาร์คแวร์อินเซอ์กิตอิมูเลเตอร์	122
การปรับแต่งแผงวงจรควบคุม	123
การปรับแต่งแผงวงจรอิมูเลชัน	125
การต่อสายระหว่างแผงวงจร	125
การติดตั้งแผงวงจรในกล่อง	127
การทดสอบการทำงานของอินเซอ์กิตอิมูเลเตอร์	129
บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ	142
รายการอ้างอิง	145
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งาน	151
ภาคผนวก ข. ข้อมูลสำหรับการโปรแกรม PAL	178
ประวัติผู้เขียน	190

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

	หน้า
รูป 1.1 ICE-80 และ Intellec microcomputer development system ...	3
รูป 1.2 อินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์แบบที่ใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์	3
รูป 1.3 ขั้นตอนการออกแบบระบบที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์	5
รูป 2.1 แสดงระบบพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ Intellec series IV ร่วมกับอินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์ ICE-85b	12
รูป 2.2 รูปแบบการเชื่อมต่ออินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์รุ่น I ² ICE	18
รูป 2.3 อินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์ ICD 278	14
รูป 2.4 อินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์รุ่น EM Series ของบริษัท Applied Microsystem	14
รูป 2.5 คำสั่งของ ICE 5100 เทียบกับ MICE II	
(1) คำสั่งของ ICE 5100	
(2) คำสั่งของ MICE II	19
รูป 2.6 โครงสร้างทั่วไปของอินเซอร์ทออิเอ็มเลเตอร์	30
รูป 3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	38
รูป 3.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์	40
รูป 4.1 วงจรคอนโทรลซีพียู	44
รูป 4.2 วงจรติดต่อสื่อสาร RS-232C	46
รูป 4.3 ปัญหาจากการใช้สัญญาณ WAIT เพียงอย่างเดียว	50
รูป 4.4 วงจรฟิลิปป์สร้างสัญญาณ WAIT	50
รูป 4.5 การใช้สัญญาณ WAIT ร่วมกับ BUSRQ	51
รูป 4.6 ปัญหาการใช้สัญญาณ WAIT ร่วมกับ BUSRQ	51
รูป 4.7 วงจรฟิลิปป์สร้างสัญญาณ BUSRQ	52
รูป 4.8 วงจรตรวจสอบการเริ่มต้นคำสั่ง	55
รูป 4.9 วงจรอิมูเลชันซีพียู Z-80	58
รูป 4.10 วงจรอิมูเลชันซีพียู 8085	63
รูป 4.11 วงจรหน่วยความจำอิมูเลชัน	67
รูป 4.12 วงจรควบคุมการหยุด	72

รูป 4.13	วงจรติดตามการทำงานในเวลาจริง	77
รูป 6.1	การใช้ ESA ICE-1 ทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องแรก	114
รูป 6.2	เครื่องต้นแบบเครื่องที่ 2 เป็นการต่อวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์ ...	114
รูป 6.3	แผนภาพบล็อกของแผงวงจรควบคุม	118
รูป 6.4	แผนภาพบล็อกของแผงวงจรอิมูเลชัน	118
รูป 6.5	แผนภาพบล็อกของแผงวงจรติดตามการทำงานในเวลาจริง	119
รูป 6.6	สัญญาณที่ขั้วต่อสายระหว่างแผ่นวงจรพิมพ์	119
รูป 6.7	รูปแบบของขั้วต่อและการต่อสาย RS-232C	121
รูป 6.8	ตำแหน่งของขั้วต่อเลือกใช้รอมหรือแรมบนแผงวงจรควบคุม	124
รูป 6.9	(1) ตำแหน่งคิปสวิทช์เลือกสัญญาณนาฬิกาบนแผงวงจรอิมูเลชัน (2) ตำแหน่งขั้วต่อเลือกสถานะในการกำหนดจุดหยุด	124
รูป 6.10	การต่อแผงวงจรทั้ง 3 แผงเข้าด้วยกัน	126
รูป 6.11	หน้าปัดด้านหน้า	128
รูป 6.12	หน้าปัดด้านหลัง	128
รูป 8.1	การตั้งอัตรารับส่งข้อมูลสำหรับ PROCOMM PLUS	154
รูป 8.2	การเลือกรายการหลักของ PROCOMM PLUS	154
รูป 8.3	การเลือกเทอร์มินอล	155
รูป 8.4	การเลือกการรับส่งแฟ้มข้อมูลแบบแอสกี	155
รูป 8.5	การส่งข้อมูลจาก PROCOMM PLUS	168
รูป 8.6	การใส่ชื่อแฟ้มข้อมูล	168