# เครื่องคำนวณควบคุมเชิงตัวเลข
# COMPUTERIZED NUMERICAL CONTROL


นาย กิตติพัฒน์ สุขเกษม

นาย หวีรัตน์ ชาญเชิงพานิช

นาย นพดล หล้ากาวิน

นาย ปัญญา โตมะ

นาย มรกต สุกใส

นาย เริงชัย มหาสิทธิกุล


ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อเรื่องปริญญานิพนธ์ เครื่องคำนวณควบคุมเชิงตัวเลข

(Computerized Numerical Control (CNC))

ผู้จัดทำ

| | | |
|---|---|---|
| นาย กิตติพัฒน์ | สุขเกษม | 34162102 |
| นาย ทวีรัตน์ | ชานุเชิงพานิช | 34162111 |
| นาย นพดล | หล้าภาวิน | 34162118 |
| นาย ปัญญา | รัตนะ | 34162120 |
| นาย มรกต | สุทาส | 34162124 |
| นาย เริงชัย | มหาสิทธิกุล | 34162125 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( ภากร หุตะสังกาศ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032779

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบฟอร์มการให้คะแนนการสอบปริญญานิพนธ์

สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

---

| | | | |
|---|---|---|---|
| ชื่อนักศึกษา | นาย กิตติพัศน์ | สุขเกษม | 34162102 |
| | นาย ทวีรัตน์ | ชายเชิงพานิช | 34162111 |
| | นาย นพดล | หล้ากาวิน | 34162118 |
| | นาย ปัญญา | โตมะ | 34162120 |
| | นาย มรกต | สุกใส | 34162124 |
| | นาย เริงชัย | มหาสิทธิกุล | 34162125 |

ชื่อเรื่องปริญญานิพนธ์ เครื่องคำนวณควบคุมเชิงตัวเลข

(Computerized Numerical Control (CNC))

| ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมการสอบ | ลายมือชื่อ | ผลการสอบ |
|---|---|---|
| | | |

วัน เดือน ปี ที่สอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032779

# สารบัญ


| | |
|---|---|
| บทคัดย่อ | I |
| ABSTRACT | II |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 ส่วนเชื่อมต่อกระบวนการทางอุตสาหกรรม | 11 |
| - Optical Encoder | 26 |
| - การเชื่อมต่อระหว่าง Computer กับ เครื่องพับเหล็ก | 32 |
| กิตติกรรมประกาศ | 46 |
| เอกสารอ้างอิง | 47 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| หัวข้อปริญญานิพนธ์ | **เครื่องคำนวณเชิงตัวเลข** | |
| นักศึกษา | นาย กิติพัฒน์ สุขเกษม | 34162102 |
| | นาย ทวีรัตน์ ชาญเชิงพานิช | 34162111 |
| | นาย นพดล หล้ากาวิน | 34162118 |
| | นาย บัญญา รัตนะ | 34162120 |
| | นาย มรกต สุกใส | 34162124 |
| | นาย เริงชัย มหาสิทธิกุล | 34162125 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อ.ภาคร หุตะสังกาศ | |
| ระดับการศึกษา | อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต | |
| ปีการศึกษา | 2535 | |


## บทคัดย่อ


ปริญญานิพนธ์ที่เขียนขึ้นนี้ เป็นรายงานเกี่ยวกับ Computerized Numerical Control (CNC) ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม Computer ที่ใช้ใน Project นี้เราใช้แผ่น Mother Board ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แบบ PC ที่มีขายในท้องตลาดมาใช้ เพราะ Board ในปัจจุบันมีความสามารถสูงและราคาต่ำ มี Sofware ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจำนวนมาก เช่น ภาษา Pascal,C,Assembly ฯลฯ

ผลการทำงานที่ทำได้มีความสามารถเทียบเท่ากับของต่างประเทศ Project นี้เราใช้ควบคุมเครื่องพับเหล็กในความละเอียดต่ำสุด 50ไมครอน สามารถกำหนดระยะการพับได้


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title **The Computerized Numerical Control (CNC)**

Name KITIPAT SUKKASAM 34162102

TAVEERAT CHANCHERNGPANICH 34162111

NOPPADOL LAKAWIN 34162118

PANYA TOMA 34162120

MORAKOT SUKSAI 34162124

RERNGCHAI MAHASITHIKUL 34162125

Thesis Avisor PHAKRON HUTASANGKAS

Level of Study INDUSTRIAL COMPUTER TECHNOLOGY

Academic Year 1992

## ABSTRACT

This project about Computerized Numerical Control (CNC) ,Which about dustrial work. Computer in this project, We use mother board from general microcomputer PC because of it has high ability,cheap and avaliable. Many sofeware developed program on PC Pascal language, C language, Assembly language for instance.

The result have as good as foreign.This project can control metal sheets folder in precision 50 micron and able to assign distance of folding too.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

การทำงานของเครื่องจักรในสมัยนี้แตกต่างจากสมัยก่อน ในปัจจุบันเครื่องจักรได้ถูกออกแบบให้มีความอ่อนตัวและใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้น และงานที่ออกมามีความคุณภาพที่แน่นอน และมีมาตราฐานเท่ากันทุกชิ้น ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จึงได้มีบทบาทเพิ่มขึ้น ในงานอุตสาหกรรมเป็นงานที่ต้องการผลผลิตจำนวนมาก และผลผลิตทุกชิ้นต้องได้มาตราฐานเหมือนกันหมด คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้ควบคุมเครื่องจักรมากขึ้น การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นการควบคุมเชิงตัวเลข (Computer Numerical Control หรือมีชื่อย่อว่า CNC ) และผลที่ได้จากการควบคุมเครื่องจักรด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ให้ผลเป็นที่น่าพอใจแก่ผู้ประกอบการ ทั้งทางด้านผลผลิต ต้นทุน มาตราฐาน และเศรษฐศาตร์ แม้เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะมีราคาแพงกว่าเครื่องจักรธรรมดา แต่การใช้แรงงานในการทำงานของคนน้อย และทำงานต่อเนื่องได้ดีกว่า และเป็นมาตราฐานเดียวกันตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การติดต่อกับคอมพิวเตอร์**

ในการเชื่อมต่อทางฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์จะอาศัยเส้นทางในการติดต่อซึ่งจะเรียกว่าบัส การติดต่อกับคอมพิวเตอร์จะเรียกว่าการอินเตอร์เฟสซึ่งจะเป็นการติดต่อผ่านทางบัสซึ่งจะบัสจะ 3 ชุดด้วยกันได้แก่

1.บัสข้อมูล (Data Bus)

2.บัสแอดเดรส (Address Bus)

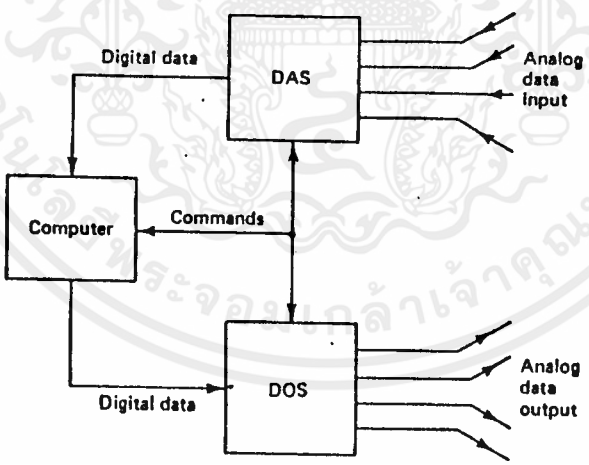
3.บัสควบคุม (Control Bus)

บัสพวกนี้จะถูกใช้งานในการรับคำสั่งและเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่ต่อภายนอกซึ่งการติดต่อจะแบ่งเป็นสองชนิดคือ

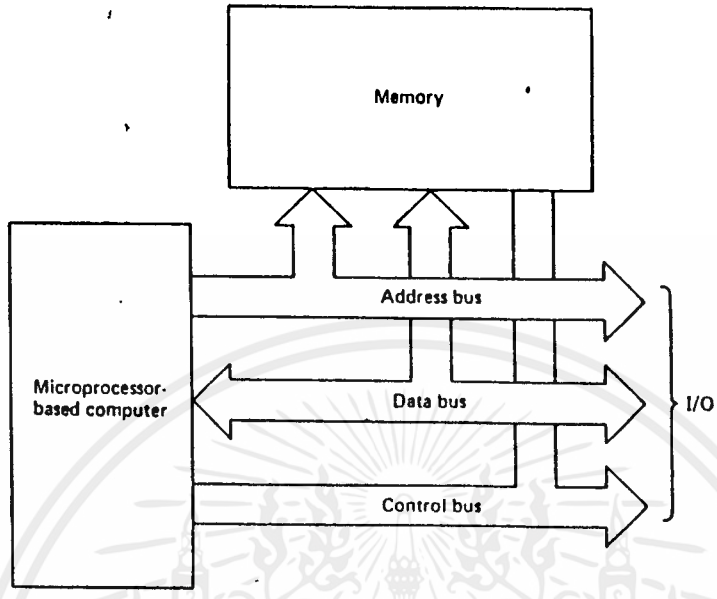
1.ระบบที่ทำรับสัญญาณอนาลอก (Data Acquisition System; DAS)

2.ระบบที่ส่งสัญญาณอนาลอกออกไปภายนอก (Data Output System; DOS)

ซึ่งแสดงดังรูป




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




บัสข้อมูล(Data Bus)

เป็นบัสที่ใช้เชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์โดยเป็นทางผ่านของข้อมูลทั้งอินพุทและเอาท์พุท และจะเป็นตัวจำแนกชนิดของไมโครโปรเซสเซอร์ ดังนั้นเมื่อระบบ DAS จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์จะทำการแปลงสัญญาณอนาลอกไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อนในทางกลับกันระบบ DOS คอมพิวเตอร์จะทำการแปลงสัญญาณจากดิจิตอลไปเป็นอนาลอก ซึ่งบัสข้อมูลนั้นจะเป็นแบบสองทิศทาง (Bidirectional) ซึ่งหมายความว่าภายในบัสข้อมูลนี้แต่ละเส้นสามารถที่จะเป็นทั้งอินพุทและเอาท์พุทได้ ฉะนั้นในการใช้งาน Data Bus จะต้องมีสายสัญญาณที่จะควบคุมเพื่อส่งให้บัสข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นอินพุทหรือเอาท์พุท

บัสแอดเดรส(Address Bus)

เป็นสายสัญญาณที่คอมพิวเตอร์จะใช้ในการติดต่อตำแหน่งที่ต้องการโดยแอดเดรสบัสจะเป็นตัวบ่งบอกถึงตำแหน่งของข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์ว่าสามารถอ้างได้สูงสุดเท่าไร ซึ่งสามารถคำนวนได้จาก

จำนวนตำแหน่งอ้างอิงสูงสุด = $2^{(\text{number of address bus})}$

เช่น คอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิต จะมีสายแอดเดรสอยู่ 16 เส้นดังนั้นคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิตสามารถอ้างตำแหน่งได้สูงสุด = $2^{16}$ = 65,536 หรือ 64 K (1K = 1024)ซึ่งจะได้ว่าเราสามารถอ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งได้ตั้งแต่ 0000h-FFFFh

บัสแอดเดรสนั้นจะเป็นบัสชนิดทิศทางเดียวโดยจะทำหน้าที่เป็นเอาท์พุทเพื่อใช้นำตำแหน่งแอดเดรสจากไมโครโปรเซสเซอร์ไปยังอุปกรณ์ภายนอก เช่น หน่วยความจำจะใช้แอดเดรสเพื่อระบุตำแหน่งของข้อมูลผ่านทาง Data Bus ที่แอดเดรสชี้ระบุอยู่

บัสควบคุม(Control Bus)

บัสควบคุมเป็นชุดของสายสัญญาณจากไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อใช้ควบคุมการทำงานในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกซึ่งจะขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ประมวลผลในไมโครโปรเซสเซอร์ว่าจะให้ทำงานลักษณะใด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มๆ ตามชนิดของการทำงานได้ดังนี้

1.อ่านหรือเขียนข้อมูล(Read or Write) เพื่อใช้ระบุว่า Data Bus จะมีสถานะเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอาจมีเส้นเดียวหรือสองเส้นขึ้นอยู่กับตัวไมโครโปรเซสเซอร์

2.สถานะของบัสแอดเดรส บัสควบคุมจะมีเส้นหนึ่งใช้ในการตรวจสอบสถานะของแอดเดรสบัสว่าอ้างถูกต้อง(Valid)หรือไม่ ซึ่งใช้ในการอ้างถึงหน่วยความจำ อินพุทและเอาท์พุท

3.อินเตอร์รัพต์ จะมีอย่างน้อยหนึ่งเส้น เมื่อสายเส้นใดในกลุ่มนี้แอคทีฟ โดยมาจากอุปกรณ์ภายนอกคอมพิวเตอร์จะหยุดการทำงานโปรแกรมของมันลงชั่วคราว และจะไปทำงานยังตำแหน่งที่เวค-เตอร์ชี้ชุดคำสั่งใหม่ในหน่วยความจำซึ่งเรียกว่าอินเตอร์รัพต์รูทีน เมื่อทำงานเสร็จแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะกลับมาทำโปรแกรมเก่าที่ค้างไว้อีกครั้งหนึ่ง

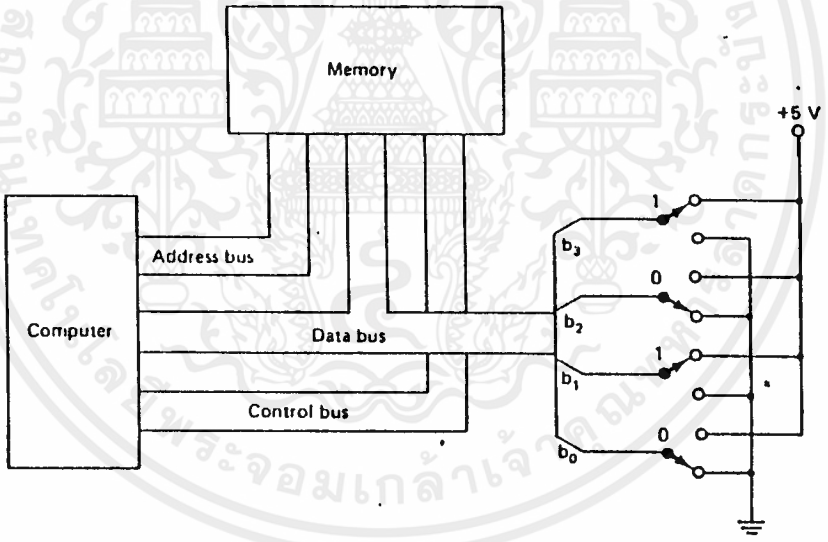
สายสัญญาณในบัสควบคุมเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งเท่านั้นไมโครโปรเซสเซอร์บางตัวจะมีสายควบคุมพิเศษแล้วแต่การออกแบบ

**การใช้บัสข้อมูล**

มีข้อจำกัดในการใช้งานบัสข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เนื่องจากว่ามันเป็นบัสแบบสองทิศทางบัสแอดเดรสและบัสควบคุมบางเส้นไม่มีปัญหาจากข้อจำกัดนี้ เพราะมันถูกใช้งานเป็นอินพุทและเอาท์พุทอยู่แล้ว ดังที่สามารถดูได้จากรูป บัสข้อมูลจะใช้ในการถ่ายเทข้อมูลไปและกลับจากหน่วยความจำ กับไมโครโปรเซสเซอร์และยังต้องใช้บัสเดียวกันนี้ เพื่อใช้ถ่ายเทข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปล ในระบบควบคุมไปและกลับจากไมโครโปรเซสเซอร์อีกด้วย ขอให้ดูวิธีเหล่านี้

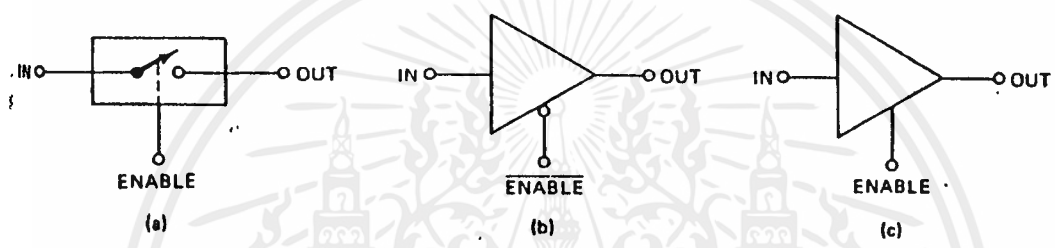
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

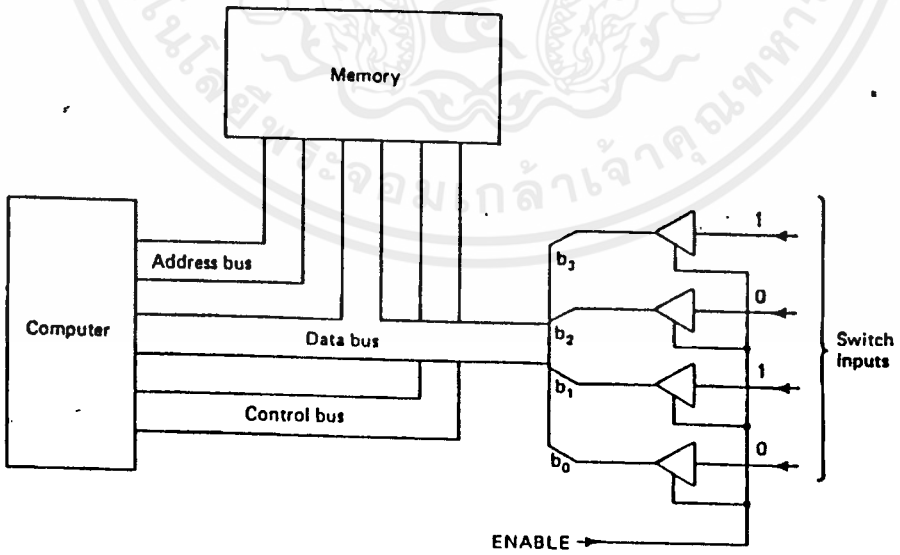
**Data Bus Loading** เราสมมุติว่าคอมพิวเตอร์มี Bus ข้อมูล 8 บิตมี Switch 4 ตัวไว้สำหรับเลือก Pattern ค่า $1010_2$ และต่อกันกับบัสข้อมูลง่ายๆดังรูป การทำเช่นนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ถูกล็อกบัสไว้ ลองคิดดูว่าเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์พยายามอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสัญญาณเอดเดรสจะถูกส่งออกมาทางบัสเอดเดรสตามปกติ แต่ข้อมูลที่ได้มาจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิมเนื่องจากบัสข้อมูลถูกล็อกไว้ด้วยค่า $1010_2$ ที่ Set ไว้จาก Switch ทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ไม่สามารถเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำหรือ I/O ใดๆได้ฉะนั้นบัสข้อมูลจะต้องสามารถรับค่าได้พอดีกับขณะที่คอมพิวเตอร์ต้องการอ่านค่าที่ Set ไว้จาก Switch ด้วย




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Tristate Buffers** เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวจึงต้องใช้อุปกรณ์พิเศษที่เรียกว่า Tristate Buffers ถึงแม้มันจะเป็นอุปกรณ์ Solid State แต่หน้าที่การทำงานของมันคล้ายกับ Switch ที่สามารถ ON-OFF ได้จากคอมพิวเตอร์จากรูปแสดงให้เห็นว่าอินพุทของ Tristate Buffers นั้นแยกขาดออกจากเอาท์พุทแต่สามารถทำให้ Switch นั้นปิดได้โดยการให้สัญญาณที่ขา Enable จากรูปแสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ดังกล่าวซึ่งสามารถ Enable ได้ทั้งสัญญาณแอคทีฟ Low หรือ แอคทีฟ High ดังแสดงดังรูป b และ c

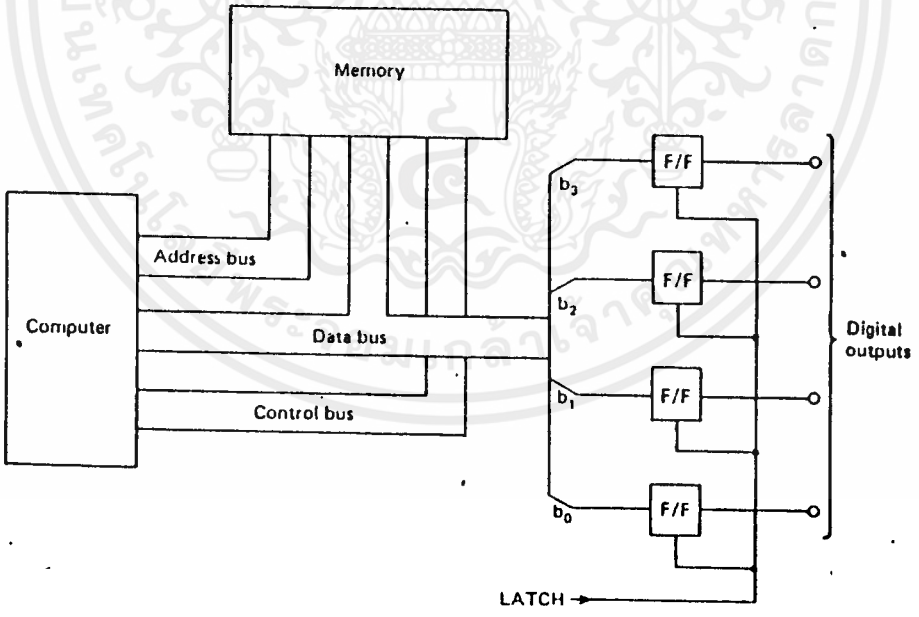



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่า Tristate หมายความว่าเอาท์พุทนั้นสามารถเป็นได้ 3 สถานะคือ High,Low หรือ Open ซึ่งบางทีก็เรียกว่าสถานะ High Impedance ปัญหาจากการอ่านค่าที่ Set ไว้จาก Switch สามารถแก้ไขได้ดังรูปโดยการต่อ Tristate Buffers ไว้ระหว่าง Switch และ บัสข้อมูล

**Data Output** เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณเอาท์พุทไปยังระบบ Dos สัญญาณเอ่าท์พุทจะถูกส่งไปยังบัสข้อมูลในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จะทำคำสั่งเพื่อที่จะโหลดบิตแพทเทิร์นเอาท์พุทที่ต้องการลงบนบัสข้อมูลแล้วหลังจากนั้น Dos จะทำการอ่านข้อมูลของเอาท์พุทอีกทีหนึ่ง เช่น ทำการเปลี่ยนสัญญาณไปเป็นอนาลอก เป็นต้น ซึ่งจะเกิดเหตุการอย่างเดียวกันนี้เมื่อคอมพิวเตอร์เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำปัญหาก็คือข้อมูลเอาท์พุทนั้นจะอยู่บนบัสข้อมูลเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆเท่านั้นบางทีประมาณ 0.5-1 ไมโครวินาที ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณต้องมีความสามารถในการจับข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆได้ซึ่งสามารถทำได้โดยการต่ออุปกรณ์ไว้กับบัสข้อมูลดังแสดงในรูป Latch ก็คือ Flip-Flop นั่นเองโดยจำนวนของ Flip-Flop จะเท่ากับจำนวนของบิตในบัสข้อมูลนั้น

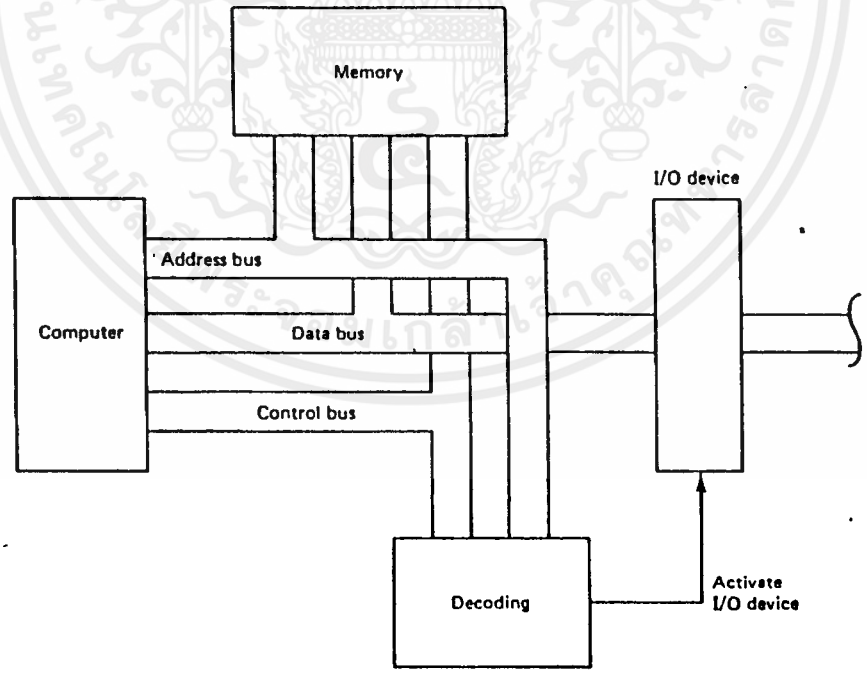



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันมีความจำเป็นที่คอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งเพื่อใช้ Latch ข้อมูลชั่วครู่เมื่อเอาท์พุทถูกส่งมายังบัสข้อมูลที่ทำได้โดยการส่งสัญญาณอินพุท Latch (บางทีเรียกว่า Load)ไปยังอุปกรณ์อินพุทนี้อาจจะแอคทีฟ High หรือ Low ก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ เมื่ออุปกรณ์ Latch นั้นจับข้อมูลที่ต้องการแล้ว Dos จะสามารถรับข้อมูลจาก Latch ไว้จนกระทั่งค่าใน Latch เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่นเมื่อคอมพิวเตอร์โหลดข้อมูลใหม่เข้าไว้ใน Latch หรือ Latch ถูกเคลียร์โดยอุปกรณ์ภายนอก

<u>การเลือกแอดเดรสของอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท</u>

วิธีที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการเลือกอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ Isolated I/O Ports และ Memory Mapping อย่างไรก็ตามวิธีการเลือกแอดเดรสของอุปกรณ์มีการทำงานที่คล้ายกันดังแสดงในรูป โดยบัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะถูกถอดรหัสโดยใช้สัญญาณ Enable หรือ Latch กับอุปกรณ์ I/O การถอดรหัสนี้จะประกอบด้วยวงจร Logic Combination ซึ่งทำการแปลรหัสแอดเดรสและคอนโทรล จากไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อจะสร้างสัญญาณให้กับอุปกรณ์ I/O ที่ต้องการ




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

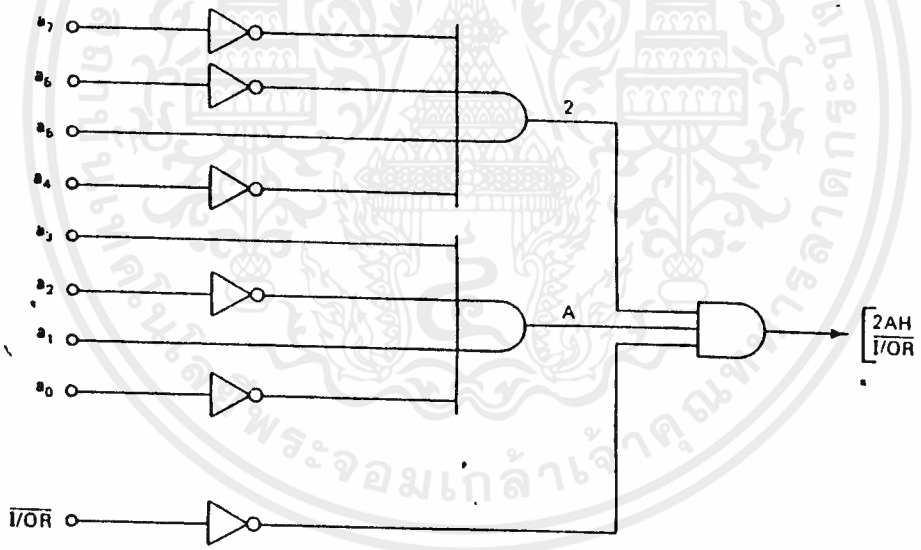
Isolated I/O Ports มีวิธีการทำงานของอินพุทเอาท์พุทจากชุดคำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์ดังในกรณีของ 8080 ยกตัวอย่างดังนี้ที่เขียนเป็นรหัส Mnemonics ได้ดังนี้

IN XX รับค่าอินพุทจาก Port XX (ในฐาน 16)

OUT XX ส่งค่าเอาท์พุทไปยัง Port XX (ในฐาน 16)

เมื่อคำสั่งเหล่านี้ถูกทำงานบัสข้อมูลจะถูกใช้โดยผ่านทาง Accumulator สำหรับถ่ายเทข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับไมโครโปรเซสเซอร์

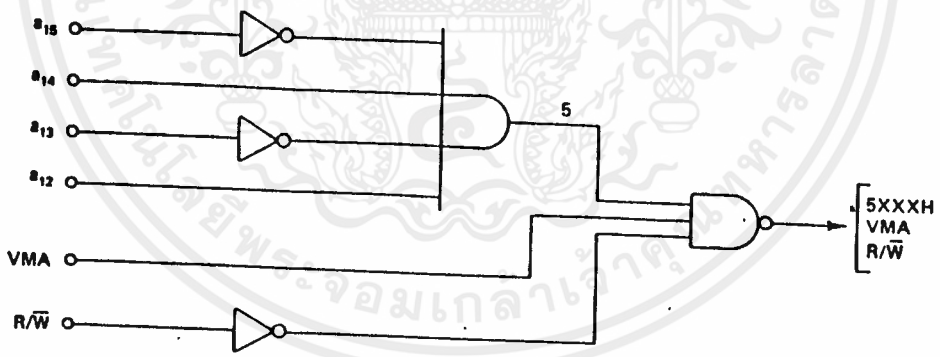
แอดเดรสพอร์ท (XX) คือเลขไบนารี่ 8 บิตล่างของบัสแอดเดรส เมื่อชุดคำสั่งเหล่านี้ถูกใช้งานและยังต้องมีสัญญาณร่วมอีกคือ Enable(input) หรือ Latch(output) มาใช้ในการเลือกอีกด้วย




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032779

**Memory Mapped I/O** เป็นการเลือกอินพุทเอาท์พุทอีกแบบหนึ่ง ของไมโครโปรเซสเซอร์ที่ไม่ใช้คำสั่งพิเศษหรือแอดเดรสพอร์ท จากรูปเราจะเห็นได้ว่าจริงๆแล้วไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานกับ I/O นั้นก็คล้ายกันกับ การอ่านและเขียนในหน่วยความจำนั้นเอง ดังนั้นแอดเดรสพอร์ทที่มีความหมายคล้ายกับแอดเดรสในหน่วยความจำนั้นเอง เราสามารถนำเอาบล็อกในตำแหน่งของหน่วยความจำที่ยังไม่ได้ใช้งาน มาใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทได้ เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์กระทำคำสั่งอ่านข้อมูลในตำแหน่งเหล่านี้ ซึ่งที่จริงแล้วเป็นการแอคทีฟ อุปกรณ์อินพุทเพื่อจะนำเอาข้อมูลมาไว้บนบัสข้อมูล ซึ่งจะถูกอ่านเข้าไปในไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครโปรเซสเซอร์ทุกแบบ จะสนับสนุนการใช้งานแบบ Memory Mapped I/O รวมทั้งสถาปัตยกรรมพอร์ท I/O ด้วยแต่มีไมโครโปรเซสเซอร์บางชนิดเช่น 6800 ซึ่งสนับสนุนการใช้ Memory Mapped I/O เท่านั้น




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

## ส่วนเชื่อมต่อกับกระบวนการทางอุตสาหกรรม

การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ในทางอุตสาหกรรมจะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. การเชื่อมต่อแบบ อนาลอก
2. การเชื่อมต่อแบบ ดิจิตอล

1. การเชื่อมต่อแบบ อนาลอก

ในคอมพิวเตอร์การติดต่อสื่อสาร จะเป็นแบบดิจิตอล ดังนั้นการเชื่อมต่อชนิดนี้จะต้องอาศัยวงจรในการแปลงสัญญาณ จาก อนาลอก เป็น ดิจิตอล (analog to digital converter หรือ A/D) และ ดิจิตอล เป็น อนาลอก (digital to analog converter หรือ D/A) แปลงสัญญาณระหว่าง อุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์ ให้สื่อสารกันรู้เรื่อง

2. การเชื่อมต่อแบบ ดิจิตอล

ในการเชื่อมต่อนั้นเราสามารถแบ่งออกได้เป็น

2.1 วงจรรับค่าสภาวะจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม (input)

2.2 วงจรเอาท์พุทสำหรับสัญญาณเตือน (output)

2.1 วงจรรับค่าสภาวะจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม

วงจรรับค่าสภาวะในแบบดิจิตอลที่ได้ออกแบบไว้ดังรูป และมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนเชื่อมต่อกับกระบวนการทางอุตสาหกรรม และส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ถูกแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดทางไฟฟ้า แต่จะเชื่อมต่อกันทางแสง (Optical Isolated) เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้และคอมพิวเตอร์

- รับค่าสภาวะจากกระบวนการได้ 16 จุดต่อ card โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ จุดที่ 0 - 7 และ 8 - 15 เพื่อความสะดวกในการควบคุม

- มีไดโอดเปล่งแสง (LED) สำหรับแสดงผลสภาวะที่รับมาจากกระบวนการ

- อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสง (OPTO - ISOLATOR) สามารถทนแรงดันได้สูงสุด 2500 V

- แรงดันอินพุท 0 - 25 V โดย 0 - 3 V มีค่าสภาวะเป็น "0" และ 3 - 25 V มีสภาวะเป็น "1"

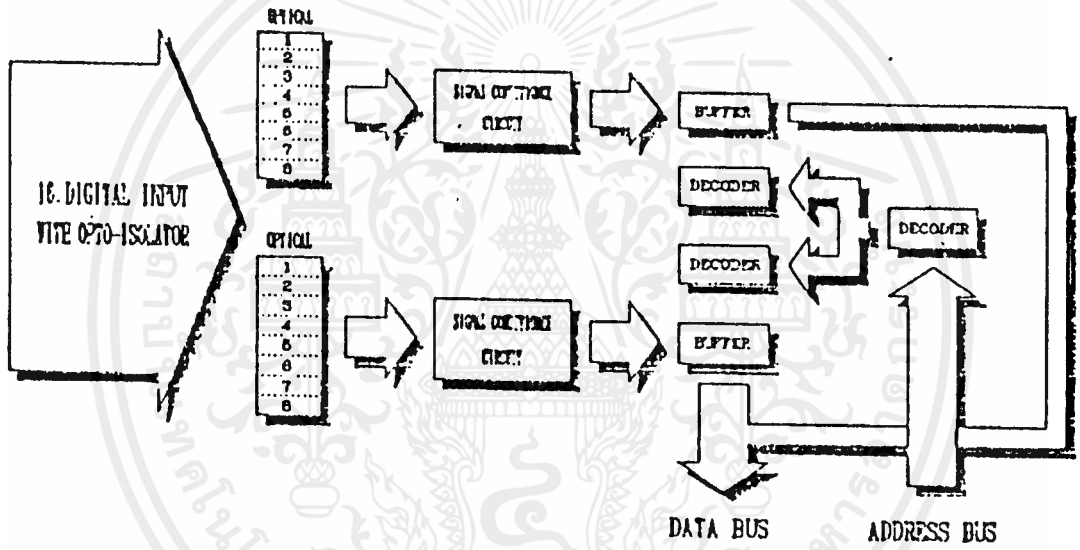
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| SIGNAL NAME | | REAR PANEL | | SIGNAL NAME |
|---|---|---|---|---|
| GND | B1 | | A1 | $\overline{\text{I/O CH CK}}$ |
| RESET DRV | B2 | | A2 | D7 |
| +5V | B3 | | A3 | D6 |
| IRQ2 | B4 | | A4 | D5 |
| -5V | B5 | | A5 | D4 |
| DRQ2 | B6 | | A6 | D3 |
| -12V | B7 | | A7 | D2 |
| $\overline{\text{CARD SLCTD}}$ | B8 | | A8 | D1 |
| +12V | B9 | | A9 | D0 |
| GND | B10 | | A10 | I/O CH RDY |
| $\overline{\text{MEMW}}$ | B11 | | A11 | AEN |
| $\overline{\text{MEMR}}$ | B12 | | A12 | A19 |
| $\overline{\text{IOW}}$ | B13 | | A13 | A18 |
| $\overline{\text{IOR}}$ | B14 | | A14 | A17 |
| $\overline{\text{DACK3}}$ | B15 | | A15 | A16 |
| DRQ3 | B16 | | A16 | A15 |
| $\overline{\text{DACK1}}$ | B17 | | A17 | A14 |
| DRQ1 | B18 | | A18 | A13 |
| $\overline{\text{DACK0}}$ | B19 | | A19 | A12 |
| CLOCK | B20 | | A20 | A11 |
| IRQ7 | B21 | | A21 | A10 |
| IRQ6 | B22 | | A22 | A9 |
| IRQ5 | B23 | | A23 | A8 |
| IRQ4 | B24 | | A24 | A7 |
| IRQ3 | B25 | | A25 | A6 |
| $\overline{\text{DACK2}}$ | B26 | | A26 | A5 |
| T/C | B27 | | A27 | A4 |
| ALE | B28 | | A28 | A3 |
| +5V | B29 | | A29 | A2 |
| OSC | B30 | | A30 | A1 |
| GND | B31 | | A31 | A0 |

แสดงการจัดตำแหน่งขาสล็อทของ IBM PC/XT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระแสอินพุทสูงสุด 30 mA. แบบต่อเนื่อง
- ตำแหน่งแอดเดรสเลือกได้ตั้งแต่ 0280H - 72F7H
- การตอบสนองความถี่สูงสุด 10 kHz
- ความต้องการกำลังงาน +5 Vdc 150 mA
- คอนเนคเตอร์ (connector) แบบ 37 ขา D - TYPE




รูป ผังภาพของ

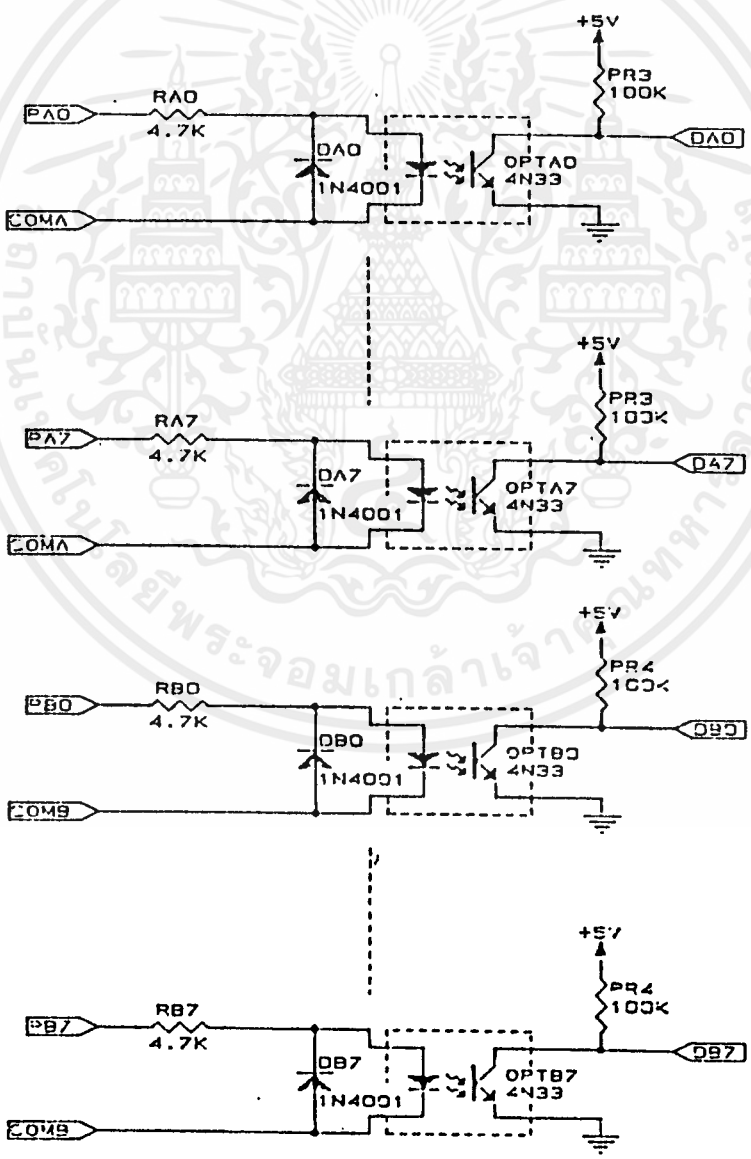
วงจรรับค่าสภาวะจากการจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมในแบบ ดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หลักการทำงานของวงจร**

1. วงจรเชื่อมต่อกระบวนการทางอุตสาหกรรม

วงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่รับกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถรับค่าแรงดันสูงสุดได้ 25 V โดยกำหนดให้ 0 - 3 V เป็นสภาวะ "ปิด" 3 - 25 V เป็นสภาวะ "เปิด" และวงจรนี้ทำหน้าที่ส่งผ่านค่าสภาวะไปยังวงจรอื่น ๆ โดยลดค่าแรงดันลงจาก 0 - 25 V เป็น 0 - 5 V เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ดิจิตอลอิเล็คทรอนิคส์ที่เป็น TTL วงจรในส่วนนี้แสดงดังรูป




**วงจรเชื่อมต่อกระบวนการทางอุตสาหกรรม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปสัญญาณ PA0 - PA7 และ PB0 - PB7 เป็นสัญญาณที่รับมาจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ส่วนสัญญาณ DA0 - DA7 และ DB0 - DB7 เป็นสัญญาณทาง ดิจิตอล ที่มีระดับแรงดันตามมาตราฐาน TTL

กระแสอินพุทจากกระบวนการจะถูกจำกัดด้วยค่าความต้านทานของ R (RA0 - RA7 และ RB0 - RB7) ซึ่งกระแสนี้ยอมให้ไหลได้สูงสุด 30 mA และต่ำสุด 3 mA ในการออกแบบจะกำหนดให้กระแสมีค่าประมาณ 5 mA จาก

$$R = \frac{Vin - Vf}{If}$$

$$P = If^2 * R$$

เมื่อ Vin = ระดับแรงดันอินพุทสูงสุด

Vf = ระดับแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสง

R = ค่าความต้านทานที่ใช้ในการกำจัดกระแส

P = ค่ากำลังงานสูญเสียที่ R

ดังนั้น

$$R = \frac{25 - 0.7}{5 * 10^{-3}}$$

$$= 4860 \text{ ohm} \quad \text{ใช้ } 4.7 \text{ Kohm}$$

$$P = (5 * 10^{-3})^2 * 4.7 \text{ Kohm}$$

$$= 0.1175 \text{ W.} \quad \text{ใช้ค่า } 0.5 \text{ W.}$$

ส่วนไดโอด DA0-DA7 และ DB0-DB7 นั้นมีไว้เพื่อป้องกันแรงดันกลับขั้วซึ่งอาจทำให้วงจรเสียหายได้

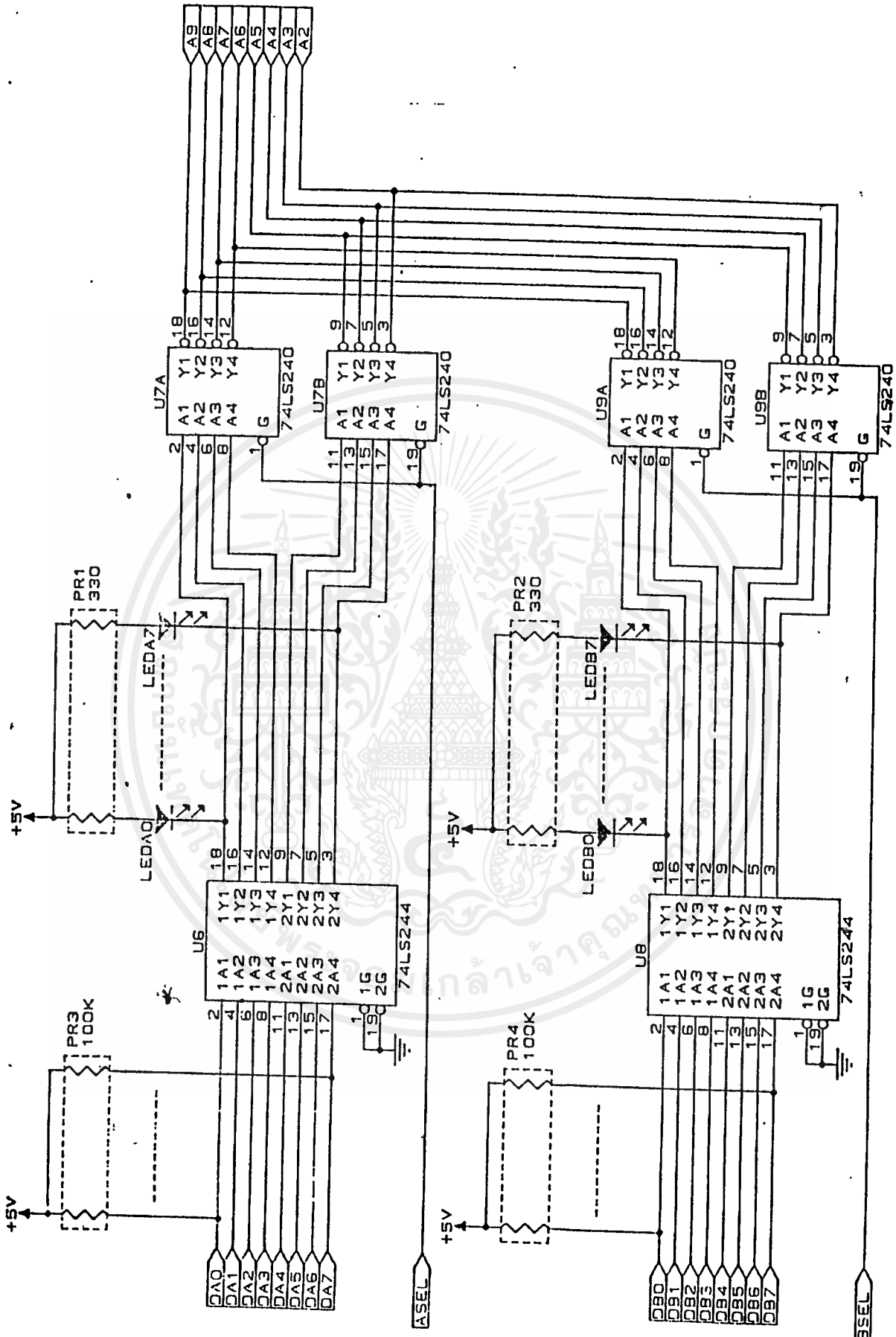
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วงจรบัฟเฟอร์(Buffer)และวงจรขับไดร์อดเปล่งแสง

วงจรบัฟเฟอร์ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นระหว่างข้อมูลค่าสภาวะที่รับมาจากกระบวนการซึ่งเปลี่ยนเป็นระดับ TTL แล้ว กับบัสข้อมูล(DATA BUS)ของคอมพิวเตอร์ ส่วนวงจรขับไดร์อดเปล่งแสงนั้นใช้สำหรับตรวจสอบสภาวะของคาร์ด

สัญญาณ DA0-DA7 และ DB0-DB7 เป็นสัญญาณที่ได้รับมาจากวงจรเชื่อมต่อกระบวนการ จากนั้น U6 และ U8 ทำหน้าที่ขับไดร์อดเปล่งแสง และสัญญาณเดียวกันนี้จะถูกส่งไปยัง U7 และ U9 ซึ่งทำหน้าที่บัฟเฟอร์ที่ถูกควบคุมการเปิดเกท ด้วยสัญญาณ ASEL และ BSEL ซึ่งสัญญาณทั้งสองนี้จะถูกส่งมาจากวงจรถอดรหัสแอดเดรส(address decoder)ส่วนขา A2-A9 เป็นชื่อตามบัส(bus) ของ IBM PC/XT ซึ่งเป็นข้อมูล(DATA BUS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




วงจรบัฟเฟอร์และวงจรขับไดโอดเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.วงจรถอดรหัสแอดเดรส

วงจรนี้เป็นวงจรที่ใช้กำหนดแอดเดรสของคาร์ดนั้นๆและ เนื่องจากอาจมีคาร์ดชนิดเดียวกันนี้มากกว่าหนึ่งคาร์ดในคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน ดังนั้นวงจรนี้จะต้องปรับตั้งได้เพื่อให้แอดเดรสแต่กต่างกัน ซึ่งในการออกแบบได้ออกแบบให้ปรับได้ตั้งแต่ 0280H-72F7H โดยปรับตั้งที่ดิพสวิทช์ DIP1-DIP4 ดังนี้

-DIP 1 สำหรับตั้งหลักที่ 1 ตั้งแต่ 0-7 (0xxx-7xxx)

| DIP1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0xxx | 1xxx | 2xxx | 3xxx | 4xxx | 5xxx | 6xxx | 7xxx |

-DIP 2 สำหรับตั้งหลักที่ 3 ตั้งได้ตั้งแต่ 7-F ส่วนที่ 2 ถูกกำหนดให้เป็น "2" เสมอ (x28x-x2Fx)

| DIP2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| x28x | x29x | x2Ax | x2Bx | x2Cx | x2Dx | x2ex | x2Fx |

-DIP3 และ DIP4 สำหรับตั้งหลักที่ 4 โดย DIP3 สำหรับจุดอินพุทที่ 0-7 และ DIP4 สำหรับ 8-15(x2x0-x2x7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DIP3&DIP4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| x2x0 | x2x1 | x2x2 | x2x3 | x2x4 | x2x5 | x2x6 | x2x7 |

สมมุติว่าต้องการตั้งให้การ์ดอยู่ที่แอดเดรส 0280H และ 0283H โดยจุดที่ 0-7 อยู่ที่ 0280H และ 8-15 อยู่ที่ 0283H ก็จะต้องปรับตั้งดิพสวิทช์ดังนี้

DIP1 ให้สวิทช์ตัวที่ 1 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP2 ให้สวิทช์ตัวที่ 2 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP3 ให้สวิทช์ตัวที่ 3 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP4 ให้สวิทช์ตัวที่ 4 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

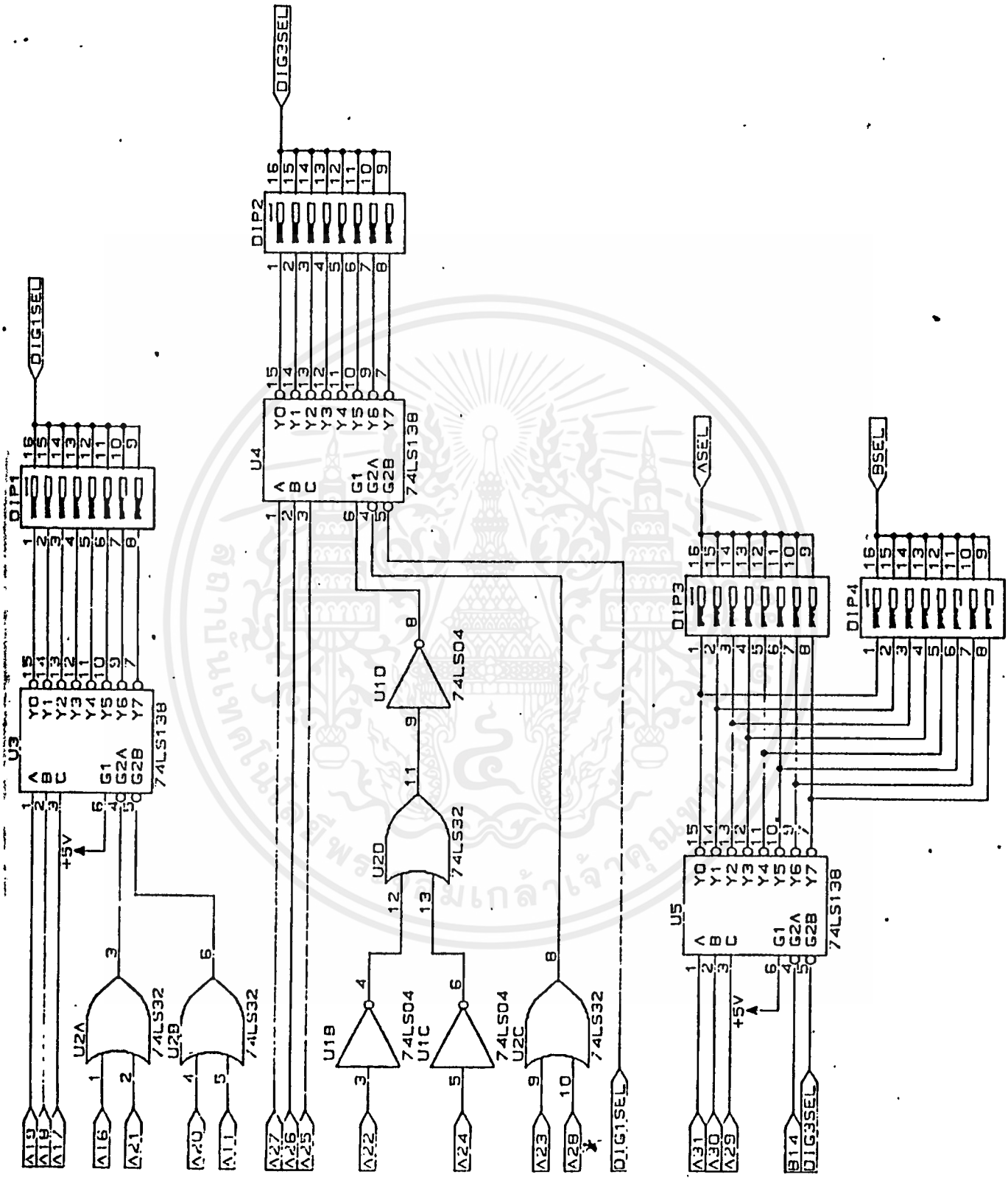
สวิทช์ตัวอื่นนอกจากที่กำหนดไว้ให้อยู่ในสภาวะ "ปิด"

วงจรในส่วนบนของรูปหน้าต่อไป ในหลักที่หนึ่งซึ่งเป็นการกำหนดแอดเดรสสำหรับ 0xxx-7xxx สัญญาณอินพุทคือ A11, A16, A17, A18, A19, A20, A21 ซึ่งเป็นแอดเดรสบัส ส่วนเอาท์พุทคือ สัญญาณ DIG1SEL

วงจรในส่วนกลางจะเป็นการถอดรหัสในหลักที่ 3 (หลักที่ 2 ถูกกำหนดให้เป็น "2" เสมอ) นั่นคือแอดเดรส x28x-x2fx สัญญาณอินพุทคือ A27, A26, A25, A24, A22, A23, A28 และสัญญาณ DIG1SEL ส่วนสัญญาณเอาท์พุทคือสัญญาณ DIG3SEL

วงจรในส่วนล่างสุดก็เป็นการถอดรหัสในหลักที่ 4 คือ x2x0-x2x7 และจะมีดิพสวิทช์ 2 ชุด คือ DIP3 และ DIP4 สำหรับอินพุทที่ 0-7 และ 8-16 ตามลำดับ การติดตั้งดิพสวิทช์ทั้งสองตัวนี้จะต้องไม่ตั้งไว้ที่ตำแหน่งเดียวกันซึ่งจะทำให้การทำงานผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




วงจรถอดรหัสแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วงจรเอาท์พุทสำหรับสัญญาณเตือนในแบบ ดิจิตอล

วงจรเอาท์พุทสำหรับเตือนได้ออกแบบไว้สำหรับอุปกรณ์เตือนหรือแจ้งภัยมีผังภาพดังในรูปข้างล่าง และมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนเอาท์พุทถูกแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดทางไฟฟ้าสัมผัสของรีเลย์แบบ reed - relay dry contact ทนแรงดันสูงสุดได้ 150 Vdc กระแส 1 A และกำลังงานขนาด 10 W

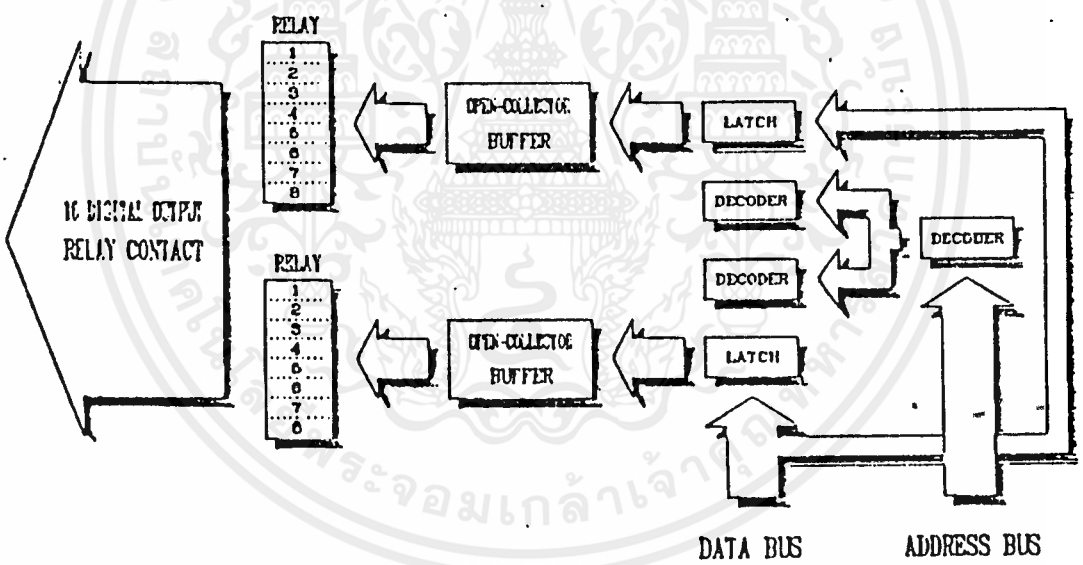
- มีเอาท์พุท 16 จุดต่อ card โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ จุดที่ 0 - 7 และ 8 - 15 เพื่อความสะดวกในการควบคุม

- มีตำแหน่งแอดเดรสเลือกได้ตั้งแต่ 0280H - 72F7H

- มีไดโอดเปล่งแสงสำหรับแสดงผลสภาวะที่ส่งออกไป

- ความต้องการกำลังงาน +5 Vdc 700mA

- คอนเนคเตอร์เป็นแบบ 37 ขา D - TYPE




รูป ผังภาพของ

วงจรเอาท์พุทสำหรับสัญญาณเตือนในแบบ ดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หลักการทำงานของวงจร**

1.วงจรถอดรหัสแอดเดรส

วงจรนี้เป็นวงจรที่ใช้กำหนดแอดเดรสของคาร์ดนั้นๆและเนื่องจากอาจมีคาร์ดชนิดเดียวกันนี้มากกว่าหนึ่งคาร์ดในคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน ดังนั้นวงจรนี้จะต้องปรับตั้งได้เพื่อให้แอดเดรสแตกต่างกัน ซึ่งในการออกแบบก็ได้ออกแบบให้ปรับได้ตั้งแต่ 0280H-72F7H โดยปรับตั้งที่ดิพสวิทช์ DIP1-DIP4 ดังนี้

-DIP 1 สำหรับตั้งหลักที่ 1 ตั้งแต่ 0-7 (0xxx-7xxx)

| DIP1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0xxx | 1xxx | 2xxx | 3xxx | 4xxx | 5xxx | 6xxx | 7xxx |

-DIP 2 สำหรับตั้งหลักที่ 3 ตั้งได้ตั้งแต่ 7-F ส่วนที่ 2 ถูกกำหนดให้เป็น "2" เสมอ (x28x-x2Fx)

| DIP2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| x28x | x29x | x2Ax | x2Bx | x2Cx | x2Dx | x2ex | x2Fx |

-DIP3 และ DIP4 สำหรับตั้งหลักที่ 4 โดย DIP3 สำหรับจุดอินพุทที่ 0-7 และ DIP4 สำหรับ 8-15(x2x0-x2x7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DIP3&DIP4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| x2x0 | x2x1 | x2x2 | x2x3 | x2x4 | x2x5 | x2x6 | x2x7 |

สมมุติว่าต้องการตั้งให้คาร์ทอยู่ที่แอดเดรส 0280H และ 0283H โดยจุดที่ 0-7 อยู่ที่ 0280H และ 8-15 อยู่ที่ 0283H ก็จะต้องปรับตั้งดิพสวิทช์ดังนี้

DIP1 ให้สวิทช์ตัวที่ 1 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP2 ให้สวิทช์ตัวที่ 2 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP3 ให้สวิทช์ตัวที่ 3 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

DIP4 ให้สวิทช์ตัวที่ 4 อยู่ในสภาวะ "เปิด"

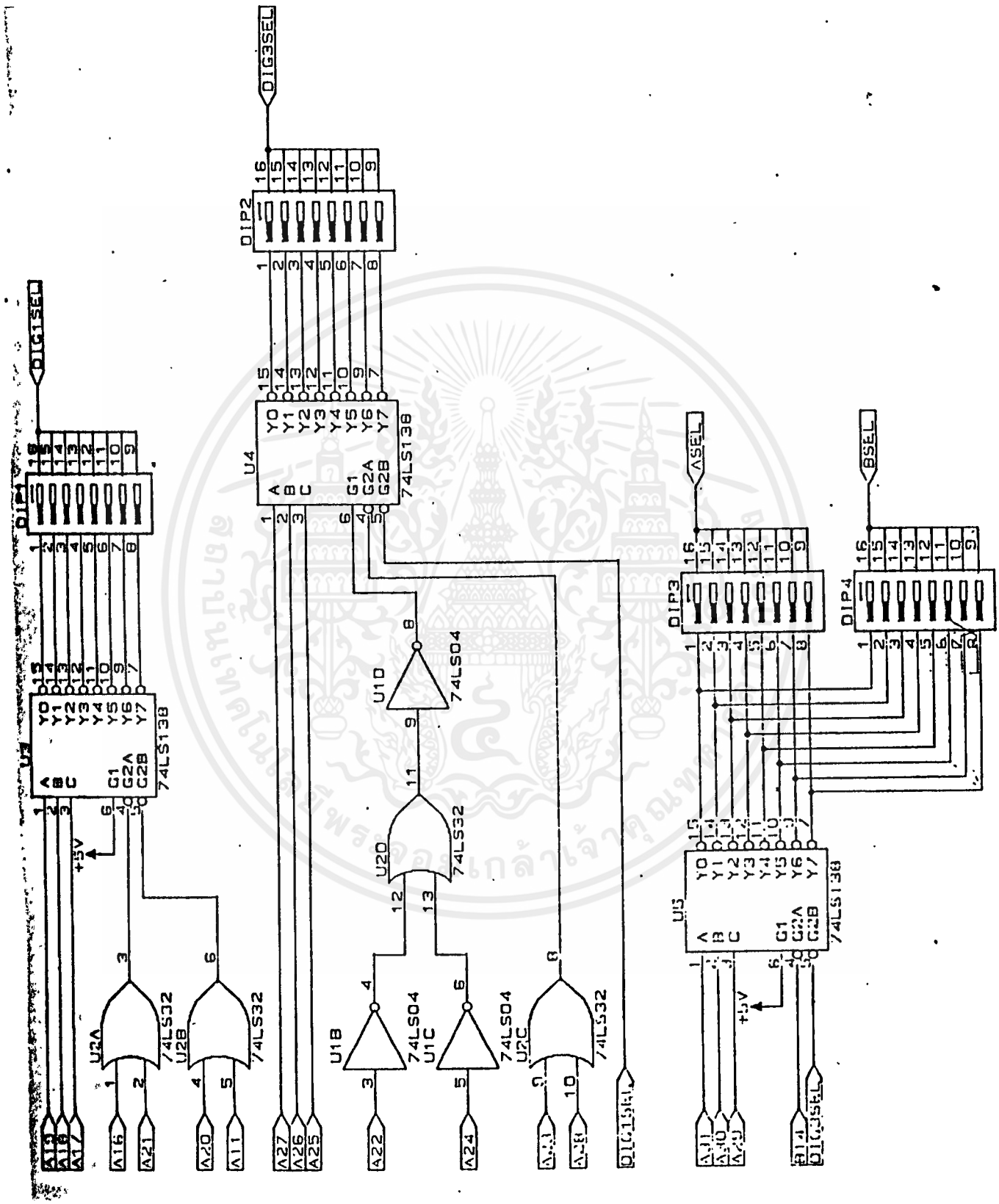
สวิทช์ตัวอื่นนอกจากที่กำหนดไว้ให้อยู่ในสภาวะ "ปิด"

วงจรในส่วนบนของรูปหน้าต่อไป ในหลักที่หนึ่งซึ่งเป็นการกำหนดแอดเดรสสำหรับ 0xxx-7xxx สัญญาณอินพุทคือ A11, A16, A17, A18, A19, A20, A21 ซึ่งเป็นแอดเดรสบัส ส่วนเอาท์พุทคือ สัญญาณ DIG1SEL

วงจรในส่วนกลางจะเป็นการถอดรหัสในหลักที่ 3 (หลักที่ 2 ถูกกำหนดให้เป็น "2" เสมอ) นั่นคือแอดเดรส x28x-x2fx สัญญาณอินพุทคือ A27, A26, A25, A24, A22, A23, A28 และสัญญาณ DIG1SEL ส่วนสัญญาณเอาท์พุทคือสัญญาณ DIG3SEL

วงจรในส่วนล่างสุดก็เป็นการถอดรหัสในหลักที่ 4 คือ x2x0--x2x7 และจะมีดิพสวิทช์ 2 ชุด คือ DIP3 และ DIP4 สำหรับอินพุทที่ 0--7 และ 8--16 ตามลำดับ การติดตั้งดิพสวิทช์ทั้งสองตัวนี้จะต้องไม่ตั้งไว้ที่ตำแหน่งเดียวกันซึ่งจะทำให้การทำงานผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูป วงจรถอดรหัสแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนเนคเตอร์สำหรับ card นั้นเป็นแบบ 37 ขา D - TYPE ซึ่งมีการต่อดังนี้

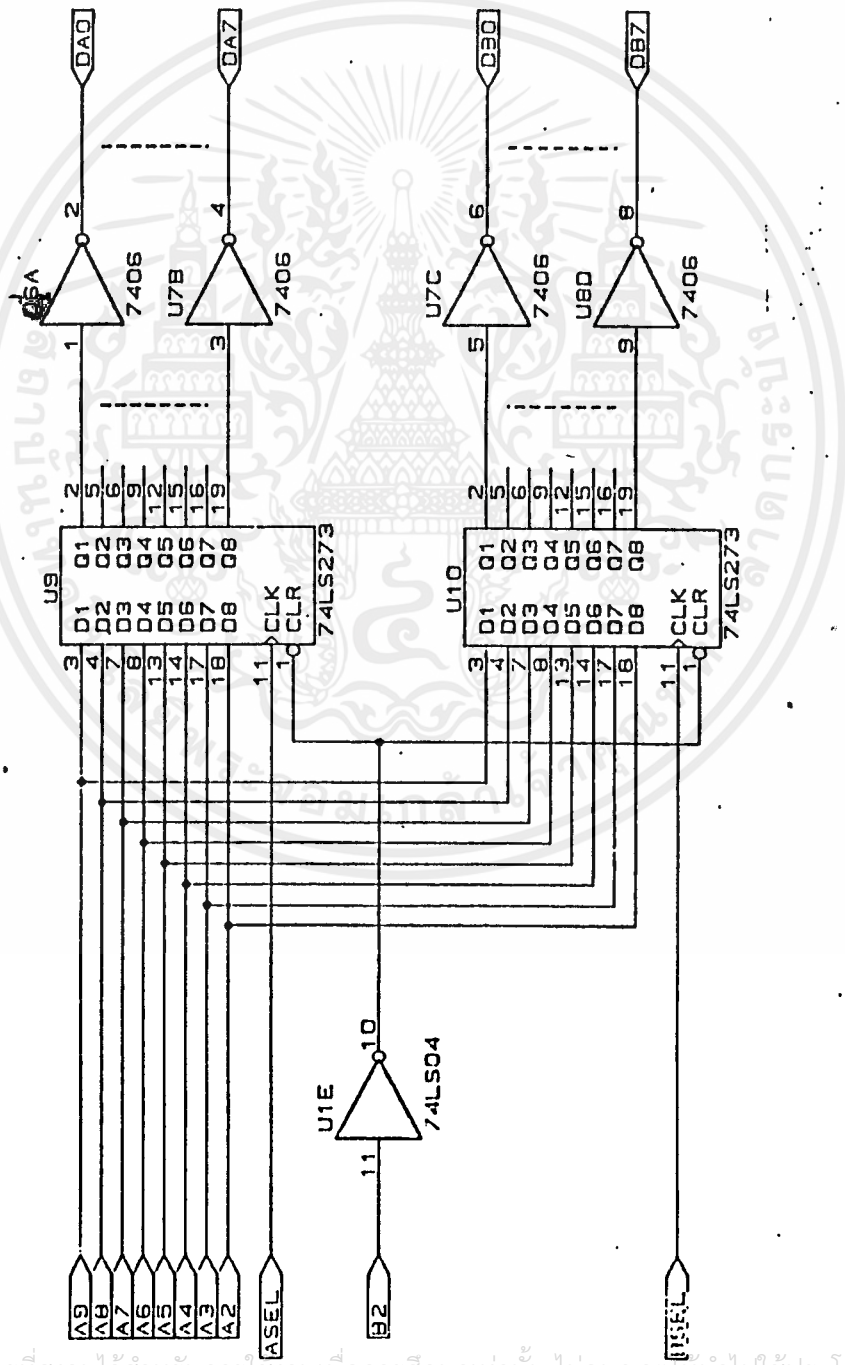
| PIN No. | DESCRIPTION | PIN No. | DESCRIPTION |
|---|---|---|---|
| 1 | ไม่ได้ต่อ | 20 | PB0B |
| 2 | PA0A | 21 | PB1A |
| 3 | PA0B | 22 | PB1B |
| 4 | PA1A | 23 | PB2A |
| 5 | PA1B | 24 | PB2B |
| 6 | PA2A | 25 | PB3A |
| 7 | PA2B | 26 | PB3B |
| 8 | PA3A | 27 | PB4A |
| 9 | PA3B | 28 | PB4B |
| 10 | PA4A | 29 | PB5A |
| 11 | PA4B | 30 | PB5B |
| 12 | PA5A | 31 | PB6A |
| 13 | PA5B | 32 | PB7B |
| 14 | PA6A | 33 | PB8A |
| 15 | PA6B | 34 | PB8B |
| 16 | PA7A | 35 | ไม่ได้ต่อ |
| 17 | PA7B | 36 | +5V |
| 18 | ไม่ได้ต่อ | 37 | GND |
| 19 | PB0A | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรแลทช์ (LATCH) และวงจรขับรีเลย์

วงจรแลทช์จะทำหน้าที่เป็นตัวเก็บข้อมูลที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์แล้วค้างค่านั้นจนกว่าจะมีข้อมูลอื่นส่งมาเปลี่ยนแปลง

สัญญาณจากบัสข้อมูลจะถูกส่งมายัง U8 และ U10 โดยมีสัญญาณ ASEL และ BSEL เป็นสัญญาณที่สั่งให้เก็บข้อมูลและค้างค่าดังกล่าวไว้ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยัง U6 - U8 ซึ่งเป็นวงจรขับรีเลย์และไดรอดเปล่งแสง

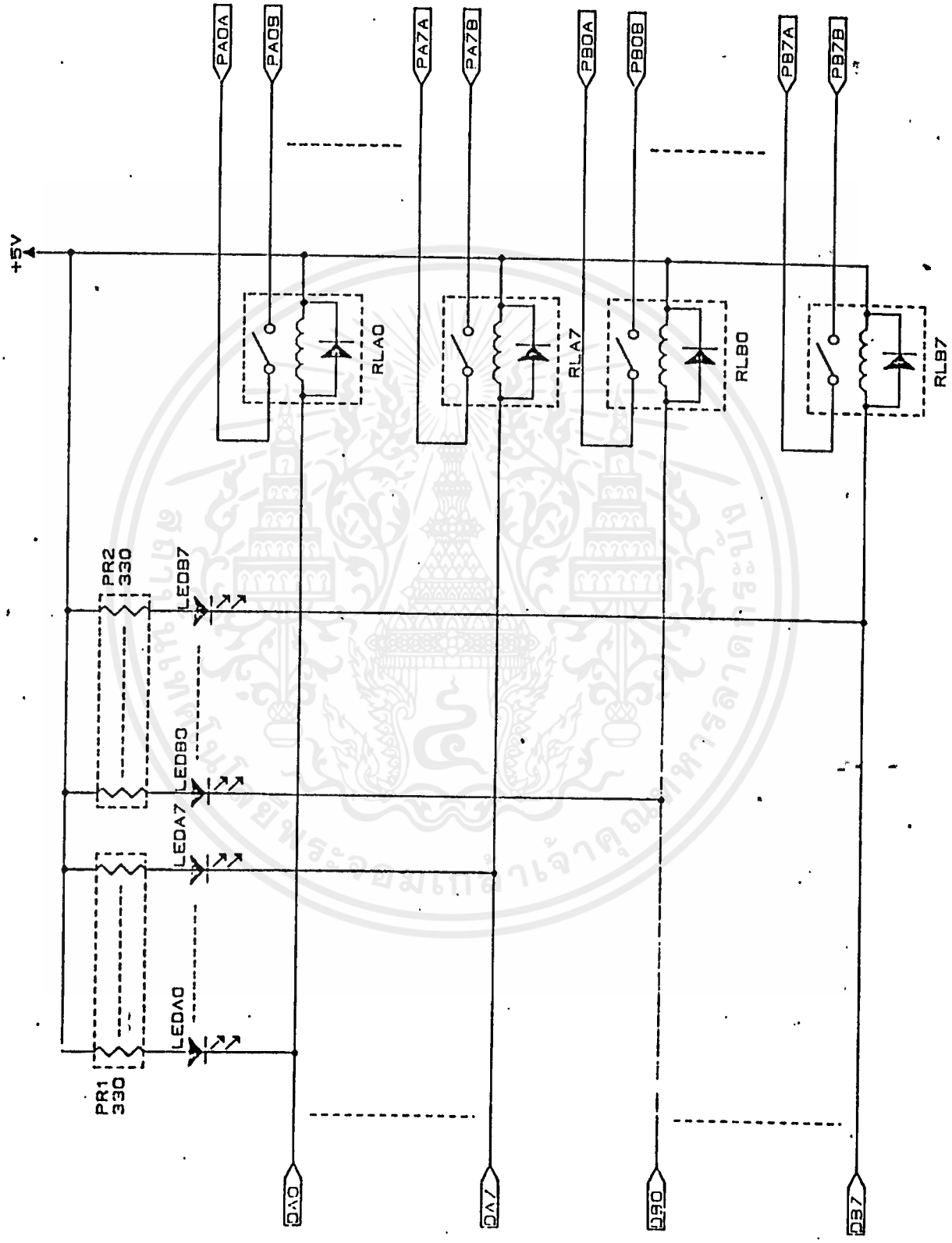



วงจรแลทช์และวงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรรีเลย์และไดโอดเปล่งแสง

วงจรนี้แสดงการต่อรีเลย์และไดโอดเปล่งแสงรวมทั้งขาสัญญาณเอาท์พุทดังรูป




**วงจรรีเลย์และไดโอดเปล่งแสง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

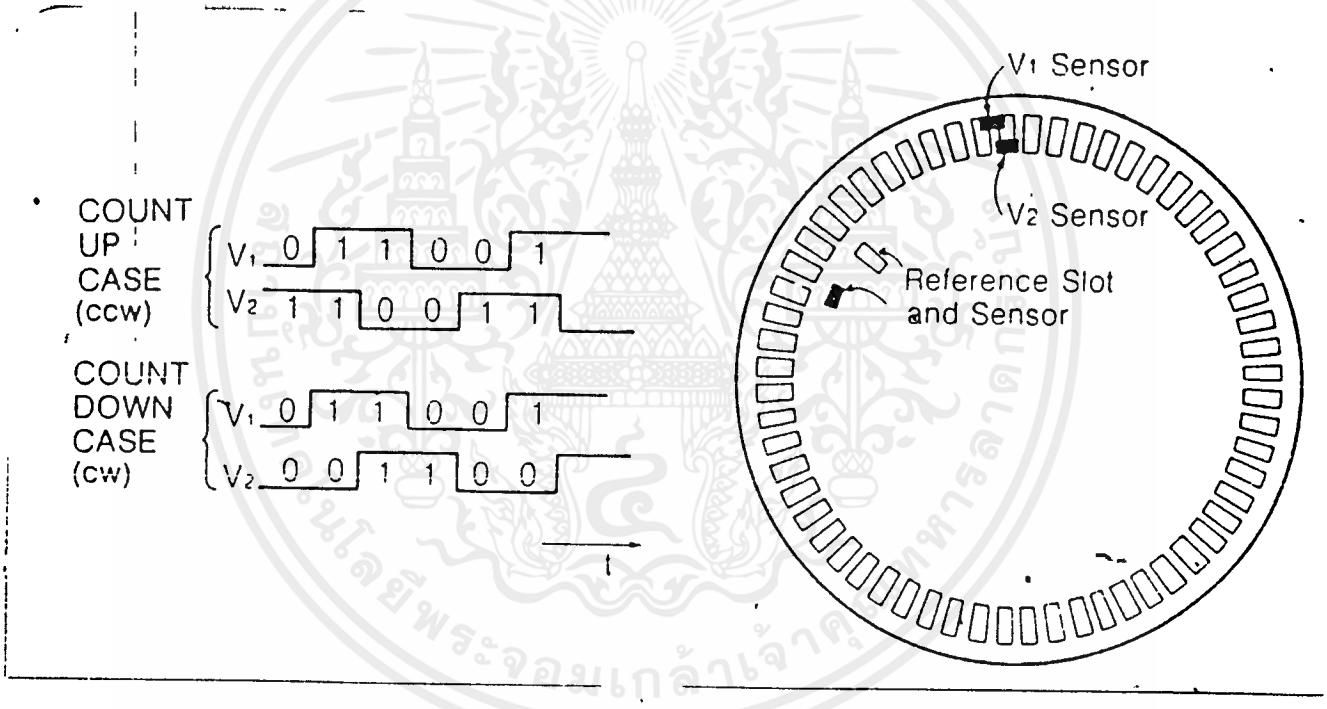
**ออปติคัลเอนโค้ดเดอร์**

ออปติคัลเอนโค้ดเดอร์จะแบ่งได้เป็น

-แบบสมบูรณ์ในตัวเอง [absolute optical encoders]

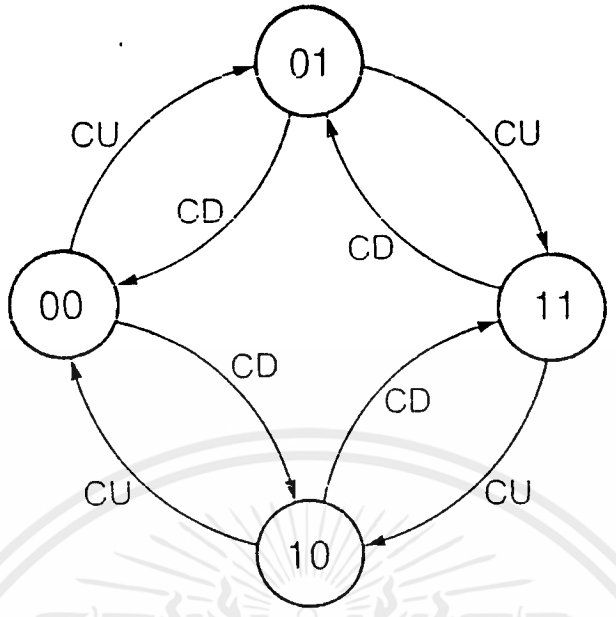
-แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง [incremental optical encoders]

และยังแบ่งได้เป็นสองลักษณะคือ แบบไบนารี่ [Binary] และแบบรหัสเกรย์ [gray code] แบบสมบูรณ์ในตัวเอง [absolute optical encoders] เราจะไม่กล่าวถึง จะกล่าวเฉพาะแบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง [incremental optical encoders] ลักษณะของออปติคัลเอนโค้ดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง และลักษณะของการตรวจจับจากตัวเซนเซอร์ V1,V2,V3 จะแสดงไว้ดังรูป



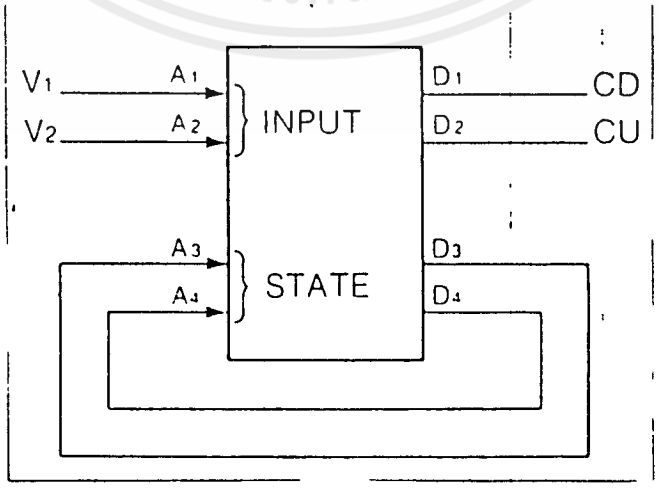

สัญญาณที่ออกมาจากออปติคัลเอนโค้ดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเองจะมีทั้งหมด 3 สัญญาณคือสัญญาณ V1, V2 และ V3 ซึ่งจะมีข้อมูลของทิศทางตำแหน่งและความเร็วแฝงที่แฝงอยู่ในสัญญาณเหล่านี้ ซึ่งจะต้องแยกข้อมูลเหล่านี้ออกมาโดยเริ่มจากการแยกเอาข้อมูลของทิศทางและตำแหน่งออกมาก่อนจากรูปจะกำหนดให้ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา เป็นการนับลงและนับขึ้นของวงจรตามลำดับ และจะให้สัญญาณ V1,V2 แทนบิตแรกและบิตที่สองของสภาวะคือ 00,01,11 และ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะต่าง ๆ ในการนับขึ้นและการนับลงจะเป็นไปตามไดอะแกรมแสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




การออกแบบวงจรเพื่อให้ทำงานตามไดอะแกรมของสภาวะได้ตามรูปที่ 2 มีด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมก็คือ การใช้หน่วยความจำแบบ ROM ขนาดแอดเดรสและข้อมูลอย่างละ 4 บัสดังรูปที่ 3 จะเห็นว่าบัสแอดเดรส A1 และ A2 จะรับสัญญาณจาก V1 และ V2 ตามลำดับ และ บัสข้อมูล D1 และ D2 จะเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่จะนำไปผ่านวงจรนับลงและนับขึ้น [CD และ CU]ตามลำดับ ส่วนบัสข้อมูล D3 และ D4 จะถูกป้อนกลับมายังบัสแอดเดรส A3 และ A4 ตามลำดับ ดังนั้นค่าของ A3 = D3 และ A4 = D4 เสมอที่สภาวะเสถียรใดๆ

ข้อมูลภายใน ROM จะถูกป้อนเข้าไปเก็บไว้ทั้ง 16 กลุ่ม โดยมีแอดเดรสตั้งแต่ 0000-1111 ตามตารางที่ 1 เพื่อให้เข้าใจการทำงานของ ROM ที่มีลักษณะการต่อดังรูปที่ 3




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะยกตัวอย่างอธิบายในกรณีของการหมุนตามเข็มนาฬิกา หรือการนับลงโดยจะเปลี่ยนแปลงสภาวะที่อินพุท ของ ROM จาก 00-10-11-10 โดยเริ่มจากสภาวะแรกที่ 00 ถ้าดูจากตารางที่ 1 จะเห็นว่าทุกบัสขณะนี้เป็น 0 หมด ต่อมาเมื่อสภาวะเปลี่ยนไปเป็น 1000 ซึ่งถ้าดูจากตารางจะเห็นว่าที่ตำแหน่งแอดเดรสนี้ บัสข้อมูลจะให้ข้อมูล 1010 ออกมา แต่เนื่องจาก A3 ต้องเท่ากับ D3 และ A4 ต้องเท่ากับ D4 จึงทำให้ A3 และ A4 เปลี่ยนจาก 00 ไปเป็น 10 ด้วย ซึ่งจะทำให้แอดเดรสเปลี่ยนไปเป็น 1010 และเมื่อดูจากตารางที่แอดเดรสนี้ จะให้บัสข้อมูลแสดงค่า 0010 ออกมาและจุดนี้เองที่เป็นสภาวะเสถียรตำแหน่ง 10 ถ้าสภาวะต่อไปจะเปลี่ยนจาก 10 ไปเป็น 11 อีกที่บัสแอดเดรสก็จะเปลี่ยนไปเป็น 1110 ทำให้บัสข้อมูลเปลี่ยนไปเป็น 1011 และผลนี้เองที่ทำให้บัสแอดเดรสต้องเปลี่ยนไปเป็น 1111 เพื่อให้ค่า A3=D3 และ A4=D4 เข้าสู่สภาวะเสถียรตำแหน่ง 11 การเปลี่ยนสภาวะในครั้งหนึ่งๆ ก่อนที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะเสถียรจะมีพัลส์ออกมาทางบัสข้อมูล D1(CD) 1 พัลส์เสมอ ในทางตรงกันข้ามถ้าหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาการเปลี่ยนสภาวะในครั้งหนึ่งๆ ก็จะมีพัลส์ออกมาทางบัสข้อมูล D2(CU) 1 พัลส์เช่นกัน สังเกตจากตารางที่ 1 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

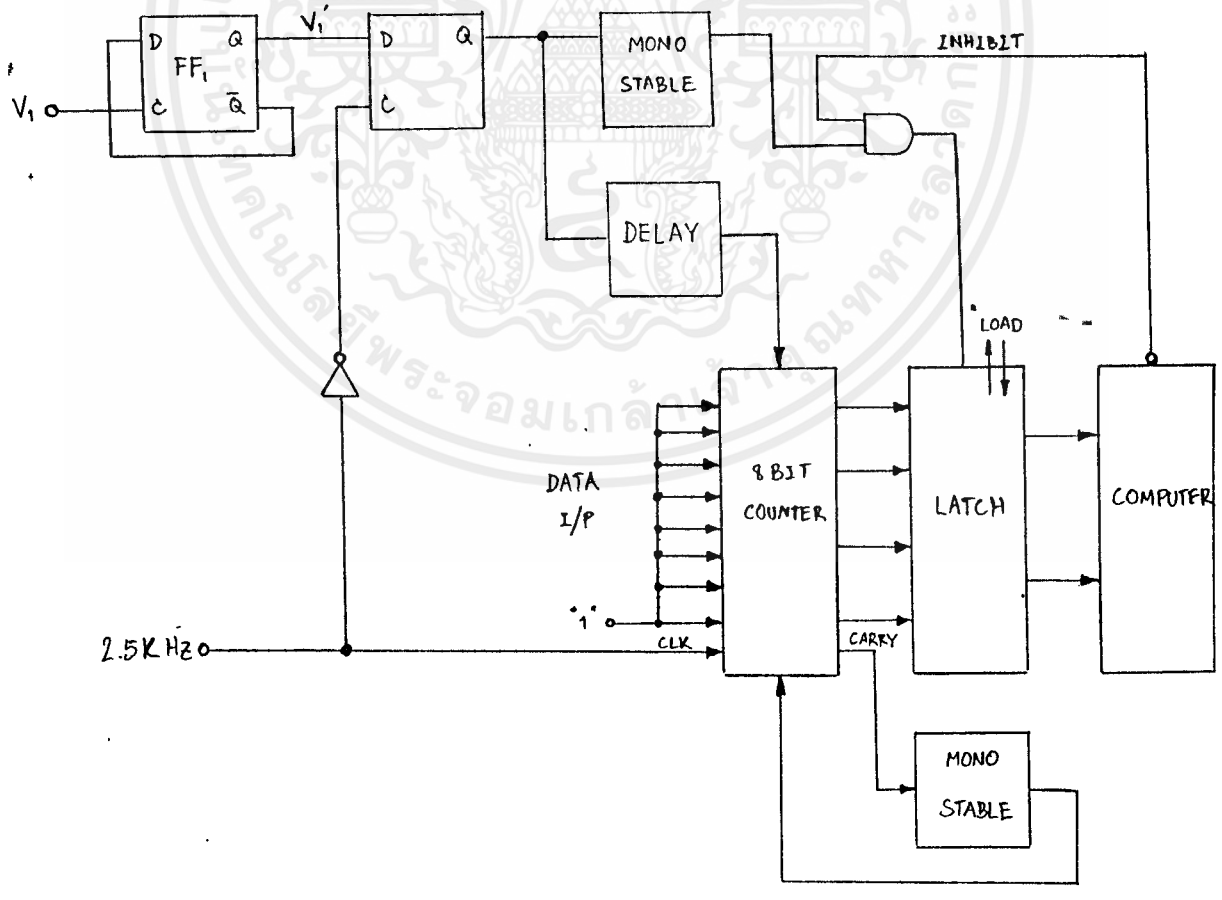
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลที่เอดเดรสต่างๆ ใน ROM

| A1(V1) | A2(V2) | A3 | A4 | D1 (CD) | D2 (CU) | D3 | D4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การวัดความเร็วสำหรับออปติคัลเอนโค้ดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง**

ในการวัดความเร็วของมอเตอร์ด้วยการใช้ออปติคัลเอนโค้ดเดอร์มีอยู่หลายวิธีแต่ที่จะอธิบายจะอาศัยการวัดจากคาบเวลาของพัลส์ ที่ออกมาจากตัวเอนโค้ดเดอร์ ดังแสดงดังรูปที่ 4 จากรูปจะเห็นว่าสัญญาณ V1 ที่ได้จากเอนโค้ดเดอร์จะผ่าน FF1 หารความถี่ของสัญญาณให้ลดลงครึ่งหนึ่งได้เป็นสัญญาณ V1′ ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจะ ต้องสูงกว่าความถี่สูงสุดของ V1 ในที่นี้ได้กำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ 2.5 KHZ โดยจานเอนโค้ดเดอร์ที่ใช้มีจำนวนช่องทั้งหมด 2500 ช่อง และความเร็วสูงสุดจะให้อยู่ที่ 1 รอบต่อวินาที ซึ่งจะได้ว่าความถี่สูงสุดของ V1 จะเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาพอดี ดังนั้นคาบเวลาน้อยที่สุดของ V1=1/2500=400 ไมโครวินาที ด้วยเหตุนี้คาบเวลา 0V1′=2V1=800 ไมโครวินาที โดยจะแบ่งเป็นช่วงสภาวะลอจิก "1" 400 ไมโครวินาที และช่วงสภาวะลอจิก "0" อีก 400 ไมโครวินาที ดังนั้นวงจรนับขนาด 8 บิต จะนับสัญญาณนาฬิกาความถี่ 2.5 KHZ ได้ 1 พัลส์พอดีโดยจะนับในช่วงที่ V1′ เป็น "0"




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากวงจรนับ 8 บิตสามารถนับจำนวนพัลส์ได้สูงสุดเท่ากับ 255 พัลส์เท่านั้นในคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา = 400 ไมโครวินาที ดังนั้นในช่วงเวลาที่ V1´เป็น "0" จึง = 102 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าคิดเป็นเวลา ที่ใช้ในการหมุนของจานเอนโค้ดเดอร์หนึ่งรอบต้องใช้เวลา = 2500*102 มิลลิ = 255 วินาที จะเห็นได้ว่าจำนวนที่นับได้จากวงจรนับคือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่หนึ่งรอบนั่นเอง (หน่วยวินาที) ข้อจำกัดของวงจรนี้ คือไม่สามารถวัดการเคลื่อนที่ที่เร็วกว่านี้ได้ แต่สำหรับกรณีที่ความเร็วต่ำนี้สัญญาณนาฬิกาจะเข้ามาได้มากกว่า 255 (1111) เหมือนเดิม ดังนั้นถ้าความเร็วต่ำกว่าข้อจำกัด ค่าที่ออกจากเอาต์พุตจะเป็น 1111 เสมอ

FF2 จะเป็นตัวช่วยให้สัญญาณ V1´ กับสัญญาณนาฬิกาทำงานพร้อมกันเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของการที่แลตช์จะอ่านข้อมูล ในระหว่างที่วงจรนับกำลังมีการเปลี่ยนแปลง วงจรนับจะนับพัลส์ในขณะที่ V1´ เป็น "0" และเมื่อ V1´ เปลี่ยนจาก "0" เป็น "1" แลตช์จะดึงข้อมูลจากวงจรนับที่นับได้ในช่วงที่ V1´เป็น "0" มาเก็บไว้เพื่อที่จะให้คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลต่อไป ดีเลย์จะหน่วงสัญญาณ V1´ ให้ช้าลงเพื่อให้แลตช์อ่านข้อมูลให้เสร็จก่อน ก่อนที่จะเคลียร์วงจรนับและจะ คงสภาวะเคลียร์นี้ตลอดช่วงที่ V1´ เป็น "1" และจะเริ่มนับใหม่อีกครั้งเมื่อ V1´กลับมาเป็น "0" ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นได้มากเมื่อนำไปวัดที่ความเร็วสูงๆ ทางหนึ่งที่สามารถจะแก้ปัญหานี้ได้นั่นคือ เพิ่มความถี่ของสัญญาณนาฬิกาให้สูงขึ้นและเพิ่มจำนวนบิตวงจรนับให้สูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเชื่อมต่อระหว่าง computer กับ เครื่องผับเหล็ก

การทำในส่วนนี้เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานของเครื่องผับเหล็กได้ทาง computer โดยผ่านทาง port ซึ่งตามปกติเครื่องผับเหล็กเครื่องนี้สามารถทำงานได้วงจรทางไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วและในส่วนที่จะนำมาพัฒนาขึ้นคือในส่วนของการเคลื่อนที่เข้าและออกของชิ้นงาน และการตรวจสอบการทำงานของ switch และ limit switch รายละเอียดจะกล่าวต่อไป

จากรูปที่ 1 ซึ่งแสดงวงจรไฟฟ้าของเครื่องที่มีอยู่แล้วและมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

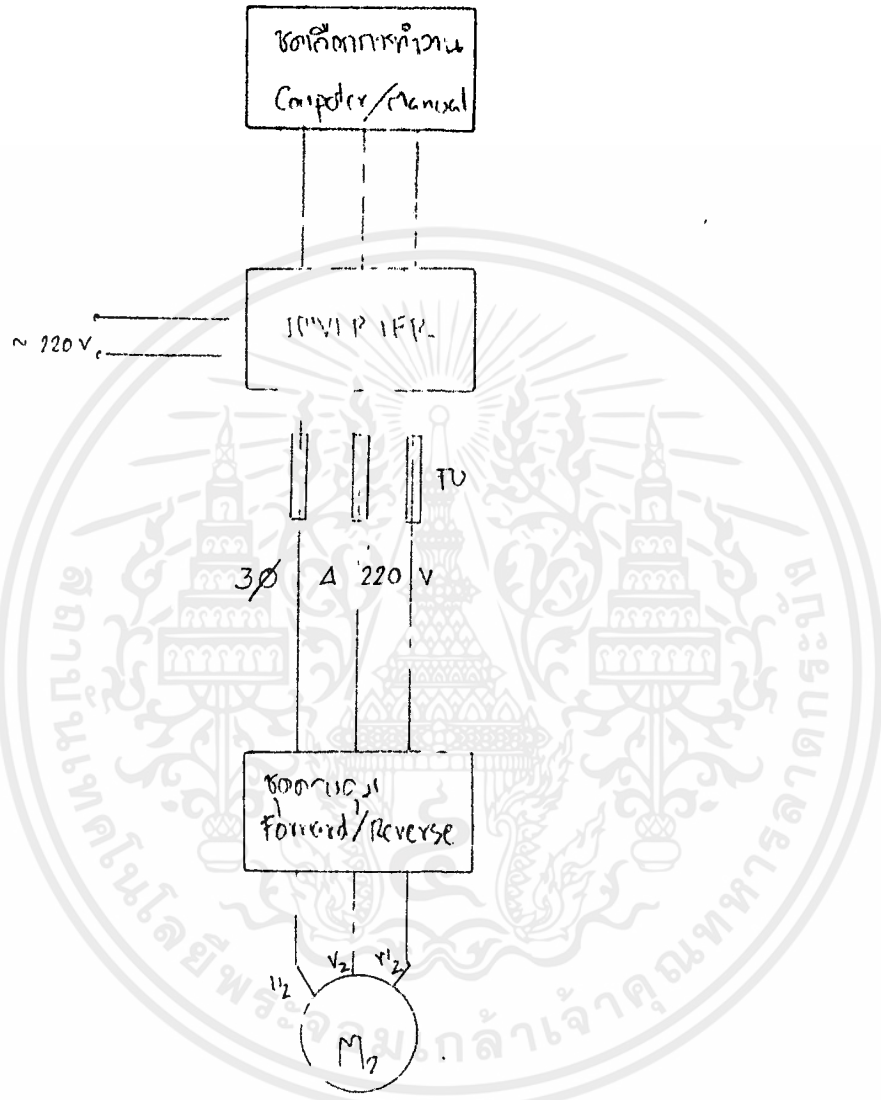
| Symbol | Name | Specification |
|---|---|---|
| M1 | Oil pump motor | 75 kW ,380 V |
| M2 | มอเตอร์กันหน้ากันหลัง | 250 W ,380/220 V |
| M3 | มอเตอร์ปรับองศาการผับ | 180 W ,380 V |
| TC1 | หม้อแปลงไฟฟ้า | 250 W ,380v/220v/27v |
| QF1 | Automatic Switch | triping current 20 A |
| FU1-FU5 | Fuse | 6 A (max) |
| KM1-KM5 | AC contacter | Coil Voltage 220 V |
| V1-V3 | Rectifier diode | 1N5402 200 V, 3 A |
| KT1-KT2 | Time Relay | Coil Voltage 220 V |
| SB1-SB2 | Self locking pushbutton switch | |
| SB3-SB5 | Pushbutton switch | |
| SA1-SA2 | Key pushbutton | |
| SF1-SF2 | Foot switch | |
| SQ1-SQ6 | Limit switch | |
| HL1-HL3 | Indicator lamp | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

~ 380 V 50 Hz
30 A
QF1
20A
FU2 (4A)
SA1
TC1 ~220V ~27V
~ 380
FU3 (4A)
SB1
SB2
KM5
KM1
U11 V11 W11
10 12 14 0 16 18 20
Q/P bit 1
22
HL1
FU4 (4A)
เลือกการทำงาน
Con/Manual
INVERTER
FU5 (4A)
FU1 (4A)
KA1
KA3
KA1
SA2
SB5
26
KA2
28
46
KA3 58
66
SB3
SF1
SF2
KA1
U22 V22 W22
KM2
KM3
KM4
KM4
U21 V21 W21
KA1
KA4
KA2
KT2
Q/P bit 6
22
SB1
SB4
SB5
50
38
SB2
32
40
SB6
HL3
KA2
54
KT2
42
60
KA1
KA3
KA4
68
72
SQ6
KT1
KT2
U1 V1 W1
U2 V2 W2
U3 V3 W3
M1
M2
M3
V1
V2
V3
HL2
KM3
KM2
34
42
48
56
64
70
74
76
78
KM5
KM1
KM2
KM3
KM4
KA1
KA2
KA3
KA4
KT1
KT2
YV1
YV2
YV3

จากวงจรจะเห็นได้ว่าสามารถแบ่งวงจรออกได้เป็นส่วน ๆได้ดังนี้

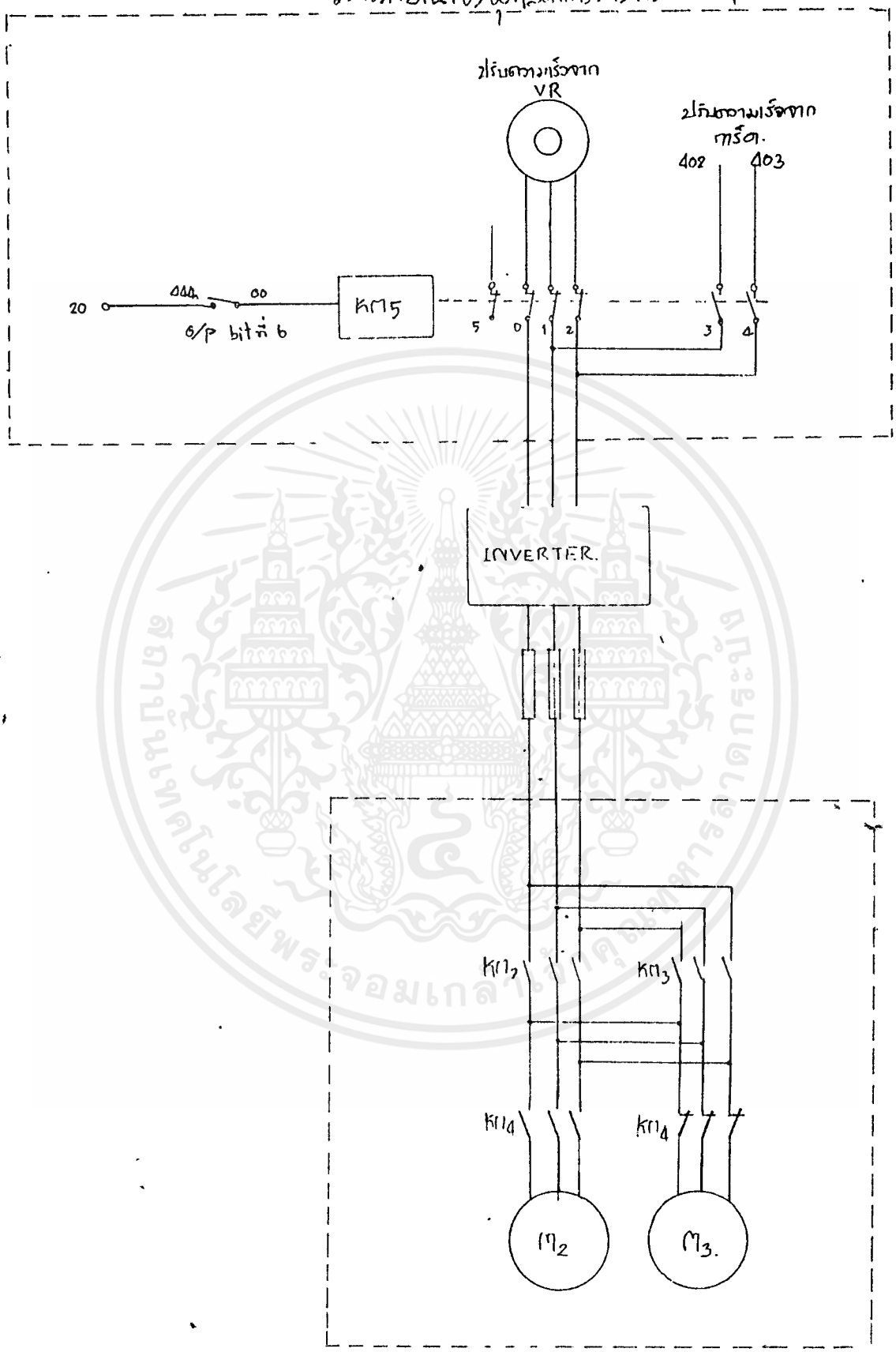
1.วงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวกั้นหน้ากั้นหลังดังรูปที่ 2 จากรูป motor จะได้รับ input จาก inverter ซึ่ง output ของ inverter จะเป็นแรงดัน 220 v delta ฉะนั้น motor ที่ต่อเข้าจะต้องต่อให้เป็นแบบเดียวกันด้วย




รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภายในของชุดเลือกการทำงาน Compute or manual



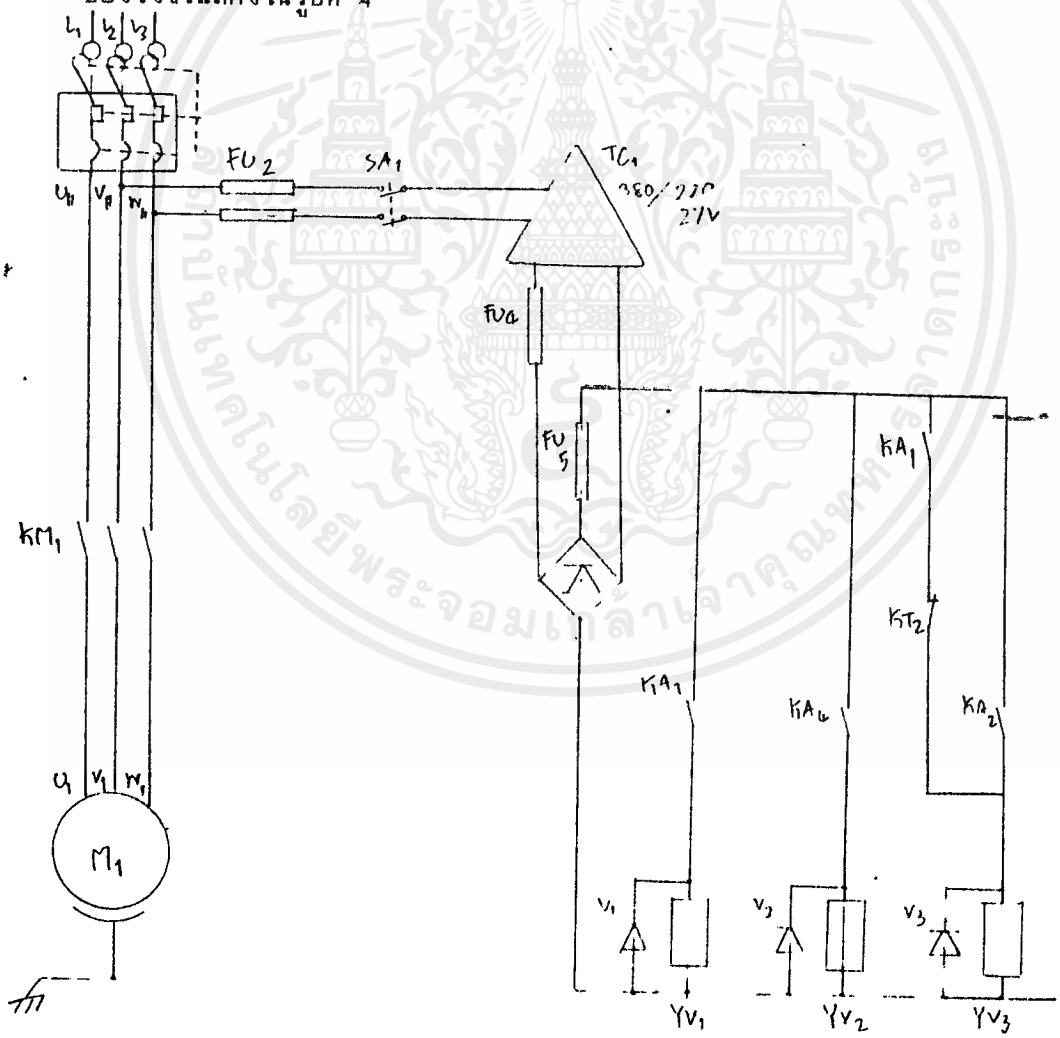

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของชุดเลือกการทำงาน ( Computer/Manual )

ตามปกติการให้ M2 หรือ M3 ทำงาน จะถูกปรับความเร็วโดย VR ใน INVERTER อยู่แล้ว ซึ่งเป็นการทำงานในแบบ Manual แต่ถ้าต้องการควบคุมความเร็วโดยฝ่ายทาง Computer นั้นทำได้โดย Set Port Output[0280] บิทที่ 6

ส่วนการที่จะให้ motor นั้นเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือข้างหลังนั้นจะถูกควบคุมจากหน้าสัมผัสของ AC Contactor [ KM2 and KM3 ] แสดงไว้ดังรูปที่ 3

2.วงจรควบคุม Oil pump motor และมีดผับ motor ที่เป็นตัว Oil pump นั้นจะทำงานที่แรงดัน input 380 v และจะมีหน้าสัมผัสของ AC Contactor [ KM1 ] ควบคุมอยู่และในส่วนของการควบคุมมีดผับนั้นจะใช้แรงดัน 27 v ซึ่งแรงดันส่วนนี้ได้มาจากการผ่านหม้อแปลงที่แปลงแรงดันจาก 380 v->27 v และ 380 v->220 v รายละเอียดของวงจรแสดงในรูปที่ 4




รูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การควบคุมวงจรการทำงานของเครื่องด้วยคอมพิวเตอร์ทำได้ดังนี้

3.1 ส่วน OUTPUT PORT เบอร์ [0280H]

-Port A bit 0 เป็น EMERGENCY SWITCH

-Port A bit 1 เป็น bit ที่ใช้ START MOTOR M1

-Port A bit 2 เป็น bit ที่ใช้เลือกการทำงานของการเคลื่อนที่ของใบมีดแบบ AUTO หรือ MANUAL ( 1 = AUTO/ 0 = MANUAL)

-Port A bit 3 เป็น bit ที่ใช้ควบคุม MOTOR M2/M3 ในการให้หมุน REVERSE ซึ่งการจะให้ M2 หรือ M3 ทำงานสามารถเลือกได้จากบิทที่ 7

-Port A bit 4 เป็น bit ที่ใช้ควบคุม MOTOR M2/M3 ในการให้หมุน FORWORD ซึ่งการจะให้ M2 หรือ M3 ทำงานสามารถเลือกได้จากบิทที่ 7

-Port A bit 5 เป็น bit ที่ SET การทำงานของ FOOT SWITCH

-Port A bit 6 เป็น bit เลือกการทำงานแบบ MANUAL หรือ COMPUTER ( 1 = COMPUTER /0 = MANUAL )

-Port A bit 7 เป็น bit เลือกการทำงานของ MOTOR M2 หรือ M3 ( 1 = M2 ใช้คู่กับ Port A bit 3 ในการ REVERSE กันหลัง หรือ ใช้คู่กับPort A bit 4 ในการ FORWORD กันหลัง / 0 = M3 ใช้คู่กับ Port A bit 3 ในการ REVERSE ปรับมุม หรือ ใช้คู่กับ Port A bit 4 ในการ FORWORD ปรับมุม ) bit นี้ใช้ทำงานร่วมกับ bit ที่ 3 หรือ bit ที่ 4

3.2 ส่วน OUTPUT PORT เบอร์ [0283H]

-Port B bit 0 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 1 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 2 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 3 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 4 จ่ายแรงดันให้ INVERTER 0.5V เพื่อปรับความเร็วต่ำสุด

-Port B bit 5 จ่ายแรงดันให้ INVERTER 1.0V เพื่อปรับความเร็วปานกลาง

-Port B bit 6 จ่ายแรงดันให้ INVERTER 2.0V เพื่อปรับความเร็วมาก

-Port B bit 7 จ่ายแรงดันให้ INVERTER 5.0V เพื่อปรับความเร็วสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจสอบการทำงานของ SWITCH และ Limit Switch ด้วยพอร์ทอินพุทเบอร์ 2280

-Port A bit 0 เช็คการทำงานของ Emergency Switch

-Port A bit 1 เช็คการทำงานของ Switch Start SB3

-Port A bit 2 เช็คการทำงานของ Reverse Switch SB4

-Port A bit 3 เช็คการทำงานของ Reverse Limit Switch SQ1

-Port A bit 4 เช็คการทำงานของ Forward Switch SB5

-Port A bit 5 เช็คการทำงานของ Forward Limit Switch SQ2

-Port A bit 6 เช็คการทำงานของ Limit Switch SQ5

-Port A bit 7 เช็คการทำงานของ Foot Switch Down

3.4 การตรวจสอบการทำงานของ SWITCH และ Limit Switch ด้วยพอร์ทอินพุทเบอร์ 2283

-Port B bit 0 เช็คการทำงานของ Foot Switch Up

-Port B bit 1 เช็คการทำงานของ Switch Auto / Manaul Down Selection

-Port B bit 2 เช็คการทำงานของ Limit Switch SQ6

-Port B bit 3 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 4 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 5 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 6 ไม่ได้ใช้

-Port B bit 7 ไม่ได้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

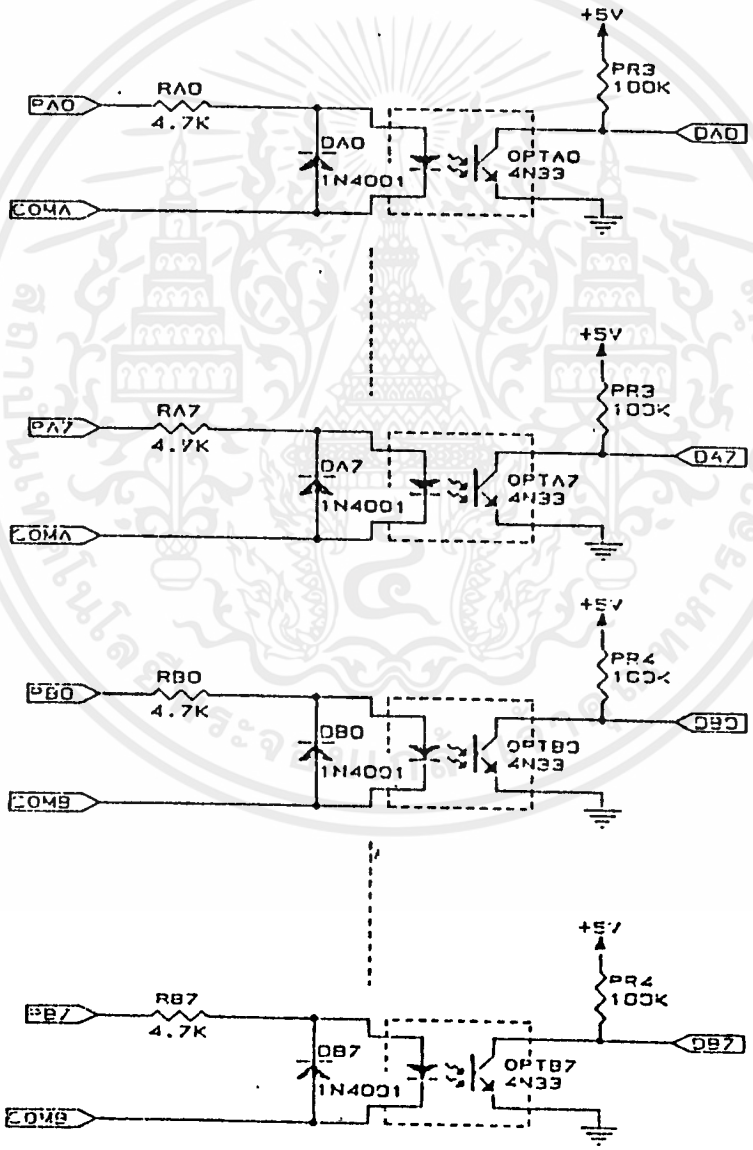
ส่วนความสัมพันธ์ของ หมายเลขสายภายในเครื่อง มีดังต่อไปนี้

| หมายเลข Port | Line No. in CCT | Line No. in Port | Bit |
|---|---|---|---|
| 0280 | 18,20 | 332,333 | 0 |
| | 20,22 | 334,335 | 1 |
| | 22,66 | 336,337 | 2 |
| | 28,30 | 338,339 | 3 |
| | 24,38 | 340,341 | 4 |
| | 400,401 | 342,343 | 5 |
| | 444,00 | 344,345 | 6 |
| | 46,48 | 346,347 | 7 |
| 2280 | 20 | 300 | 0 |
| | 22 | 301 | 1 |
| | 30 | 302 | 2 |
| | 32 | 303 | 3 |
| | 38 | 304 | 4 |
| | 40 | 305 | 5 |
| | 36 | 306 | 6 |
| | 52 | 307 | 7 |
| 2283 | 60 | 308 | 0 |
| | 66 | 309 | 1 |
| | 74 | 310 | 2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

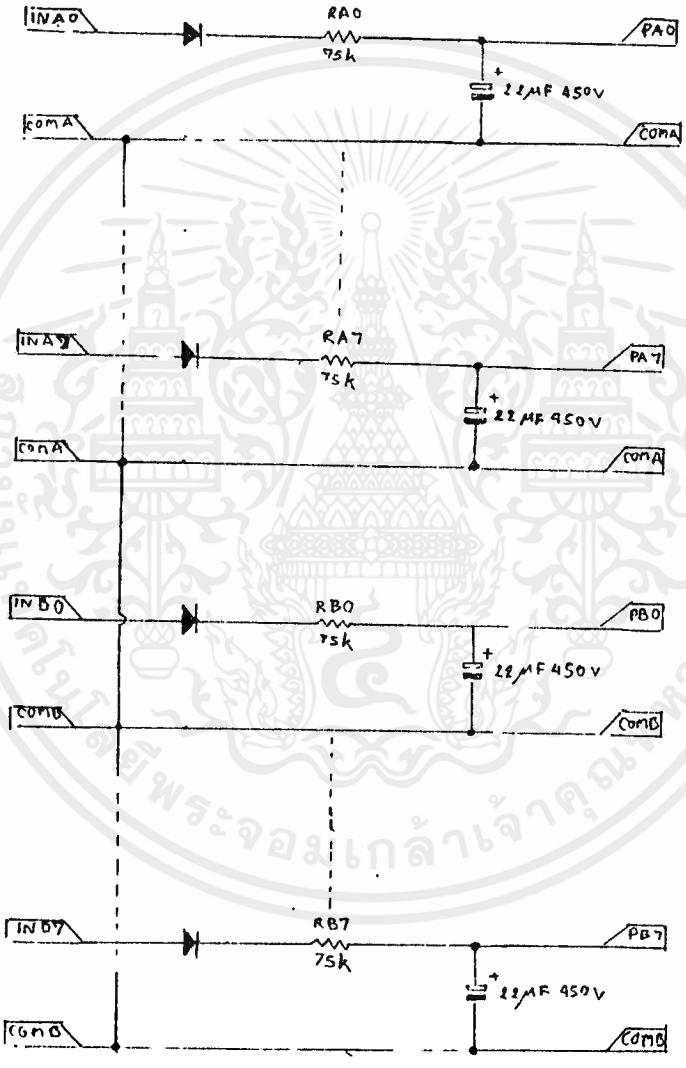
**ส่วนที่เป็น INPUT/OUTPUTของCARD**

ในเครื่องพับเหล็กที่เป็น PROJECT นั้นาใช้ไฟ INPUT ที่มากกว่าความสามารถของ CARD INPUT ที่จะรับได้เพราะ CARD INPUT ออกแบบให้สามารถที่จะรับ INPUT VOLTAGE ในช่วง 0-25 Vdc ซึ่งเป็นไฟที่ต่ำเมื่อเทียบกับไฟที่ใช้ในเครื่อง จึงต้องมีวงจรที่สามารถที่จะลดแรงดัน INPUT ให้ลดลงในช่วง 0-25Vdc ในรูปทุก INPUT มี GROUND COMMON ร่วมกัน



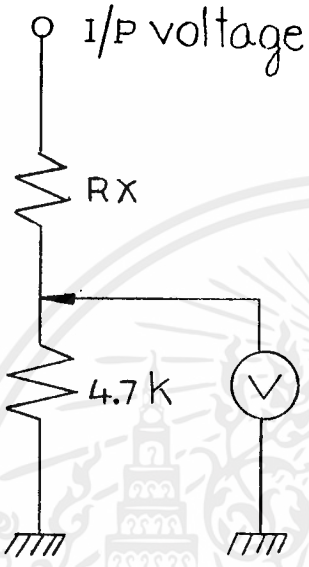

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ใช้เป็น INPUT ที่ลดแรงดัน ใช้ RESISTER 75K 5W ,CAPACITOR 22uF 450Vdc และ DIODE 1N4004




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ต่อเพิ่มออกมาเพื่อลดแรงดันให้ต่ำลงพอที่จะให้ INPUT VOLTAGE พอที่จะใช้กับ CARD ได้เราใช้หลักการ VOLTAGE DIVIDER ธรรมดาโดยใช้ Rx กับ RESISTER ภายใน CARD คือ 4.7K




ตอนคำนวณหาค่า Rx ให้แรงดัน INPUT = 220 Vac แปลงเป็นไฟ DC = 311 Vdc เพราะ ผ่าน DIODE RECTIFIER เพื่อแปลงเป็นไฟตรง เมื่อได้ค่าไฟตรงก็หา Rx

$$Rx = \frac{V}{I}$$

V= แรงดัน INPUT ที่เป็นไฟตรง

I= กระแส INPUT ที่เป็นกระแสตรง

เราหากระแส I ที่เข้ามาในวงจร INPUT ที่มี LOGIC = '1' เราให้มี VOLTAGE INPUT ที่ CARD = 25 Vdc (INPUT ที่เข้ามาที่ CARD ควรมีค่า 0-25Vdc) เราจะไม่คิดค่า VOLTAGE ที่ตกคร่อมที่ INPUT ของ ISOLATOR เพราะมีค่าน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I = \frac{25Vdc}{4.7k} = 5.3\ mA$$

หาค่าRx

$$Rx = \frac{311Vdc}{5.3mA}$$

$$= 58491.8$$

ประมาณ 58K

แต่ที่ใช้ค่า 75K เพราะเวลาหาซื้อไม่มีค่าที่คำนวณไว้ ต้องเลือกค่าที่ใกล้เคียงที่มากกว่าเพื่อความปลอดภัยของ CARD เมื่อนำมาคำนวณก็ได้ค่าที่ยอมรับได้ และเผื่อไว้ในการแก้ไขวงจรที่อาจมี INPUT VOLTAGE มากกว่า220Vac ซึ่งเป็นไปได้สูงที่เราจะมี INPUT ที่มากกว่า220Vac ในการต่อกับไฟ 3 เฟสซึ่งอาจมีค่ามากถึง 360Vac ก็ได้

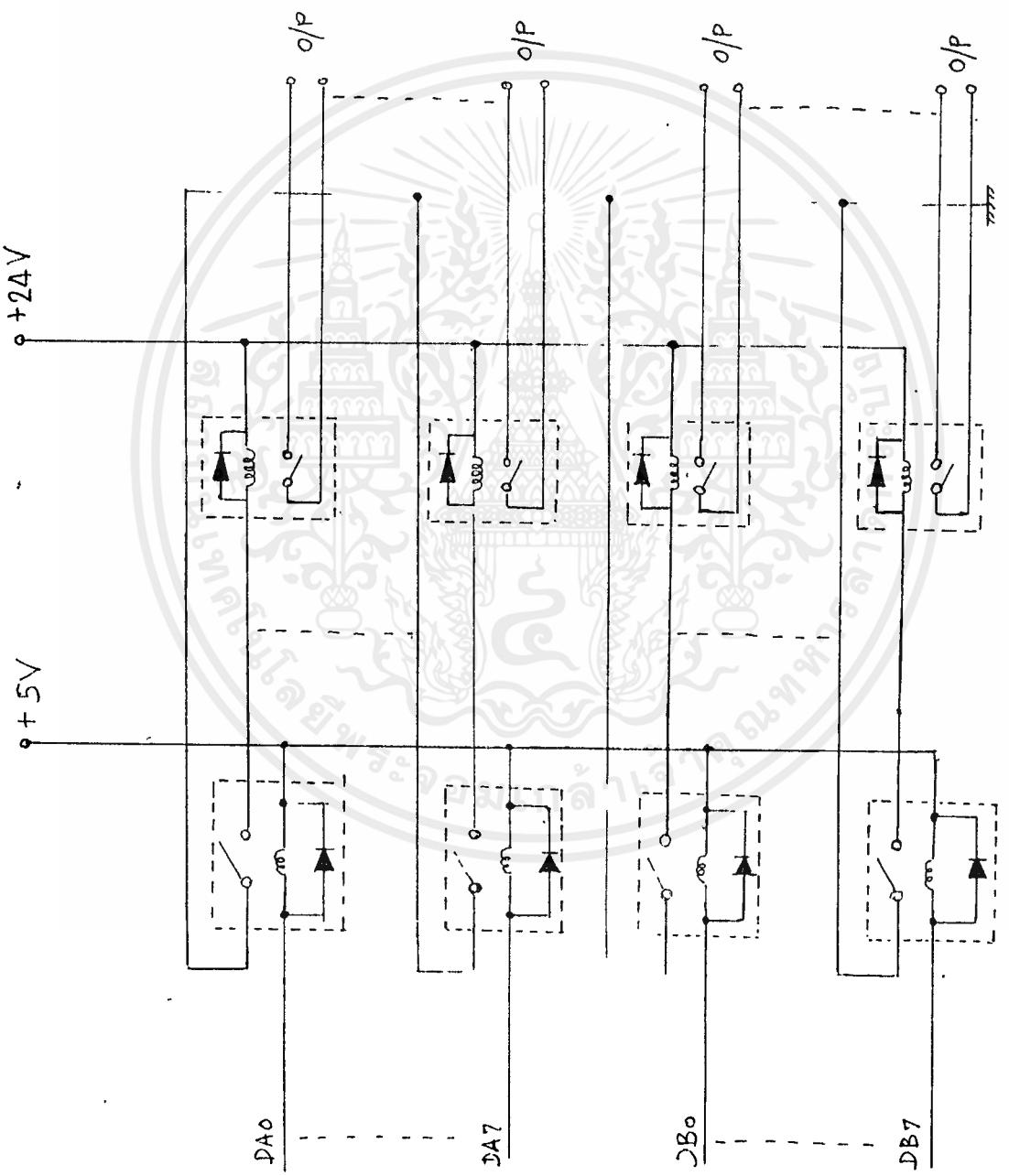
$$\text{จะได้ VOLTAGE INPUT} = \frac{311*4.7K}{(75K+4.7K)}$$

$$= 18.34V$$

(เมื่อดู SPEC ของ CARD ที่รับได้คือ 0-25Vdc 0-3Vdc='0' 3-25Vdc='1')

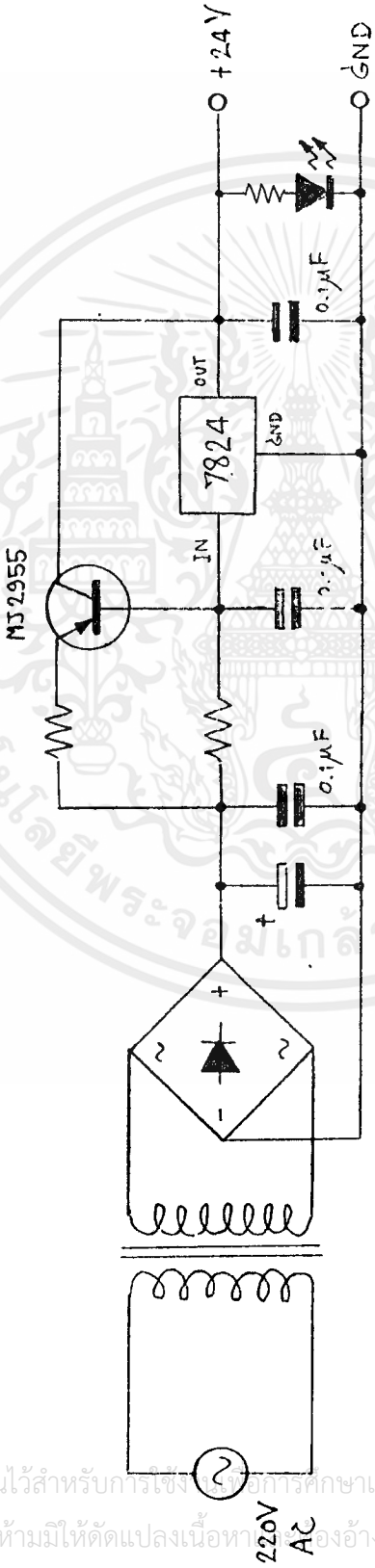
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนวงจรที่อยู่ทาง OUTPUT ใช้ RELAY ต่อเพื่อไปควบวงจรในเครื่องพับเหล็ก แล้วใช้ REED RELAY ที่อยู่ใน CARD มาควบคุมอีกทีหนึ่ง เพราะ REED RELAY ไม่สามารถที่จะทน กระแสจำนวนมากได้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

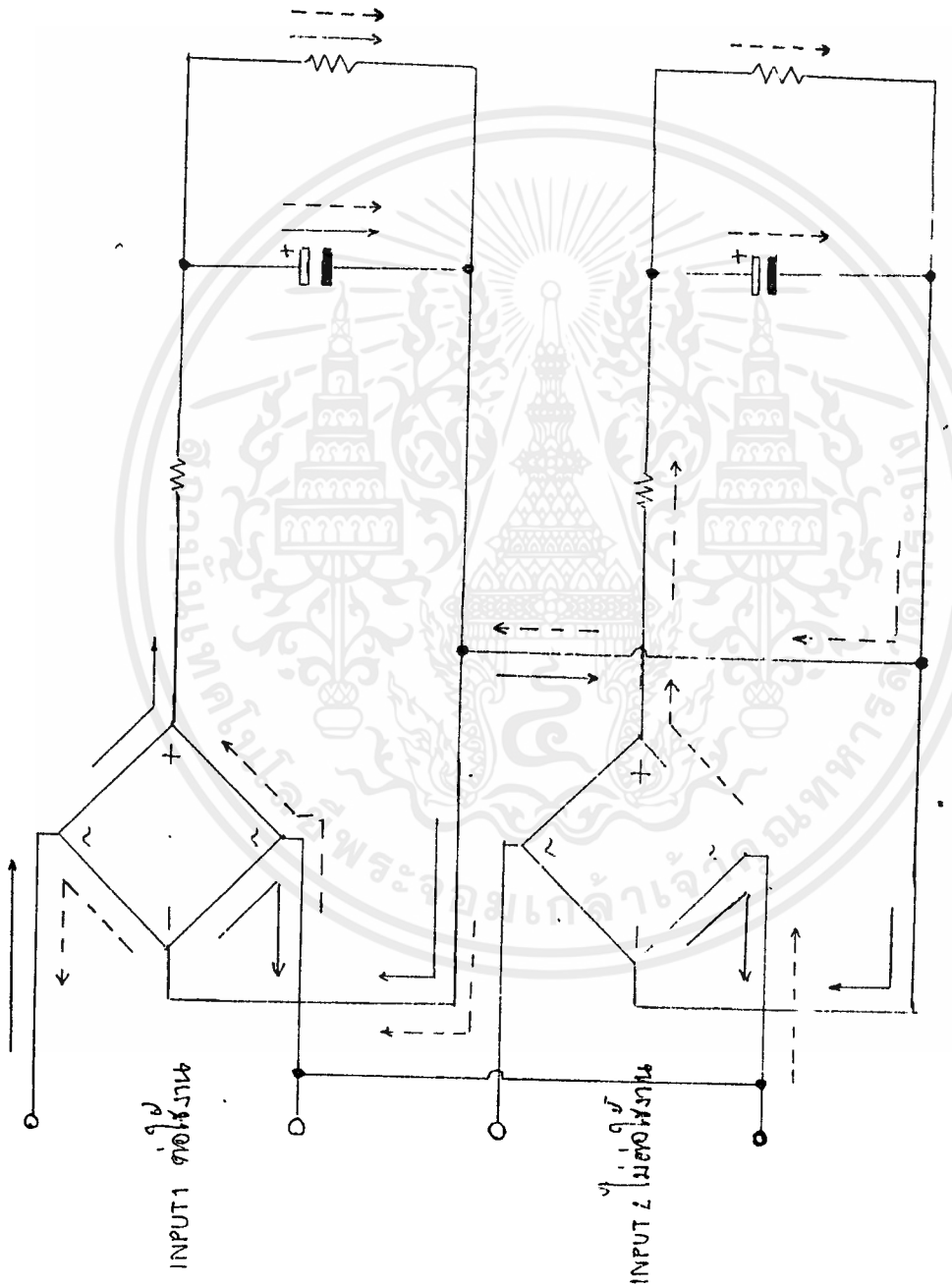
วงจรที่จ่ายแรงดันเพื่อขับ RELAY ที่ต้องการมีค่า 24Vเราใช้ IC REGULATOR เบอร์ 7824 จ่ายกระแสได้ประมาณ 1A และใช้ TRANSISTOR MJ 2955 1 ตัวช่วยในการรับภาระในการจ่ายกระแสแก่ RELAY 16 ตัว ตัวกินกระแสประมาณ 300 mA 16 ตัวรวมทั้งหมด = 16 * 300 mA = 4.8A ในกรณีที่ทำงานทุกตัวพร้อมกัน




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

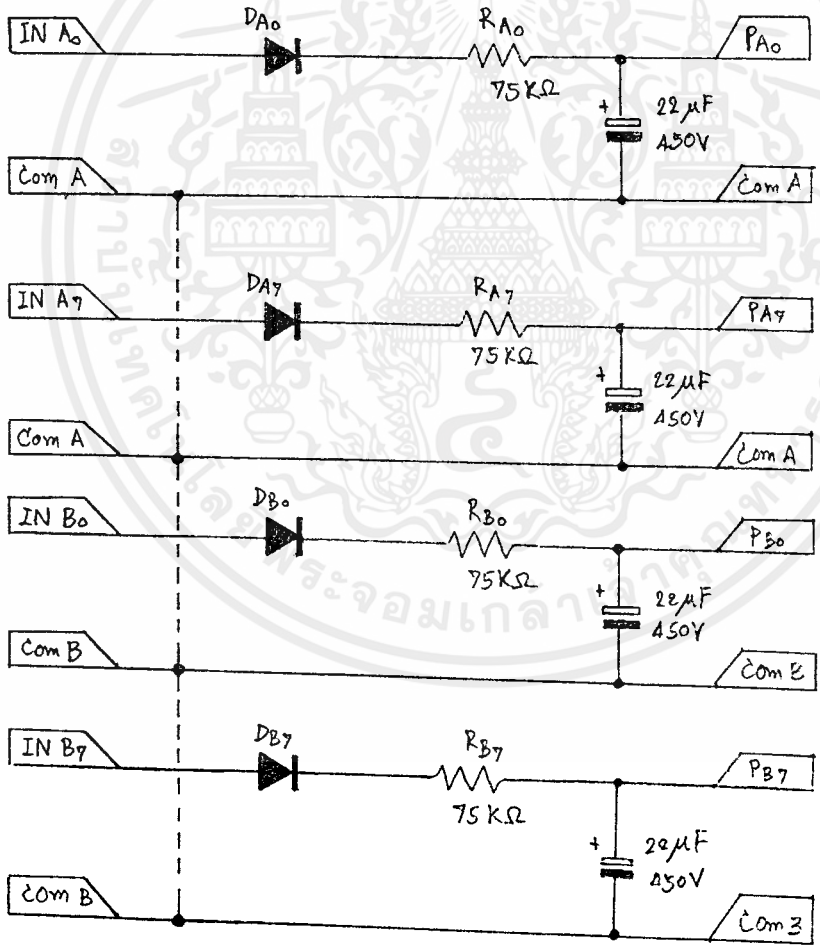
ความผิดพลาดในการออกแบบและทำงาน

วงจรที่ออกแบบครั้งแรก เป็นดังรูป

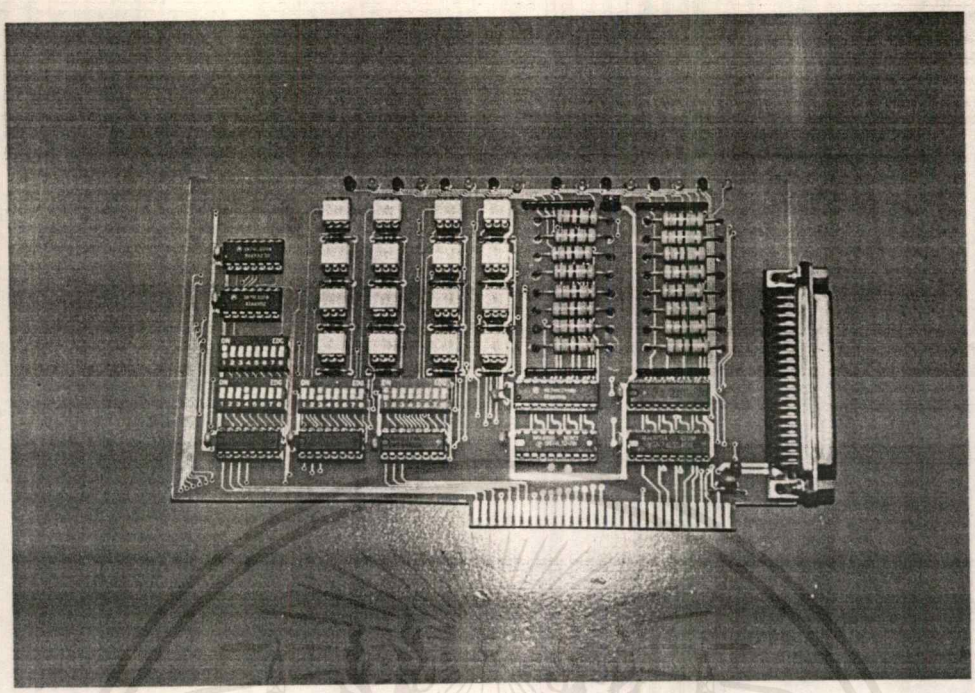



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

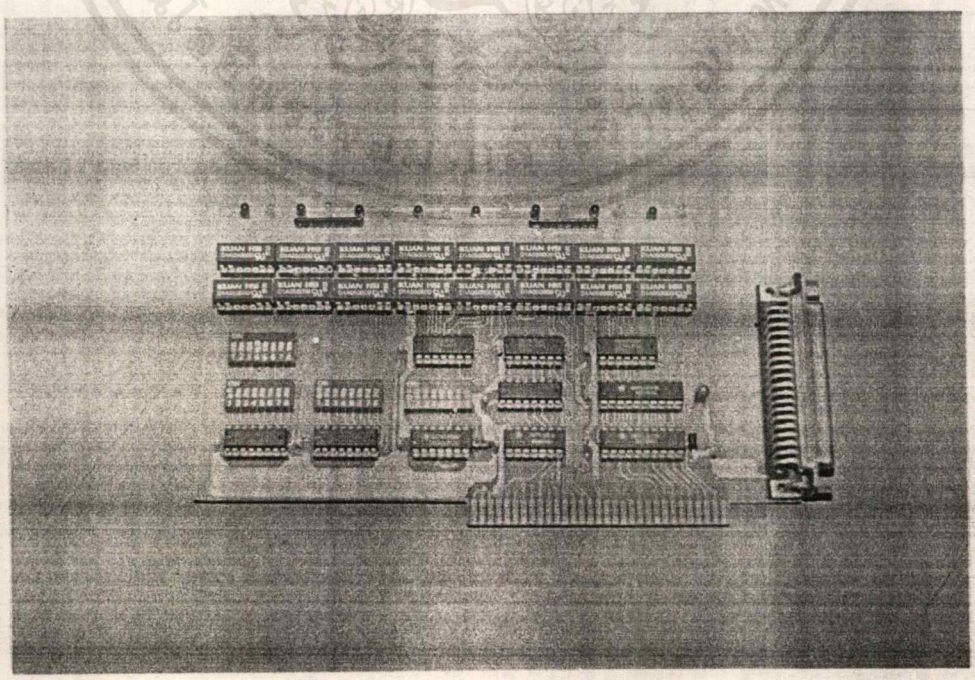
1. เป็นความผิดพลาดในการไล่การไหลของกระแส ขณะทำงานของวงจรที่มีการต่อแบบ FULL WAVE BRIDGE RECTIFIER ในลักษณะ COMMON GROUND ดังรูป ผลคือทำให้มี INPUT ทุก INPUT ขณะที่ต่อ INPUT เพียงอันเดียว ดูตามวงจร เมื่อ INPUT 1 ต่อกับ INPUT ที่ใช้งานและ INPUT 2 ไม่ต้องต่อและ INPUT 1 และ INPUT 2 มี GROUND ร่วมกัน ให้INPUT 1 มีเฟสเป็น + กระแสจะไหลผ่านดังลูกศรเส้นหนา จะเห็นว่ามีแต่ C ที่ INPUT 1เท่านั้นที่ได้รับการชาร์จกระแส เมื่อไฟ INPUT เปลี่ยนจาก + เป็น - กระแสจะไหลผ่านดังลูกศรเส้นประจะเห็นว่า C ที่ INPUT จะถูกชาร์จอีกและ C ที่ INPUT 2 ก็ถูกชาร์จทำให้มีค่า VOLTAGE ที่ C ใน INPUT 2 โดยที่ไม่มี INPUT เข้ามาที่ INPUT 2 เลย จึงต้องเปลี่ยนวงจร มาใช้แบบ HALF WAVE RECTIFIER ใช้ DIODE 1 ตัวต่อ 1 ช่อง




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



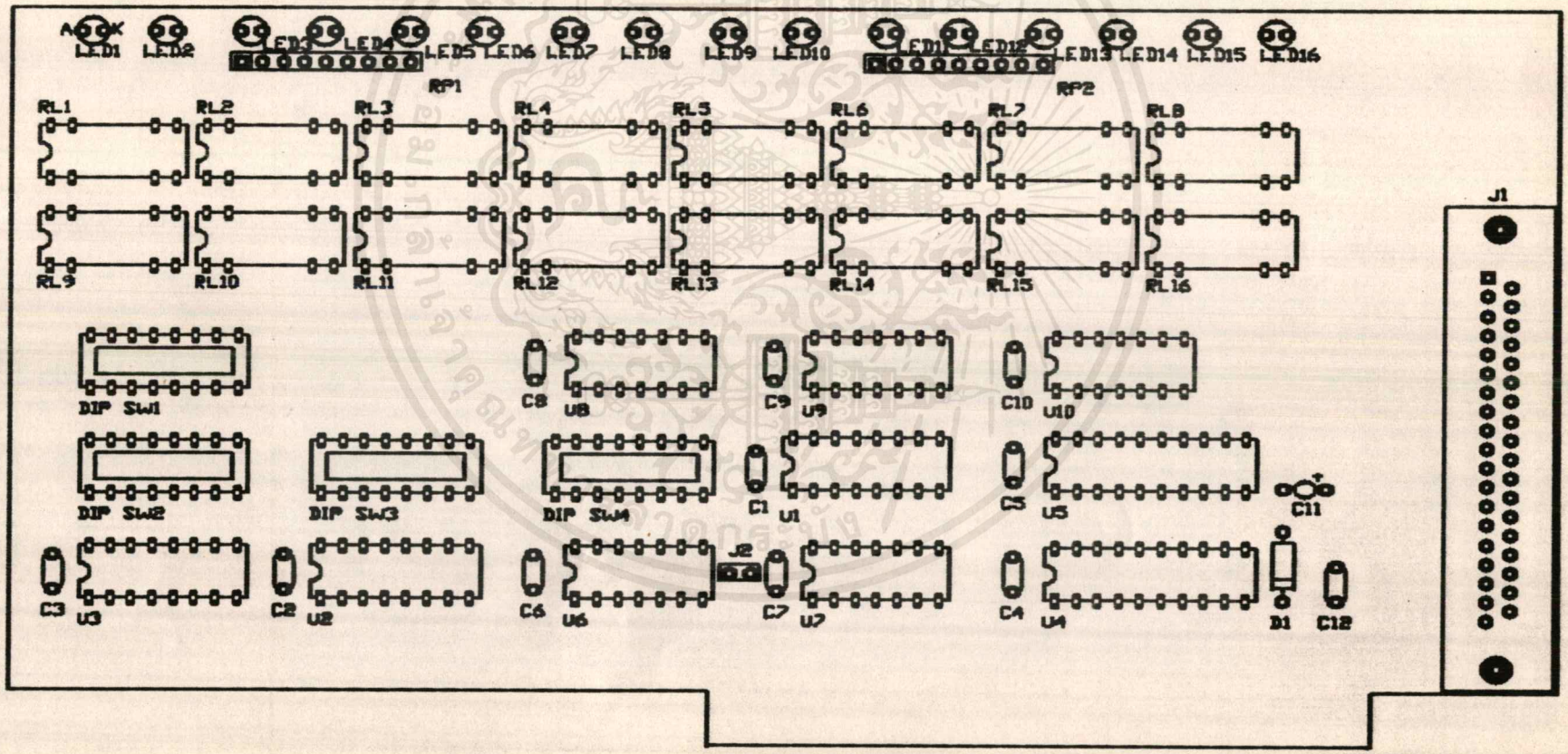
< รูป แสดงการ์ด OPTO ISOLATED INPUT >



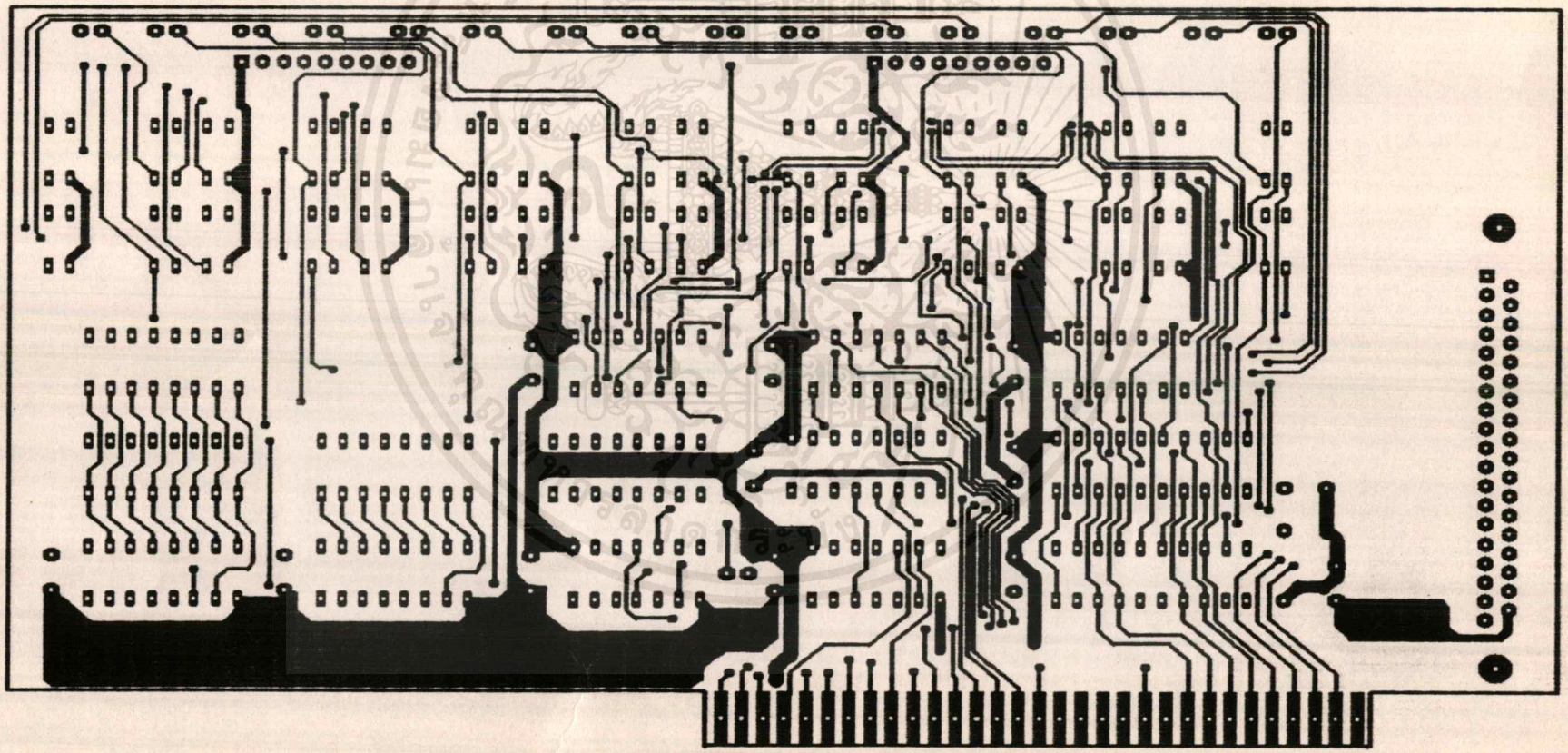
< รูป แสดงการ์ด REED RELAY OUTPUT >

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

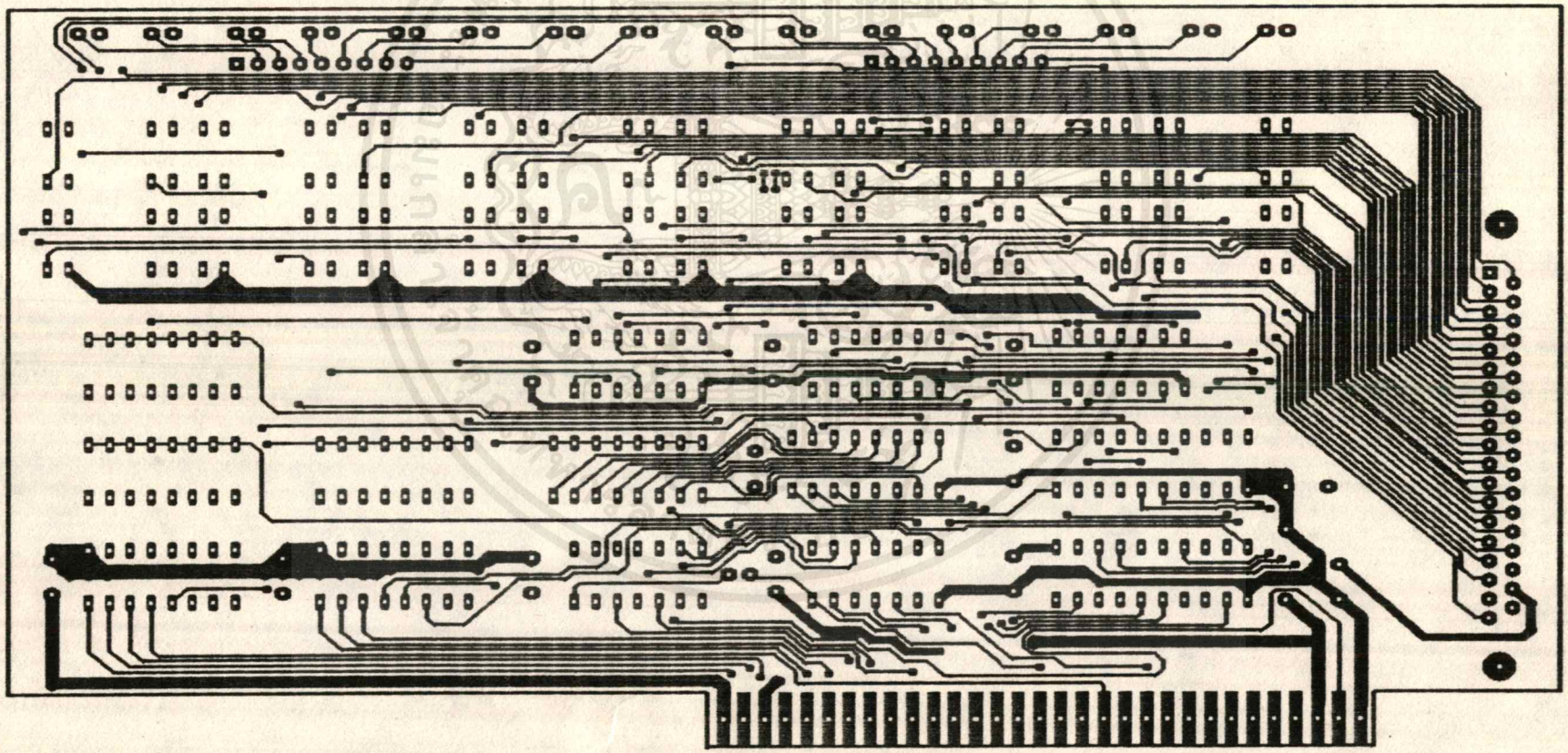
< รูป. แสดงการ์ดเอ้าท์พุท ด้านลงอุปกรณ์ >



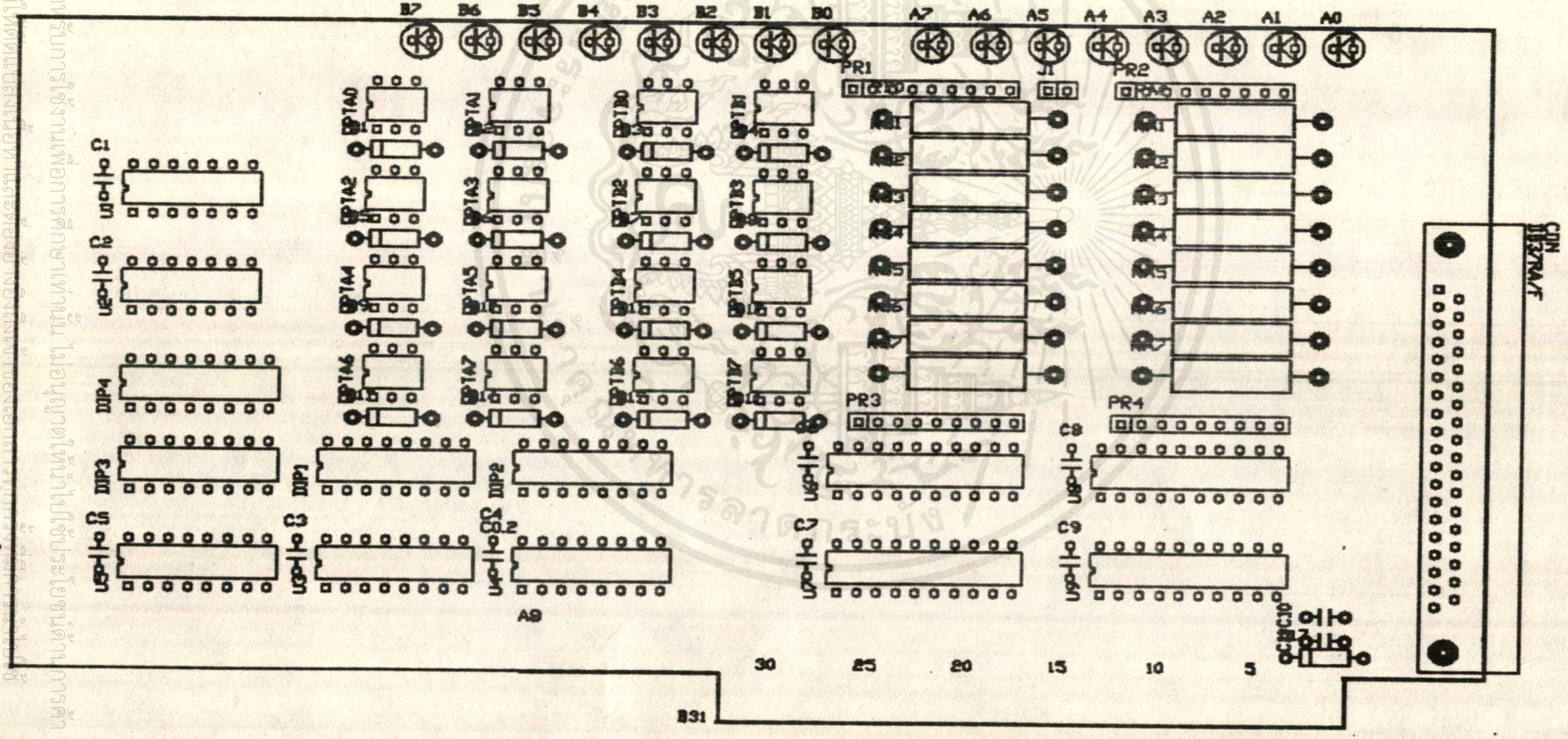
< รูป. แสดงลายทองแดงด้านบน ของการ์ดเอ้าท์พุท >



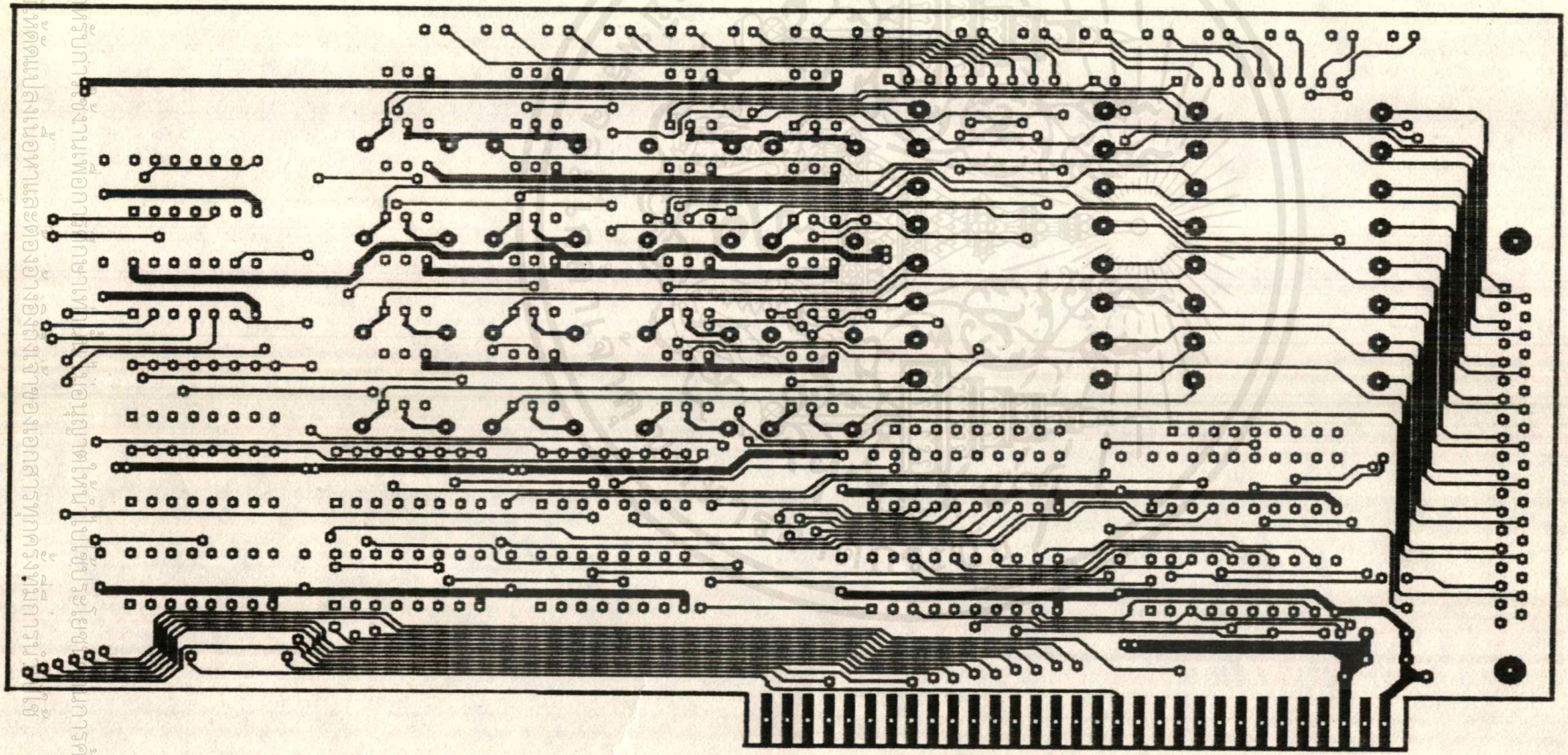
< รูป. แสดงลายทองแดงด้านล่าง ของการ์ดเอ้าท์พุท >



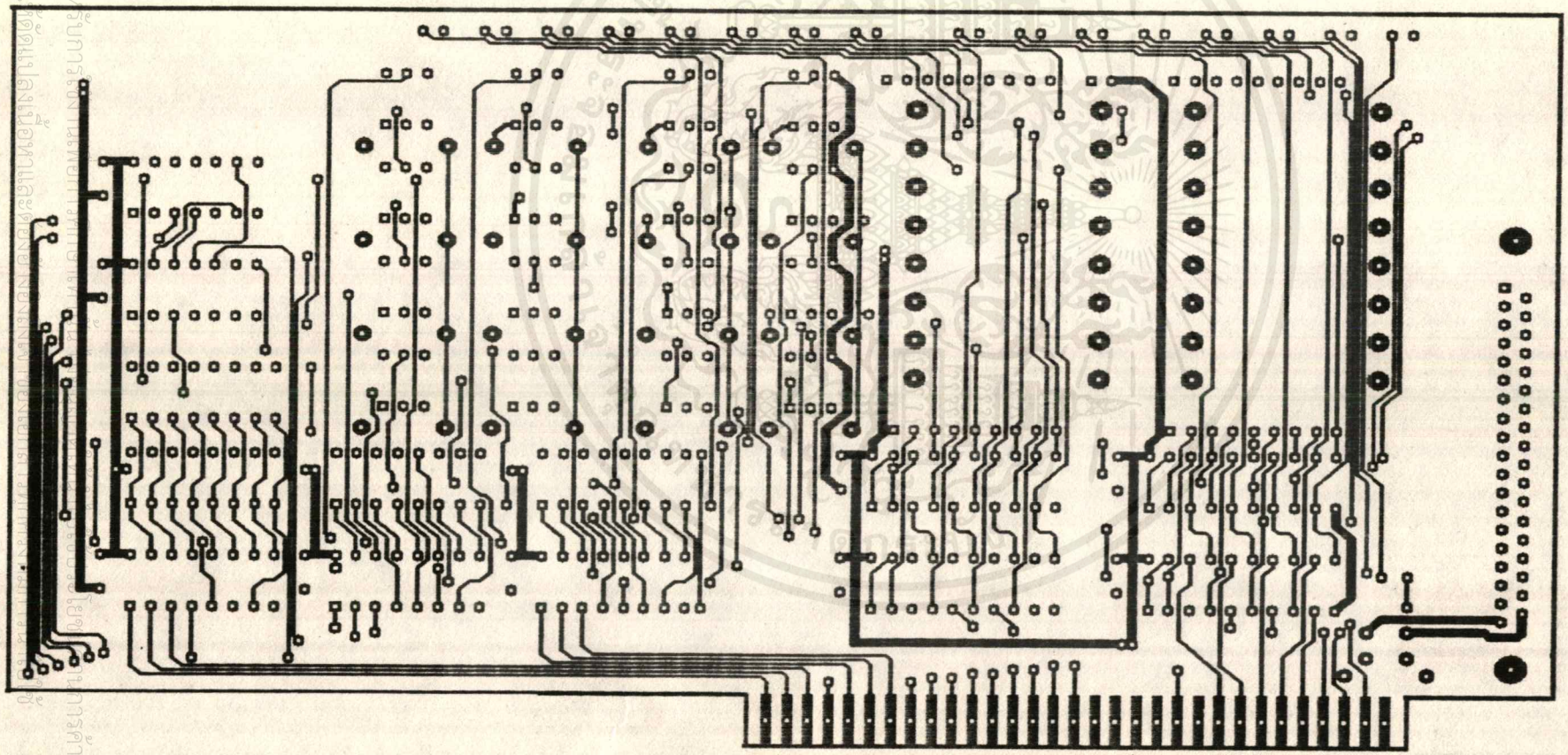
< รูป. แสดงการ์ดอินพุท ด้านลงอุปกรณ์ >

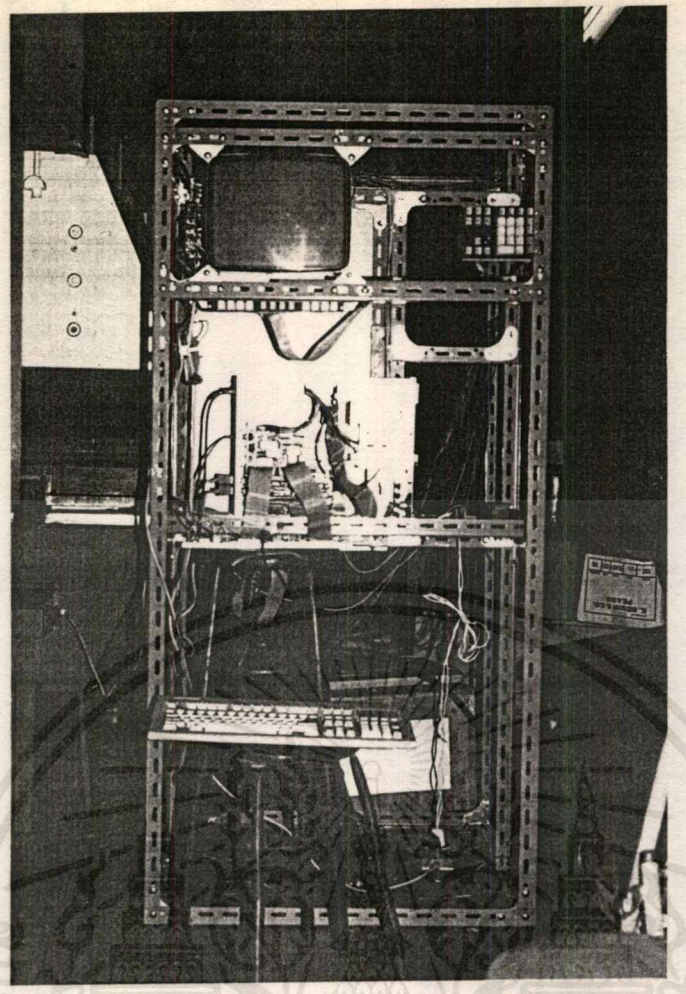


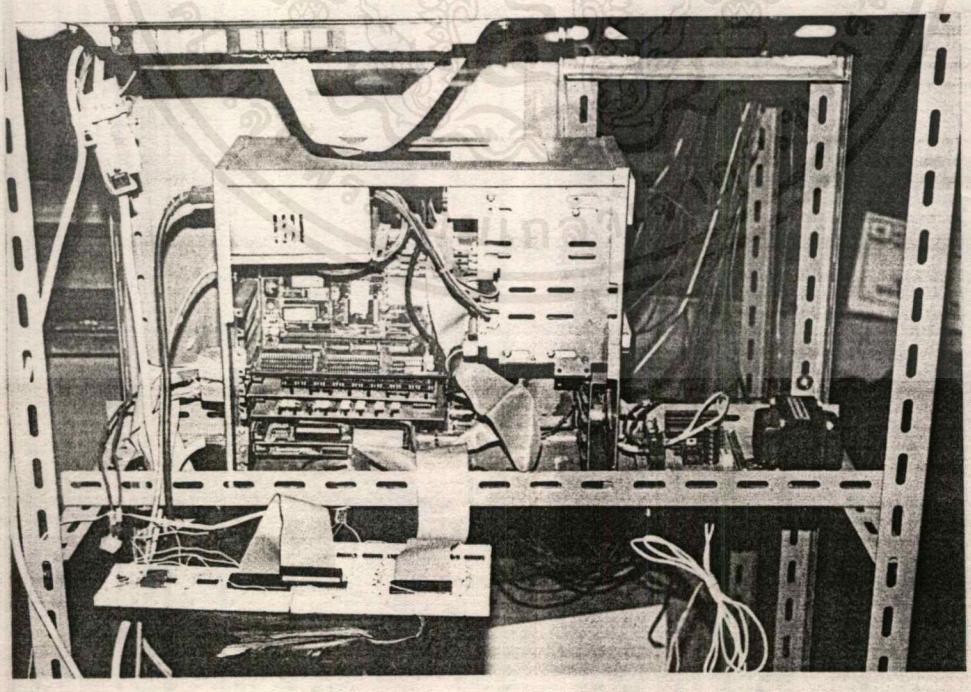
< รูป. แสดงลายทองแดงด้านล่าง ของการ์ดอินพุท >



< รูป. แสดงลายทองแดงด้านบน ของการ์ดอินพุท >

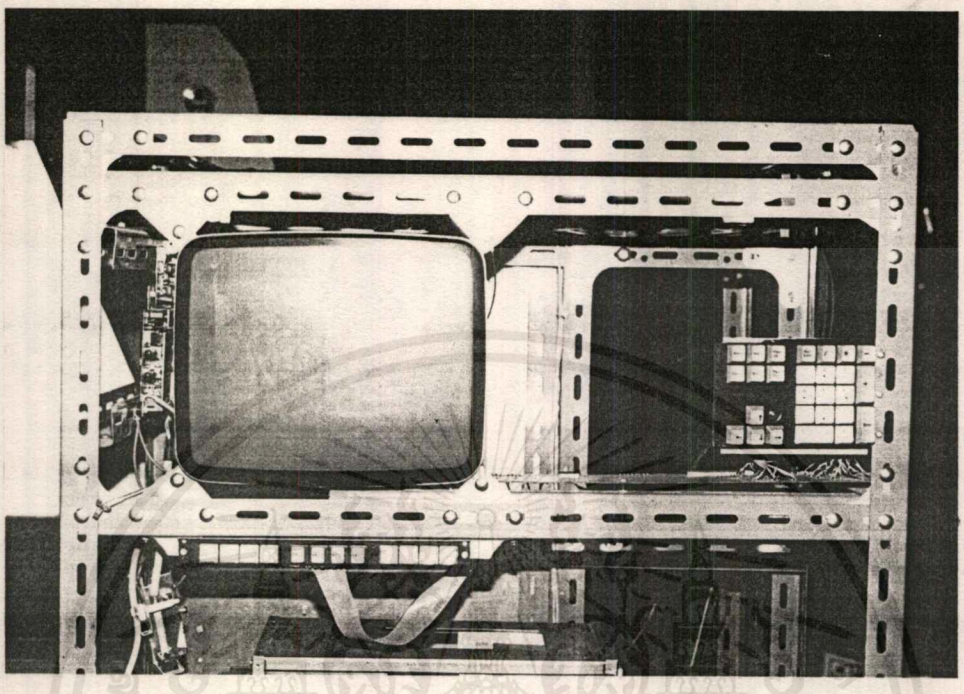


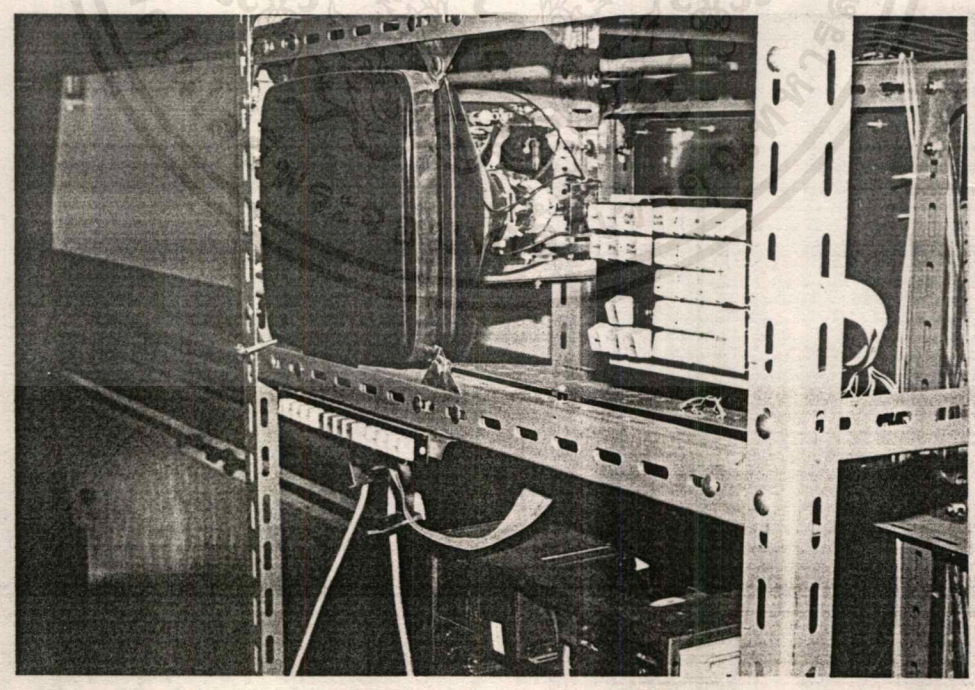




< รูป แสดงลักษณะเครื่องต้นแบบ CNC >

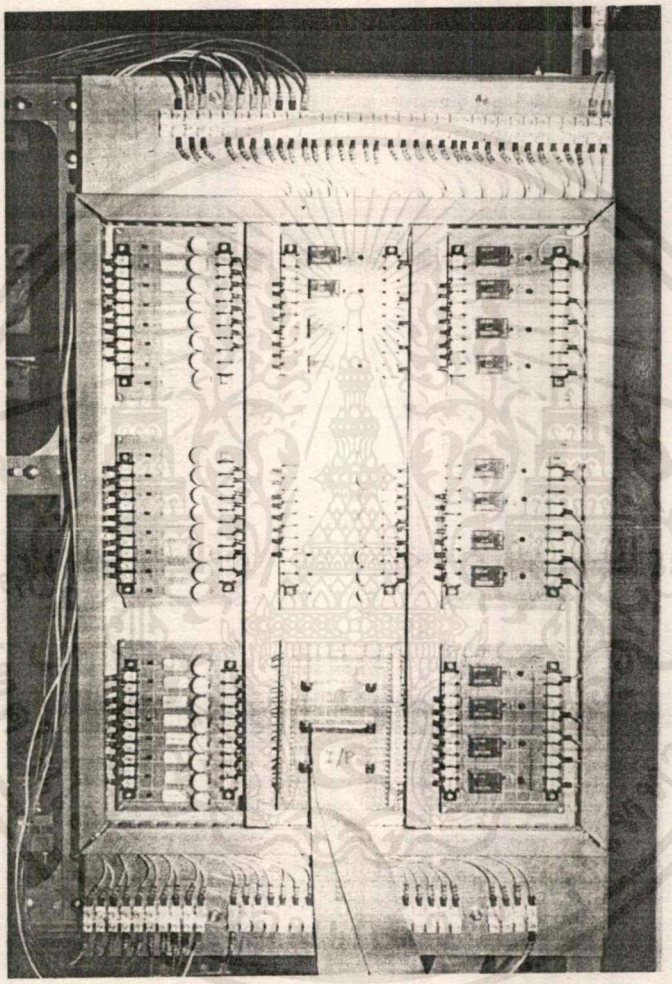
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





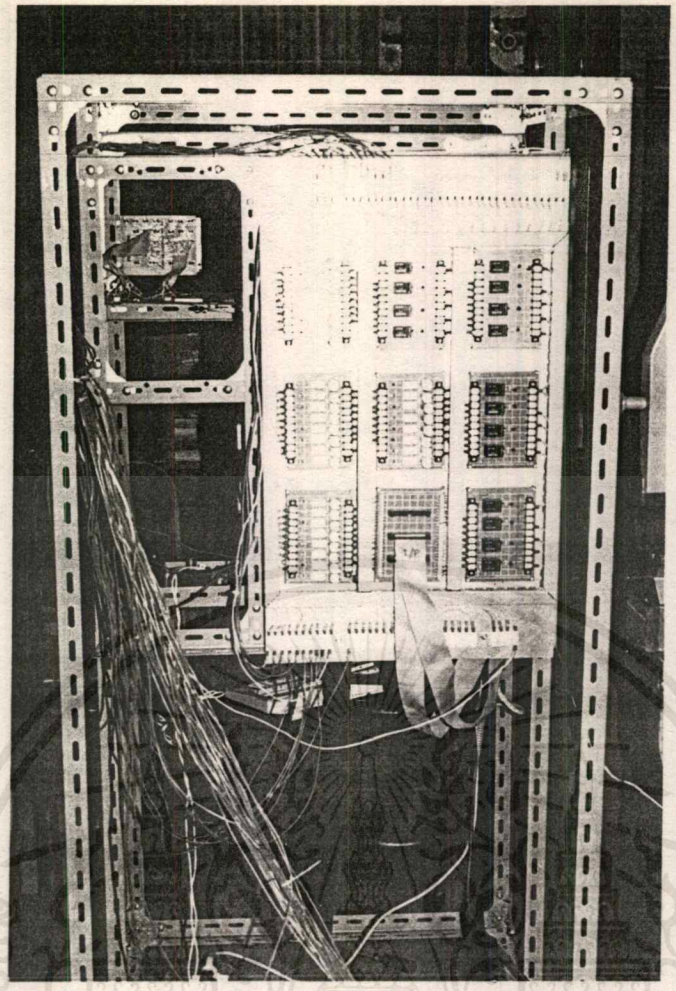
< รูป ส่วนแสดงผล และ คีย์บอร์ด >

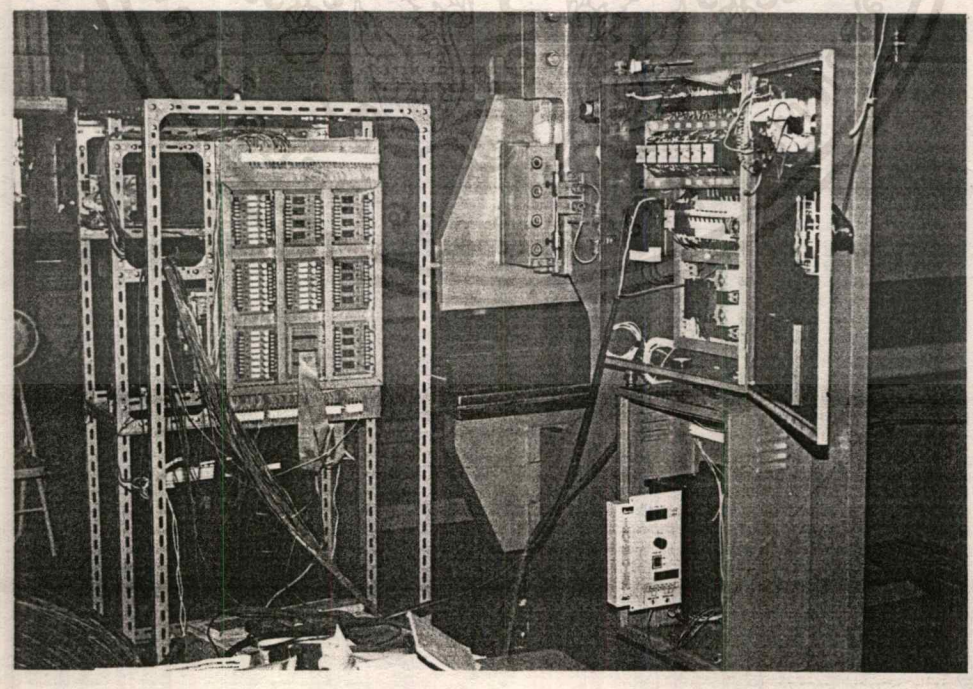
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



< รูป แสดงแผงอินพุท/เอ้าท์พุท >

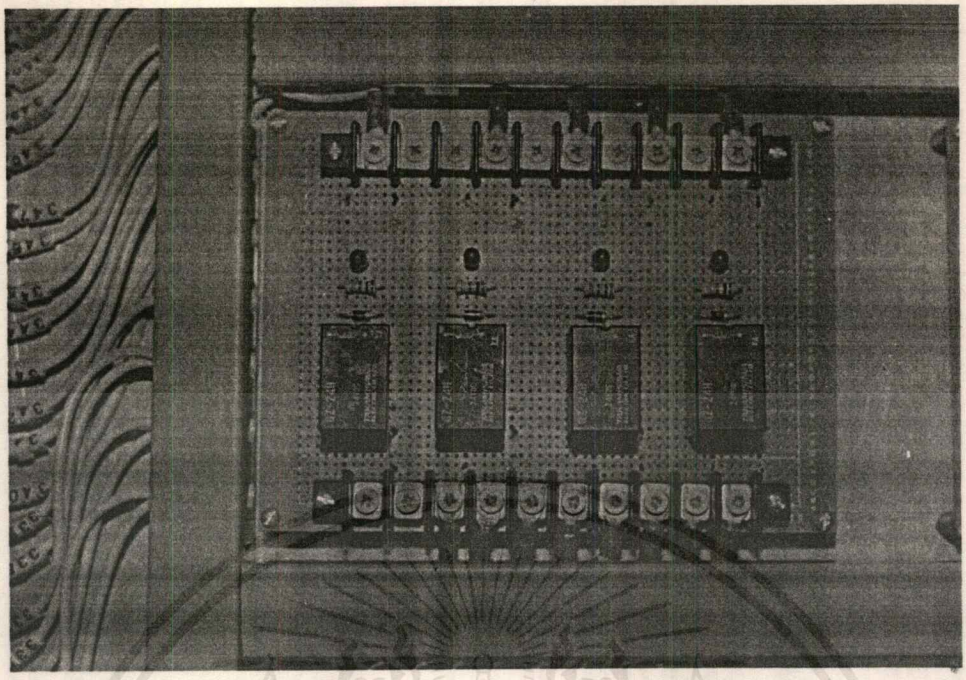
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

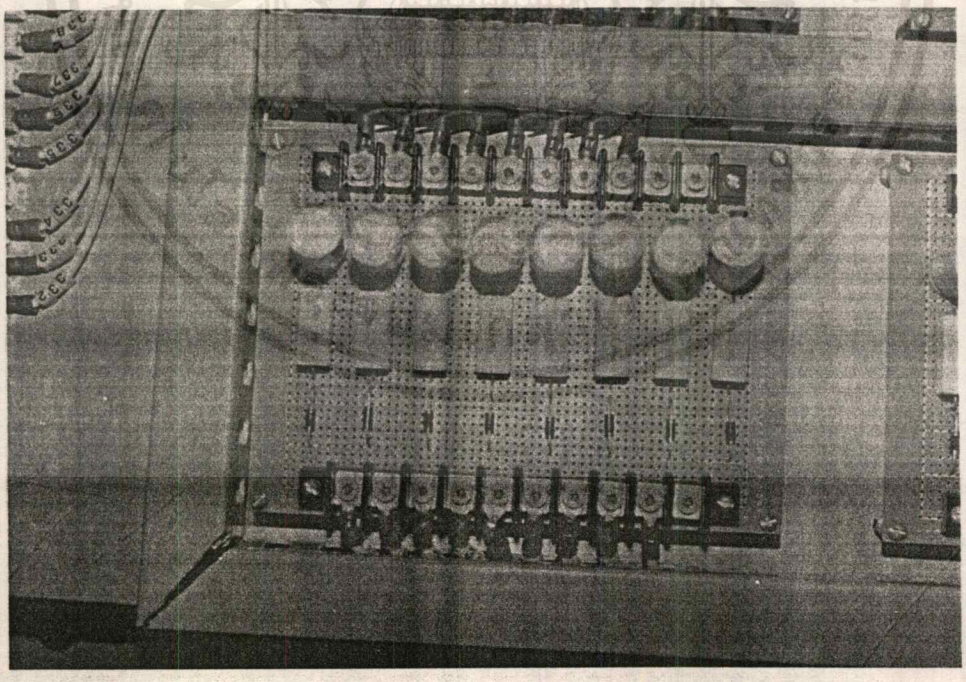




< รูป แสดงแผงอินพุท/เอ้าท์พุท และ บางส่วนของเครื่องจักร >

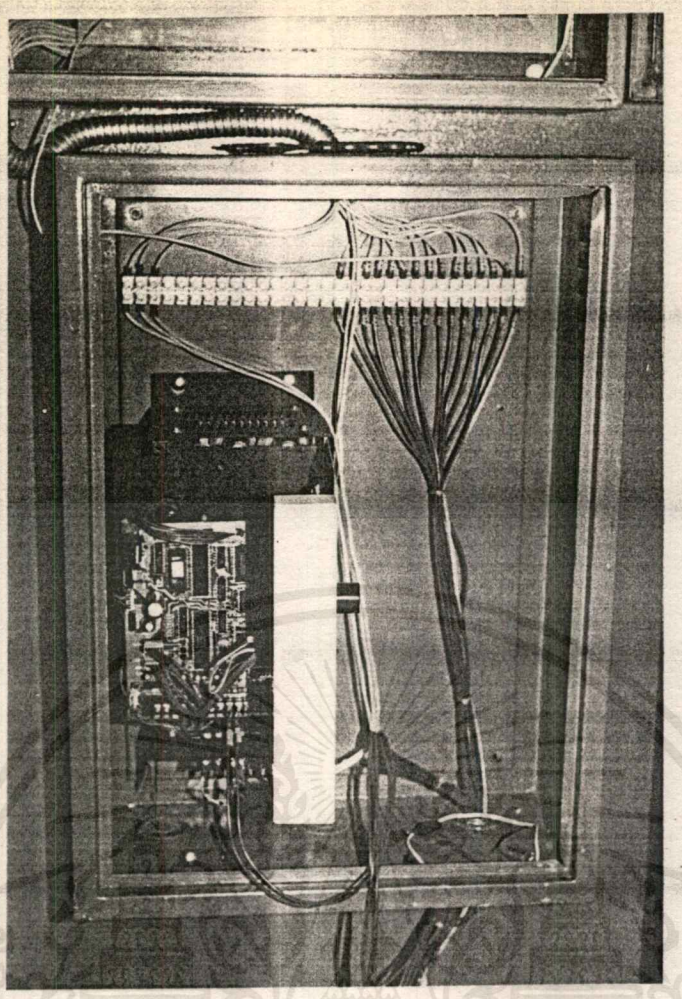
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

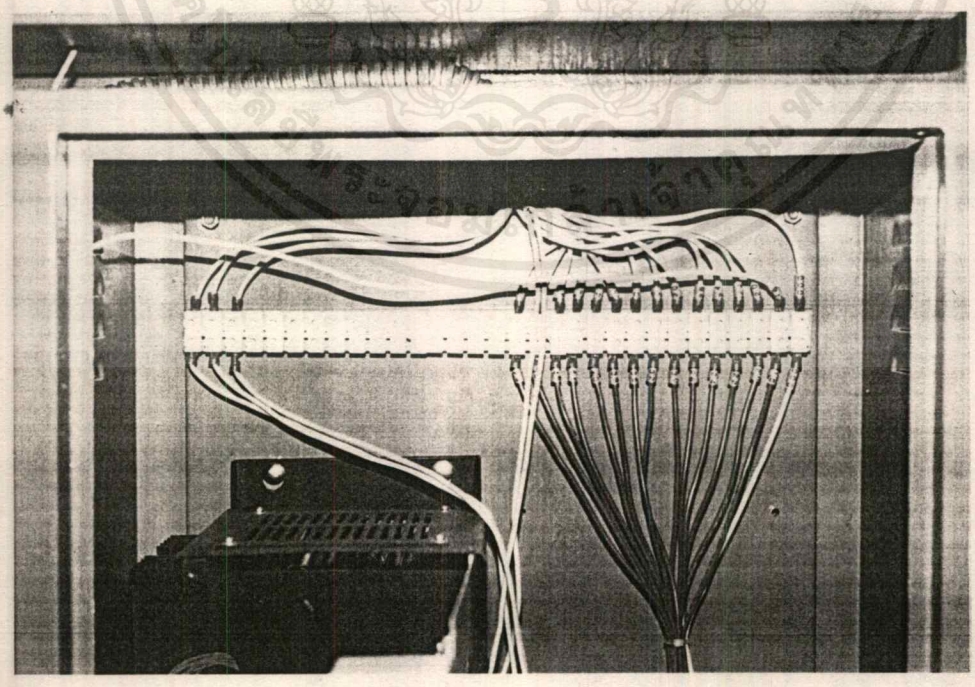




< รูป แสดงแผง I/O SIGNAL CONDITIONING >

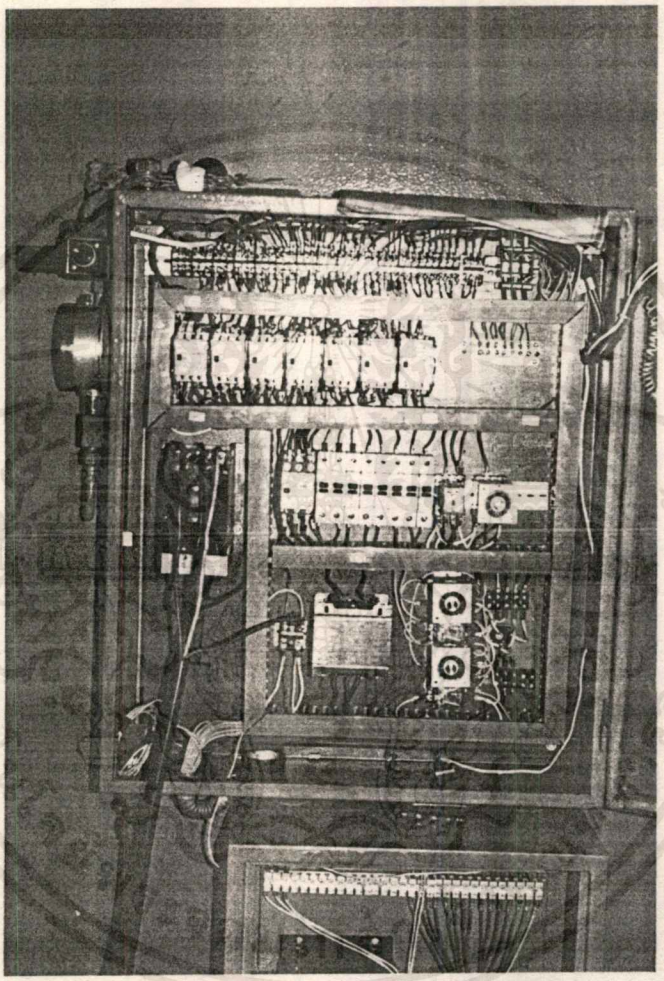
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





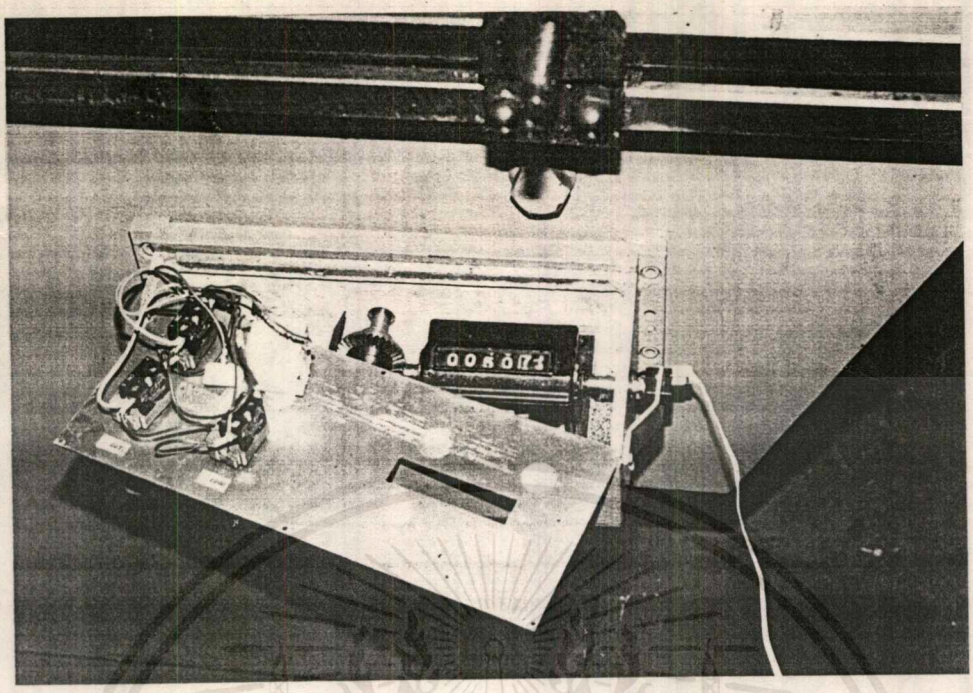
< รูป แสดงชุด อินเวอร์เตอร์ และ เทอร์มินอล >

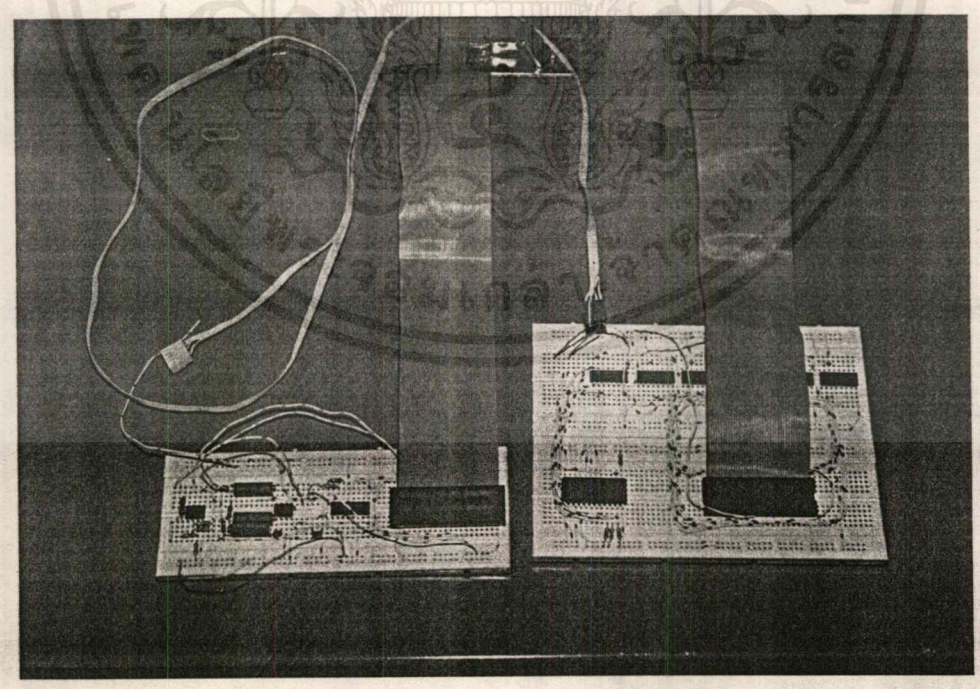
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



< รูป แสดงแผง ควบคุมเครื่องจักร >

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

< รูป แสดงชุดวัดรอบของมอเตอร์ โดยใช้ตัว ENCODER >

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้