

การออกแบบและสร้างโปรเซสเซอร์สำหรับระบบ
เครื่องเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี



นายพิษณุ สถิตศาสตร์

ศูนย์วิทยพัทธยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-063-8

I1691198

009036

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PROCESSOR FOR
A FLOPPY DISK DATA ENTRY SYSTEM**



Mr. Pissanu Stitsart

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering**

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

ISBN 974-564-063-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างโปรเซสเซอร์สำหรับระบบเครื่อง
เตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี
โดย นายพิษณุ สถิตศาสตร์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์กฤษดา วิศวธีรานนท์
รองศาสตราจารย์สมชาย ทยานยง



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุณาค)
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิศถายน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคลการ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์กฤษดา วิศวธีรานนท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชาย ทยานยง)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างโปรเซสเซอร์สำหรับระบบเครื่อง
เตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี
ชื่อนิสิต นายพิษณุ สถิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์กฤษดา วิศวธีรานนท์
รองศาสตราจารย์สมชาย ทยานยง
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2527



บทคัดย่อ

ระบบการเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปีนั้นว่าเป็นระบบการเตรียมข้อมูลที่สำคัญน่าสนใจ ที่จะนำมาสร้างและพัฒนาระบบหนึ่ง ระบบเครื่องเตรียมข้อมูลชนิดนี้จะประกอบด้วย ส่วนรับข้อมูลเป็นบันทึกข้อมูล ส่วนแสดงผลเป็นจอภาพ ส่วนควบคุมเป็นโปรเซสเซอร์ ส่วนบันทึกข้อมูล เป็นจานแม่เหล็กโดยมีตัวขับจานแม่เหล็กทำหน้าที่บันทึก ความสามารถของระบบ ขึ้นอยู่กับโปรเซสเซอร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้เครื่องโดยทั่วไป มักจะออกแบบโปรเซสเซอร์ให้ใช้งานเฉพาะการเตรียมข้อมูลเท่านั้น การที่จะนำมาพัฒนาไปใช้งานทางด้านอื่น ทำได้ยาก เพราะถูกกำหนดโดยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ ถ้าเป็นเครื่องที่ใช้งานได้หลายประเภท เช่น เตรียมข้อมูลและประมวลผลได้ด้วย ส่วนใหญ่จะมีราคาแพง

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างโปรเซสเซอร์ ให้สามารถใช้งานได้ทั้งการเตรียมข้อมูลและประมวลผลโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบนี้ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80A เป็นหน่วยควบคุมกลาง มีหน่วยความจำแบบไดนามิคแรม ขนาด 64 กิโลไบต์ หน่วยอินเตอร์เฟสแบบอนกรม 2 ชุด สำหรับต่อกับเทอร์มินอลและอื่น ๆ มีอินเตอร์เฟสแบบขนาน สำหรับต่อกับเครื่องพิมพ์ และมีหน่วยควบคุมจานแม่เหล็กต่อได้ถึง 4 ตัว สามารถใช้งานกับจานแม่เหล็กได้ ทั้งแบบซิงเกิลและดับเบิลเดนซิติ์ตามมาตรฐานไอบีเอ็ม และได้พัฒนาติดตั้งระบบซีพีเอ็ม ขนาด 62 กิโลไบต์ ให้กับโปรเซสเซอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานกับโปรแกรมสำเร็จรูปในระบบซีพีเอ็มได้

ในขณะเดียวกัน ยังพัฒนาสร้างโปรแกรมสำหรับใช้งานเพื่อเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปีตามมาตรฐานไอบีเอ็ม 3740 ขึ้นอีกด้วย

ผลจากการสร้างโปรเซสเซอร์ และทดลองใช้งานเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี ตามมาตรฐานไอบีเอ็ม 3740 ปรากฏว่า สามารถใช้งานเตรียมข้อมูลได้ถูกต้อง แต่การใช้งานตอนเตรียมข้อมูล ยังไม่ค่อยสะดวกนัก เนื่องจากใช้แอดิเตอร์ของระบบซีพีเอ็ม ดังนั้นถ้าหากมีการพัฒนาแอดิเตอร์ขึ้นเอง ก็จะทำให้ระบบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ส่วนการใช้งานทางด้านการประมวลผล สามารถนำซอฟต์แวร์ของระบบซีพีเอ็มมาใช้ได้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้สามารถสร้างเครื่องต้นแบบ สำหรับใช้เตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กได้สำเร็จ ปัจจุบันสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาฯ ได้นำเครื่องต้นแบบนี้ ไปพัฒนาสร้างเป็นเครื่องเตรียมข้อมูลที่ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และได้ทำการติดตั้งใช้งานแล้วจำนวน 8 เครื่อง เพื่อให้ผู้ใช้ และนิสิตได้ใช้เตรียมข้อมูล และโปรแกรมให้กับเครื่องไอบีเอ็ม 3031 ที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาฯ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Design and Construction of a Processor for a
 Floppy Disk Data Entry System
Name Mr. Pissanu Stitsart
Thesis Advisor Associate Professor Krisada Visavateeranon
 Associate Professor Somchai Thayarnyong
Department Electrical Engineering
Academic Year 1984

ABSTRACT

The key-to-floppy-disk data entry system is an important and interesting concept in data entry and is feasible for development and implementation. This type of data entry system consists of a keyboard as an input unit, a CRT as an output unit, a processor as a control unit and one or more floppy disks and disk drives as secondary storage unit. The capability of the system depends on the processor and the associated software. Most systems are designed with a processor that is specifically tailored for data entry work. Hardware and software restrictions impede the development of these systems for other applications. Currently, machines which are suitable for many kinds of work besides data entry, such as data processing, tend to be expensive.

This research focusses on designing and implementing a processor to serve both data entry and data processing functions. The target processor employs a Z-80 A microprocessor as the central control unit. There are 64 KBytes of dynamic RAM, two serial interfaces for connecting with the terminal and other peripherals, a parallel interface for the printer, and a disk controller which can support either single or double density IBM-format diskette. The processor is installed with a 62-KByte CP/M operating system so as to benefit from other CP/M-based software packages. Also, a program is developed to perform the data entry function based on standard IBM 3740 floppy disk.

Results obtained from data entry sessions using the implemented system are found to be correct. However, the system is still not convenient to use due to the limitation of the editor native to the CP/M system. Should a suitable editor be developed, the utilization of the system will be markedly increased. As for data processing work, CP/M-based software readily serves the purpose.

This research enabled the successful construction of a prototype of floppy-disk bases data entry system. This prototype was further developed into a complete data entry system by the Computer Service Center of Chulalongkorn University. Currently, there are eight of such machines in use. These machines provide data entry facilities for users and students whose programs and data are to be used on the IBM 3031 installation at the Computer Service Center.



ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์สมชาย ทยานยง ที่ช่วยให้หัวข้อการวิจัย และคำปรึกษา พร้อมทั้งสนับสนุนทุนวิจัยในการสร้างและออกแบบ ในนามของสถาบัน บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ พรศักดิ์สิทธิ์ และ รองศาสตราจารย์กฤษดา วิศวธีรานนท์ ในฐานะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้ง อาจารย์สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล ที่ช่วยให้ คำปรึกษา ทางด้านซอฟต์แวร์ ทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี และ ขอขอบคุณ คุณอำนาจ สดสาคร และเพื่อน ๆ ที่ให้ความกรุณาช่วยจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้ ให้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ฉ |
| กิตติกรรมประกาศ | ช |
| รายการตารางประกอบ | ฉ |
| รายการรูปประกอบ | ฉ |
| รายการผังงานประกอบ | ด |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย | 3 |
| 2. เครื่องเตรียมข้อมูล | 4 |
| 2.1 ความหมายของเครื่องเตรียมข้อมูล | 4 |
| 2.2 การแบ่งประเภทเครื่องเตรียมข้อมูล | 4 |
| 2.3 เครื่องเจาะบัตร | 4 |
| 2.4 เครื่องเตรียมข้อมูลลงเทป | 7 |
| 2.5 เครื่องเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กขนาดใหญ่ | 8 |
| 2.6 เครื่องเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 10 |
| 2.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องเตรียมข้อมูลแบบต่าง ๆ | 13 |
| 2.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็ก แบบฟลอปปี | 15 |
| 2.9 การบันทึกข้อมูลและการจัดรูปแบบข้อมูล ในจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 25 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า | |
|-------|--|-----|
| 2.10 | การจัดฟอร์แมตแบบไอบีเอ็ม 3740 | 28 |
| 2.11 | ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในเครื่องเตรียมข้อมูล | 30 |
| 3. | การออกแบบเครื่องเตรียมข้อมูล | 31 |
| 3.1 | ความเป็นมาและแนวคิดในการออกแบบ | 31 |
| 3.2 | ลักษณะ เครื่องเตรียมข้อมูลที่ออกแบบ | 33 |
| 3.3 | การเลือกพิจารณาออกแบบสร้างส่วนที่ต้องการ ของระบบ | 34 |
| 3.4 | เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ | 35 |
| 3.5 | ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ | 39 |
| 3.6 | การออกแบบโปรเซสเซอร์ | 40 |
| 4. | การออกแบบฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ | 43 |
| 4.1 | ลักษณะทั่วไปของฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ | 43 |
| 4.2 | โครงสร้างของฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ | 43 |
| 4.3 | การพิจารณาเลือกองค์ประกอบไอซีสำหรับ ออกแบบฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ | 46 |
| 4.4 | การออกแบบส่วนควบคุมซีพียู | 53 |
| 4.5 | การออกแบบหน่วยความจำ | 61 |
| 4.6 | การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสซีอาร์ทีเทอร์มินอล | 71 |
| 4.7 | การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสเครื่องพิมพ์ | 74 |
| 4.8 | การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสตัวขับเคลื่อนแม่เหล็ก | 75 |
| 4.9 | การออกแบบโปรแกรมระบบ | 89 |
| 4.10 | โปรแกรมย่อยต่าง ๆ ที่สำคัญที่ใช้ในโปรแกรมระบบ เมื่ออ้างถึงอุปกรณ์ไอโอ | 90 |
| 4.11 | การสร้างโปรเซสเซอร์ | 97 |
| 4.12 | การติดตั้งระบบซีพีเอ็มกับเครื่องที่ออกแบบ | 107 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 5. การออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อใช้งานเตรียมข้อมูล | 133 |
| 5.1 ลักษณะทั่วไปของซอฟต์แวร์ | 133 |
| 5.2 แนวความคิดในการออกแบบ | 133 |
| 5.3 งานสำหรับการเตรียมแผ่นจานแม่เหล็ก | 134 |
| 5.4 งานสำหรับการเตรียมข้อมูลลงจานแม่เหล็ก | 138 |
| 5.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบงานเตรียมข้อมูล | 139 |
| 5.6 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเตรียมแผ่นจานแม่เหล็ก | 140 |
| 5.7 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล | 141 |
| 5.8 วิธีการใช้งานเครื่องเตรียมข้อมูล | 143 |
| 5.9 ความหมายของค่าความคลาดเคลื่อน | 151 |
| 6. บทสรุป | 161 |
| 6.1 สรุปผลการวิจัย | 161 |
| 6.2 สรุปผลการทดลอง | 162 |
| 6.3 ข้อเสนอแนะ | 163 |
| เอกสารอ้างอิง | 165 |
| ภาคผนวก | 167 |
| ประวัติผู้เขียน | 302 |

รายการตารางประกอบ

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 2.1 | เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องเตรียมข้อมูล | 14 |
| 2.2 | แสดงลักษณะขาต่อสัญญาณแบบ RS232C | 18 |
| 2.3 | แสดงลักษณะเฉพาะของตัวขับจานแม่เหล็ก | 20 |
| 2.4 | แสดงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการฟอร์แมตแผ่นจานแม่เหล็ก | 30 |
| 4.1 | แสดงการทำงานของวงจร WRITE DATA | 81 |
| 4.2 | แสดงแอดเดรสและหน้าที่ของโปรแกรมย่อยต่าง ๆ | 91 |
| 5.1 | แสดงตัวอย่างของตำแหน่งที่เก็บข้อมูล ในการจัด DATA SET LABEL | 137 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | บัตรเจาะรูชนิด 80 คอลัมน์ | 5 |
| 2.2 | แสดงลักษณะเครื่องเจาะบัตรไอบีเอ็ม 029 | 6 |
| 2.3 | แสดงลักษณะของเทปและม้วนเทปแม่เหล็ก | 7 |
| 2.4 | แสดงลักษณะเครื่องเตรียมข้อมูลลงเทปขนาดเล็ก ของ MOHAWK รุ่น 6415 | 8 |
| 2.5 | แสดงลักษณะชุดของจานแม่เหล็ก | 9 |
| 2.6 | แสดงลักษณะเครื่องเตรียมข้อมูล ลงจานแม่เหล็กของ DATA POINT | 10 |
| 2.7 | แสดงลักษณะจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 11 |
| 2.8 | แสดงลักษณะเครื่องเตรียมข้อมูล ลงจานแม่เหล็กของไอบีเอ็ม รุ่น 3741 | 12 |
| 2.9 | เครื่องบันทึกข้อมูลลงจานแม่เหล็ก ของ MDS Series 21 | 13 |
| 2.10 | แสดงลักษณะซีอาร์ทีเทอร์มินอล | 17 |
| 2.11 | แสดงลักษณะการจัดรูปแบบข้อมูลแบบอนุกรม RS232C | 17 |
| 2.12 | แสดงลักษณะตัวต่อ (CONNECTOR) แบบ 25 ขา RS232C | 18 |
| 2.13 | แสดงตัวขับจานแม่เหล็ก | 21 |
| 2.14 | แสดงโครงสร้างภายในตัวขับจานแม่เหล็ก | 21 |
| 2.15 | แสดงขาต่อสัญญาณของตัวขับจานแม่เหล็ก | 22 |
| 2.16 | แสดงลักษณะของจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 24 |
| 2.17 | แสดงลักษณะการจัดข้อมูลบนแผ่นจานแม่เหล็ก | 25 |
| 2.18 | แสดงข้อมูลที่บันทึกแบบ FM | 26 |
| 2.19 | แสดงข้อมูลที่บันทึกแบบ MFM | 27 |
| 2.20 | แสดงการจัดฟอร์แมตแบบ 3740 ในจานแม่เหล็ก | 29 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 3.1 | แสดงระบบการเตรียมข้อมูลด้วยเครื่องเจาะบัตร | 31 |
| 3.2 | แสดงระบบการเตรียมข้อมูลด้วยเครื่องเตรียมข้อมูล ลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 32 |
| 3.3 | แสดงส่วนประกอบของระบบเครื่องเตรียมข้อมูล ลงจานแม่เหล็กแบบฟลอปปี | 33 |
| 3.4 | แสดงลักษณะของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ IMSAI 8080 | 36 |
| 3.5 | แสดงโครงสร้างภายในของเครื่อง IMSAI 8080 | 37 |
| 3.6 | แสดง MEMORY MAP ของระบบซีพีเอ็มขนาด 56 K ของเครื่อง IMSAI 8080 | 38 |
| 3.7 | แสดงโครงสร้างของโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบ | 41 |
| 4.1 | แสดงโครงสร้างของฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ที่ออกแบบ | 44 |
| 4.2 | แสดงโครงสร้างและองค์ประกอบ ของฮาร์ดแวร์โปรเซสเซอร์ | 49 |
| 4.3 | แสดงลักษณะไอซีเบอร์ Z80A และหน้าที่ของขาต่าง ๆ | 50 |
| 4.4 | แสดง BLOCK DIAGRAM ของวงจรมีซีพียู | 52 |
| 4.5A | แสดงวงจร ADDRESS BUS | 53 |
| 4.5B | แสดงวงจร DATA BUS | 54 |
| 4.6 | แสดง TIMING ของซีพียู เมื่อทำการอ่านและบันทึก หน่วยความจำ | 55 |
| 4.7 | แสดง TIMING ของซีพียู เมื่อทำการอ่านและบันทึก อุปกรณ์ไอโอ | 55 |
| 4.8 | แสดงวงจรในการควบคุมการอ่านและบันทึก หน่วยความจำและอุปกรณ์ไอโอ | 56 |
| 4.9 | แสดง BLOCK DIAGRAM และวงจรให้กำเนิดสัญญาณนาฬิกา | 57 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 4.10 | แสดงวงจร POWER ON RESET | 58 |
| 4.11 | แสดงวงจร I/O DECODER | 59 |
| 4.12 | วงจรเลือกหน่วยความจำ | 60 |
| 4.13 | แสดงวงจรสร้างสัญญาณ SYNC | 61 |
| 4.14 | แสดงวงจรหน่วยความจำรวม | 62 |
| 4.15 | แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรหน่วยความจำไดนามิคแรม | 63 |
| 4.16 | แสดงไทม์มิ่งของสัญญาณ ขณะอ่านคำสั่ง (INSTRUCTION FETCH) และสัญญาณสำหรับรีเฟรช | 64 |
| 4.17 | แสดงวงจร MULTIPLEXER ADDRESS BUS สำหรับหน่วยความจำไดนามิคแรม | 65 |
| 4.18 | แสดงลักษณะของหน่วยความจำ 4164 และโครงสร้างภายใน | 66 |
| 4.19 | แสดงสัญญาณและไทม์มิ่งของการอ่านหน่วยความจำ | 67 |
| 4.20 | แสดงสัญญาณและไทม์มิ่งของการบันทึกหน่วยความจำ | 67 |
| 4.21 | แสดงสัญญาณและไทม์มิ่งของการรีเฟรช | 68 |
| 4.22 | แสดงสัญญาณและไทม์มิ่งของการรีเฟรชหน่วยความจำ | 69 |
| 4.23 | แสดงวงจรสำหรับการรีเฟรชหน่วยความจำ | 70 |
| 4.24 | แสดงโครงสร้างของวงจรอินเตอร์เฟส RS232C | 71 |
| 4.25 | วงจรอินเตอร์เฟส RS232C | 72 |
| 4.26 | แสดงวงจร BAUD RATE GENERATOR | 73 |
| 4.27 | แสดงวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน | 74 |
| 4.28 | แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี FD1791 | 75 |
| 4.29 | แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรอินเตอร์เฟส ตัวขับเคลื่อนแม่เหล็ก | 76 |
| 4.30 | แสดงสัญญาณการบันทึกข้อมูลและสัญญาณที่ใช้ควบคุม | 78 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.31A | วงจรสร้างสัญญาณ WRITE DATA | 79 |
| 4.31B | แสดงสัญญาณ WRITE PRE-COM TIMING | 80 |
| 4.31C | แสดงสัญญาณ WD ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ กันในการบันทึกข้อมูล. | 81 |
| 4.32 | แสดงกราฟการคำนวณค่า R | 82 |
| 4.33 | แสดงวงจรเฟสล็อกและวงจรสร้างสัญญาณ RCLK สำหรับใช้แยกข้อมูล | 83 |
| 4.34A | แสดงสัญญาณ INPUT DATA TIMING | 84 |
| 4.34B | วงจรตัวรูปพัลส์สัญญาณ RAWREAD | 85 |
| 4.35 | วงจรเปรียบเทียบเฟสและกรอง | 85 |
| 4.36 | แสดงค่า V_{in} ที่สภาวะต่าง ๆ และการทำงานของวงจรกรอง | 86 |
| 4.37 | วงจรขยายแรงดัน V_{co} | 87 |
| 4.38 | วงจรสร้างความถี่และสัญญาณ RCLK | 88 |
| 4.39 | แสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณ RCLK และ RAWREAD | 89 |
| 4.40 | แสดงข้อมูลและสภาวะในรีจิสเตอร์ A หลังจากเรียกใช้ โปรแกรมย่อย DREAD และ DWRITE | 92 |
| 4.41 | แสดงข้อมูลและสภาวะในรีจิสเตอร์ A หลังจากเรียกใช้ โปรแกรมย่อย STATUS และกำหนดค่าต่าง ๆ | 93 |
| 4.42 | แสดงถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างต่อวงจร | 97 |
| 4.43 | แสดงลักษณะวิธีการต่อสายโดยวิธีการ WIREWRAP | 98 |
| 4.44 | แสดงวงจรที่ก่อสร้างโดยวิธีการ WIREWRAP | 99 |
| 4.45 | แสดงลักษณะของเครื่องไมโครโปรเซสเซอร์ | 100 |
| 4.46 | แสดงขั้นตอนการย้ายโปรแกรม MPF-I MONITOR จากอีพ롬ไปยังแรม | 103 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 4.47 | แสดงรูปถ่ายของบอร์ดควบคุม ซึ่งประกอบด้วยส่วนซีพียู ส่วนหน่วยความจำ ส่วนอินเตอร์เฟซเทอร์มินอล และ เครื่องพิมพ์ | 105 |
| 4.48 | แสดงรูปถ่ายของบอร์ดอินเตอร์เฟซตัวขับเคลื่อนแม่เหล็ก | 106 |
| 4.50 | แสดง MEMORY MAP ของระบบซีพีเอ็มขนาด 62 กิโลไบต์ ที่ใช้กับเครื่องที่ออกแบบ | 108 |
| 4.51 | แสดงขั้นตอนการทำ SYSTEM GENERATION สำหรับระบบ ซีพีเอ็ม 62 กิโลไบต์ ให้กับเครื่องที่ออกแบบ | 109 |
| 5.1 | แสดงรูปแบบการกำหนดตำแหน่งของการจองที่เก็บข้อมูล | 136 |
| 5.2 | แสดงตำแหน่งที่เก็บข้อมูลในแต่ละ EXTENT | 136 |
| 5.3 | แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องเตรียมข้อมูล ลงจานแม่เหล็ก | 139 |
| 5.4 | แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม FORMAT | 144 |
| 5.5 | แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม INIT | 145 |
| 5.6 | แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม IBMENT ตอนแสดงผล | 146 |
| 5.7 | แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม IBMENT ตอนจองที่เก็บข้อมูล | 147 |
| 5.8 | แสดงรายละเอียดของการจองที่ การตรวจสอบชื่อ และตำแหน่งที่จอง | 147 |
| 5.9 | แสดงขั้นตอนการเตรียมข้อมูลลงแผ่นซีพีเอ็ม ด้วยโปรแกรม ED.COM | 148 |
| 5.10 | แสดงขั้นตอนการนำข้อมูลจากแผ่นซีพีเอ็มมาบันทึก ลงแผ่นไอบีเอ็มโดยใช้โปรแกรม LDCPM และ SVIBM | 149 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

| | | |
|------|---|-----|
| 5.11 | แสดงขั้นตอนการนำข้อมูลจากแผ่นไอบีเอ็มมาบันทึก ลงแผ่นซีพีเอ็ม เพื่อทำการแก้ไขโดยใช้โปรแกรม LDIBM และ SVCPM | 150 |
| 5.12 | แสดงขั้นตอนการทดสอบข้อมูลที่บันทึก ในแผ่นไอบีเอ็มว่าถูกต้องหรือไม่ | 151 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการผังงานประกอบ

| ผังงานที่ | | หน้า |
|-----------|--|------|
| 4.1 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมอนิเตอร์ | 110 |
| 4.2 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย BOOT และ DISK ERROR | 112 |
| 4.3 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ส่งข้อมูลให้เทอร์มินอล | 114 |
| 4.4 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย รับข้อมูลจากเทอร์มินอล | 115 |
| 4.5 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ทดสอบข้อมูลจากเทอร์มินอล | 116 |
| 4.6 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย อ่านสถานะของเทอร์มินอล | 116 |
| 4.7 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย เพื่อ RECALIBRATE DISK | 117 |
| 4.8 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย เพื่อกำหนดค่าแทรค | 118 |
| 4.9 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย เพื่อกำหนดค่าเซคเตอร์ | 118 |
| 4.10 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย เพื่อกำหนดค่าแอดเดรส DMA | 119 |
| 4.11 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย อ่านสถานะของแอดเดรส DMA | 119 |
| 4.12 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการเลือกตัวขับจานแม่เหล็ก | 120 |

รายการผังงานประกอบ (ต่อ)

| ผังงานที่ | | หน้า |
|-----------|--|------|
| 4.13 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการกำหนดด้าน (SIDE) | 120 |
| 4.14 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการกำหนดเดนซิตี (DENSITY) | 121 |
| 4.15 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการอ่านสภาวะของตัวขั้วจานแม่เหล็ก | 122 |
| 4.16 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการอ่านข้อมูลจากจานแม่เหล็ก | 123 |
| 4.17 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการบันทึกข้อมูลลงจานแม่เหล็ก | 124 |
| 4.18 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการนำหัวดิสค์ลง (HEADLOAD) | 125 |
| 4.19 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการเตรียมใช้งาน (PREP) | 127 |
| 4.20 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการตรวจสอบสภาวะ (CBUSY) | 129 |
| 4.21 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการอ่านสภาวะเครื่องพิมพ์ | 131 |
| 4.22 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย ในการพิมพ์ข้อมูล | 132 |

รายการผังงานประกอบ (ต่อ)

| ผังงานที่ | | หน้า |
|-----------|--|------|
| 5.1 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม INIT (INITIALIZE) | 153 |
| 5.2 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม IBMENT (ALLOCATION & DISPLAY) | 154 |
| 5.3 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม LDCPM (LOAD CP/M) | 157 |
| 5.4 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม SVIBM (SAVE IBM) | 158 |
| 5.5 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม LDIBM (LOAD IBM) | 159 |
| 5.6 | แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม SVCPM (SAVE CP/M) | 160 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย