รายงานการวิจัย

การออกแบบและสร้างบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับเชื่อมโยงเครื่องพิมพ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องพร้อมกัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกชัย แสงอินทร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2532

ห้องสมุด คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง เป็นเครื่องที่พัฒนาขึ้นมาจากการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80-CPU ไปใช้ในการควบคุมระบบเก็บข้อมูลชั่วคราว จากเครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่องพร้อมกัน และส่งผลไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ ที่ต่ออยู่กับระบบเพียงเครื่องเดียว โดยบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์นี้มีขนาดความจุของหน่วยความจำ 64 กิโลไบท์ จึงทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องเสมือนกับมีเครื่องพิมพ์ต่อพ่วงอยู่กับตนเอง โดยมีเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลประมาณเครื่องละ 21 กิโลไบท์ และผู้ใช้ยังสามารถเลือกโหมดของการรับข้อมูล เป็นแบบรับข้อมูลเข้ามาจากคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวได้ โดยใช้ความจุของหน่วยความจำอย่างเต็มที่ คือ ประมาณ 64 กิโลไบท์

บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์นี้ได้ผ่านการทดสอบใช้งาน โดยให้ผลเป็นที่น่าพอใจ และขณะนี้ใช้งานประจำอยู่ที่ห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract

A 3-Input Printer Buffer Selector has been developed, based on Z-80 microprocessor. The full system with 2-kbyte EPROM and 64-kbyte DRAM can receive data from 3 microcomputers simultaneously and can select printing out to one printer. Each computer will have about 21-kbyte buffer for loading the printing data. The user can select the input mode to single input mode in the case of using all of the 64-kbyte buffer for anyone microcomputer without reconnecting any cables.

The Printer Buffer Selector has been satisfactorily tested. Now it is in regular service at the Applied Electronic Research Laboratory, Department of Electrical Engineering, Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2532 จาก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นายเอกชัย แสงอินทร์

25 กรกฎาคม 2532

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
	1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.4 วิธีวิจัย	2
	1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2	การติดต่อสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์	4
	2.1 มาตรฐานการสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์	4
บทที่ 3	การออกแบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์	7
	3.1 หลักการและส่วนประกอบของระบบ	7
	3.2 การออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์	7
	3.3 การออกแบบการทำงานของระบบ	10
บทที่ 4	การออกแบบระบบทางด้านซอฟท์แวร์	11
	4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม	11
	4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ	11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

บทที่ 5 คู่มือประกอบการใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 15

5.1 ส่วนประกอบของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 15
5.2 การติดตั้งบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 17
5.3 การใช้งาน 17

บทที่ 6 การทดสอบและสรุปผล 18

6.1 การทดสอบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 18
6.2 สรุป 18

เอกสารอ้างอิง 20

ภาคผนวก 21

ภาคผนวก ก. วงจรบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 22
ภาคผนวก ข. โปรแกรมควบคุมบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 25
ภาคผนวก ค. ตารางแสดงการวางขั้วต่อสายในเครื่องพิมพ์ตามมาตรฐานการรับส่งแบบขนาน 38

ประวัติผู้เขียน 40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากความขาดแคลนเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้ อันมีสาเหตุมาจากราคาของเครื่องพิมพ์ที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์ที่มีความละเอียดสูง จึงทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งทางภาครัฐบาลและเอกชน และหน่วยงานการเรียนการสอนต่าง ๆ มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ มากกว่าจำนวนเครื่องพิมพ์ เป็นเหตุให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์อยู่มาก เพราะมีเครื่องพิมพ์ไม่เพียงพอกับความต้องการของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีจำนวนมากกว่า จึงทำให้การใช้งานระบบคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพต่ำ

วิธีการแก้ปัญหาที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ อาศัยเครื่องเลือกสัญญาณ (Selector) ที่สร้างขึ้นมาจากวงจรรีเลย์ (Relay) หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีจำนวนมากกว่า 1 เครื่อง เข้ากับเครื่องพิมพ์ที่มีเพียงเครื่องเดียว ทำให้สามารถแก้ปัญหาในการโยกย้ายเครื่องพิมพ์ไปต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ แต่ก็ยังมีปัญหาเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ต้องการใช้งานเครื่องพิมพ์พร้อมกัน เพราะในขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกำลังพิมพ์งานอยู่ เครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งจะไม่สามารถใช้งานเครื่องพิมพ์ได้ ต้องรอจนกว่าเครื่องพิมพ์นั้นจะว่างจากการใช้งานเสียก่อน จึงจะสามารถพิมพ์งานของตนเองได้ นอกจากนี้ เครื่องเลือกสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจากการใช้วงจรรีเลย์ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการสวิตช์ ในขณะที่สับสวิตช์เปลี่ยนการติดต่อระหว่างเครื่องพิมพ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง จะเกิดสัญญาณกระแทก (Bouncing Signal) ที่หน้าสัมผัสของรีเลย์ ไปรบกวนเครื่องพิมพ์ ทำให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ตัวอักษรแบบสุ่มที่ไม่ต้องการขึ้นมา

การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถทำได้โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ มาประยุกต์สร้างเป็นบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ (Printer Buffer) เพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องเก็บข้อมูลสำรองสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 1 เครื่องพร้อมกัน ซึ่งบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์นี้ มีความสามารถรับข้อมูลออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปเก็บไว้ก่อน อย่างรวดเร็วมาก เพื่อเตรียมส่งผลไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ที่ต่ออยู่กับระบบเพียงเครื่องเดียว ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ไม่ต้องรอเครื่องพิมพ์นั้นว่างจากการพิมพ์งานของคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นจนแล้วเสร็จก่อน ก็สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่นต่อไปได้ทันที และขณะเดียวกันก็ยังสามารถใช้บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์นี้ ทำหน้าที่เป็นตัวเลือกข้อมูลที่ต้องการพิมพ์จากคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ที่มีเพียงเครื่องเดียว (Printer Selector) ได้อีกด้วย ทำให้ช่วยลดปัญหาเรื่องการขาดแคลนเครื่องพิมพ์ เพราะสามารถใช้เครื่องพิมพ์เพียงเครื่องเดียว ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมกันหลายเครื่อง โดยไม่ต้องรอให้เครื่องพิมพ์นั้นว่างจากใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ และไม่เกิดปัญหาขึ้นในขณะที่ทำการสวิตช์เลือกการติดต่อระหว่างเครื่องพิมพ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ สำหรับต่อพ่วงคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง เข้ากับเครื่องพิมพ์เพียงเครื่องเดียว

1.2.2 เพื่อศึกษาระบบติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันเอง

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่อไปในอนาคต

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบที่ยังขาดแคลนเครื่องพิมพ์ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เสมือนกับมีเครื่องพิมพ์ต่อพ่วงใช้งานอยู่กับตนเอง

1.3.2 เป็นการประหยัดจำนวนเครื่องพิมพ์ โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์ที่มีราคาแพง โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องพิมพ์ให้เพียงพอกับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่งผลไปถึงการลดจำนวนการสั่งเข้าของเครื่องพิมพ์

1.3.3 ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หน่วยงานทางด้านการเรียนการสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น เพราะโดยทั่วไปจะมีจำนวนเครื่องพิมพ์ ไม่เพียงพอกับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์

1.3.4 สามารถประยุกต์ไปใช้งาน ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 วิธีวิจัย

การวิจัยได้ดำเนินการโดย การศึกษาระบบสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ที่มีการติดต่อสื่อสารเป็นไปตามมาตรฐานที่นิยมใช้กัน สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ

และสร้างบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ให้เข้ากับระบบมาตรฐานนั้น เมื่อสร้างบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์เสร็จแล้ว ก็ได้จัดทำโปรแกรมควบคุมระบบ ให้สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลที่ต้องพิมพ์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ได้ จากนั้นจึงทำการทดสอบการใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ และในขณะเดียวกันก็ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ศึกษา ออกแบบ และสร้างบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ที่สามารถใช้การได้ โดยสามารถเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง เข้ากับเครื่องพิมพ์ 1 เครื่อง

1.5.2 สามารถเชื่อมโยงบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐานการรับส่งข้อมูลที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1.5.3 ทดสอบและใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2

การติดต่อสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์

2.1 มาตรฐานการสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์

การติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน มีมาตรฐานในการ รับ/ส่ง ข้อมูลอยู่ 2 แบบ คือ แบบขนาน (Parallel Interface) และแบบอนุกรม (Serial Interface)

การ รับ/ส่ง ข้อมูลแบบขนานที่นิยมใช้กัน เป็นมาตรฐาน Centronic ซึ่งจะมีการส่งข้อมูลที่มีขนาดความยาว 8 บิท (bit) ขนานกันไปพร้อมกัน ด้วยระบบบัสข้อมูลแบบ 8 เส้น ดังนั้น ในการ รับ/ส่ง ข้อมูล จะสามารถกระทำได้ครั้งละ 8 บิท นอกจากสายสัญญาณข้อมูลนี้ ยังมีสายส่งสัญญาณโต้ตอบ (Hand Shaking Signal) อีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะเป็นสัญญาณที่ใช้บอกสถานะของการรับ/ส่ง ข้อมูล เพื่อให้เกิดความมั่นใจต้องแม่นยำในการสื่อสาร ตามมาตรฐานของเครื่องพิมพ์ที่นิยมใช้กันจะมีสัญญาณโต้ตอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) STROBE เป็นสัญญาณพัลส์ (Pulse) ระดับแรงดัน 0 โวลต์ ความกว้างอย่างน้อย 0.5 us ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่งไปให้กับเครื่องพิมพ์ เพื่อสั่งงานให้เครื่องพิมพ์ทำการรับข้อมูลที่ได้ส่งออกมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปเก็บไว้ที่เครื่องพิมพ์

2) ACKNOLEDGE เป็นสัญญาณที่ส่งออกมาจากเครื่องพิมพ์ เพื่อแสดงว่าเครื่องพิมพ์ได้นำข้อมูลที่ได้ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปทำการประมวลผลต่อแล้ว และพร้อมที่จะรับข้อมูลไบท์ต่อไปได้ (1 ไบท์ เป็นข้อมูลที่มีขนาดความยาวเท่ากับ 8 บิท) โดยจะเป็นสัญญาณพัลส์ ระดับแรงดัน 0 โวลต์ ที่มีขนาดความกว้างประมาณ 12 us

3) BUSY เป็นสัญญาณที่เครื่องพิมพ์ส่งออกมา เพื่อแสดงสถานะของเครื่องพิมพ์ว่ายังไม่ว่างหรือไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล โดยจะเป็นสัญญาณระดับแรงดัน +5 โวลต์ แสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่ว่าง จนกว่าระดับแรงดันในสายสัญญาณนี้จะเป็น 0 โวลต์ เครื่องพิมพ์จึงจะสามารถทำการรับข้อมูลใหม่เข้ามาได้

4) PE (Paper Empty) เป็นสัญญาณแสดงสถานะของเครื่องพิมพ์ เพื่อบอกให้ทราบว่าเครื่องพิมพ์กระดาษหมด โดยจะแสดงออกมาด้วยระดับแรงดัน +5 โวลต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) INITIALIZE เป็นสัญญาณที่ส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่เครื่องพิมพ์ เพื่อสั่งให้เครื่องพิมพ์ทำการ Initial ระบบของเครื่องพิมพ์ หรือการสั่งให้เครื่องพิมพ์ทำการเริ่มต้นใหม่ โดยการส่งสัญญาณพัลส์ ระดับแรงดัน 0 โวลต์ ขนาดความกว้างอย่างน้อย 50 us เข้าไปที่เครื่องพิมพ์

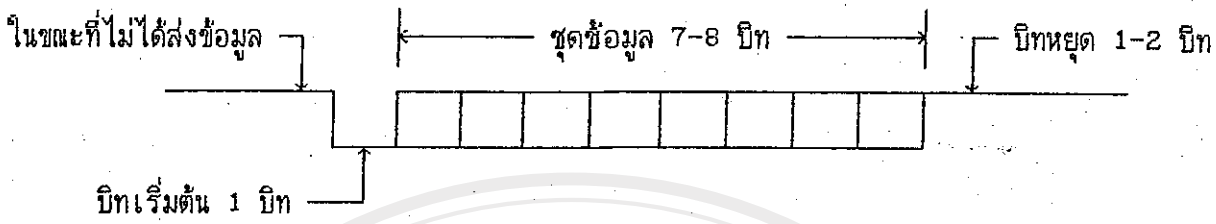
6) ERROR เป็นสัญญาณที่ส่งออกมาจากเครื่องพิมพ์ เพื่อแสดงสถานะของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเครื่องพิมพ์ เช่น สถานะกระดาษหมด สถานะที่เครื่องพิมพ์อยู่ในระหว่าง Off Line หรือสถานะความผิดพลาดอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยจะแสดงออกมาเป็นสัญญาณระดับแรงดัน 0 โวลต์

สำหรับการ รับ/ส่ง ข้อมูลแบบอนุกรม เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบทีละ 1 บิท เรียงต่อกันมาจนครบจำนวนความยาวของข้อมูลที่ต้องการ รับ/ส่ง เพื่อจะได้ประหยัดสายที่ใช้สำหรับการส่งสัญญาณข้อมูล เป็นสายเพียงเส้นเดียว ร่วมกับสายส่งสัญญาณโต้ตอบอีกเพียง 1 หรือ 2 เส้น และจะมีสายกราวน์ (Ground) อีก 1 เส้น มาตรฐานที่ยิขมใช้กันเป็นมาตรฐาน RS-232-C ซึ่งในการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานนี้ ยังสามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบ คือแบบ Synchronous และแบบ Asynchronous

การสื่อสารข้อมูลแบบ Synchronous เป็นการ รับ/ส่ง ข้อมูล ตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา (Clock) ร่วมกันอันหนึ่ง โดยข้อมูลที่ถูกส่งออกมาจะถูกกำหนดจังหวะด้วยสัญญาณนาฬิกานี้ และทางฝ่ายผู้รับก็จะต้องทำการรับข้อมูล ให้ตรงตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกานี้ด้วย วิธีการส่งข้อมูลแบบนี้ จะสามารถทำการ รับ/ส่ง ได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบ Asynchronous เป็นการ รับ/ส่ง ข้อมูล ตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกาที่อยู่ในระบบเครื่องของตนเอง โดยที่ไม่ต้องมีสัญญาณนาฬิการอีกตัวหนึ่งมาเป็นตัวกำหนดจังหวะการทำงาน เพียงแต่ระบบทางฝ่ายผู้รับและผู้ส่ง จะต้องทำการ รับ/ส่ง ข้อมูลด้วยอัตราเร็วที่เท่ากัน เช่น อัตรา 300 baud หรือ 9,600 baud เป็นต้น ในการส่งสัญญาณข้อมูลแบบนี้ ตามมาตรฐานจะต้องทำการส่งข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดจังหวะจากผู้ส่ง ซึ่งจะเป็นสัญญาณความยาว 1 บิท ที่ส่งมาก่อนการส่งข้อมูลจริงในแต่ละชุด เรียกว่า บิทเริ่มต้น (Start Bit) หลังจากบิทเริ่มต้นก็จะเป็นขบวนของสัญญาณข้อมูล ที่มีความยาวตามจำนวนบิทที่ได้ตกลงไว้ โดยจะมีให้เลือกได้เป็น 7 บิท หรือ 8 บิท หลังจากชุดของข้อมูลได้ส่งออกมาครบแล้ว ก็จะเป็นสัญญาณบิทหยุดอีกอย่างน้อย 1 บิท ซึ่งอาจจะมีตวามยาวได้จนถึง 2 บิท เพื่อบอกให้ผู้รับทราบว่าข้อมูลในชุดนี้ ได้ถูกส่งออกมาครบเรียบร้อยแล้ว ดังแสดงรูปแบบของสัญญาณที่ส่งออกมาจากสายส่งข้อมูล ตามรูปที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.1 รูปแบบการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ Asynchronous

นอกจากนี้ ในมาตรฐาน RS-232-C ยังจะมีวงจรปรับระดับแรงดันสัญญาณที่ให้กำเนิดออกมาจากระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีระดับแรงดัน 0 และ 5 โวลต์ ให้เป็นแรงดัน +12 และ -12 โวลต์ตามลำดับ เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณข้อมูลนี้ไปได้ระยะทางไกลขึ้น

จากมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลที่ได้กล่าวมา เครื่องพิมพ์โดยทั่วไป จะนิยมใช้มาตรฐานการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบขนาน เพราะสามารถทำการรับข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และเครื่องพิมพ์โดยปรกติจะติดตั้งอยู่ใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232-C

ในการออกแบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ จึงได้ทำการออกแบบระบบให้สามารถใช้งานได้กับระบบการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน ตามมาตรฐาน Centronic ซึ่งก็จะสามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์โดยทั่วไปได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3

การออกแบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

3.1 หลักการและส่วนประกอบของระบบ

บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ (Printer Buffer) เป็นเครื่องช่วยงานการพิมพ์โดยคอมพิวเตอร์ ทำให้ประหยัดเวลาในการรอผลการพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วช้า โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นต้องคอยบริการงานพิมพ์ตลอดเวลาของการพิมพ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไปได้ ในขณะที่เครื่องพิมพ์กำลังพิมพ์งานต่าง ๆ อยู่ โดยการส่งข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ไปฝากไว้ในบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ภายในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ก็จะทะยอยส่งข้อมูลไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์เองโดยอัตโนมัติ

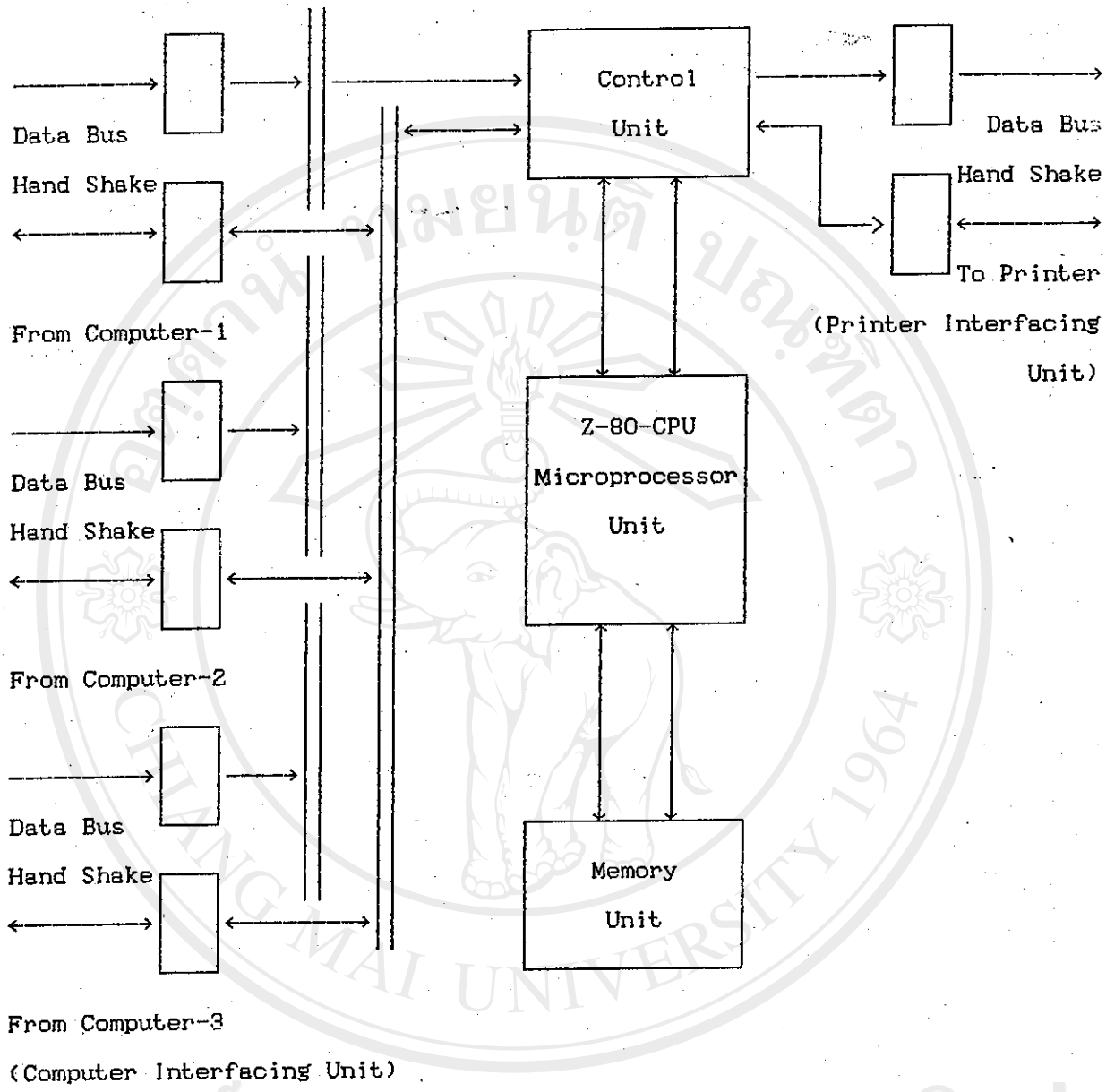
บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง (3-Input Printer Buffer Selector) ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้ นอกจากจะมีความสามารถในการเป็น Buffer แล้ว ยังสามารถต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกันถึง 3 เครื่อง โดยคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถส่งข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ไปฝากไว้ในหน่วยความจำของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ เพื่อรอผลการพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ที่ต่ออยู่กับระบบเพียงเครื่องเดียว ทำให้สะดวกในการใช้งานมาก กล่าวคือ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องย้ายเครื่องพิมพ์ไปต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะพิมพ์ เพียงแต่ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 เครื่องเข้ากับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์นี้เท่านั้น บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ก็จะทำหน้าที่เสมือนกับเป็นเครื่องพิมพ์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องทันที โดยมีขนาดความจุของหน่วยความจำ สำหรับรับข้อมูลงานพิมพ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ 21 กิโลไบท์ต่อเครื่อง

3.2 การออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์

ระบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง มีส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยแยกออกเป็นหน่วยต่าง ๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) หน่วยเชื่อมโยงรับข้อมูลเข้ามาจากคอมพิวเตอร์ (Computer Interfacing Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แยกออกเป็น 3 ชุด แต่ละชุดประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของระบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง

1.1) ส่วนรับข้อมูล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากบัสข้อมูล (Data Bus) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่เป็นไปตามมาตราฐาน Centronic ซึ่งเป็มาตราฐานที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

1.2) ส่วนรับส่งสัญญาณโต้ตอบ (Hand Shake Signal) ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูลให้ถูกต้องแม่นยำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ส่วนเชื่อมโยงส่งข้อมูลไปให้เครื่องพิมพ์ (Printer Interfacing Unit) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปให้กับเครื่องพิมพ์ ประกอบไปด้วยส่วนส่งสัญญาณข้อมูล และส่วนรับส่งสัญญาณโต้ตอบ เช่นเดียวกับส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์

3) หน่วยควบคุม (Control Unit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมการทำงานของระบบ ที่ได้รับการสั่งงานมาจากหน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) และยังสามารถรับคำสั่ง จากการกดสวิตช์ที่ได้ต่อพ่วงเข้าไป เพื่อเลือกการทำงานของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ให้ทำการเลือกการรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องที่ต้องการไปยังเครื่องพิมพ์ได้

4) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) เป็นหน่วยที่สำคัญที่สุดของระบบ จะเป็นหน่วยที่ควบคุมและสั่งงานระบบให้ทำงานตามโปรแกรมที่ได้โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำแบบถาวร (EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory)

5) หน่วยความจำ (Memory Unit) เป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ที่เป็นโปรแกรมสั่งงานระบบ และข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.1) หน่วยความจำแบบถาวร (EPROM) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

5.2) หน่วยความจำแบบชั่วคราว (DRAM : Dynamic Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำสำรองที่ใช้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องการส่งไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์

บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ที่ได้ทำการออกแบบ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z80-CPU เป็นศูนย์กลางในการควบคุม ประกอบไปด้วยหน่วยความจำแบบถาวรที่มีขนาดความจุ 2 กิโลไบท์ ทำหน้าที่เก็บบันทึกโปรแกรมสั่งงานระบบ และมีหน่วยความจำแบบชั่วคราวที่มีขนาดความจุ 64 กิโลไบท์ ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ แต่หน่วยความจำแบบชั่วคราวนี้ จะถูกใช้งานเพียง 62 กิโลไบท์เท่านั้น เนื่องจากจะต้องหลีกเลี่ยงการอ้างตำแหน่งที่อยู่ (Address) ของหน่วยความจำ ไม่ให้หน่วยความจำทั้ง 2 ชนิด มีตำแหน่งที่อยู่ทับหมายเลขเดียวกัน ซึ่งระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z80-CPU จะสามารถอ้างตำแหน่งที่อยู่ของหน่วยความจำได้สูงสุด 64 กิโลไบท์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การออกแบบการทำงานของระบบ

ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ ที่จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่องพร้อมกันนี้ จะอาศัยหลักการแบ่งหน่วยความจำสำรองไว้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องประมาณ 21 กิโลไบท์ ซึ่งจะมากพอสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลที่เป็นรหัสตัวอักษรในภาษาอังกฤษได้ประมาณ 21,500 ตัวอักษร ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

นอกจากนี้ ยังได้ออกแบบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ให้มีความสามารถเลือกการสั่งงานให้ทำงานในลักษณะที่รับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวก็ได้ สำหรับใช้ในกรณีที่ต้องการถ่ายทอดข้อมูลที่ต้องการพิมพ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวไปสู่เครื่องพิมพ์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งก็จะสามารถใช้หน่วยความจำสำรองสำหรับเก็บข้อมูลได้ถึง 62 กิโลไบท์ โดยจะมีสวิตช์กดสำหรับเลือกโหมดการทำงาน (Operation Mode : Single Input Mode, or Multiple Input Mode) ให้กับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ และยังมีโหมดของการสั่งงานทดสอบ (Test Mode) สำหรับใช้ทำการทดสอบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์กับเครื่องพิมพ์ ว่ามีการ รับ/ส่ง ข้อมูลติดต่อถึงกันได้หรือไม่ โดยที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สามารถส่งข้อมูลที่เป็นรหัสของตัวอักษรต่าง ๆ ในภาษาอังกฤษเรียงต่อกันมา เพื่อให้เครื่องพิมพ์รับไปพิมพ์แสดงผล สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของการพิมพ์ในเบื้องต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4

การออกแบบระบบทางด้านซอฟท์แวร์

4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม

เนื่องจากบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ที่ได้ทำการออกแบบและสร้าง ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z80-CPU เป็นศูนย์กลางในการควบคุม จึงจำเป็นต้องมีโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ โดยโปรแกรมนี้ ได้เขียนเป็นภาษาแอสเซมบลี่ (Assembly) แล้วจึงทำการแปลโปรแกรมออกมาเป็นรหัสภาษาเครื่อง พร้อมกับบันทึกโปรแกรมลงในหน่วยความจำแบบถาวร ในการออกแบบโปรแกรมได้แบ่งโปรแกรมออกเป็นส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1) โปรแกรมสั่งงานก่อนการเริ่มต้นทำงาน (Initialization)
2) โปรแกรมจัดการหน่วยความจำ (Memory Management)
3) โปรแกรมควบคุมการ รับ/ส่ง และบันทึกข้อมูล (Data Input/Output)

4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

ส่วนของโปรแกรมสั่งการเริ่มต้นการทำงานของระบบ เป็นโปรแกรมที่จะทำการจัดการระบบก่อนที่จะเริ่มต้นทำงานทุกครั้ง เช่น ทำการลบค่าในหน่วยความจำบางส่วน และทำการกำหนดค่าตัวชี้ (Pointer) ตำแหน่งที่อยู่ของหน่วยความจำ สำหรับการรับข้อมูลที่จะถูกส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำ ตัวชี้ตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลที่จะนำส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

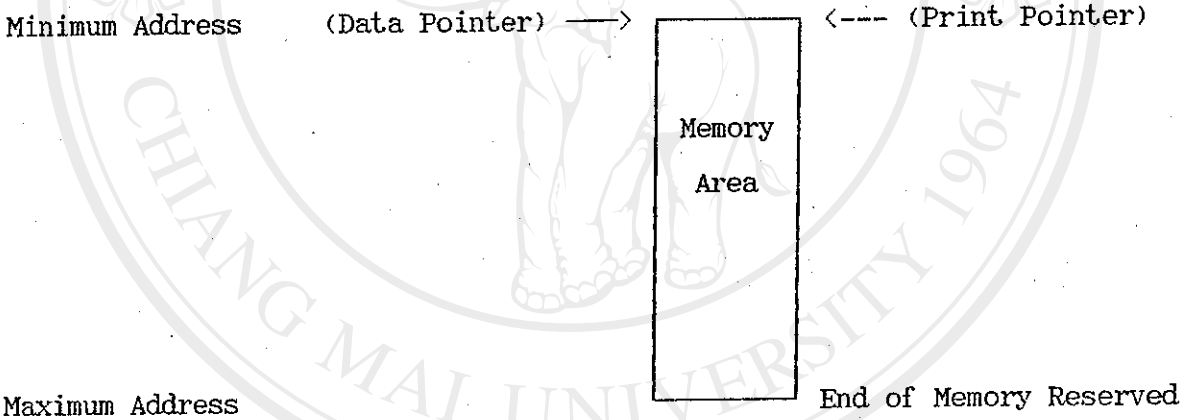
ส่วนของโปรแกรมจัดการหน่วยความจำ เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่แบ่งส่วนของหน่วยความจำที่มีอยู่ในบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ เพื่อสำรองไว้สำหรับการบันทึกข้อมูลที่จะส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถจัดการกับหน่วยความจำได้ ทั้งแบบที่จะให้หน่วยความจำทั้งหมดที่มีอยู่สำหรับการบันทึกข้อมูลที่ส่งเข้ามาเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว หรือจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน สำหรับการบันทึกข้อมูลที่จะถูกส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมกันทั้ง 3 เครื่องก็ได้

สำหรับส่วนโปรแกรม รับ/ส่ง และบันทึกข้อมูล เป็นโปรแกรมที่สำคัญที่สุด ทำหน้าที่รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะมีการตรวจสอบสายส่งสัญญาณโต้ตอบต่าง ๆ ก่อนที่จะมีการรับข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในเครื่อง เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้มีความถูกต้อง และหลังจากที่ได้รับข้อมูลเข้ามาแล้ว บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ก็จะส่งสัญญาณตอบกับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าได้รับข้อมูลไปแล้ว ซึ่งถ้าหากเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีข้อมูลที่ต้องการพิมพ์อีก เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถส่งข้อมูลใหม่เข้ามาให้กับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ได้ทันที

จากข้อมูลที่ได้รับเข้ามา บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ก็จะนำไปเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำก่อน โดยการเก็บบันทึกข้อมูลนี้ จะมีตัวชี้ (Pointer) 2 ตัว ตัวแรกเรียกว่า ตัวชี้ข้อมูล (Data Pointer) เป็นตัวชี้ตำแหน่งที่อยู่ในหน่วยความจำที่จะนำข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปเก็บไว้ ตัวชี้อีกตัวหนึ่งเรียกว่า ตัวชี้การพิมพ์ (Print Pointer) เป็นตัวชี้ตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลที่จะนำส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะมีการกำหนดค่าของตัวชี้ทั้งสองนี้ให้มีค่าเท่ากัน ณ ตำแหน่งที่อยู่บนสุดของหน่วยความจำที่สำรองไว้ ก่อนที่จะเริ่มมีการ รับ/ส่ง ข้อมูล ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.1



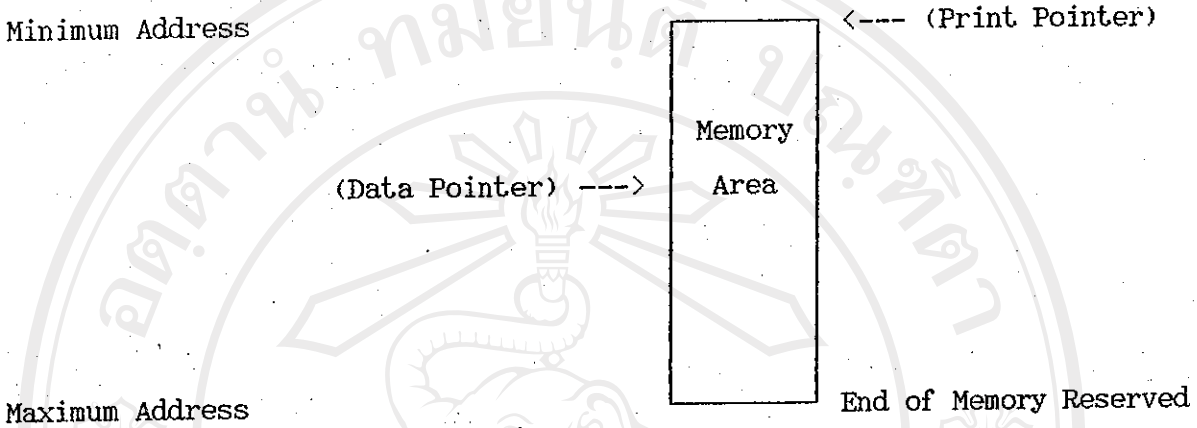
รูปที่ 4.1 การกำหนดตัวชี้ก่อนการเริ่มต้นการทำงาน

เมื่อมีข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ก็จะนำข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งที่ระบุโดยตัวชี้ข้อมูล พร้อมกับทำการเพิ่มค่าในตัวชี้ข้อมูลขึ้นหนึ่ง เพื่อเตรียมชี้ไปยังตำแหน่งถัดไปที่จะนำข้อมูลเข้าไปเก็บ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.2 ซึ่งก็จะทำให้ตัวชี้ข้อมูลมีค่าสูงกว่าตัวชี้การพิมพ์ เป็นการแสดงว่ามีข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ได้เก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำแล้ว

สำหรับการส่งข้อมูลออกไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ จะมีการตรวจสอบก่อนว่า มีข้อมูลที่จะพิมพ์หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบค่าของ ตัวชี้ข้อมูลกับตัวชี้การพิมพ์ ว่ามีค่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันแสดงว่าไม่มีข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ แต่ถ้าไม่ตรงกัน แสดงว่ามีข้อมูลที่จะทำการพิมพ์ โปรแกรมจัดการก็

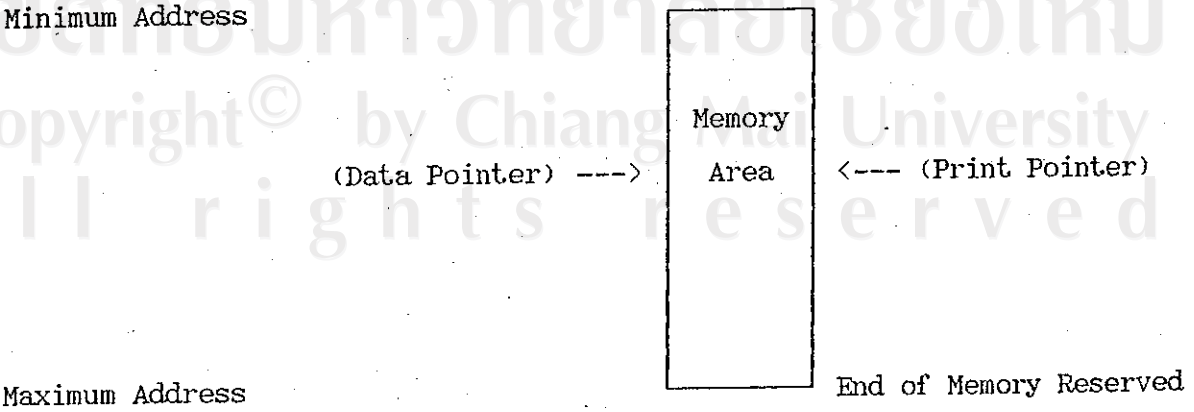
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะทำการตรวจสอบสัญญาณที่เครื่องพิมพ์ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ ถ้าพร้อมก็จะนำข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ระบุด้วยตัวชี้การพิมพ์ส่งไปให้กับเครื่องพิมพ์ทันที พร้อมกับทำการเพิ่มค่าในตัวชี้การพิมพ์ขึ้นหนึ่ง เพื่อเตรียมชี้ไปยังตำแหน่งถัดไปที่จะนำข้อมูลส่งออกไปพิมพ์



รูปที่ 4.2 แสดงการเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้ข้อมูลเมื่อได้รับข้อมูลเข้ามาเก็บบันทึกไว้

ในการออกแบบโปรแกรมจัดการส่วน รับ/ส่ง ข้อมูลนี้ จะมีการตรวจสอบตัวชี้ทั้งสองดังที่กล่าวมานี้ตลอดเวลา ก่อนที่จะมีการเก็บบันทึกข้อมูลและนำข้อมูลไปพิมพ์ ถ้าหากการเก็บบันทึกข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ตัวชี้ข้อมูลมีค่าเกินตำแหน่งสุดท้ายของหน่วยความจำ ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้ ก็จะถูกนำไปเก็บไว้ในตำแหน่งแรกของหน่วยความจำที่ได้ทำการสำรองไว้ แต่ก่อนที่จะนำข้อมูลไปเก็บไว้ จะต้องมีการตรวจสอบก่อนว่าข้อมูล ณ ตำแหน่งนั้นถูกนำไปพิมพ์แล้วหรือยัง หากยังก็จะหยุดการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการส่งสัญญาณควบคุมไปบอกเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ยังไม่ว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะยังไม่ส่งข้อมูลตัวถัดไปเข้ามา



รูปที่ 4.3 ตัวชี้ข้อมูลและตัวชี้การพิมพ์มีตำแหน่งเดียวกันแสดงว่าไม่มีข้อมูลจะต้องพิมพ์อีก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาเก็บบันทึกไว้ กับการนำเอาข้อมูลที่ได้เก็บบันทึกไว้ส่งออกไปพิมพ์นี้ จะมีลักษณะการบันทึกข้อมูลเป็นวงรอบตลอดเนื้อที่ของหน่วยความจำที่ได้สำรองไว้ ซึ่งเป็นการใช้งานหน่วยความจำที่มีอยู่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การทำงานของระบบที่ได้ออกแบบไว้จะแบ่งการทำงานของการรับข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกัน โดยแต่ละส่วนจะมีหน่วยความจำสำรองไว้ สำหรับการรับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง และการทำงานของโปรแกรมที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจะทำงานในลักษณะที่ขนานกันไป คือจะสามารถทำการรับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกันถึง 3 เครื่อง ส่วนโปรแกรมจัดการการส่งข้อมูลออไปพิมพ์ จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องใดเครื่องหนึ่ง เพียงทีละเครื่องเท่านั้น จนกว่าจะมีการส่งการทำงานให้เป็นอย่างอื่น โดยสามารถกดส่งงานได้ที่ตัวบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5

คู่มือประกอบการใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

5.1 ส่วนประกอบเครื่องบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมา ได้บรรจุอยู่ในกล่องโลหะขนาด 3 x 11 x 7.5 ลูกบาศก์นิ้ว มีรูปแบบทางด้านหน้าและด้านหลังของเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 โดยมีรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) POWER SWITCH เป็นสวิตช์สำหรับ ปิด/เปิด เพื่อจ่ายกำฟังไฟฟ้าเข้าเครื่อง

2) MODE INDICATOR เป็นหลอดไฟแสดงโหมดการทำงานของเครื่องว่าอยู่ใน สภาวะการทำงานแบบใด ถ้าหอลดไฟ SINGLE ติดสว่าง แสดงว่าเป็นการใช้งานเครื่องแบบรับข้อมูล เข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว โดยจะใช้ความจุของหน่วยความจำอย่างเต็มที่ คือ ประมาณ 62 กิโลไบท์ แต่ถ้าหลอด MULTIPLE ติดสว่าง แสดงว่าเป็นการใช้งานเครื่องแบบรับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง พร้อมกัน โดยจะใช้หน่วยความจำสำหรับการบันทึกข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องละประมาณ 21 กิโลไบท์

3) PRINT INDICATOR เป็นหลอดไฟจำนวน 3 หลอด ที่แสดงสถานะของการพิมพ์ข้อมูลที่ได้รับเข้ามา ว่าในขณะนั้นบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์กำลังถูกสั่งให้ทำการพิมพ์ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์หมายเลขใด

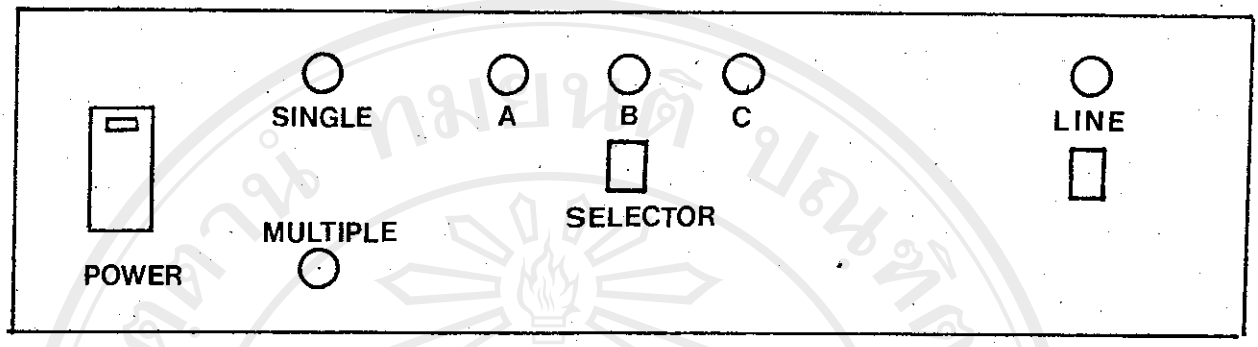
4) PRINT SELECTOR เป็นสวิตช์กดสั่งงานให้เลือกการพิมพ์ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด ในการใช้งานปุ่มนี้ สถานะของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์จะต้องอยู่ในสถานะ OFF LINE นอกจากนี้ปุ่ม INPUT INDICATOR ยังใช้งานเป็นปุ่มเลือกโหมดการทำงานให้กับเครื่องในตอนเริ่มเปิดให้เครื่องทำงาน

5) ON/OFF LINE เป็นสวิตช์กดสั่งงานให้เครื่องทำงาน รับ/ส่ง ข้อมูล หรือหยุดการรับ/ส่ง ข้อมูลชั่วขณะ เพื่อทำการเลือกการรับข้อมูลโดยใช้ปุ่ม INPUT SELECTOR

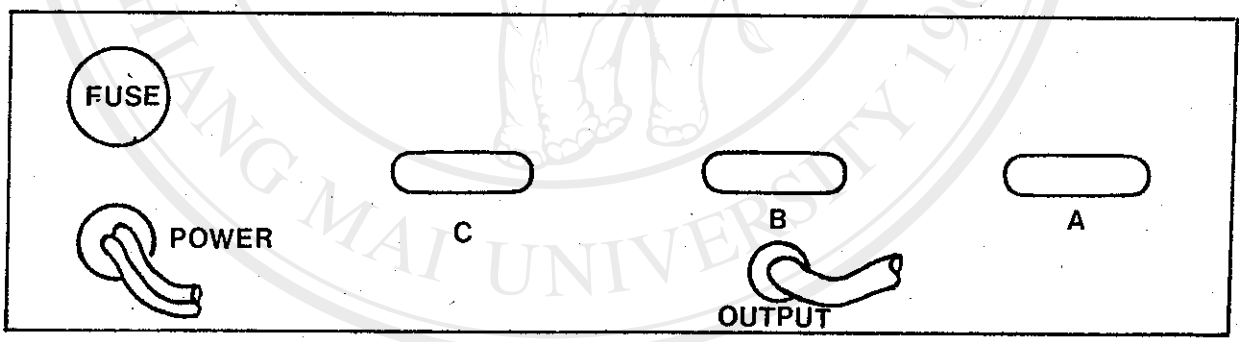
6) POWER LINE เป็นสายสำหรับจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง โดยต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

7) FUSE เป็นอุปกรณ์ป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาด โดยจำกัดกระแสไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ 0.5 แอมป์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5.1 รูปแสดงด้านหน้าของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์



รูปที่ 5.2 รูปแสดงด้านหลังของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

8) PARALLEL INPUT CONNECTOR เป็นขั้วต่อสำหรับรับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ มีอยู่จำนวน 3 ชุด ทำให้สามารถรับข้อมูลที่ต้องการพิมพ์เข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ 3 เครื่องพร้อมกัน

9) PARALLEL OUTPUT CONNECTOR เป็นสายต่อพร้อมหัวต่อสำหรับนำไปเสียบเข้ากับเครื่องพิมพ์ เป็นสายสำหรับส่งข้อมูลที่ต้องการพิมพ์จากบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ไปยังเครื่องพิมพ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 การติดตั้งบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

ในการใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ จะทำการต่อสายส่งสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่องเข้าที่ด้านหลังของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ณ ตำแหน่งของหัวต่อ A B และ C สำหรับกรณีที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว จะทำการติดตั้งเข้าที่ช่องเสียบ A จากนั้นจะทำการต่อสายส่งสัญญาณจากบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ไปเข้ากับเครื่องพิมพ์ พร้อมกับเสียบสายกำลัง (Power Line) เข้ากับปลั๊กไฟฟ้าระดับแรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรทซ์ ก็จะสามารถใช้งานระบบได้ทันที

5.3 การใช้งาน

ในการใช้งาน สามารถเลือกการทำงานให้กับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ได้ 2 แบบ ในแบบแรกจะเป็นการสั่งงานให้บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ทำการรับข้อมูลเข้ามาจากคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว ซึ่งการทำงานแบบนี้ จะเป็นการสั่งงานโดยปริยายในขณะที่เริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าเครื่องตามปรกติ ในแบบที่ 2 จะเป็นการสั่งให้บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ทำการรับข้อมูลเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกัน 3 เครื่อง ซึ่งถ้าจะเลือกการทำงานในแบบนี้ ก่อนการจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าที่บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ จะต้องกดปุ่ม PRINT SELECTOR ค้างไว้ในขณะที่เริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่อง

หลังที่ได้ทำการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่อง พร้อมกับได้ทำการเลือกแบบการทำงานให้กับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์เรียบร้อยแล้ว ในตอนเริ่มต้น หลอดไฟทุกหลอดที่ด้านหน้าเครื่องจะติดสว่างอยู่ชั่วขณะหนึ่งและจะดับมืดลง ยกเว้นหลอดไฟที่สวิตช์กำลัง แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานต่อไปได้แล้ว จากนั้นให้ทำการตั้งการพิมพ์ โดยการกดปุ่ม PRINT SELECTOR เพื่อเลือกการพิมพ์ ว่าให้บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ทำการพิมพ์ผลที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด โดยสังเกตุการติดสว่างของหลอดไฟที่ด้านหน้าเครื่องให้ตรงกับช่องของคอมพิวเตอร์ที่ต้องการพิมพ์ หลังจากนั้น ให้กดปุ่ม ON/OFF LINE เพื่อสั่งให้เครื่องเริ่มทำการ รับ/ส่ง ข้อมูลได้ทันที โดยสังเกตุการติดสว่างของหลอดไฟ LINE INDICATOR หากต้องการเปลี่ยนแปลงการพิมพ์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ในช่องอื่น จะต้องกดสวิตช์ ON/OFF LINE ให้หลอดไฟ LINE INDICATOR ดับมืดลงก่อนทุกครั้ง มิฉะนั้น จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงการทำงาน หรือเลือกการพิมพ์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6

การทดสอบและสรุปผล

6.1 การทดสอบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

จากการทดสอบบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานี้ สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี การ รับ/ส่ง ข้อมูลไม่มีการผิดพลาด สามารถรับข้อมูลที่ส่งเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ด้วยความเร็วประมาณ 1 กิโลไบท์ต่อวินาที ซึ่งเป็นอัตราที่สูงมากเมื่อเทียบกับความเร็วในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ทั่วไป และยังสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกันถึง 3 เครื่อง แต่ในการใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ก็ยังมีขีดจำกัดอยู่บ้าง เนื่องจากความสามารถในการรับข้อมูลเข้ามาเครื่องคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกันถึง 3 เครื่องนี้ ซึ่งข้อมูลที่ได้รับเข้าจากต่างแหล่งกันนี้อาจจะเป็นข้อมูลที่มีรูปแบบหรือมาตรฐานในการส่งที่แตกต่างกัน เช่น เครื่องแรกส่งข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นโหมดตัวอักษร (Character Mode) ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ส่งข้อมูลที่เป็นรูปแบบการพิมพ์ภาพ (Graphic or Bit Image) หรือรูปแบบตัวอักษรที่มีการดาวน์โหลด (Download) ซึ่งบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์จะไม่สามารถทราบได้ว่าข้อมูลที่ส่งเข้ามานี้ มีรูปแบบเป็นแบบใด ถ้าหากเครื่องพิมพ์กำลังพิมพ์งานที่มีรูปแบบเป็นแบบการพิมพ์ภาพ หรือแบบดาวน์โหลดอยู่ หลังจากนั้นได้ทำการเปลี่ยนการพิมพ์ผล โดยนำเอาข้อมูลที่รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งที่มีรูปแบบการพิมพ์เป็นแบบโหมดตัวอักษรตามปกติ เครื่องพิมพ์ก็จะพิมพ์ข้อมูลตามรูปแบบที่ได้สั่งการทำงานให้กับเครื่องพิมพ์ไว้ก่อนหน้านั้น ซึ่งก็จะเป็นการพิมพ์ผลออกมาเป็นภาพ หรือตัวอักษรที่ไม่ถูกต้องตามความต้องการ

ดังนั้น ผู้ใช้งานบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ จะต้องทราบอยู่ตลอดเวลาว่า ขณะนั้นเครื่องพิมพ์กำลังทำงานอยู่ในโหมดใด และข้อมูลที่จะส่งออกไปพิมพ์มีรูปแบบเป็นแบบใด จะต้องเลือกการพิมพ์ให้สอดคล้องกัน โดยอาจจะต้องทำการพิมพ์ผลของข้อมูลที่รับเข้ามาจากเครื่องเดิมให้เสร็จเรียบร้อยทั้งหมด ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนการพิมพ์ข้อมูลที่รับเข้ามาจากเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2 สรุป

การใช้บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์สำหรับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่องนี้ ทำให้ประหยัดเวลาในการทำงาน ประหยัดจำนวนเครื่องพิมพ์ มีความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่ทำการ รับ/ส่ง สูงกว่าระบบที่ใช้อุปกรณ์รีเลย์ ไม่ต้องทำการโยกย้ายเครื่องพิมพ์ไปผ่วงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะสามารถต่อเชื่อม

เครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง กับเครื่องพิมพ์ 1 เครื่อง เข้าที่บัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์เป็นระบบเดียวกันได้ตลอดเวลา ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต่อไปในอนาคต

ปัจจุบัน เครื่องต้นแบบของบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ ได้ใช้งานอยู่ที่ ห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

8.1 John Bono, "Build a Printer Buffer", Byte Magazine, June 1984.

8.2 James W. Coffron, Z80 Applications, Sybex Inc., 1983.

8.3 Rodnay Zaks, Programming the Z80, 3rd. edition, Sybex Inc., 1981.

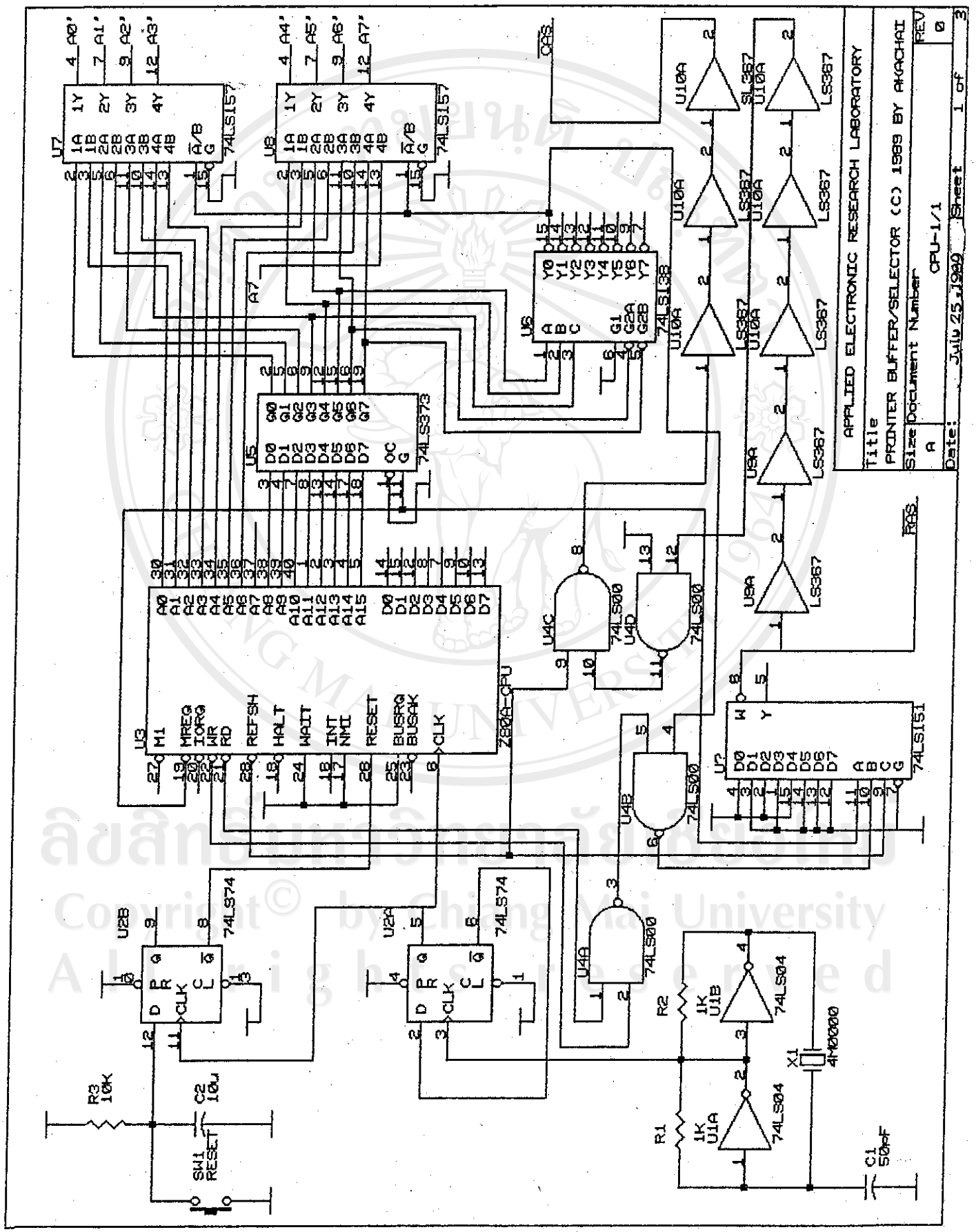
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก

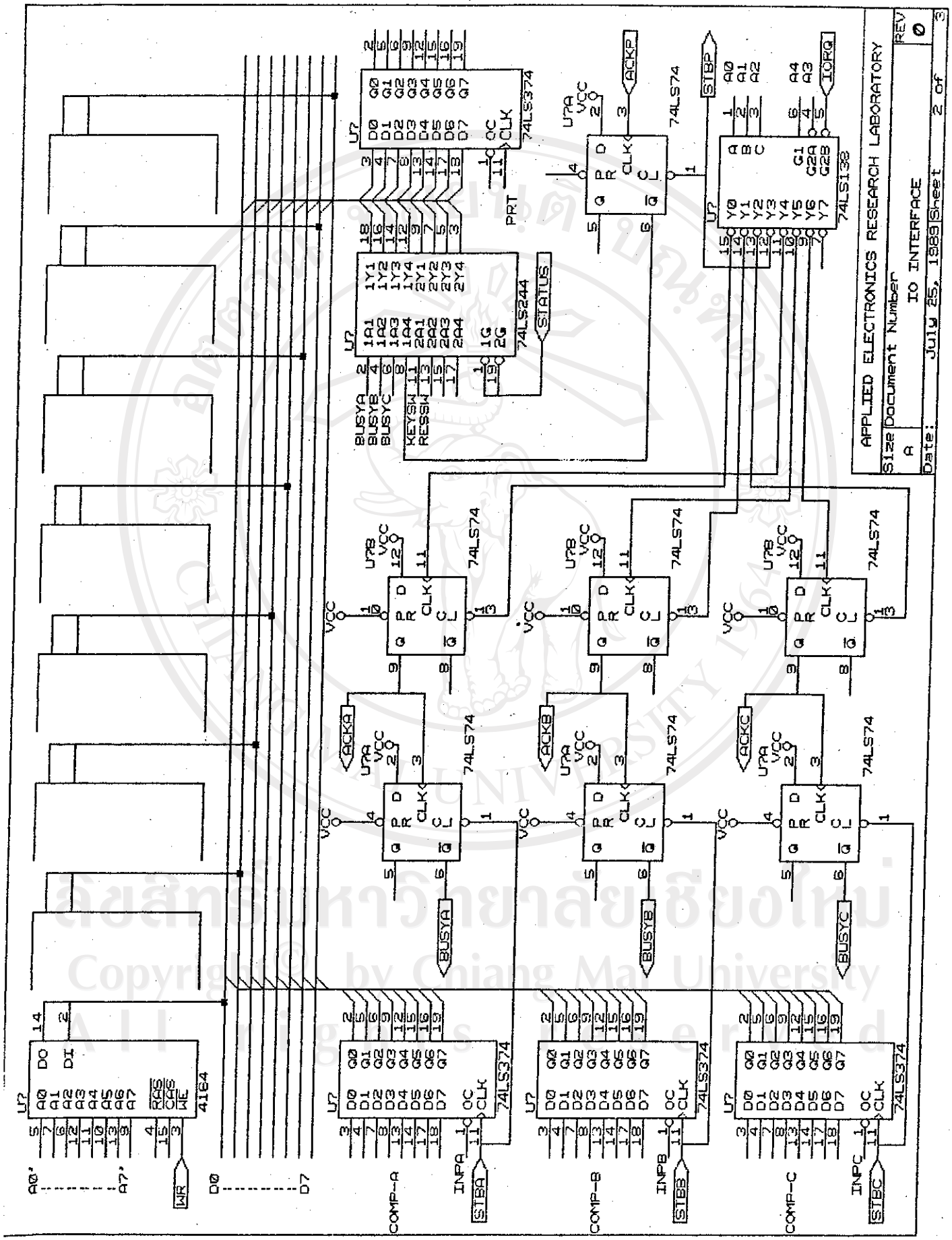
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.

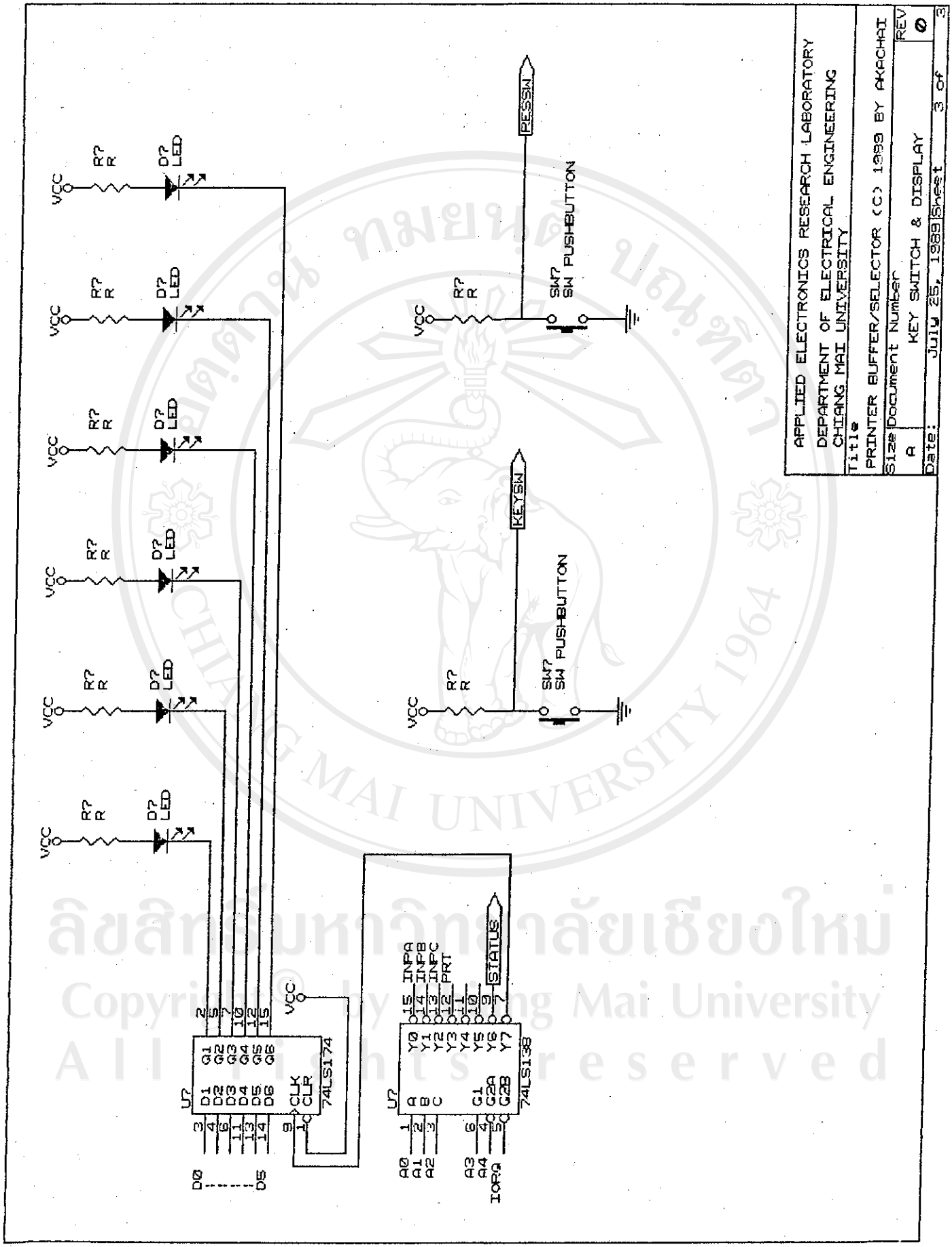
วงจรบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมควบคุมบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์

```
; ****************************************
; ** 3-INPUT PRINTER BUFFER SELECTOR **
; ** PROGRAM BY  MR. AKACHAI SANG-IN **
; ** COPYRIGHT (C) 1989  BY AERL-CMU **
; ****************************************
;
        .Z80
;
        CSEG
;
; ***** PORT NUMBER ASSIGNMENT *****
ACKLOA  EQU     00010000B
ACKLOB  EQU     ACKLOA+1
ACKLOC  EQU     ACKLOA+2
PRTSTB  EQU     ACKLOA+3
ACKHIA  EQU     ACKLOA+4
ACKHIB  EQU     ACKLOA+5
ACKHIC  EQU     ACKLOA+6
PRTCLR  EQU     ACKLOA+7
;
INPA    EQU     00100000B
INPB    EQU     INPA+1
INPC    EQU     INPA+2
PRT     EQU     INPA+3
INKEY   EQU     INPA+4
RESET   EQU     INPA+5
STATUS  EQU     INPA+6
LED     EQU     INPA+7
;
; ***** INDICATOR ON/OFF ASSIGNMENT *****
LED1ON  EQU     11111110B
LED2ON  EQU     11111101B
LEDAON  EQU     11111011B
LEDBON  EQU     11110111B
LEDCON  EQU     11101111B
LINEON  EQU     11011111B
LED1OF  EQU     00000001B
LED2OF  EQU     00000010B
LEDAOF  EQU     00000100B
LEDBOF  EQU     00001000B
LEDCOF  EQU     00010000B
LINEOF  EQU     00100000B
;
; ***** INPUT STATUS BIT ASSIGNMENT *****
BUSYA   EQU     00000001B
BUSYB   EQU     00000010B
BUSYC   EQU     00000100B
PRTBUSY EQU     00001000B
KEYSW   EQU     00010000B
RESSW   EQU     00100000B
;
; ***** MEMORY ADERESS ASSIGNMENT *****
ROM     EQU     0
RAM     EQU     ROM+00B00H
NNRAM   EQU     RAM+00200H
```


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
MXRAM   EQU     ROM+0FFFFH
BUFFER  EQU     41*512
MNRAMA  EQU     MNRAM
MNRAMB  EQU     MNRAMA+BUFFER
MNRAMC  EQU     MNRAMB+BUFFER
MXRAMA  EQU     MNRAMB-1
MXRAMB  EQU     MNRAMC-1
MXRAMC  EQU     MXRAM
;
; ***** INTERRUPT ASSIGNMENT *****
INT     EQU     0038H
NMI     EQU     0066H
;
;
; ===== INITIALIZATION =====
;
        ORG     ROM
START:
        LD      B,0     ; POWER UP DELAY
        DJNZ    $
;
        IM      1
        LD      A,0FFH
        LD      I,A
        LD      (LEDTAB),A
;
        LD      A,0
        OUT     (LED),A
        LD      (ONLINE),A
        LD      (FSHCTR),A
        LD      (FSHON),A
;
        LD      A,00000001B     ; SET PRINT DIRECTION TO A-INPUT
        LD      (PRTDIR),A
;
        LD      SP,STACK
;
        OUT     (ACKLOA),A
        OUT     (ACKHIA),A
        OUT     (ACKLOB),A
        OUT     (ACKHIB),A
        OUT     (ACKLOC),A
        OUT     (ACKHIC),A
;
        OUT     (PRTCLR),A
;
        CALL    TEST
;
        JP      MAIN
;
; ===== INTERRUPT JUMP TABLE =====
        ORG     INT
        JP      START   ; INTERRUPT MODE-1 JUMP
;
        ORG     NMI
        JP      START   ; NON MASKABLE INTERRUPT JUMP
;
; ===== START THE MAIN PROGRAM =====
        ORG     ROM+0080H
MAIN:   LD      BC,8000H
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
DELAY:  DEC     BC
        LD      A,B
        OR      C
        JR      NZ,DELAY
;
        IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JP      NZ,ONEINP
        JP      MULINP
;
; ===== MULTIPLE INPUTS SERVICE ROUTINE =====
        ORG     ROM+0100H
MULINP:
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LED2ON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
WAIT2:  IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JR      Z,WAIT2
;
        LD      B,0
        DJNZ    $
;
        IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JR      Z,WAIT2
;
LOOP2:  IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JR      NZ,LOOP2
;
SELEC2: CALL    KEY
        LD      A,(PRTDIR)
        BIT     0,A
        JR      NZ,ON2A
        BIT     1,A
        JR      NZ,ON2B
;
ON2C:   LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDCON
        OR      LEDBOF
        OR      LEDAOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        JR      NEXT2
;
ON2B:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
        AND     LEDBON
        OR      LEDAOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        JR      NEXT2
;
ON2A:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
        OR      LEDBOF
        AND     LEDAON
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
NEXT2:  CALL    LINE
        LD      A,(ONLINE)
        OR      A
        JR      Z,SELEC2
;
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LINEON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
        LD      IY,NXPRTA
        LD      BC,MNRAMA
        LD      (IY+0),C
        LD      (IY+1),B
        LD      (IY+2),C
        LD      (IY+3),B
;
        LD      IY,NXPRTB
        LD      BC,MNRAMB
        LD      (IY+0),C
        LD      (IY+1),B
        LD      (IY+2),C
        LD      (IY+3),B
;
        LD      IY,NXPRTC
        LD      BC,MNRAMC
        LD      (IY+0),C
        LD      (IY+1),B
        LD      (IY+2),C
        LD      (IY+3),B
;
MAIN22: CALL    LINE
        LD      A,(ONLINE)
        OR      A
        JR      Z,OFF2
;
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LINEON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
        LD      IX,ADDRA
        LD      IY,NXPRTA
        CALL    INPUT
;
        LD      IX,ADDRB
        LD      IY,NXPRTB
        CALL    INPUT
;
        LD      IX,ADDRC
        LD      IY,NXPRTC
        CALL    INPUT
;
        LD      A,(PRTDIR)
        BIT     0,A
        JR      NZ,PRINTA
        BIT     1,A
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        JR      NZ,PRINTB
;
PRINTC: LD      IX,ADDRC
        LD      IY,NXPRTC
        CALL    PRINT
        CALL    FLASH2
        JP      MAIN22
;
PRINTB: LD      IX,ADDRB
        LD      IY,NXPRTB
        CALL    PRINT
        CALL    FLASH2
        JP      MAIN22
;
PRINTA: LD      IX,ADDRA
        LD      IY,NXPRTA
        CALL    PRINT
        CALL    FLASH2
        JP      MAIN22
;
OFF2:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LINEOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        CALL    KEY
        CALL    FLASH2
        JP      MAIN22
;
FLASH2: LD      HL,FSHCTR
        DEC     (HL)
        RET     NZ
;
        LD      A,(FSHON)
        XOR     0FFH
        LD      (FSHON),A
;
FLASHA: LD      A,(PRTDIR)
        BIT     0,A
        JR      Z,FSHA
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDAON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHB
;
FSHA:   LD      IY,NXPRTA
        LD      L,(IY+0)
        LD      H,(IY+1)
        LD      E,(IY+2)
        LD      D,(IY+3)
        OR      A
        SBC     HL,DE
        JR      NZ,FSHAA
        LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDAOF
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHB
;
FSHAA:  LD      A,(FSHON)
        OR      A
        JR      Z,OFFA
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
;
ONA:    LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDAON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHB
;
OFFA:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDAOF
        LD      (LEDTAB),A
;
FLASHB: LD      A,(PRTDIR)
        BIT     1,A
        JR      Z,FSHB
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDBON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHC
;
FSHB:   LD      IY,NXPRTB
        LD      L,(IY+0)
        LD      H,(IY+1)
        LD      E,(IY+2)
        LD      D,(IY+3)
        OR      A
        SBC     HL,DE
        JR      NZ,FSHBB
        LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDBOF
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHC
;
FSHBB:  LD      A,(FSHON)
        OR      A
        JR      Z,OFFB
;
ONB:    LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDBON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      FLASHC
;
OFFB:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDBOF
        LD      (LEDTAB),A
;
FLASHC: LD      A,(PRTDIR)
        BIT     2,A
        JR      Z,FSHC
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDCON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      LEDCTL
;
FSHC:   LD      IY,NXPRTC
        LD      L,(IY+0)
        LD      H,(IY+1)
        LD      E,(IY+2)
        LD      D,(IY+3)
        OR      A
        SBC     HL,DE
        JR      NZ,FSHCC
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
        LD      (LEDTAB),A
        JP      LEDCTL
;
FSHCC:  LD      A,(FSHON)
        OR      A
        JR      Z,OFFC
;
ONC:    LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDCON
        LD      (LEDTAB),A
        JP      LEDCTL
;
OFFC:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
        LD      (LEDTAB),A
;
LEDCTL: LD      A,(LEDTAB)
        OUT     (LED),A
        RET
;
;
; ===== SINGLE INPUT SERVICE ROUTINE =====
        ORG     ROM+0400H
ONEINP:
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LED1ON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
LOOP1:  IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JR      NZ,LOOP1
;
SELEC1: CALL    KEY
        LD      A,(PRTDIR)
        BIT     0,A
        JR      NZ,ON1A
        BIT     1,A
        JR      NZ,ON1B
;
ON1C:   LD      A,(LEDTAB)
        AND     LEDCON
        OR      LEDBOF
        OR      LEDAOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        JP      NEXT1
;
ON1B:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
        AND     LEDBON
        OR      LEDAOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        JP      NEXT1
;
ON1A:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LEDCOF
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        OR      LEDBOF
        AND     LEDAON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
NEXT1:  CALL    LINE
        LD      A,(ONLINE)
        OR      A
        JR      Z,SELEC1
;
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LINEON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
        LD      A,(PRTDIR)
        BIT     0,A
        JR      NZ,IN1A
        BIT     1,A
        JR      NZ,IN1B
;
IN1C:   LD      IX,ADDR1C
        LD      IY,NXPRT
        JP      MAIN1
;
IN1B:   LD      IX,ADDR1B
        LD      IY,NXPRT
        JP      MAIN1
;
IN1A:   LD      IX,ADDR1A
        LD      IY,NXPRT
;
MAIN1:  LD      C,(IX+0)
        LD      B,(IX+1)
        LD      (IY+0),C
        LD      (IY+1),B
        LD      (IY+2),C
        LD      (IY+3),B
;
MAIN11: CALL    LINE
        LD      A,(ONLINE)
        OR      A
        JR      Z,OFF1
;
        LD      A,(LEDTAB)
        AND     LINEON
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
;
        CALL    INPUT
        CALL    PRINT
        JP      MAIN11
;
OFF1:   LD      A,(LEDTAB)
        OR      LINEOF
        OUT     (LED),A
        LD      (LEDTAB),A
        JP      MAIN11
;
;
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

```
; ===== DATA ASSIGNMENT =====
        ORG     ROM+0600H
;
ADDR1A: DW      MNRAM
        DW      MXRAM
        DB      BUSYA
        DB      INPA
        DB      ACKLOA
        DB      ACKHIA
;
ADDR1B: DW      MNRAM
        DW      MXRAM
        DB      BUSYB
        DB      INPB
        DB      ACKLOB
        DB      ACKHIB
;
ADDR1C: DW      MNRAM
        DW      MXRAM
        DB      BUSYC
        DB      INPC
        DB      ACKLOC
        DB      ACKHIC
;
ADDRA:  DW      MNRAMA
        DW      MXRAMA
        DB      BUSYA
        DB      INPA
        DB      ACKLOA
        DB      ACKHIA
;
ADDRB:  DW      MNRAMB
        DW      MXRAMB
        DB      BUSYB
        DB      INPB
        DB      ACKLOB
        DB      ACKHIB
;
ADDRC:  DW      MNRAMC
        DW      MXRAMC
        DB      BUSYC
        DB      INPC
        DB      ACKLOC
        DB      ACKHIC
;
; ===== TEST SUBROUTINE =====
TEST:   IN      A,(RESET)
        AND     RESSW
        RET     NZ
;
        LD      B,81
        LD      C,20H
PRTNX:  IN      A,(STATUS)
        AND     PRTBUSY
        JR      NZ,PRTNX
        LD      A,C
        OUT     (PRT),A
        NOP
        NOP
        NOP
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        NOP
        OUT     (PRTSTB),A
        INC     C
        DJNZ    PRTNX
        JR      TEST
;
; ===== INPUT FROM ONLINE SWITCH =====
LINE:   IN      A,(RESET)
        AND     RESSW
        RET     NZ
;
        LD      B,0
        DJNZ    $
;
        IN      A,(RESET)
        AND     RESSW
        RET     NZ
;
        LD      A,(ONLINE)
        XOR     0FFH
        LD      (ONLINE),A
;
DEBLIN: IN      A,(RESET)
        AND     RESSW
        JR      Z,DEBLIN
;
        LD      B,0
        DJNZ    $
;
        IN      A,(RESET)
        AND     RESSW
        JR      Z,DEBLIN
;
        RET
;
; ===== INPUT FROM KEY SWITCH =====
KEY:    IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        RET     NZ
;
        LD      B,0
        DJNZ    $
;
        IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        RET     NZ
;
        LD      HL,PRTDIR
        SRL     (HL)
        JR      NC,DEBKEY
        LD      A,00000100B
        LD      (HL),A
;
DEBKEY: IN      A,(INKEY)
        AND     KEYSW
        JR      Z,DEBKEY
;
        LD      B,0
        DJNZ    $
;       IN      A,(INKEY)
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
        AND     KEYSW
        JR      Z,DEBKEY
;
        RET

;
; ===== INPUT DATA FROM COMPUTER =====
INPUT:  LD      C,(IY+0)
        LD      B,(IY+1)
        LD      E,(IY+2)
        LD      D,(IY+3)
;
        LD      L,E
        LD      H,D
        INC     HL
        OR      A
        SBC     HL,BC
        JR      Z,FULL
;
        LD      L,(IX+2)        ; CHECK MXRAM ADDRESS
        LD      H,(IX+3)
        OR      A
        SBC     HL,DE
        JR      NZ,OKAY
;
        LD      L,(IX+0)        ; CHECK MNRAM ADDRESS
        LD      H,(IX+1)
        OR      A
        SBC     HL,BC
        JR      Z,FULL
;
OKAY:   IN      A,(STATUS)
        AND     (IX+4)          ; CHECK BUSY OR NOT
        JR      Z,NOCHR
;
        EXX
        LD      C,(IX+5)
        IN      A,(C)
        LD      C,(IX+6)
        OUT     (C),A
        LD      C,(IX+7)
        OUT     (C),A
        EXX
        LD      (DE),A
;
        INC     DE
        LD      L,(IX+2)
        LD      H,(IX+3)
        INC     HL
        OR      A
        SBC     HL,DE
        JR      NZ,STLD
        LD      E,(IX+0)
        LD      D,(IX+1)
STLD:   LD      (IY+2),E
        LD      (IY+3),D
FULL:
NOCHR:  RET
;
; ===== PRINT DATA TO PRINTER =====
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
PRINT:  LD      C,(IY+0)
        LD      B,(IY+1)
        LD      E,(IY+2)
        LD      D,(IY+3)
;
        LD      L,E
        LD      H,D
        OR      A
        SBC     HL,BC
        JR      Z,EMPTY
;
        IN      A,(STATUS)
        AND     PRTBUSY
        JR      NZ,BUSY
;
        LD      A,(BC)
        OUT     (PRT),A
        NOP
        NOP
        NOP
        NOP
        OUT     (PRTSTB),A
;
        INC     BC
        LD      L,(IX+2)
        LD      H,(IX+3)
        INC     HL
        OR      A
        SBC     HL,BC
        JR      NZ,STPRT
        LD      C,(IX+0)
        LD      B,(IX+1)
STPRT:  LD      (IY+0),C
        LD      (IY+1),B
EMPTY:
BUSY:   RET
;
;
; ##### RAM AREA #####
        ORG     RAM
        DS      0080H
STACK:
ONLINE: DS      1
PRTDIR: DS      1
;
FSHCTR: DS      1
FSHON:  DS      1
;
LEDTAB: DS      1
        DS      3
;
NXPRT:  DS      2
NXLD:   DS      2
;
NXPRTA: DS      2
NXLDA:  DS      2
;
NXPRTB: DS      2
NXLDB:  DS      2
;
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
NXPRTC: DS      2
NXLDC:  DS      2
;
;
; ##### BUFFER AREA #####
        ORG     MNRAM
;
BUFAREA:
;
        END
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.

ตารางแสดงการวางขั้วต่อสายในเครื่องพิมพ์ตามมาตรฐานการรับส่งแบบขนาน

Pin No.	Signal	Direction	Description
1	STROBE	in	Pulse, which must bo more than 0.5 us cause data to be read in
2	DATA 0	in	Pin No. 2 to 9 represent data sent to the printer; a HIGH level represents a binary 1
3	DATA 1	in	
4	DATA 2	in	
5	DATA 3	in	
6	DATA 4	in	
7	DATA 5	in	
8	DATA 6	in	
9	DATA 7	in	
10	ACKNLG	out	Pulse, about 12 us wide, to show printer is ready for more data
11	BUSY	out	Signal set HIGH to show printer cannot accept data
12	PE	out	Signal set HIGH to show printer is out of paper
13	SLCT	out	Always HIGH; connected to +5 V through 3.3 ko
14	AUTOFEED-XT	in	if LOW when the printer is initialed, a carriage return is added to each line feed
15	-	-	not use
16	GND		ground for twisted-pair grounding

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Pin No.	Signal	Direction	Description
17	CHASSIS GROUND		Connect to print chassis, not to signal ground
18	-	-	not use
19-30	GND		Signal ground for Pin 1-12
31	INIT	in	LOW pulse of less than 50 us causes printer to be initialized
32	ERROR	out	This is LOW when there is no paper, printer is off-line, or an error occurs
33	GND		Ground for twisted-pair grounding
34	-	-	not use
35		out	Always HIGH; connected to +5 V through 3.3 ko
36	SLCT-IN	in	DC1 and DC3 codes can only enable and disable printer when this signal is HIGH

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หอสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

ประวัติผู้เขียน

นายเอกชัย แสงอินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2501 ณ จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาขั้นปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2523 และในปีเดียวกันนั้น ก็เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ประจำที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อรับราชการครบ 1 ปี ก็ได้ลาราชการไปศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับทุนการศึกษา ตามโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ของทบวงมหาวิทยาลัย จนสำเร็จการศึกษาขั้นปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ในปี พ.ศ. 2526 จึงกลับเข้ารับราชการต่อ ในตำแหน่งอาจารย์ประจำ ที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2528 ได้รับทุนตามโครงการร่วมระหว่าง สภาวิจัยแห่งชาติไทยกับสมาคมส่งเสริมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น ไปดูงาน ณ สถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเวลา 60 วัน ในปี พ.ศ. 2529 ได้รับทุนจากสโมสรโรตารี่นานาชาติ ไปดูงาน ณ มลรัฐเวอร์จิเนีย ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ปัจจุบัน นายเอกชัย แสงอินทร์ รับราชการในตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำอยู่ที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปฏิบัติหน้าที่สอนกระบวนวิชาต่าง ๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ในขณะเดียวกันก็ได้ทำงานวิจัยในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ โดยได้ปฏิบัติหน้าที่เป็นหัวหน้าห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ จนสามารถเผยแพร่ผลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ได้เป็นจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved